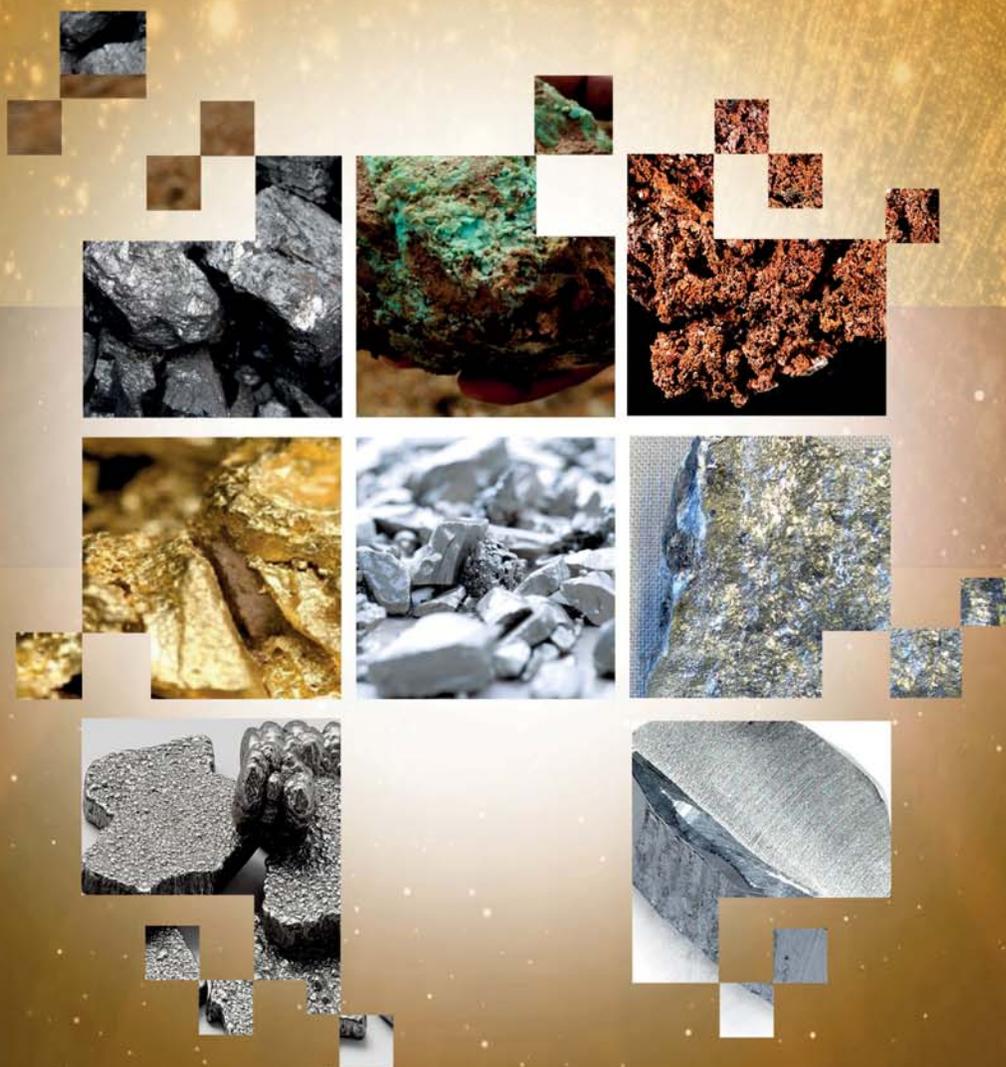


GRAND STRATEGY MINERAL DAN BATUBARA

Arah Pengembangan Hulu Hilir
Mineral Utama dan Batubara Menuju Indonesia Maju



Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

GRAND STRATEGY **MINERAL DAN** **BATUBARA**

Arah Pengembangan Hulu Hilir
Mineral Utama dan Batubara Menuju Indonesia Maju



Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

■ Sambutan



Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Arifin Tasrif

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, kami mempersembahkan naskah Grand Strategy Mineral dan Batubara. Kami menghaturkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penyusunan naskah ini.

Mineral dan batubara merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan, sehingga pemanfaatannya wajib dilakukan secara bijaksana dan berkelanjutan. Niat baik penyusunan naskah ini untuk memetakan arah pengembangan industri nasional yang berbasis hasil pertambangan. Pemetaan tersebut menjadi dasar dalam menetapkan kebijakan dan arah pengelolaan dari hulu hingga hilir.

Dalam berbagai kesempatan, Presiden Joko Widodo menyampaikan komitmennya, bahwa sudah saatnya kita mengoptimalkan pengelolaan sumber daya alam di dalam negeri. Hasil pertambangan harus memiliki nilai tambah. Selain untuk menciptakan *multiplier effect*, jauh daripada itu, kita juga ingin menjadi bangsa yang mandiri.

Dari batubara misalnya, saat ini dicanangkan untuk diproses menjadi *dimethyl ether* sebagai pengganti bahan baku elpiji, yang selama ini pemenuhannya masih mengandalkan impor. Lalu nikel, pemerintah juga tengah mendorong pembangunan fasilitas pengolahan yang berorientasi untuk menunjang industri kendaraan listrik. Demikian pula dengan jenis-jenis hasil pertambangan yang lain, diupayakan untuk diolah di dalam negeri.

Secara garis besar, Grand Strategy Mineral dan Batubara ini menyajikan tentang kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki Indonesia terkait industri hulu-hilir mineral dan batubara. Seluruh sumber informasi yang dikompilasi menggunakan data terbaru, mulai dari sumber daya dan cadangan, jumlah pemegang izin, pemetaan teknologi, hingga proyeksi permintaan pasar dari material mentah pertambangan dan produk turunannya.

Kami sangat menyadari bahwa untuk mencapai target pembangunan industri nasional berbasis mineral dan batubara, diperlukan koordinasi lintas sektor yang solid, baik di level internal pemerintahan maupun level eksternal pelaku usaha. Oleh karena itu, kami membuka ruang seluas-luasnya bagi seluruh *stakeholder* untuk turut terlibat dalam penyusunan naskah lanjutan dari Grand Strategy Mineral dan Batubara ini.

Harapan utama pengelolaan mineral dan batubara di Indonesia adalah untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas sumber daya manusia nasional, meningkatkan kemandirian, ketahanan, meningkatkan peran dan manfaat ekonomi, yang muaranya meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran rakyat, sebagaimana mandat Undang-Undang Dasar 1945.

Jakarta, Juli 2021

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia

Arifin Tasrif



Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Ridwan Djamaluddin

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkah dan rahmat-Nya naskah akademik Grand Strategy Mineral dan Batubara ini, dapat diselesaikan dan diterbitkan. Dalam pembabakannya, terdapat tujuh bagian yang berisi data, informasi, dan evaluasi tentang industri hulu serta hilir komoditas pertambangan. Diharapkan, naskah ini dapat berperan dalam penetapan arah serta prioritas pemanfaatan mineral dan batubara secara optimal dalam rangka mencapai Indonesia Ideal Tahun 2045.

Tujuan Penyusunan naskah ini antara lain untuk menciptakan ekosistem industri hulu dan hilir yang berkelanjutan serta kompetitif, menjamin keandalan rantai pasok, meningkatkan penyerapan tenaga kerja, pertumbuhan ekonomi, dan pendapatan negara.

Seperti kita ketahui, saat ini Indonesia memiliki cadangan komoditas pertambangan yang cukup menjanjikan. Untuk nikel dan timah, Indonesia bertengger di peringkat teratas dunia. Kemudian batubara dan bauksit, Indonesia menduduki posisi keenam, dan disusul tembaga dengan peringkat ketujuh.

Perkembangan industri hilirisasi batubara menjadi produk untuk menyuplai industri kimia menggantikan minyak sangat diperlukan. Demikian juga dengan nikel, bauksit, tembaga, dan mineral utama lainnya dibutuhkan untuk menopang perkembangan industri kendaraan listrik berbasis baterai. Untuk menyukseskan perkembangan industri hilir ini, maka diperlukan integrasi sehingga dapat memberikan nilai tambah yang lebih besar untuk Indonesia.

Kami menyadari masih terdapat kekurangan dalam penyusunan naskah akademik ini. Meski demikian, besar harapan kami buku Grand Strategy ini dapat menjadi pedoman bagi pemerintah, pemangku kepentingan, dan pelaku usaha dalam perencanaan, pemanfaatan, pengendalian serta pengembangan sumber daya di dalam negeri.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terima kasih kepada Menteri ESDM Bapak Arifin Tasrif dan Staf Khusus Menteri ESDM Bidang Percepatan Tata Kelola Minerba Bapak Irwandy Arif, sehingga naskah ini dapat selesai pada waktunya. Ucapan terima kasih dan penghargaan juga kami sampaikan kepada Tim Kelompok Kerja Grand Strategy Mineral dan Batubara yang bekerja sama dengan LAPI Institut Teknologi Bandung, serta berbagai pihak yang terlibat.

Jakarta, Juli 2021

Direktur Jenderal Mineral dan Batubara

Ridwan Djamaluddin

■ Daftar Isi

Sambutan

- Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral, Arifin Tasrif ii
- Dirjen Minerba Kementerian ESDM, Ridwan Djamaluddin iii

Bagian I : Pendahuluan

- Daftar Isi iv
- Tim Penyusun vi
- Pendekatan Kajian vii
- Ringkasan Eksekutif 1
- Napak Tilas Pertambangan Indonesia 15
- Tata Kelola Minerba di Sejumlah Negara 18
- Meniti Jalan Menuju Indonesia Ideal 32

Bagian II : Grand Strategy Mineral dan Batubara

Nikel-Kobalt

- Gambaran Industri Hulu 37
- Gambaran Industri Hilir 44
- Peluang dan Tantangan 65
- Target dan Strategi 79
- Rancangan Peta Jalan 98

Besi

- Gambaran Industri Hulu 107
- Gambaran Industri Hilir 114
- Peluang dan Tantangan 129
- Target dan Strategi 137
- Rancangan Peta Jalan 149

Aluminium

- Gambaran Industri Hulu 157
- Gambaran Industri Hilir 162
- Peluang dan Tantangan 179
- Target dan Strategi 189
- Rancangan Peta Jalan 202

Timah

- Gambaran Industri Hulu 211
- Gambaran Industri Hilir Hilir 218
- Peluang dan Tantangan 233
- Target dan Strategi 241
- Rancangan Peta Jalan 258

Tembaga	
● Gambaran Industri Hulu	287
● Gambaran Industri Hilir	292
● Peluang dan Tantangan	302
● Target dan Strategi	309
● Rancangan Peta Jalan	323
Emas-Perak	
● Gambaran Industri Hulu	331
● Gambaran Industri Hilir	339
● Peluang dan Tantangan	351
● Target dan Strategi	356
● Rancangan Peta Jalan	368
Batubara	
● Gambaran Industri Hulu	375
● Gambaran Industri Hilir Hilir	387
● Peluang dan Tantangan	405
● Target dan Strategi	415
● Rancangan Peta Jalan	426
Bagian III: Penutup	432
Daftar Bacaan	444

■ Tim Penulis

- Direktur Pembinaan Program Mineral dan Batubara (Penanggung Jawab)
- Dedi Supriyanto, S.T., M.S.E (Ketua)
- Azaria Indra Wardhana, S.T., M.Si. (Wakil Ketua)
- Muhtadi Saputra S.T. (Sekretaris)
- Cecilia Margareth, S.T., M.Si. (Anggota)
- Iskak Aji, S.T. (Anggota)
- Donny P. Simorangkir, S.T. (Anggota)
- Jumbadi, S.Si., M.E. (Anggota)
- Anang Asdriargo, S.Si. (Anggota)
- Prof. Dr. Irwandy Arif, M.Sc. (Anggota)
- Taufiq Hidayat, S.T., M.Phil., Ph.D. (Team Leader)
- Tria Laksana Achmad, S.T., M.T., Ph.D. (Koordinator Komoditas Nikel-Kobalt)
- Dr. Eng. Bonita Dilasari, S.T., M.T. (Koordinator Komoditas Besi)
- Fadhli Muhammad, S.T., M.T. (Koordinator Komoditas Aluminium)
- Dadan Suhendar, S.Si., M.T. (Koordinator Komoditas Timah)
- D.Sc. (Tech.) Imam Santoso, S.T., M.Phil. (Koordinator Komoditas Tembaga)
- M. Wildanil Fathoni, S.T., M.T. (Koordinator Komoditas Emas-Perak)
- Dr. Eng. Nurulhuda Halim, S.T., M.T. (Koordinator Komoditas Batubara)
- Dr. Ir. Muhammad Hanafi, M.B.A., I.P.M. (Team Leader)
- Ir. Bouman Tiroi Situmorang, S.T., M.T., I.P.U. (Anggota)
- Erika Silva, S.T. (Anggota)
- Wiratno Hadi, S.T. (Anggota)
- Arief Susanto (Anggota)
- Juangga Mangasi Mangunsong (Anggota)
- Ir. Rizal Kasli, I.P.M., M.AusIMM (Anggota)
- Ir. Muhammad Toda (Anggota)
- Ir. Resvani, M.B.A. (Anggota)
- Ir. Setiawan Surakusumah (Anggota)
- Ir. Satya Graha Sumantri (Anggota)
- Ir. Koesnohadi (Anggota)

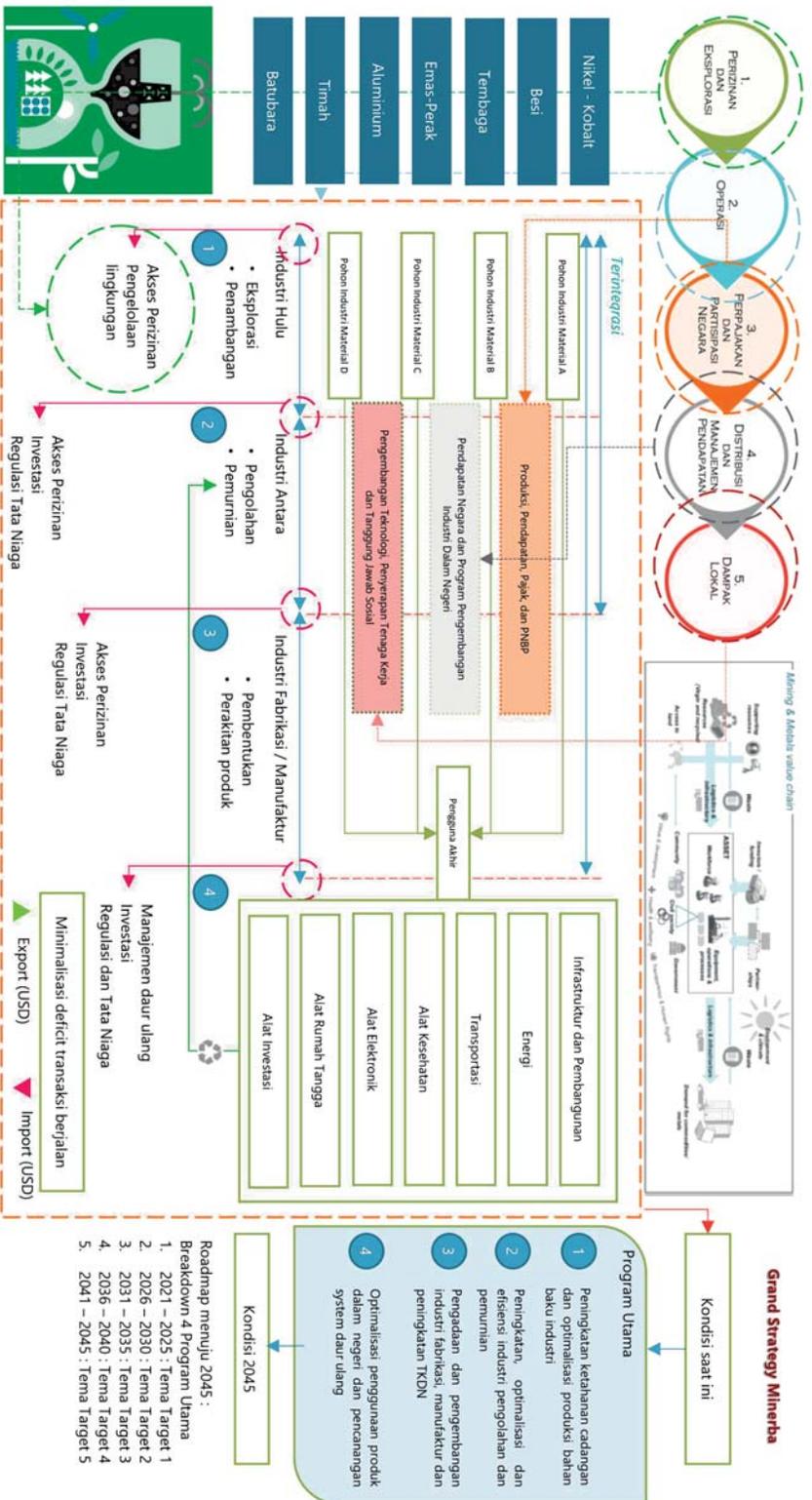
- Prof. Ir. Syoni Soepriyanto, M.Sc., Ph.D. (Anggota)
- Prof. Ir. Eddy Agus Basuki, M.Sc., Ph.D. (Anggota)
- Prof. Dr. mont. M. Zaki Mubarak, S.T., M.T. (Anggota)
- Dr.Ir. Ismi Handayani, M.T. (Anggota)
- Ir. Edy Sanwani, M.T., Ph.D. (Anggota)
- Dr.-Ing. Zulfiadi Zulhan, S.T., M.T. (Anggota)
- Dr. Eng. Akhmad A. Korda, S.T., M.T. (Anggota)
- Ir. Siti Khodijah Chaerun, M.T., Ph.D. (Anggota)
- Komang Widhi Widantha ST., MT.(Anggota)

Pendekatan Kajian

Pendekatan yang digunakan pada kajian ini menggunakan metode *mining and metal value chain* yang memetakan nilai pasok dari tiap komoditas mulai dari industri hulu sampai dengan manajemen daur-ulangnya. Berdasarkan pendekatan tersebut, ruang lingkup yang digunakan dalam penyusunan naskah akademik Grand Strategy Mineral dan Batubara adalah sebagai berikut:

1. Tinjauan umum yang berisi berbagai sumber acuan dalam penyusunan usulan program dalam kajian ini, antara lain: visi indonesia 2045, visi dan arah pembangunan nasional, kebijakan mineral dan batubara indonesia 2020, rencana induk pembangunan industri nasional 2015–2035, dan kebijakan pengelolaan sumber daya mineral dan batubara di berbagai negara.
2. Pemetaan industri hulu di Indonesia yang meliputi pengumpulan data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu, dan manfaat industri hulu.
3. Pemetaan industri hilir di Indonesia yang meliputi pengumpulan data pohon industri dan rantai pasok, kondisi industri hilir saat ini, industri hilir masa depan, dan manfaat industri hilir.
4. Identifikasi tantangan dan permasalahan yang meliputi limitasi pengumpulan data, dinamika harga dan pasar, limitasi teknologi dan infrastruktur, limitasi pemodal usaha, keberlanjutan usaha, dan dampak lingkungan hidup.
5. Perumusan usulan program untuk mencapai kondisi ideal yang diinginkan yang meliputi tema utama sebagai berikut:
 - a. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
 - b. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
 - c. Pengadaan dan pengembangan industri fabrikasi, manufaktur dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
 - d. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.
6. Penyusunan peta jalan (*road map*) berdasarkan usulan program untuk mencapai kondisi ideal yang diinginkan.

Pemetaan industri hulu dan hilir dilakukan untuk tahun 2020 hingga 4 atau 5 tahun kebelakang, sementara perumusan usulan program dan peta jalan direncanakan hingga tahun 2045 berdasarkan ketersediaan data yang diperoleh.



Metodologi

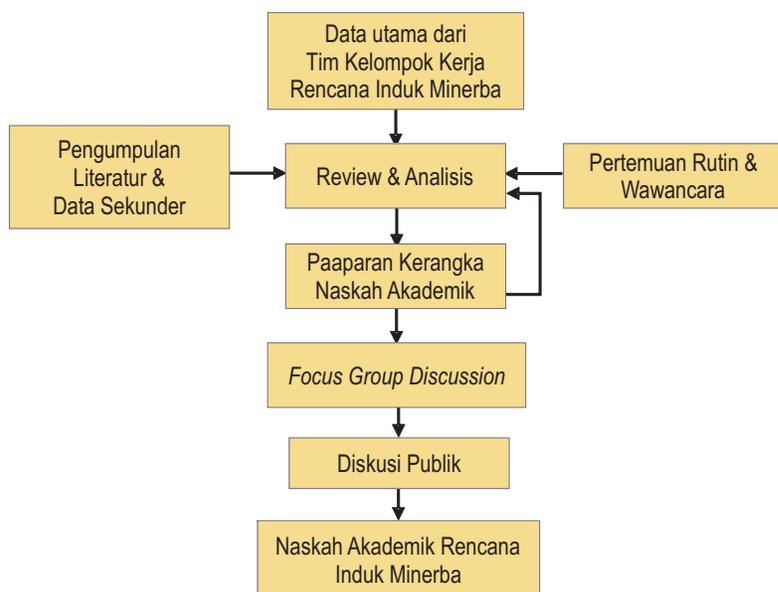
Metodologi penyusunan Grand Strategy Mineral dan Batubara yang dilakukan dapat digambarkan secara skematik. Data-data utama yang digunakan sebagai bahan penyusunan naskah akademik diperoleh dari Kelompok Kerja Rencana Induk Komoditas Mineral dan Batubara, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Kebutuhan data dan informasi lainnya dilengkapi melalui kegiatan-kegiatan:

1. Pengumpulan literatur, kajian sebelumnya, data sekunder, serta informasi yang dapat dipercaya dari sumber lainnya.
2. Pertemuan rutin tim penyusun naskah akademik dengan narasumber internal tim yang terdiri dari perwakilan pemerintah, akademisi, dan profesional.
3. Wawancara dengan narasumber di luar tim yang terdiri dari para ahli yang berpengalaman baik dari pelaku industri maupun pemerhati.

Data dan bahan yang telah terkumpul selanjutnya dianalisa dan disusun dalam suatu materi paparan yang berisi kerangka dari naskah akademik yang kemudian disosialisasikan dan dibahas dalam berbagai kegiatan, antara lain:

1. *Focus group discussion* dengan perwakilan dari Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi (Kemenkomarves), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), Kementerian Perindustrian (Kemenperin), Badan Usaha Milik Negara (BUMN), dan instansi-intansi terkait lainnya.
2. Diskusi publik dengan perusahaan-perusahaan swasta, asosiasi pengusaha, dan berbagai *stakeholder* lainnya.

Dari berbagai kegiatan tersebut diperoleh berbagai masukan dan informasi tambahan yang kemudian digunakan dalam penyusunan Naskah Akademik Rencana Induk Komoditas Mineral dan Batubara.



Grand Strategy Mineral dan Batubara

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam berupa mineral dan batubara yang menjanjikan. Selama ini, sektor pertambangan memberikan kontribusi signifikan bagi penerimaan negara. Hal ini ditunjukkan dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) mencapai lebih dari 70% untuk sektor nonmigas pada tahun 2020.

Mineral dan batubara merupakan sumber daya alam yang tidak terbarukan sehingga pengelolannya harus dilakukan secara optimal dan berkelanjutan. Selain itu, pemanfaatannya wajib diarahkan untuk sebesar-besarnya kesejahteraan dan kemakmuran rakyat, sesuai dengan amanat yang terkandung dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Pasal 33 Ayat 3.

Upaya pengembangan industri dalam negeri berbasis mineral dan batubara perlu disertai dengan suatu pedoman yang tepat, terarah, dan menyeluruh dengan memperhatikan kondisi terkini serta kondisi ideal yang ingin dicapai di masa depan. Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan. Pemetaan menyeluruh masih terkendala terbatasnya ketersediaan dan validitas data, mulai dari sektor hulu hingga sektor hilir.

Kualitas dan kuantitas data sumber daya dan cadangan perlu ditingkatkan melalui kegiatan verifikasi oleh pihak yang berkompeten, dan perlu dilakukan pemutakhiran data pada tiap izin pertambangan. Peningkatan umur cadangan harus dilakukan melalui peningkatan kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan. Metode penambangan yang tuntas menjadi solusi untuk menunjang ketersediaan dan upaya konservasi cadangan.

Penguasaan pasar produk hilir tergolong kurang, karena masih sedikitnya fasilitas untuk melakukan hilirisasi. Secara umum, pohon industri di Indonesia masih belum terbangun, hampir seluruh produk domestik diekspor, sedangkan bahan baku yang diperlukan untuk industri lanjutan sangat bergantung pada impor.



Teknologi masih belum sepenuhnya dikuasai. Investasi yang ada sebagian besar didorong oleh perusahaan swasta asing dengan kontribusi investasi perusahaan nasional yang belum optimal. Penguasaan teknologi dalam negeri harus diupayakan secara bertahap, salah satu contohnya dengan membentuk atau meningkatkan peranan perusahaan domestik yang menangani jasa teknik, pengadaan barang, dan konstruksi (EPC: *engineering-procurement-construction*) di bidang pembangunan fasilitas industri hilir.

Harga pasar komoditas cenderung fluktuatif dan tidak ada proyeksi pasti terkait harga produk olahan turunan, hanya sebagian komoditas saja yang trennya stabil dan meningkat. Jumlah cadangan yang terbatas dapat mengancam keberlanjutan. Selain itu, faktor lingkungan juga menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi ke depannya.

Dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, peluang, dan tantangan yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun beberapa usulan program utama terkait pengembangan komoditas mineral dan batubara di Indonesia, mulai dari peningkatan ketahanan cadangan, optimalisasi nilai tambah dan penyediaan bahan baku industri, *link and match*, pengembangan sesuai pohon industri, penggunaan produk dalam negeri, serta pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan penanganan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas mineral dan batubara telah disusun melalui naskah akademik ini. Diharapkan dapat memberikan petunjuk tahapan langkah, yang perlu dilakukan pada periode waktu tertentu untuk mencapai usulan target pada tiap program turunan dan program utama. Diharapkan juga, dapat menjadi acuan pemerintah dalam perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan sumber daya alam di dalam negeri.

Berikut ini rangkuman singkat terkait pengembangan industri dalam negeri berbasis mineral dan batubara :

Nikel-Kobalt

Pada tahun 2020, Indonesia tercatat memiliki total sumber daya dan cadangan logam nikel sebesar 143 juta ton dan 49 juta ton. Sementara total sumber daya dan cadangan logam kobalt sebesar 3,6 juta ton dan 0,4 juta ton. Berdasarkan data Ditjen Minerba, terdapat total 339 izin minerba aktif dengan total wilayah sekitar 836 ribu hektare yang tersebar di Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, Maluku, Kalimantan Selatan, Papua Barat, dan Papua. Produksi bijih nikel Indonesia mencapai 0,76 juta ton-Ni dengan serapan sekitar 0,70 juta ton-Ni.



Proactive Investors

Sebelum tahun 2019, neraca perdagangan produk berbasis nikel memberikan nilai yang positif yang sebagian besar berasal dari kontribusi ekspor bijih, NPI/FeNi, nikel matte, dan baja tahan karat HRC. Sementara pada tahun 2020, kontribusinya ditambah oleh baja tahan karat CRC.

Menurut data Juni 2021, pabrik pengolahan dan pemurnian nikel yang telah beroperasi didominasi oleh teknologi pirometalurgi sebanyak 27 pabrik, sementara pengguna teknologi hidrometalurgi yang telah beroperasi hanya ada 2 pabrik. Industri hilir nikel yang telah terbangun adalah industri baja tahan karat dengan realisasi produksi sebesar 2,62 juta ton seri-300 dan sebesar 60 ribu ton baja seri-200.

Peningkatan kegiatan eksplorasi bijih nikel diperlukan terutama untuk bijih saprolit, karena umur cadangannya berkisar antara 10 tahun (kadar > 1,7%Ni) hingga 15 tahun (kadar > 1,5%Ni), pada laju konsumsi bijih basah sebesar 210 juta ton per tahun. Eksplorasi mineral lain terkait industri nikel juga diperlukan, sebagai contoh eksplorasi mineral besi, kromit, mangan, litium, dan kobalt untuk menunjang industri baja tahan karat dan baterai litium.

Peningkatan umur cadangan bijih saprolit harus dilakukan melalui peningkatan kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan. Kualitas dan kuantitas data perlu ditingkatkan melalui kegiatan verifikasi oleh pihak yang berkompeten dan pemutakhiran data oleh tiap IUP. Kegiatan inventarisasi bijih limonit bekas penambangan bijih saprolit perlu didorong untuk meningkatkan ketahanan cadangan, menunjang pengembangan industri nikel kelas 1, dan mengupayakan konservasi. Metode penambangan tuntas atau *total mining* pada bijih limonit dan saprolit perlu mulai diterapkan, sebagai upaya penyediaan simultan bahan baku industri nikel kelas 1 dan nikel kelas 2.

Terdapat 2 pabrik hidrometalurgi dengan teknologi HPAL (*High Pressure Acid Leaching*) yang telah beroperasi hingga tahun 2021, dan 9 pabrik lainnya yang direncanakan akan dibangun dengan target menghasilkan produk nikel kelas 1. Masih terdapat potensi untuk meningkatkan produksi tersebut untuk pemenuhan 30% kebutuhan global melalui penambahan jumlah pabrik HPAL dengan kapasitas total diperkirakan sebesar 147 ribu ton nikel per tahun.

Produk pabrik HPAL yang berupa MHP (*Mixed Hydroxide Precipitate*) dapat dikonversi lebih lanjut menjadi produk nikel sulfat dan kobalt sulfat, yang memiliki nilai tambah lebih tinggi. Konversi tersebut akan menempatkan Indonesia sebagai salah satu produsen utama dalam skala global.

Pembangunan pabrik nikel kelas 2 berjenis pirometalurgi yang baru, perlu dibatasi karena umur cadangan bijih saprolit yang semakin terbatas. Selain itu, juga untuk untuk mengantisipasi langkah pengusaha yang hanya mengeksplor FeNi/NPI tanpa mengolahnya lebih lanjut menjadi baja tahan karat.

Permasalahan umur cadangan bijih saprolit dapat diatasi, salah satunya dengan mulai melihat kemungkinan pabrik pirometalurgi dalam memanfaatkan bijih saprolit dengan rasio SiO₂/MgO tinggi. Nilai tambah produk nikel kelas 2 dapat ditingkatkan dengan mengkonversinya menjadi nikel kelas 1. Sebagai contoh produk FeNi yang dihasilkan oleh pabrik pirometalurgi RKEF (*Rotary Kiln-Electric Furnace*), dapat dikonversi menjadi *nickel matte* lalu menjadi nikel sulfat melalui penambahan instalasi *matte converter*, *autoclave* dan *Solvent extraction*.

Kemudian, pemanfaatan Sisa Hasil Pengolahan (SHP) industri pengolahan dan pemurnian pabrik hidrometalurgi dan pirometalurgi, perlu diupayakan untuk mengurangi dampaknya terhadap lingkungan.

Penguasaan teknologi dalam industri nikel harus diupayakan secara bertahap, salah satu contohnya dengan membentuk atau meningkatkan peranan perusahaan domestik yang menangani jasa teknik, pengadaan barang, dan konstruksi atau EPC

(*engineering-procurement-construction*) di bidang pembangunan fasilitas pengolahan dan pemurnian bijih nikel.

Produk nikel kelas 2 domestik (NPI dan FeNi) sebagian besar masih diekspor ke luar negeri mencapai 2,8 juta ton atau setara dengan USD 4,7 miliar. Sampai tahun 2021 telah terdapat beberapa perusahaan yang memproduksi baja tahan karat seri-300 dengan kapasitas total di atas 3 juta ton. Serapan produk nikel kelas 2 dalam negeri ini, diusulkan untuk ditingkatkan lebih lanjut melalui pembangunan pabrik baja tahan karat seri 200 dengan kapasitas total sekitar 1,5 juta ton. Produk baja tahan karat seri-200 dan seri-300 yang diproduksi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan surplusnya dapat diekspor ke negara mitra.

Sementara untuk serapan produk nikel kelas 1 dalam negeri, terdapat peluang untuk pembangunan industri katoda dan sel baterai yang berdasarkan kebutuhan Indonesia akan mencapai kapasitas 70 GWh pada tahun 2045. Target implementasi teknologi pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) domestik pada tahun 2045 akan mencapai 74,8 GW dengan kapasitas terpasang, dan akan memerlukan logam nikel dengan kebutuhan kumulatif diperkirakan mencapai 584 ribu ton nikel. Terdapat juga potensi bagi Indonesia dalam pengembangan industri *super alloy* sebesar 107.730 ton per tahun atau sekitar 22% dari kebutuhan global. Dari pengembangan industri berbasis komoditas nikel-kobalt, potensi pendapatan negara dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai USD 7 miliar pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Besi

Pada tahun 2020, Indonesia memiliki total sumber daya dan cadangan logam besi sebesar 3,859 miliar ton dan 927 juta ton. Ditjen Minerba mencatat terdapat total 140 izin aktif dengan total wilayah sekitar 511 ribu hektare yang tersebar di Maluku Utara, Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan, Aceh, Nusa Tenggara Barat, Sumatera Barat dan Sulawesi Selatan. Produksi bijih besi Indonesia mencapai 3,87 juta ton pada tahun 2020, dan masih belum digunakan dengan optimal karena kendala sumber daya yang relatif sedikit dan menyebar, serta terdapat dalam bentuk spot-spot.

Pemetaan kondisi industri antara dan hilir besi baja menunjukkan bahwa neraca perdagangan komoditas selalu mengalami defisit setiap tahunnya. Defisit ekspor-impor komoditas besi-baja terutama berasal dari kontribusi HRC, CRC, *scrap iron*, bijih besi dan *steel alloy* CRC. Berdasarkan data Juni 2021 yang dikompilasi oleh Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, Kementerian ESDM dan Kementerian Perindustrian, pabrik pengolahan dan peleburan besi serta baja yang telah beroperasi sebanyak 5 pabrik, dan yang dalam tahap pembangunan serta perencanaan sebanyak 6 perusahaan.

Industri baja domestik masih mengalami defisit, di mana kapasitas produksi lebih rendah dari konsumsi. Defisit antara kapasitas produksi dengan konsumsi ini, jika tidak ditanggulangi akan menyebabkan Indonesia terus bergantung pada impor baja.

Harga pasar bijih besi dan produk turunan baja cenderung semakin meningkat yang tergantung pada jumlah produksi baja di Tiongkok. Penguasaan pasar produk hilir baja tahan karat masih didominasi oleh perusahaan asing, sedangkan pengembangan produksi baja khusus (*special steels*) di Indonesia masih terhambat.

Cadangan bijih besi primer di Indonesia cenderung tersebar dalam jumlah yang sedikit sehingga belum optimal untuk dijadikan bahan baku. Oleh karena itu, di-



Miningrx

perlu verifikasi validitas potensi deposit bijih besi primer lokal, dalam rangka mengetahui jumlah cadangan yang akurat dan secara aktual yang dapat digunakan sebagai bahan baku industri. Strategi berupa aliansi global dengan tambang luar negeri dapat dipertimbangkan oleh perusahaan besi-baja di Indonesia, sehingga mendapatkan akses bahan baku yang kompetitif.

Cadangan pasir besi di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 222 juta ton logam besi. Angka yang besar ini akan memberikan pengaruh signifikan terhadap kemajuan industri nasional apabila digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan besi-baja. Untuk mewujudkan rencana pemanfaatan pasir besi lokal, diperlukan implementasi teknologi yang *proven, reliable*, dan kompetitif. Teknologi pengolahan juga sangat dibutuhkan untuk dapat mengambil logam lain yang terkandung di dalam pasir besi seperti titanium dan vanadium.

Perlu dilakukan reaktivasi perusahaan peleburan bijih besi yang sudah tidak beroperasi, untuk meningkatkan pemanfaatan bijih besi laterit dan bijih besi domestik, serta meningkatkan produksi besi-baja nasional. Penguasaan teknologi dalam industri besi baja harus diupayakan secara bertahap.

Program substitusi impor perlu diupayakan pada tahun 2025 terutama untuk *flat product* dan *long product* agar jumlah impor dapat ditekan menjadi <30% konsumsi domestik. Investasi sangat diperlukan untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan baja nasional, sehingga dapat mewujudkan kemandirian sektor industri baja. Produk baja tahan karat seri-200 dan seri-300 yang diproduksi dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan surplusnya dapat diekspor ke negara mitra.

Salah satu tantangan dalam industri baja adalah tingkat utilisasi yang masih rendah berada pada kisaran 57%. Nilai ini jauh di bawah tingkat utilisasi yang ideal untuk industri yang menguntungkan dan berkelanjutan, yaitu di atas 80%. Oleh karena itu, tingkat impor harus dibatasi untuk mengurangi defisit, sementara tingkat konsumsi dalam negeri harus ditingkatkan terutama untuk produk dengan persentase impor di atas 30% seperti HRC, CRC, *coated sheet* dan pipa.

Industri otomotif merupakan salah satu sektor utama yang menyerap produk hasil industri besi-baja, tetapi sebagian besar masih dipenuhi melalui impor. Oleh

karena itu, pengembangan industri besi-baja untuk sektor otomotif sangat perlu dirintis guna menekan nilai impor. Pengembangan industri baja khusus memiliki urgensi tinggi dan perlu segera mendapat perhatian dari pelaku bisnis industri besi-baja nasional, untuk menguatkan fundamental kemandirian dan keunggulan kompetitif. Target implementasi teknologi pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) domestik pada tahun 2045 akan mencapai 74,8 GW kapasitas terpasang, dan akan memerlukan logam besi dengan kebutuhan kumulatif diperkirakan mencapai 11,5 juta ton besi.

Proteksi produk hasil industri besi-baja dalam negeri perlu dilakukan oleh pemerintah, terutama untuk meningkatkan daya saing industri dalam negeri terhadap produk impor. Produksi baja sekunder dengan bahan baku *scrap* memiliki keuntungan dari segi ekonomi, karena kebutuhan energinya hanya setengah dari produksi baja primer. Sistem koleksi dan sortir yang kurang optimal menjadi salah satu penyebab tingginya impor *scrap* besi di Indonesia, yaitu mencapai USD 860 juta pada tahun 2019. Oleh karena itu, saat ini dibutuhkan rantai proses daur ulang yang lebih optimal agar penggunaan *scrap* untuk industri besi-baja dalam negeri dapat ditingkatkan. Dari pengembangan industri besi, potensi pendapatan negara dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 35 triliun pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Alumunium

Pada tahun 2020, Indonesia memiliki total sumber daya dan cadangan bauksit sebesar 5,5 miliar ton dan 3 miliar ton. Sementara total sumber daya dan cadangan alumina sebesar 1,8 miliar ton dan 0,9 miliar ton. Ditjen Minerba mencatat terdapat total 99 izin aktif dengan total wilayah sekitar 858 ribu hektare, yang tersebar di Kepulauan Riau, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah. Produksi bijih bauksit Indonesia mencapai 26,3 juta ton dengan serapan sekitar 1,71 juta ton bauksit.

Exporter India



Pemetaan kondisi industri antara dan hilir aluminium menunjukkan bahwa sebelum tahun 2020 neraca perdagangan produk berbasis aluminium, memberikan nilai yang negatif, yang sebagian besar berasal dari kontribusi impor aluminium pelat, aluminium foil, aluminium *scrap*, dan aluminium ingot, sementara pada tahun 2020 nilai positif didominasi oleh ekspor bauksit dan alumina.

Berdasarkan data Juni 2021, pabrik pengolahan dan pemurnian alumina yang telah beroperasi hanya 2 pabrik, dan pabrik peleburan aluminium yang telah beroperasi hanya sejumlah 1 pabrik. Industri pengolahan dan pemurnian alumina yang telah terbangun adalah PT Well Harvest Winning Alumina Refinery (WHWAR) dengan realisasi produksi pada tahun 2020 sebesar 1 juta ton *Smelter Grade Alumina* (SGA), dan PT Indonesia Chemical Alumina dengan realisasi produksi pada tahun 2020 sebesar 93 ribu ton *Chemical Grade Alumina* (CGA). Secara umum, industri aluminium di Indonesia saat ini masih timpang di mana hampir seluruh bahan baku aluminium yang diperlukan untuk industri pembentukan dan manufaktur domestik diimpor dari luar negeri.

Harga pasar alumina dan logam aluminium cenderung stabil dengan rata-rata masing-masing di angka USD 300 per ton dan USD 1.890-2.000 per ton. Penguasaan pasar produk hilir berbasis aluminium baik sektor konstruksi, transportasi, hingga baterai untuk kendaraan listrik didominasi oleh perusahaan asing.

Hingga saat ini, baru terdapat 2 pabrik pemurnian alumina yang telah beroperasi dengan kapasitas *input* bijih bauksit sebesar 4.564.000 ton per tahun. Kemudian, terdapat 12 pabrik pemurnian alumina yang masih dalam tahap konstruksi dengan kapasitas *input* bijih bauksit mencapai lebih dari 35 juta ton per tahun. Dengan dibangunnya 12 pabrik pemurnian alumina baru tersebut, diharapkan dapat menyerap seluruh bijih bauksit, sehingga produksi alumina dalam negeri dapat ditingkatkan hingga keseluruhan mencapai 13,9 juta ton dengan rincian 1,3 juta ton berupa produk CGA dan 12,6 juta ton berupa SGA.

Terkait penyerapan produk alumina (SGA) yang menghasilkan produk aluminium, optimasi fasilitas *unloading* PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum) diperlukan untuk dapat menyerap SGA lokal. Selain itu, diperlukan juga pengaturan tata niaga untuk mendorong pemenuhan kebutuhan bahan baku domestik, misal berupa *domestic market obligation* produk SGA yang dapat mengurangi impor SGA.

Kebutuhan nasional logam aluminium pada tahun 2020 mencapai 1 juta ton. Dengan kapasitas produksi PT Inalum saat ini sebesar 250.000 ton per tahun, terdapat kekurangan sekitar 748 ribu ton logam aluminium yang diimpor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan demikian, pendirian pabrik aluminium masih dimungkinkan untuk memenuhi kekurangan tersebut. Kebutuhan pabrik baru dengan kapasitas 3x250 ribu ton aluminium per tahun memerlukan biaya investasi sekitar USD 1–2 miliar.

Peningkatan produksi logam aluminium sudah tercantum dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN), dengan target pemenuhan bahan baku hingga 2 juta ton di tahun 2035. Adanya kebutuhan sel baterai, kendaraan listrik, dan energi baru terbarukan, serta proyeksi kebutuhan aluminium konvensional lainnya yang meningkat 10% setiap tahunnya, menyebabkan kebutuhan logam aluminium Indonesia diprediksi mencapai 11 juta ton pada tahun 2045.

Dengan asumsi 30% kebutuhan akan dipenuhi dari industri daur ulang (aluminium sekunder), maka target produksi logam aluminium untuk pemenuhan kebutuhan domestik di tahun 2045 adalah 8 juta ton. Masih terdapat kekurangan *refinery* alumina dengan *output* lebih kurang 4 juta ton agar total *output* di tahun 2045 mencapai 16,6 juta ton SGA. Jika program penambahan 3x250 ribu ton pabrik aluminium baru terealisasi sesuai rencana, maka masih terdapat kekurangan sebesar 7

juta ton atau 28x kapasitas *smelter* yang ada saat ini. Oleh karena itu, program penambahan *smelter* aluminium baru serta infrastruktur energinya perlu dilakukan hingga mampu memenuhi kebutuhan aluminium primer di tahun 2045.

Infrastruktur energi menjadi hal utama yang harus diperhatikan, mengingat energi dalam pengoperasian pabrik pemurnian alumina mencapai kira-kira 26% dari biaya operasi, dan di pabrik aluminium kebutuhan energinya lebih besar, mencapai 36% dari biaya operasi.

Harga energi yang rendah (USD <5 cent/kWh) menjadi *technical barrier* khususnya untuk pendirian pabrik aluminium, sehingga diperlukan pembangkit energi yang terjangkau secara ekonomi di antaranya adalah PLTA, PLTN, dan PLTU mulut tambang. Potensi energi listrik dari PLTA yang cukup besar terdapat di Provinsi Kalimantan Utara (11,2 GW), Sulawesi Tengah (12,8 GW), Papua (22,9 GW), Aceh (6,6 GW), Sumatera Utara (5 GW), dan Sumatera Barat (4,3 GW). Meski demikian, perlu dilakukan kajian yang lebih detail mengenai ketersediaan debit sungai, kapasitas PLTA, jaringan transmisi, serta lokasi yang sesuai dan mampu memenuhi kebutuhan energi dari *smelter* aluminium. Selain PLTA, PLTU mulut tambang dianggap paling memungkinkan untuk menyediakan kebutuhan energi ini. Batubara yang diperlukan dapat diperoleh dari Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur, meskipun tidak menutup kemungkinan pula batubara dari Sumatera.

Pemanfaatan sisa hasil pengolahan (*red mud*) industri pengolahan dan pemurnian alumina, perlu diupayakan untuk meminimalisasi dampak lingkungan dan risiko terkait penimbunan *red mud*. Penelitian terkait pemanfaatan *red mud* masih perlu ditingkatkan di antaranya untuk menghasilkan *mineral wool*, *pig iron*, dan produk lainnya.

Penguasaan teknologi dalam industri aluminium harus diupayakan secara bertahap, salah satu contohnya adalah dengan membentuk atau meningkatkan peranan perusahaan domestik yang menangani jasa teknik, pengadaan barang, dan konstruksi atau EPC (*engineering-procurement-construction*) di bidang pembangunan fasilitas pengolahan-pemurnian alumina dan *smelter* aluminium.

Pengembangan industri fabrikasi aluminium diperlukan untuk mengurangi nilai impor yang mencapai USD 890 juta (Rp 12,7 triliun) pada tahun 2020. Nilai impor komoditas aluminium didominasi oleh produk dari industri fabrikasi dan manufaktur, terutama aluminium plat/lembaran. Oleh karena itu, diperlukan pembangunan pabrik plat/lembaran aluminium sebagai langkah substitusi impor.



JXSC Mine Machinery

Proyeksi kapasitas industri plat aluminium hingga tahun 2045 adalah sebesar 1,6 juta ton per tahun. Selain itu, terdapat peluang untuk pembangunan industri katoda dan sel baterai, yang berdasarkan kebutuhan Indonesia akan mencapai kapasitas 70 GWh pada tahun 2045. Target implementasi teknologi pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) domestik pada tahun 2045 akan mencapai 74,8 GW kapasitas terpasang, dan akan memerlukan logam aluminium dengan kebutuhan kumulatif diperkirakan mencapai 717 ribu ton aluminium. Terdapat juga potensi bagi Indonesia dalam pengembangan industri paduan aluminium untuk komponen pesawat terbang dan perkapalan yang jumlah pastinya belum diketahui. Dari pengembangan aluminium, potensi pendapatan negara dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai 3,28 miliar USD pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Timah

Kondisi industri hulu timah saat ini menunjukkan bahwa pada tahun 2020 Indonesia memiliki total sumber daya dan cadangan sebesar 2,76 juta ton dan 2,72 juta ton SnO₂. Ditjen Minerba mencatat terdapat total 529 izin aktif dengan total wilayah sekitar 968 ribu hektare, yang tersebar di Provinsi Riau, Kepulauan Riau, Kepulauan Bangka Belitung, dan Provinsi Kalimantan Barat. Sebagian besar dari IUP tersebut dimiliki oleh PT Timah Tbk dengan luas 289 ribu hektare yang merupakan penambangan darat dan sisanya 185 ribu hektare yang merupakan penambangan laut.

Neraca perdagangan komoditas timah memberikan nilai yang positif, dan sebagian besar berasal dari kontribusi ekspor tin ingot. Pada tahun 2020, Indonesia mengekspor sebagian besar tin ingot hingga 98,04%, sementara hanya sekitar 1,96% yang diserap oleh industri dalam negeri. Hal ini menunjukkan bahwa industri antara dan hilir di Indonesia belum berkembang dengan baik. Beberapa industri hilir dari komoditas timah yang telah ada di Indonesia adalah industri *tin solder*, *tin chemical*, dan *tin plate*, tetapi sebagian kebutuhan bahan baku maupun produk dari beberapa industri tersebut saat ini masih impor dari luar negeri.

Peranan Tiongkok dalam suplai dan konsumsi timah global sangat dominan. Teknologi pengolahan dan pemurnian bijih timah tipe primer dan SHPP timah saat ini masih belum dikuasai. Penyesuaian teknologi terkait karakterisasi bijih timah yang berbeda akan memerlukan investasi yang cukup signifikan. Ketahanan sumber daya dan cadangan harus diperhatikan untuk keberlanjutan industri. Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan harus diupayakan untuk mengurangi dampak negatif industri timah terhadap lingkungan.

Perlu diupayakan regulasi yang mendukung eksplorasi dan eksploitasi kembali area bekas tambang rakyat, sehingga mineral timah dan mineral ikutannya dapat diambil dan diolah secara optimal. Pengembangan teknologi dan optimalisasi pengolahan bijih tipe primer perlu diakselerasi. Perlu dikembangkan teknologi penambangan *offshore* yang mampu melakukan penambangan pada kedalaman lebih dari 50 meter di bawah permukaan laut.

Pembangunan dan pengembangan industri antara dan hilir perlu ditingkatkan untuk meningkatkan penyerapan produk timah dalam negeri yang hanya sekitar 1,96% dari total produksi tin ingot nasional pada tahun 2020. Pembangunan dan pengembangan industri antara dan hilir di dalam negeri juga akan meningkatkan substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku timah nasional.

Tata niaga khusus juga perlu diberlakukan untuk industri hulu hingga hilir yang terintegrasi agar mendapatkan harga bahan baku yang kompetitif, sehingga produk

turunan timah Indonesia dapat bersaing di kancah perdagangan Internasional. Diperlukan penyesuaian teknologi agar dapat mengolah bijih tipe timah primer dalam rangka peningkatan ketahanan dan optimalisasi pemanfaatan cadangan.

Pemetaan yang lebih utuh dan terintegrasi dari hulu sampai hilir oleh Kementerian ESDM dan Kementerian Perindustrian diperlukan, sehingga gambaran dari rantai pasok di Indonesia terlihat secara utuh. Impor industri fabrikasi produk timah, sebagai contoh *tin plate*, perlu disubstitusi dan tingkat komponen dalam negeri pada industri komoditas timah perlu diperbaiki. Pengembangan industri SHPP timah seperti monasit, zirkon dan ilmenit juga perlu ditingkatkan. Dari pengembangan industri berbasis komoditas timah, potensi pendapatan negara berupa Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 3,79 triliun pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Tembaga

Berdasarkan data terbaru, Indonesia memiliki total sumber daya dan cadangan bijih tembaga sebesar 16 miliar ton dan 3 miliar ton. Ditjen Minerba mencatat bahwa terdapat total 18 izin aktif yang terdiri dari 1 Izin Usaha Penambangan/Kontrak Karya Eksplorasi (IUP/KK Eksplorasi) dan 17 IUP/KK Operasi Produksi (IUP/KK OP) dengan total wilayah sekitar 57,31 ribu hektare.

Kondisi industri antara dan hilir tembaga yang dikompilasi dari berbagai sumber, menunjukkan total kapasitas serapan katoda tembaga untuk kabel dan konduktor mencapai 430.000 MT. Bijih tembaga yang diproduksi di Indonesia pada tahun 2020 adalah 72.000.000 ton. Kemudian bijih tersebut dilakukan proses konsentrasi yang menghasilkan 2.200.000 ton konsentrat dengan kadar Cu sebesar 20%. Sebanyak 1.176.765 ton konsentrat tembaga diekspor atau sekitar 53,45%. Sedangkan sisanya, yaitu 1.064.879 ton atau sekitar 46,55% diolah di dalam negeri.

Adapun industri manufaktur yang bergerak di bidang kelistrikan utamanya memproduksi berbagai jenis kabel terdiri dari: (i) *low voltage/ building wire cable* (Cu) sebanyak 45 pabrik, (ii) *bare conductor* Al & Cu sebanyak 25 pabrik, (iii) *medium voltage UGC* (Al & Cu) sebanyak 11 pabrik, dan (iv) *high voltage* (Al & Cu) sebanyak 8 pabrik.



Indikator ketahanan cadangan tembaga terlihat dari pemenuhan kebutuhan bahan baku dari industri hulu, antara, hingga hilir yang berkelanjutan. Pada bagian hulu, peningkatan kegiatan eksplorasi dapat menambah kekayaan data terkait potensi yang baru dalam upaya pemenuhan kebutuhan di masa mendatang.

Mulai tahun 2025, Indonesia diproyeksikan tidak lagi mengimpor katoda tembaga karena kapasitas produksinya yang meningkat seiring dengan penambahan pabrik ekstraksi baru. Pada tahun 2039, direncanakan tidak ada lagi ekspor katoda tembaga. Hal tersebut merupakan *multiplier effect* dari pembangunan pabrik ekstraksi yang baru sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi pada sektor hulu hingga antara.

Indikator ketercapaian program optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan serta pemurnian tembaga, dapat dilihat dari percepatan pembangunan pabrik yang berhasil meningkatkan kapasitas produksi, dengan didukung kebijakan yang berpihak pada perkembangan industri, misalnya berupa pengaturan atau tata niaga berupa *Domestic Market Obligation* (DMO) yang berjalan dengan baik, dan pembangunan pabrik pengolahan lumpur anoda.

Perlu diupayakan kemajuan hilirisasi tembaga, mulai dari pemetaan industri fabrikasi tembaga, membuat kebijakan untuk memproteksi industri fabrikasi tembaga, mengembangkan industri tembaga untuk bahan baku Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB), dan industri tembaga untuk teknologi Energi Baru dan Terbarukan (EBT).

Selain itu, pemerintah juga mencanangkan program optimalisasi penggunaan produk dalam negeri, dan pencanangan sistem daur ulang dengan mengembangkan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan skrep tembaga. Dari pengembangan industri berbasis komoditas tembaga, potensi pendapatan negara dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 14,5 triliun. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Emas-Perak

Pada tahun 2020, Indonesia tercatat memiliki total sumber daya dan cadangan bijih emas sebesar 16 miliar ton dan 4 miliar ton. Sementara total sumber daya dan cadangan bijih perak sebesar 10,4 miliar ton dan 3,2 miliar ton.

Ditjen Minerba mencatat terdapat total 157 izin aktif dengan total wilayah sekitar 1,6 juta hektare, yang tersebar di seluruh Indonesia. Produksi emas Indonesia mencapai 66,2 ton emas murni dengan serapan domestik sekitar 36,5 ton. Sedangkan produksi perak Indonesia mencapai 338,1 ton perak murni dengan serapan domestik sekitar 77,98 ton.

Kondisi industri antara dan hilir emas-perak menunjukkan bahwa neraca perdagangannya selalu positif. Berdasarkan data Juni 2021, jumlah perusahaan penghasil emas yang beroperasi sebanyak 15 perusahaan dan perusahaan penghasil perak sebanyak 13 perusahaan, sementara pabrik pemurnian emas-perak hanya 1 yang terdaftar.

Industri hilir emas-perak yang telah terbangun adalah industri perhiasan dan industri investasi. Secara umum, industri emas di Indonesia saat ini masih timpang di mana hampir seluruh produk emas murni diekspor ke luar negeri, sedangkan bahan baku emas yang diperlukan untuk industri perhiasan dan investasi domestik diimpor dari luar negeri.

Indonesia memiliki jumlah cadangan bijih emas-perak yang besar, namun terdapat juga bijih refraktori yang sulit diolah dan berkadar rendah. Tambang emas yang ada umumnya berumur pendek karena endapan yang bersifat marginal. Selain

hal-hal tersebut, faktor lingkungan juga menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi industri emas-perak ke depan.

Cadangan bijih emas dan perak Indonesia berumur 268 tahun dan 213 tahun dengan laju konsumsi 13,16 juta ton/tahun. Salah satu masalah di hulu adalah terdapat penambangan emas tanpa izin, tidak dapat dipungkiri bahwa ini menjadi masalah di Indonesia sejak lama.

Pertambangan emas tanpa izin merugikan negara secara ekonomi, dan merusak lingkungan karena mayoritas proses ekstraksi dilakukan dengan proses amalgamasi. Akar masalah pertambangan tanpa izin utamanya masalah perekonomian, persepsi masyarakat terhadap hukum dan peraturan, serta pertambangan yang dilakukan di wilayah yang terlarang.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah pencerdasan masyarakat dan formalisasi sesuai dengan peraturan. Program lain yang harus dilakukan untuk peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri adalah dengan pembatasan ekspor bijih yang mengandung emas-perak sebagai mineral ikutan dan lumpur anoda. Kewajiban level minimum ekspor emas-perak murni sebaiknya juga berlaku bagi emas dan perak yang terkandung dalam konsentrat tembaga maupun lumpur anoda.

Penertiban kegiatan pabrik pengolahan dan pemurnian emas tanpa izin perlu dilakukan untuk memutus mata rantai peredarannya di pasar gelap. Satu-satunya Pabrik pemurnian emas yang terdaftar di kementerian ESDM adalah PT Antam Tbk UBPP Logam Mulia dengan kapasitas pengolahan optimum 75 ton emas per tahun (kapasitas max 100 ton per tahun).

Proactive Investors



Untuk menampung seluruh potensi produksi emas hasil pertambangan rakyat berdasarkan data APRI sebesar 120 ton per tahun, harus tersedia pabrik pengolahan baru atau ekspansi dengan kapasitas minimal 80 ton per tahun. Akses terhadap pabrik pengolahan dan pemurnian ini perlu diberikan kepada tambang rakyat yang sudah memiliki izin.

Selain pabrik baru, perlu juga dibangun pabrik pengolahan lumpur anoda, yang memiliki kapasitas total minimal 8600 ton per tahun agar dapat menampung seluruhnya yang dihasilkan oleh PT Smelting Gresik, serta pabrik peleburan dan pemurnian konsentrat tembaga yang akan dibangun oleh PT Freeport Indonesia dan PT Amman Mineral.

Industri hilir emas-perak yang sudah berkembang di Indonesia adalah industri logam mulia untuk dekorasi dan perhiasan. Industri ini menjadi salah satu industri unggulan di Indonesia, termasuk dalam 10 besar negara pengekspor perhiasan di dunia dengan pangsa pasar mencapai 4% pada tahun 2019. Negara tujuan utama ekspor antara lain Singapura, Swiss, Hong Kong, Amerika Serikat, dan Uni Emirat Arab.

Kedepannya, diharapkan industri logam mulia di Indonesia dapat dikembangkan sebagai bahan pendukung industri elektronik dan industri otomotif. Perlu mulai dirintis sesuai target RIPIN 2025-2035. Sampai saat ini industri elektronik dan otomotif yang ada di Indonesia hanya merakit saja, sementara komponen-komponen masih banyak yang impor. Dari pengembangan komoditas emas dan perak, potensi pendapatan negara berupa Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 7 triliun pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Batu bara

Pemetaan kondisi industri hulu batu bara terkini menunjukkan bahwa pada tahun 2020 Indonesia memiliki total sumber daya dan cadangan sebesar 144 miliar ton dan 39 miliar ton. Ditjen Minerba mencatat terdapat total 1.226 izin aktif dengan total wilayah sekitar 4,8 juta hektare, yang tersebar di Pulau Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, dan Papua. Produksi batubara Indonesia mencapai 566 juta ton dengan serapan domestik sekitar 132 juta ton.

Sebelum tahun 2019, neraca perdagangan produk batu bara memberikan nilai yang positif yang didominasi oleh ekspor, hal serupa juga terjadi pada tahun 2020. Berdasarkan data yang dikumpulkan, terdapat 3 pabrik briket batu bara yang telah beroperasi dan 1 pabrik semikokas. Secara umum, industri semikokas saat ini masih timpang, di mana pemenuhan di dalam negeri masih mengandalkan impor, berbeda dengan briket batu bara yang kurang diminati oleh pasar domestik dan nilai positifnya didapat dari ekspor. Harga pasar batubara cenderung fluktuatif dan tidak terdapat proyeksi pasti.

Saat ini, sebanyak 6 pabrik gasifikasi direncanakan akan dibangun, dan sebanyak 4 pabrik yang menghasilkan semikokas, karbon aktif dan *syngas*. Terdapat potensi untuk memproduksi DME dari *syngas*, yang merupakan substitusi LPG, dengan proyeksi substitusi sebesar 50% hingga 91% kebutuhan LPG dari tahun 2025 hingga 2045. Produk gasifikasi yang berupa *syngas* dapat dikonversi lebih lanjut menjadi gas hidrogen, SNG (*Synthetic Natural Gas*), amonia dan metanol yang mempunyai nilai jual lebih tinggi. Konversi seluruh produk gasifikasi menjadi metanol dapat membantu Indonesia untuk mengurangi kebutuhan impor bahan kimia dasar.

Agenda *link and match* industri hulu-hilir serta peningkatan TKDN (Tingkat Kandungan Dalam Negeri) dilakukan dengan upaya menginvestarisasi kebutuhan industri, sehingga batu bara yang diproduksi dapat diserap dengan baik. Sedangkan



Mining Technology

optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dilakukan dengan upaya menerapkan skema ekspor dan DMO (*Domestic Market Obligation*) yang mendapatkan perolehan paling banyak. Untuk menjaga pendapatan tahunan industri hulu batu bara seiring dibangunnya industri hilir, pasar ekspor perlu dimaksimalkan. Pasar ekspor akan menyesuaikan dengan bertumbuhnya pasar domestik. Dari pengembangan industri batubara, potensi pendapatan negara dari Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 136 triliun, dan menghemat devisa sebesar Rp 140 triliun pada tahun 2045. Estimasi ini belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan. ■

Napak Tilas Pertambangan Indonesia

Sejarah pertambangan di tanah air dimulai dengan kegiatan pertambangan yang dilakukan secara tradisional oleh masyarakat adat. Indonesia memiliki hasil bumi dan tambang yang cukup melimpah sejak dulu. Sejumlah bahan tambang yang terdapat di Indonesia di antaranya adalah batu bara, minyak dan gas bumi, emas, nikel, tembaga, bauksit, intan dan sebagainya.

Di masa kerajaan, tanda-tanda aktivitas penambangan di Indonesia ditemukan salah satunya di Minangkabau, yang kini termasuk wilayah Sumatera Barat. Tepatnya di Gunung Ophir, gunung tertinggi di Sumatera yang menyimpan endapan logam emas.

Catatan sejarah industri ekstraksi sumber daya alam di Indonesia, berlangsung secara masif di era Pemerintah Belanda, melalui pembentukan *Ereennigde Oostindische Compagnie* alias VOC, pada tahun 1602. Selain menjual rempah-rempah, Belanda juga melakukan perdagangan hasil pertambangan. Pada tahun 1652, penyelidikan berbagai aspek ilmu tentang alam dilakukan oleh para ilmuwan dari Eropa. Hingga akhirnya pada tahun 1850, Pemerintah Hindia Belanda mendirikan *Dienst Van Het Mijnwezen* (*Mijnwezenn*-Dinas Pertambangan) yang berkedudukan di Batavia, tujuannya untuk lebih mengoptimalkan penyelidikan geologi dan pertambangan menjadi lebih terarah.

Menjelang tahun 1920, sesuai dengan rencana Pemerintah Hindia Belanda menjadikan Bandung sebagai ibukota, maka dilakukan persiapan untuk memindahkan kantor *Mijnwezen* ke Bandung. *Departement Burgerlijke Openbare Werken* (Departemen Pekerjaan Umum) membawahi *Mijnwezen* dan bertempat di Gedung Sate. Pada tahun 1922, lembaga *Mijnwezen* ini berganti nama menjadi *Dienst van den Mijnbouw*.

Berlanjut di tahun 1928, Pemerintah Hindia Belanda membangun gedung *Geologisch Laboratorium* yang terletak di jalan Wilhelmina Boulevard untuk kantor *Dienst van den Mijnbouw*. Gedung ini dipergunakan untuk penyelenggaraan sebagian dari acara *Pacific Science Congress* ke IV. Saat ini, areal tersebut dimanfaatkan sebagai Museum Geologi, yang berlamat di jalan Diponegoro Nomor 57 Bandung.

Selama Perang Dunia kedua, gedung *Geologisch* kerap dipergunakan sebagai tempat pendidikan *Assistent Geologen Cursus* atau Kursus Asisten Geologi, dengan peserta hanya beberapa orang saja, di antaranya yang berasal dari pribumi ada Raden Soenoe Soemosoesastro dan Arie Frederik Lasut. Keduanya menjadi pegawai menengah pertama di kantor *Mijnbouw* sejak tahun 1941, yang di kemudian hari menjadi tokoh perjuangan dalam membangun kelembagaan tambang dan geologi nasional.

Pada masa penjajahan Jepang (1942-1945), *Mijnbouw* dengan segala sarana dan dokumennya diambil alih oleh Jepang, dan namanya berganti menjadi *Chisitsu Chosasho*. Lembaga ini tidak dapat berbuat banyak karena ketiadaan tenaga ahli dan anggaran. Awalnya, para pakar asal Belanda masih dipertahankan, tetapi kemudian diinternir, kecuali orang-orang yang diperlukan oleh Jepang.

Proklamasi kemerdekaan Indonesia yang bergulir pada tanggal 17 Agustus 1945, mengantarkan perubahan yang sangat besar di segala bidang, termasuk pertambangan. Setelah disiarkan melalui radio, berita tentang proklamasi diterima secara luas oleh masyarakat di seluruh Indonesia. Pegawai pribumi di kantor Chisitsu Chosasho yang sebagian besar masih muda, menerima berita itu. Mereka langsung mempersiapkan diri untuk mengambil langkah.

Pada 25 September 1945, keluar pengumuman yang menyatakan bahwa semua pegawai negeri adalah pegawai Republik Indonesia, dan wajib menjalankan mandat dari Pemerintah Republik Indonesia. Komite Nasional Indonesia Kota Bandung yang baru terbentuk kala itu, pada tanggal 27 September 1945 malam, mengumumkan lewat radio agar keesokan harinya semua kantor dan perusahaan yang ada di Bandung diambil alih dari kekuasaan Jepang.

Tepat pada hari Jumat siang, sekelompok pegawai muda di kantor Chisitsu Chosasho pun bertindak, dipelopori oleh Raden Ali Tirtosoewirjo, AF Lasut, Raden Soenoe Soemosoesastro dan Sjamsoe M Bahroem. Mereka mengambil alih secara paksa kantor Chisitsu Chosasho dari pihak Jepang. Hingga akhirnya sejarah baru dimulai, sejak saat itu nama kantor diubah menjadi Poesat Djawatan Tambang dan Geologi.

Tak lama kemudian, Dewan Pimpinan Kantor dibentuk, terdiri dari tujuh orang yang dinahkodai Raden Ali Tirtosoewirjo. Selang beberapa hari, terjadi pergantian, Soenoe Soemosoesastro yang semula menjabat sebagai wakil pimpinan diangkat menjadi pimpinan, dan Lasut sebagai wakilnya. Selang beberapa pekan, terjadi lagi pergantian, Lasut diangkat sebagai Kepala Poesat Djawatan, dan Soenoe Soemosoesastro sebagai Kepala Bagian Geologi. Pada tanggal 20 Oktober 1945, Lasut mengeluarkan pengumuman pertama, bahwa semua perusahaan pertambangan ditempatkan di bawah pengawasan lembaganya.

Tiga bulan kemudian, sebagian kantor Poesat Djawatan Tambang dan Geologi, dipindahkan ke gedung Onderling Belang karena terdesak oleh serbuan pasukan Belanda bersama sekutu, bergeser ke Jalan Braga Nomor 3 dan Nomor 8, Bandung.

Ilustrasi Museum Geologi Bandung.





ISTIMEWA

Akibat serangan yang semakin gencar itu, kegiatan Poesat Djawatan Tambang dan Geologi pindah dari Bandung ke Tasikmalaya, kemudian ke Magelang, dan Tirtomoyo. Sedangkan yang masih tinggal di Tasikmalaya, menyusul mengungsi ke Jawa Tengah. Keterbatasan sarana kerja, memaksa Pimpinan Djawatan untuk mencarikan para pegawai ke berbagai tempat. Sebagian ditempatkan di Borobudur, Muntilan, Dukun, dan Srumbung di kaki Gunung Merapi.

Selama perang kemerdekaan, Desember 1945-Desember 1949, kantor Poesat Djawatan Tambang dan Geologi dalam pengungsian dan berpindah-pindah. Untuk mengembangkannya, Lasut bersama Soenoe Soemosoesastro membuka Sekolah Pertambangan-Geologi tingkat pertama, menengah dan tinggi.

Kala itu, Lasut sebagai pemuda dengan sifat tegas, menolak bekerjasama dengan Belanda. Pada waktu Yogyakarta diduduki pasukan Belanda, Lasut sempat diculik dari kediamannya di Pugeran, dibawa dengan jip ke arah Kaliurang, kemudian dibunuh di daerah Sekip, yang saat ini masuk lingkungan Kampus Universitas Gadjah Mada.

Atas jasa-jasanya itu, Lasut dianugerahi gelar Pahlawan Kemerdekaan Nasional pada tanggal 20 Mei 1969. Dengan penetapan itu, maka pengambilalihan kantor Chisitsu Chosasho dinilai sebagai peristiwa heroik yang penting bagi sektor pertambangan dan energi, dan akhirnya diperingati sebagai Hari Jadi Pertambangan Nasional.

Perjalanan dunia tambang di Indonesia diwarnai oleh perjuangan para pendiri bangsa, yang hingga kini semangatnya mesti dirawat dan terus dijaga. ■

Tata Kelola Minerba Di Sejumlah Negara

Indonesia mempunyai nama mentereng di mata dunia sebagai negara yang menyimpan kekayaan sumber daya alam. Terdapat berbagai jenis komoditas tambang yang tersimpan di perut bumi Indonesia. Bahkan, untuk jenis komoditas tertentu, Indonesia menempati peringkat teratas dunia sebagai negara penghasil.

Aktivitas pertambangan telah terbukti di berbagai negara menjadi suatu potensi ekonomi yang sangat tinggi. Jika Indonesia mampu menjalankan proses pengelolaan pertambangan dengan tepat dan sesuai sasaran. Bukan lagi sebuah mimpi bahwa Indonesia akan menjadi satu negara dengan perekonomian yang amat kuat.

Negara yang mampu mengelola hasil pertambangan dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri secara mandiri, tanpa bergantung pada negara lain. Jika dalam perjalanannya terdapat kelebihan produksi, maka hasil galian tambang dan turunan olahannya juga dapat diujakan ke negara lain atau diekspor, sehingga dapat menjadi ladang pendapatan negara dan meningkatkan kekuatan tawar di mata dunia. Ujungnya, hasil dari pengelolaan pertambangan dapat menumbuhkan tingkat kesejahteraan hidup rakyat di suatu negara.

Hingga saat ini, Indonesia masih mengalami kesulitan dalam memenuhi kebutuhan di dalam negeri yang berbasis komoditas pertambangan, baik untuk pemenuhan energi dasar yang berkaitan dengan masyarakat, maupun untuk kepentingan industri. Sebagian besar kebutuhan industri hilir mengandalkan pasokan dari negara lain, hal ini tentunya sangat rawan bagi perkembangan ekonomi dan ketahanan nasional. Kondisi demikian tidak relevan mengingat Indonesia adalah negara yang memiliki potensi sumber daya alam yang menjanjikan.

Potret negara-negara yang kaya akan sumber daya alam namun tidak mampu memanfaatkannya untuk mendorong perekonomian, telah banyak bertebaran untuk dipelajari. Pertumbuhan ekonomi negara-negara tersebut ada yang lebih lambat atau justru jauh terbelakang jika dibandingkan dengan negara-negara yang hanya memiliki sumber daya alam sedikit. Fenomena ini jamak dikenal sebagai kutukan sumber daya alam atau *natural resource curse*.

Namun demikian, banyak juga negara-negara yang terbukti mampu mengoptimalkan potensi sumber daya alam dalam menunjang pertumbuhan ekonominya. Hal ini menarik untuk diulas untuk memperkaya acuan bagi Indonesia dalam mengembangkan kekayaan alam di dalam negeri. Berikut ini rangkuman pemetaan tata kelola mineral dan batubara dan strategi yang diterapkan di sejumlah negara, yang dikompilasi dari berbagai sumber literatur.

Korea Selatan

Korea Selatan berfokus pada pemenuhan suplai material kritis untuk kebutuhan industrinya. Korea Selatan adalah negara dengan sumber daya alam dan industri mineral pendukung yang terbatas, serta lemah dalam hal daur ulang. Logam-logam tertentu (As, Ti, Co, In, Mo, Mn, Ta, Ga, V, W, Li, dan unsur tanah jarang/REE) umumnya diimpor dari China dan Jepang. Korea Selatan telah mengimplementasikan kebijakan untuk mendorong daur ulang guna memenuhi kebutuhan logam kritisnya.

Pada tahun 2009, Pemerintah Korea Selatan menetapkan target-target yang harus dicapai pada tahun 2018, antara lain meningkatkan pemenuhan secara mandiri material dalam negeri dari 12% menjadi 80%, meningkatkan level teknis dari 60% menjadi 95%, dan meningkatkan jumlah perusahaan spesialis (mineral kritis) dari 25 menjadi 100. Berdasarkan kondisi dan target yang ingin dicapai, Korea Selatan menerapkan beberapa strategi berikut ini :

- Mengamankan sumber daya mineral di luar negeri dengan membangun kerjasama strategis dengan negara lain.
- Mengamankan sumber daya alam domestik sehingga cukup untuk memenuhi kebutuhan domestik minimal selama 60 hari (*stockpiling*).
- Melakukan kegiatan penelitian dan pengembangan yang berfokus pada reduksi atau substitusi elemen kritis yang dinilai penting untuk ketahanan ekonomi.
- Mengembangkan teknologi dan infrastruktur untuk daur ulang, dan mengimplementasikan regulasi untuk mendorong pengumpulan serta peningkatan potensi daur ulang melalui strategi *urban mining*.

Untuk menyukseskan perkembangan infrastruktur serta penelitian dan pengembangan (R&D), Pemerintah Korea Selatan menyediakan pendanaan dan insentif kepada perusahaan terpilih hingga perusahaan tersebut dapat beroperasi dengan stabil. Korea Selatan juga berinvestasi pada pendidikan pekerja dengan cara berkolaborasi dengan negara lain dan menyediakan beasiswa untuk pelajar dalam bidang mineral kritis.

China

China berupaya menjaga kestabilan suplai bahan baku untuk kebutuhan domestik negaranya melalui konsolidasi industri, mitigasi terjadinya produksi berlebih, dan mengurangi perdagangan ilegal. Komoditas yang menjadi fokus utama China meliputi Sb, Sn, W, Fe, Hg, Al, Zn, V, Mo, dan REE. Berdasarkan kondisi tersebut, Cina menerapkan sejumlah strategi baik terkait kebijakan bisnis maupun R&D, yang di antaranya adalah:

- Memberlakukan pajak dan kuota ekspor material REE.
- Melarang perusahaan asing melakukan penambangan material REE.
- Mendorong konsolidasi antar industri.
- Menerapkan harga tunggal.
- Memberlakukan kuota produksi.
- Melakukan moratorium pada izin pembukaan lahan tambang baru.
- Mengembangkan R&D pada teknik pemisahan REE dan eksplorasi REE baru.
- Mengembangkan R&D terkait aspek metalurgi, sifat optik, sifat magnet dan kelistrikan, dan unsur kimia dari REE.

China berupaya untuk menghentikan penggunaan batu bara sebagai sumber energi, implementasi melalui *China's Coal Cap Policy*. Dalam peraturan itu, emisi puncak karbon diharapkan tercapai pada tahun 2030. Upaya yang dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut sebagai berikut :

- Menggunakan instrumen pasar dengan menggantikan pendekatan tradisional sehingga insentif yang diberikan dapat tepat guna.
- Memperkuat koordinasi peraturan transisi batubara dengan peraturan lainnya.
- Mengupayakan transisi energi dapat terjangkau masyarakat bersamaan dengan pengurangan batubara sebagai sumber energi.
- Mengupayakan kompensasi yang diberikan selama transisi sehingga meminimalisir dampak negatif dari keputusan yang diambil.

Kemudian, dicanangkan 2 skenario yang disusun untuk mengupayakan penghentian batu bara melalui skenario puncak emisi tahun 2025 dan 2030. Dari 2 skenario tersebut, China mengupayakan supaya tahun 2025 menjadi puncak emisi dan menurun dalam kurun waktu selanjutnya. Pendekatan yang diambil sebagai berikut :

- Menggantikan aset pembangkit batu bara lama dengan sistem pembangkit rendah emisi dan implementasi *Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS)* pada pembangkit konvensional bila memungkinkan.
- Peningkatan dekarbonisasi pada sektor industri melalui optimasi struktur industri, perubahan bahan bakar, dan peningkatan efisiensi energi dalam mata rantai proses.
- Integrasi peraturan penghentian batubara dalam sektor pembangunan dengan peraturan tata wilayah kota, memperbaharui gedung-gedung sesuai dengan kebutuhan, meningkatkan efisiensi energi pada gedung dan peralatan, serta optimasi bauran energi.

India

Sektor pertambangan batubara di India telah mengalami monopoli oleh perusahaan milik negara Coal India Limited (CIL), selama hampir empat dekade, sebelum akhirnya peraturan tersebut diubah dan mengizinkan perusahaan swasta untuk dapat melakukan penambangan guna menopang pemenuhan energi, produksi besi-baja, dan aluminium.

Untuk mendorong lini swasta berinvestasi di sektor batubara, Pemerintah India mengeluarkan peraturan yang mengatur model bisnis pada tahun 2020, sebagaimana berikut :

- Memperkenalkan *revenue sharing model* untuk *coal auction* menggantikan perhitungan Rs./tonne.
- Pembentukan *National Coal Index (NCI)* untuk menentukan harga batubara yang mengikuti pasar.
- Peraturan *Easy Exit* untuk blok-blok dengan ekspor parsial.
- Peserta yang ikut dalam *coal mine auction* tidak diberikan batasan untuk
- Pemberian hak dagang bebas kepada produsen batubara sehingga dapat menjual ataupun mengekspor batubara tanpa batasan.
- Pencabutan kriteria eligibilitas pengalaman sebelumnya untuk *auction*.
- NCI akan didasarkan pada harga impor, *auction price*, dan harga CIL.

Dalam publikasi laporan Coal Vision 2030 oleh CIL, beberapa strategi kunci yang dicanangkan antara lain :

- Peningkatan produksi dan kompetisi dengan meningkatkan laju produksi tambang untuk memberikan operasi yang lebih efisien dan produktif.
- Mengkaji ulang pemberian harga berdasar tingkat batu bara dan mekanisme penentuan masing-masing tingkat.
- Pertambangan difasilitasi dengan rute *off-take* untuk transportasi dalam jumlah yang banyak.
- Peraturan mengenai manajemen resiko.
- Energi baru-terbarukan dan penyimpanan energi akan menjadi kunci utama menggantikan batu bara.
- Meningkatkan harga *compliance* seiring dengan diperketatnya peraturan lingkungan.
- Tidak adanya pertambangan batu bara baru karena penurunan jumlah peminat batubara.

India berencana untuk menggantikan pembangkit batu bara konvensional dengan pembangkit rendah emisi. India menargetkan 40% sumber energi di tahun 2030 berasal dari energi baru terbarukan.

Jepang

Salah satu fokus kebijakan Jepang ialah mempertahankan dan memperkuat suplai mineral kritis untuk daya saing industri manufaktur. Mineral kritis yang menjadi prioritas Pemerintah Jepang untuk dikembangkan, antara lain Ni, Mn, Co, W, Mo, dan V. Berbagai strategi yang diterapkan Jepang antara lain:

- Mengamankan sumber daya mineral di luar negeri dengan berinvestasi pada pengembangan dan pengoperasian tambang, serta mengalokasikan pendanaan untuk eksplorasi mineral internasional.
- Melakukan daur ulang *scrap* dan produk akhir, serta melakukan perbaikan sistem daur ulang yang ada dan membuat sistem baru jika diperlukan.
- Melakukan pengembangan material alternatif, menyediakan pendanaan khusus untuk pengembangan dan penelitian material substitusi, serta menyediakan garansi pinjaman dana terkait proyek pengembangan mineral dengan risiko tinggi.
- Melakukan penimbunan elemen-elemen kritis yang dapat memenuhi kebutuhan konsumsi domestik selama 42 hari, serta tambahan persediaan negara yang dapat memenuhi kebutuhan selama 18 hari.

Tantangan pemenuhan energi berbasis batu bara yang masih dihadapi oleh Jepang terbagi menjadi tiga kategori :

- Ketergantungan energi Jepang masih tinggi. Hal ini ditopang oleh tingginya impor bahan bakar fosil. Jepang menempati urutan ketiga sebagai importir batu bara setelah India dan China. Terjadinya peristiwa Fukushima mendorong Jepang untuk beralih menuju pembangkit fosil, seperti gas alam, batu bara, dan minyak bumi, serta minoritas pembangkit energi baru terbarukan.
- Penggunaan bahan bakar fosil dalam pemenuhan energi menyebabkan harga listrik relatif tinggi.

- Emisi karbon terus meningkat dengan semakin meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil.

Jepang akan memanfaatkan 2 pilar untuk menyokong kebutuhan energi dan merealisasikan bauran energi yang stabil, yaitu :

- Mendukung konservasi energi. Upaya yang diusahakan yaitu melalui peningkatan efisiensi pada infrastruktur dan peralatan yang digunakan. Sistem manajemen energi mengarahkan penggunaan yang jelas dan konsumsi listrik dengan optimal. Jepang membagi sistem manajemen energi menjadi dua sektor utama: sektor rumah tangga (HEMS) dan sektor industri dan bisnis (FEMS dan BEMS).
- Keseimbangan suplai energi.

Realisasi rencana Jepang dalam penyediaan sumber energi yang aman ditempuh dengan peraturan yang mendukung implementasi EBT dan peningkatan efisiensi pembangkit batu bara untuk mengurangi ketergantungan terhadap nuklir. Langkah ini diambil bersamaan dengan implementasi konservasi energi. Bauran energi yang akan dicapai oleh Jepang untuk tahun fiskal 2030 yaitu sebesar 26% batubara, 27% LNG, 20%-22% nuklir, 22-24% EBT, dan 3% minyak bumi.

Amerika Serikat

Sampai dengan tahun 2018, Amerika Serikat sangat bergantung kepada negara lain untuk memenuhi kebutuhan mineral kritis yang berpotensi menimbulkan kerentanan ekonomi maupun militer. Amerika Serikat mengimpor 31 dari 35 komoditas mineral kritis dengan jumlah impor 50% lebih dari konsumsi tiap tahunnya. Dengan latar belakang tersebut, Amerika Serikat telah menerapkan enam strategi sebagai berikut :

- Melakukan R&D untuk meningkatkan kapabilitas ilmiah dan teknis terkait mineral kritis, meningkatkan investasi dalam inovasi, dan mendorong transfer teknologi.
- Memperkuat rantai pasok mineral kritis dan industri berbasis pertahanan militer.
- Memperluas perdagangan internasional dan relasi kerjasama terkait mineral kritis, antara lain dengan Canada, Australia, Uni-Eropa, Jepang, dan Korea Selatan.
- Meningkatkan pemahaman terkait potensi sumber daya mineral kritis domestik
- Mempermudah akses terhadap sumber daya mineral kritis yang meliputi pembangunan infrastruktur menuju area tambang, melakukan revisi kebijakan dan perizinan, dan memberikan dukungan ekonomi.
- Meningkatkan jumlah tenaga ahli di bidang mineral kritis.

Untuk menjamin ketersediaan energi berbasis batubara, Amerika Serikat memberikan tumpuan ekonomi dan menjaga lingkungan dengan mengembangkan empat strategi :

- Mengembangkan teknologi sumber energi fosil yang aman dan terjangkau untuk merealisasikan pemanfaatan penuh sumber energi domestik.

- Meningkatkan ekonomi dan *energy security* melalui kebijakan, teknologi dan penggunaan cadangan strategis.
- Mendukung ekspor produk domestik hidrokarbon dan bahan bakar fosil dari teknologi yang tersedia.
- Mengembangkan dan mempertahankan predikat baik organisasi.

Dalam menjalankan program dan penelitian, Amerika memberikan fokus pada pengelolaan cadangan LNG dan minyak bumi. Batu bara dan pengembangannya sebagai sumber energi bersih masuk sebagai bahan penelitian prioritas. Berikut penjabarannya :

- Pengembangan pembangkit batu bara masa depan. Mengembangkan pembangkit batu bara dalam skala yang kecil dan bersifat modular, dengan nilai efisiensi yang tinggi dan fleksibel, serta *near zero emission*.
- Modernisasi pembangkit batu bara konvensional melalui peningkatan performa, kehandalan, dan efisiensi dari pembangkit batu bara *existing*.
- Menurunkan biaya implementasi CCUS untuk memperoleh nilai energi yang ekonomis, dan menurunkan risiko ekonomi dari implementasi CCUS sehingga pemanfaatan dapat menjadi lebih luas.
- Penggunaan *big data* melalui implementasi *artificial intelligence*. Optimasi performa pembangkit batu bara, *CO₂ sequestration*, dan perolehan sumber daya minyak bumi dan gas alam melalui analisis *machine learning*.
- Mengangkat perhubungan energi air. Meningkatkan efisiensi penggunaan air yang terbatas.
- Peningkatan teknologi maju REE, *critical materials*, dan produk batu bara. Meningkatkan teknologi pemisahan dan perolehan REE dan proses fabrikasi produk berharga dari batu bara.

Kanada

Kanada memiliki misi untuk memastikan pengembangan dan penggunaan sumber daya mineral yang berkelanjutan, dengan memperhatikan aspek lingkungan dan kesehatan publik, dan memastikan iklim investasi yang atraktif. Kanada memiliki komoditas yang menjadi prioritas pengembangan di antaranya adalah Al, Ag, Au, Fe, Ni, Cu, Pb, dan Mo. Strategi yang telah diimplementasikan oleh Kanada antara lain :

- Mengembangkan industri daur ulang.
- Mensyaratkan akuntabilitas pada lingkungan dan manajemen mineral.
- Menggunakan prinsip *life cycle* dalam penerapan manajemen dan konsumsi mineral.
- Menyediakan informasi dan infrastruktur geosains yang komprehensif.
- Mengembangkan inovasi teknologi di bidang pertambangan.
- Meningkatkan nilai tambah mineral dan produk logam.

Uni Eropa

Uni Eropa menyatakan kekhawatiran terkait masalah suplai bahan baku material, seperti Te, In, dan Ga. Selain ketiga material tersebut terdapat beberapa material yang menjadi fokus Uni Eropa antara lain Li, Ti, Pd, Pt, Ru, dan REE untuk jangka menengah, serta Ge dan Co untuk jangka panjang. Untuk mengantisipasi dampak berkurangnya suplai material tersebut terhadap ekonomi, Uni Eropa mengimplementasikan beberapa strategi antara lain:

- Membuat kebijakan perdagangan mineral untuk pasar terbuka internasional.
- Menyelaraskan perizinan lahan.
- Memperbaiki regulasi daur ulang.
- Meningkatkan efisiensi penggunaan material.
- Mengidentifikasi material-material pengganti

Belanda

Belanda berkeinginan untuk mengurangi konsumsi material guna menghindari kelangkaan sumber daya alam dengan melakukan penghematan. Ekonomi Belanda utamanya berfokus pada komoditas neodinium, indium, dan tembaga, selain beberapa komoditas lainnya. Belanda meyakini bahwa isu material mentah adalah isu global dan tidak dapat diatasi oleh masing-masing negara. Oleh karenanya, strategi dan Kebijakan Belanda berfokus pada tiga agenda, yaitu:

- Menjamin ketersediaan dan keberlanjutan material mentah dengan mencari suplai baru, sumber alternatif, dan melakukan daur ulang.
- Membatasi permintaan nasional akan material mentah dan membuat material yang dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.
- Meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan konsumsi material mentah.

Swedia

Swedia merupakan negara dengan industri pertambangan dan mineral yang terdepan di Eropa. Selain memiliki keunggulan sumber daya dalam bentuk bijih dan mineral yang melimpah, Swedia juga membangun iklim inovasi yang kuat, penelitian tingkat tinggi, dan sumber daya manusia yang ahli. Komoditas utama yang menjadi fokus Swedia di antaranya adalah logam dasar, emas, mineral industri, dan agregat. Pemerintah Swedia merancang lima strategi antara lain :

- Menciptakan industri pertambangan dan mineral yang selaras dengan lingkungan, nilai budaya, dan aktivitas bisnis lain.
- Membangun komunikasi dan kerjasama untuk mendorong inovasi dan pertumbuhan.
- Mengembangkan kerangka kondisi dan infrastruktur untuk daya saing dan pertumbuhan.
- Menciptakan industri pertambangan dan mineral yang inovatif dengan basis pengetahuan yang matang.
- Membangun industri pertambangan dan mineral yang ternama, aktif, dan atraktif.

Rusia

Di sekitar tahun 2000, Rusia memiliki sumber daya mineral yang melimpah dan upah pekerja yang relatif murah. Namun tingkat eksploitasinya masih rendah sehingga banyak produsen yang kehilangan momentum untuk memasok ke pasar domestik maupun internasional. Namun pada tahun 2000 hingga 2008, terjadi peningkatan ekspor dan peningkatan aktivitas pertambangan di Rusia.

Rusia berusaha untuk meningkatkan aktivitas eksploitasi secara signifikan, dan mendorong operasi industri metalurgi untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dengan harapan dapat memiliki posisi yang lebih kuat di pasar global. Terdapat se-

jumlah isu fundamental terkait industri pertambangan di Rusia, di antaranya kegiatan penelitian dan pengembangan yang terbatas, tidak ada integrasi industri hilir dan turunan, tidak adanya peta jalan terkait kebijakan nasional industri pertambangan, keterbatasan akses menuju lahan tambang, dan keterbatasan pasokan energi dan transportasi. Berdasarkan permasalahan tersebut, Rusia mengimplementasikan beberapa strategi sebagai berikut :

- Meningkatkan dukungan politik untuk mendorong industri hilir/turunan untuk menarik pertumbuhan industri metalurgi.
- Menginisiasi sistem yang dapat merencanakan eksploitasi sumber daya alam nasional.
- Mengembangkan dan merevitalisasi wilayah yang memiliki potensi sumber daya mineral.
- Mengintegrasikan industri pemrosesan logam dan memperluas suplai produk akhir mineral.
- Membuat pusat pengembangan teknologi untuk memodernisasi industri metalurgi.

Soal batubara, Rusia sebagai negara di luar Uni Eropa tidak terikat dalam gerakan transisi energi. Negara ini memiliki cadangan batu bara urutan kedua setelah Amerika, dan urutan keenam sebagai produsen batu bara. Namun demikian, lokasi cadangan tersebut menyebar bahkan jauh dari lokasi pelabuhan dan titik transportasi, sehingga penambangannya kurang ekonomis.

Rusia ingin mengembangkan bisnis batu bara dengan menggelontorkan investasi sebesar USD 10 miliar, untuk membangun jalur kereta api yang mempermudah jangkauan ekspor. Pemerintah Rusia mengambil keputusan itu dengan asumsi konsumsi batu bara akan terus tumbuh di negara-negara benua Asia seperti China.

Proyeksi produksi batu bara di Rusia dengan pembangunan infrastruktur tersebut dipatok hingga 700 juta ton pada tahun 2035. Pasar ekspor batubara Rusia meliputi United Kingdom, Belanda, Jerman, Ukraina, China, Korea Selatan, dan Jepang. Tantangan yang dihadapi oleh pemerintah Rusia untuk meningkatkan produksi batubara terbagi menjadi tiga kategori :

- Pengurangan emisi bahan bakar fosil untuk mencegah kerusakan lingkungan.
- Substitusi batubara dengan gas alam sebagai sumber energi.
- Keterbatasan infrastruktur untuk menunjang perekonomian batubara.

Australia

Sektor tambang, minyak dan gas bumi memberikan kontribusi yang signifikan bagi Australia, mulai dari serapan tenaga kerja, produksi, dan pendapatan pajak. Australia memiliki visi sebagai pengelola sumber daya alam yang paling maju, inovatif guna menyediakan kesejahteraan dan kemajuan yang berkelanjutan bagi masyarakatnya. Untuk mencapai hasil yang diinginkan, Pemerintah Australia telah memprioritaskan 5 target sebagai berikut:

- Memberikan proyek investasi yang paling menarik dan kompetitif dibanding negara lain.
- Mengembangkan sumber daya, industri dan pasar baru.
- Melakukan investasi pada teknologi dan pendekatan baru, terutama yang memberikan dampak lingkungan lebih baik.
- Menciptakan kesempatan kerja yang baik dan terjaga.

- Memastikan masyarakat memperoleh keuntungan dari pengembangan sumber daya alam.

Australia mengalami kondisi iklim dan cuaca yang tidak menentu, sehingga kritik dan tekanan untuk segera melakukan transisi energi datang bertubi-tubi. Negara yang memiliki cadangan batubara terbesar ketiga ini, mulai merampingkan pembangkit listrik berbasis batu bara. Kontribusi batu bara sebagai sumber listrik berjalan konstan dengan peningkatan pada gas alam dan energi baru-terbarukan.

Selandia Baru

Selandia Baru memiliki target untuk menerapkan industri rendah emisi, mengembangkan material-material alternatif pengganti migas, dan menerapkan industri pertambangan yang ramah lingkungan. Beberapa strategi yang diterapkan untuk mencapai target-target tersebut antara lain :

- Melakukan modernisasi praktik pertambangan.
- Berinvestasi pada sumber daya alam yang terjangkau untuk memenuhi kebutuhan logam.
- Mengembangkan kerjasama dan hubungan dengan komunitas lokal.
- Melakukan penelitian penggunaan sumber daya alam yang efisien.

Jerman

Keikutsertaan dalam langkah mengatasi perubahan iklim, membuat Jerman mengeluarkan kebijakan serius untuk mendorong transisi penggunaan energi fosil. Salah satu langkah utama yang dicanangkan, adalah menutup pembangkit listrik berbasis batubara secara bertahap, dan tuntas pada tahun 2038. Selain itu, Jerman juga menggelontorkan bantuan dana sebesar 40 miliar euro untuk pihak yang terdampak dan untuk restrukturisasi daerah penghasil batu bara. Langkah tersebut dilakukan untuk mengatasi tiga masalah yang melanda antara lain:

- Penurunan emisi CO₂ untuk mencapai target emisi tahun 2030.
- Keterjaminan energi untuk masyarakat.
- Menanggulangi dampak sosio-ekonomi pada daerah yang terdampak.

Polandia

Polandia merupakan negara yang memiliki cadangan batubara terbesar ketiga di Eropa, dan menyumbang 51% pembangkit listrik berbasis batubara bersama Jerman. proporsi penggunaan batubara sebagai sumber energi mencapai 73% dari total keseluruhan energi. Berbeda dengan Jerman yang telah memulai transisi energi, penurunan penggunaan batubara di Polandia masih kecil. Terdapat delapan strategi energi yang disusun dalam *Energy Policy of Poland*, sebagaimana berikut :

- Pemanfaatan sumber energi di dalam negeri dengan optimal.
- Pengembangan infrastruktur pembangkit dan transmisi listrik.
- Diversifikasi suplai gas alam dan minyak bumi, serta pengembangan infrastruktur jaringan.
- Pengembangan pasar energi.
- Penggunaan pembangkit energi berbasis nuklir.

- Pengembangan sumber energi baru terbarukan.
- Pengembangan jaringan penghangatan distrik dan *cogeneration*.
- Meningkatkan efisiensi energi dalam struktur ekonomi yang tersedia.

Polandia masih tetap akan menggunakan batubara dalam rencana penyediaan energi jangka panjang, dan akan terus dikembangkan untuk keperluan selain energi guna mengurangi ketergantungan impor, dengan tetap menerapkan pengawasan yang ketat terkait dampak lingkungan.

Afrika Selatan

Afrika Selatan tercatat sebagai negara yang mengandalkan pemasukan dari penjualan konsentrat kadar rendah. Dengan potensi cadangan mineral yang melimpah, Afrika Selatan ingin mengembangkan industri hilir, khususnya industri pemurnian logam, dan meminimalisir eksploitasi sumber daya alam domestik. Afrika selatan juga ingin meningkatkan nilai tambah mineral yang diekspor, memperluas lapangan kerja, dan meningkatkan suplai material untuk konsumsi dalam negeri. Komoditas yang menjadi fokus utama pengembangan adalah besi baja, batu bara, uranium dan torium, titanium, PGM, emas, dan berlian. Beberapa strategi yang diterapkan Afrika selatan antara lain :

- Menerapkan batasan kuota ekspor logam tertentu.
- Menerapkan pajak tambahan untuk ekspor logam tertentu.
- Beralih dari negara yang mengandalkan keunggulan komparatif menjadi negara dengan keunggulan kompetitif.
- Optimasi integrasi rantai industri mineral.



Miningrx

Cadangan batu bara di Afrika Selatan hanyalah seperempat dari cadangan batu bara Indonesia. Pemanfaatan batu bara di Afrika Selatan cukup tinggi, dengan pemanfaatan 70% untuk kebutuhan domestik dari total produksi sebesar 253 juta ton pada tahun 2019. Kondisi geologis batubara di Afrika Selatan mendukung aspek keekonomian yang sangat kompetitif, nilai pengambilannya rendah, dengan proporsi tambang bawah tanah 51% dan sisanya tambang terbuka.

Komposisi batubara dalam bauran energi sebesar 77%, yang diserap oleh pasar domestik sebesar 62%. Pemanfaatan batu bara di Afrika Selatan sebagai bahan baku industri petrokimia (Sasol) mewakili 23% serapan domestik, sedangkan sisanya digunakan untuk industri umum, metalurgi, dan swasta. Saat ini, Pemerintah Afrika Selatan tengah mendorong kebijakan pemanfaatan dan pengembangan batu bara, demi menciptakan kemandirian energi dan bahan baku. Untuk menurunkan emisi karbon, Afrika Selatan melakukan pengembangan teknologi *carbon sequestration*.

Zambia

Tembaga menjadi komoditas yang memiliki porsi besar dalam komposisi ekspor mineral di Zambia. Banyak pihak yang berpendapat, Zambia perlu mengembangkan proses pengolahan dan pemurnian tembaga dan menumbuhkan tingkat ekonomi negaranya. Sejumlah strategi yang dicanangkan antara lain :

- Memberikan insentif yang tinggi untuk melakukan impor tembaga dan kobalt.
- Menerapkan royalti dan pajak ekspor tembaga dan kobalt.
- Membatasi ekspor tembaga dan kobalt.
- Memberikan kemudahan kepada investor untuk melakukan kerjasama dengan perusahaan lokal.

Ghana

Pada tahun 1980, industri tambang skala kecil di Ghana tidak memiliki regulasi, dan cenderung tidak didukung oleh pemerintah. Inisiatif untuk mengembangkan industri tambang skala kecil ini, baru digulirkan pada tahun 2000-an. Saat itu, Ghana mengalami defisit perdagangan, ekspor emas dalam bentuk bijih lebih besar daripada emas murni, dan terjadi pemutusan hubungan kerja secara besar-besaran. Berdasarkan permasalahan tersebut, Pemerintah Ghana melakukan sejumlah langkah solusi, antara lain :

- Menghapuskan pajak tambahan untuk industri pertambangan bauksit.
- Melakukan upaya untuk meningkatkan ekspor emas murni daripada ekspor bijih emas.
- Melakukan upaya untuk menurunkan biaya pengangkutan.

Tanzania

Tanzania merupakan produsen emas terbesar di benua Afrika, dan sektor pertambangan emas berkontribusi hampir setengah dari total pendapatan Tanzania. Dalam perjalanannya, Tanzania telah berhasil menarik investasi asing dengan jumlah yang signifikan, sehingga sebagian besar industri pertambangan dioperasikan oleh perusahaan multinasional dengan kontribusi industri lokal yang sangat rendah.

Terdapat sejumlah masalah utama yang dialami industri pertambangan di Tanzania, yaitu kontrak pertambangan yang sangat panjang (mencapai 50 tahun),



DW

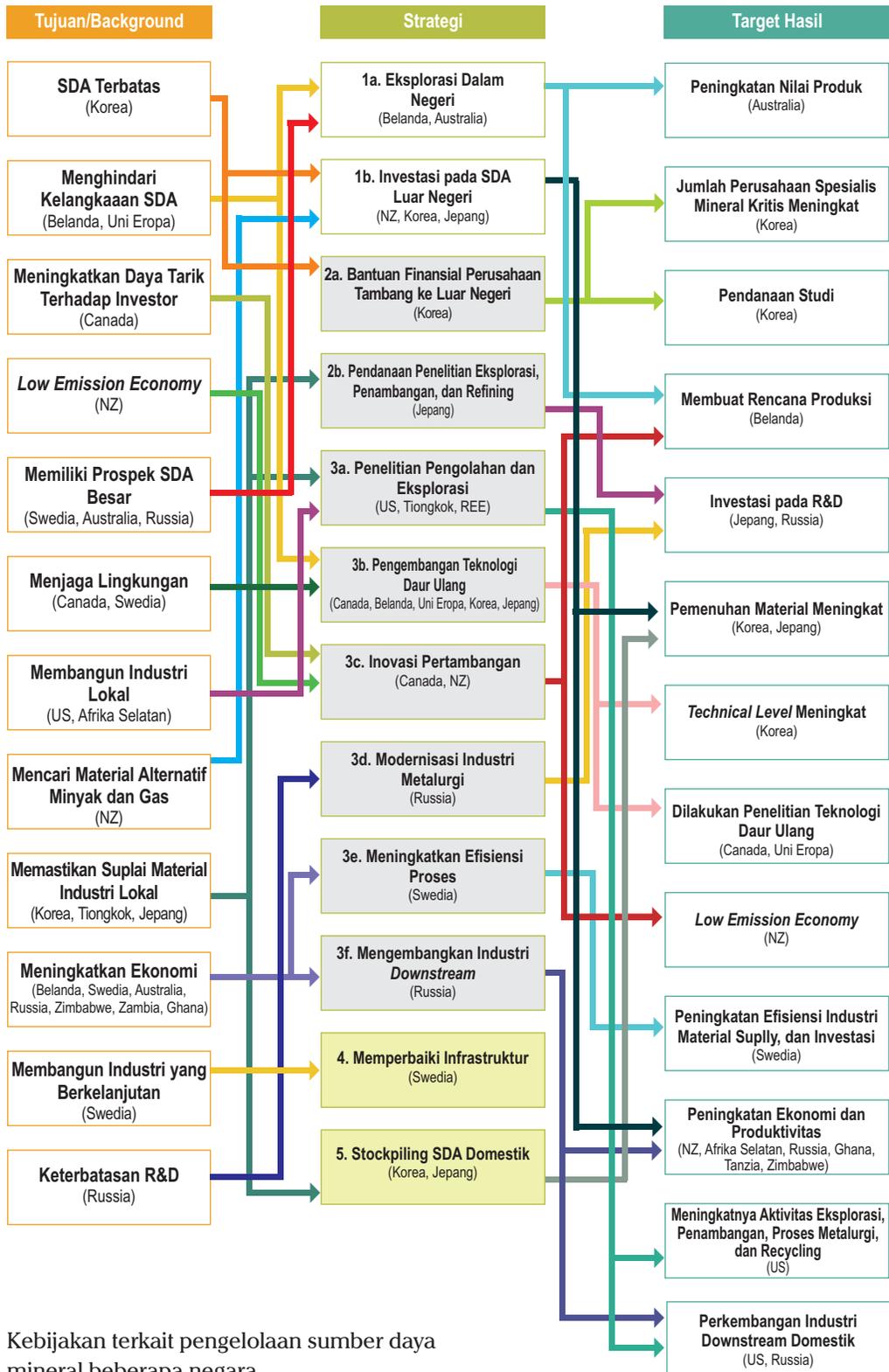
dengan pembebasan pajak yang besar dan penerapan royalti yang sangat rendah, industri tambang lokal berskala kecil tidak dapat berkompetisi dengan perusahaan asing, pemerintah mengutamakan perusahaan multinasional terutama dalam akuisisi lahan tambang, tidak terdapat transparansi perjanjian kontrak dan insentif pajak perusahaan multinasional, dan hukum yang ada tidak dapat mengatasi permasalahan lingkungan serta bencana yang diakibatkan aktivitas pertambangan. Berdasarkan permasalahan tersebut, terdapat dua strategi khusus dalam bidang pertambangan yang diterapkan oleh Tanzania, yaitu:

- Membuat kebijakan yang mempermudah operasi pertambangan skala kecil.
- Mengatur kembali pajak-pajak untuk perusahaan asing.

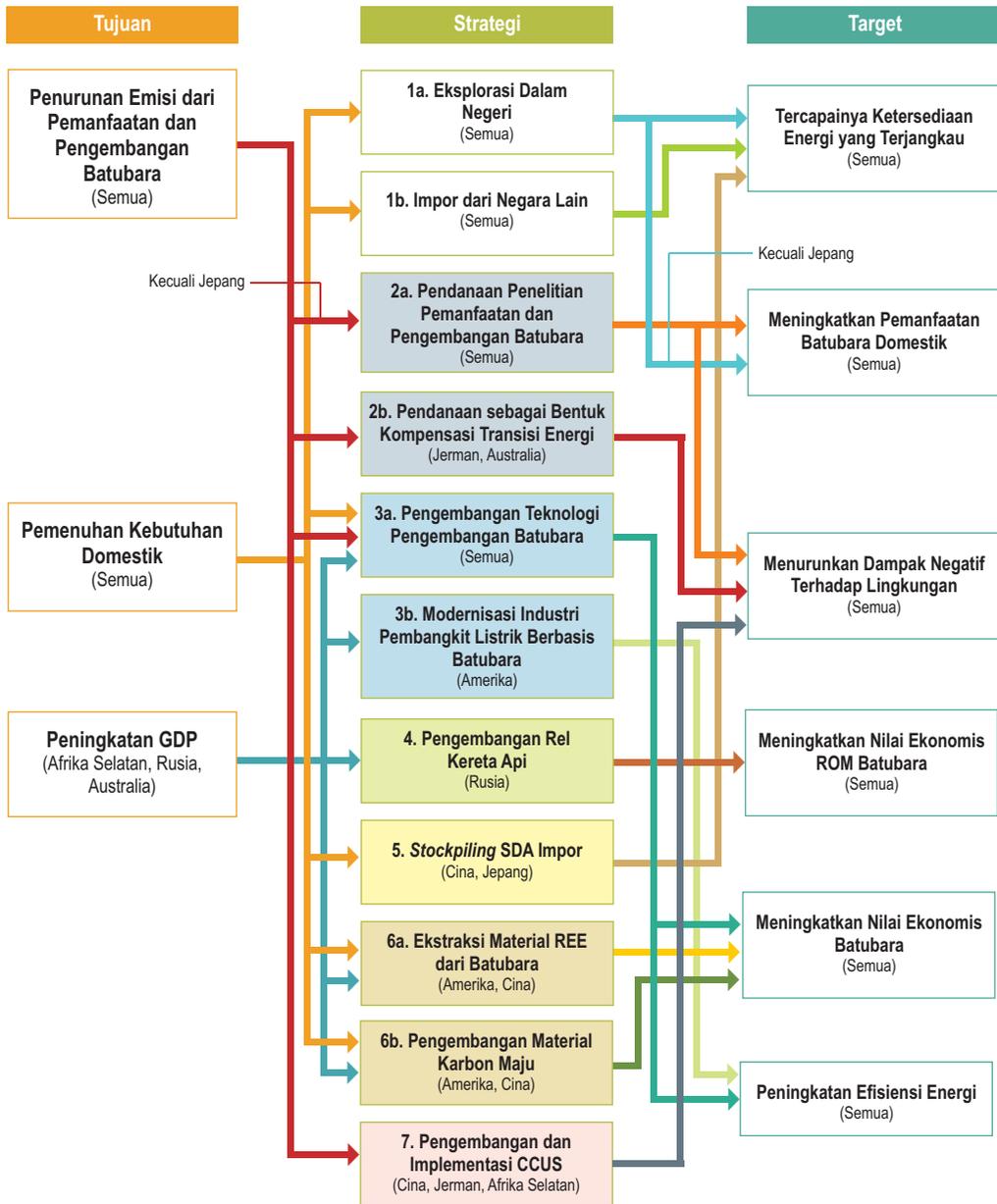
Zimbabwe

Zimbabwe berupaya untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi dengan mengandalkan potensi mineralnya, antara lain emas, platinum, batu bara, dan tembaga. Zimbabwe telah menerapkan beberapa strategi sebagai berikut:

- Memberikan insentif kepada industri pengolahan emas, platinum, batu bara, dan tembaga.
- Melakukan kegiatan ekspor dan memberlakukan deduksi royalti.
- Meningkatkan investasi pada sektor energi dan meningkatkan akses transportasi. ■



Kebijakan terkait pengelolaan sumber daya mineral beberapa negara



Kebijakan terkait pengelolaan komoditas batubara beberapa negara

Meniti Jalan Menuju Indonesia Ideal

Visi Indonesia 2045 adalah kondisi ideal bagi Indonesia untuk menjadi negara berdaulat, maju, adil dan makmur. Pencapaian tersebut hendak dikejar saat Indonesia mencapai usia kemerdekaan 100 tahun. Pada periode itu, Indonesia diproyeksikan menjadi negara maju dengan ekonomi terbesar kelima di dunia dan *Gross Domestic Product* (GDP) sebesar USD 7,3 triliun, dan pendapatan perkapita mencapai USD 23,199.

Indonesia akan menikmati bonus demografi antara tahun 2030 dan 2040, di mana jumlah usia produktif mencapai 64% dari total populasi pada tahun 2045 yang mencapai 319 juta jiwa. Kondisi demografi ini diharapkan akan membantu pencapaian Indonesia menjadi negara maju.

Indonesia dan dunia akan dihadapkan pada berbagai kecenderungan besar (*global megatrend*) antara lain peningkatan demografi global, peningkatan urbanisasi penduduk, peningkatan peranan negara berkembang, pertumbuhan aktifitas perdagangan internasional, perubahan dominasi keuangan internasional, pertumbuhan masyarakat kelas menengah, persaingan memperebutkan sumber daya alam, perubahan tren teknologi, perubahan iklim, dan perubahan geopolitik.

Dengan memperhatikan berbagai kecenderungan besar dunia, visi Indonesia 2045 fokus pada empat pilar pembangunan, yaitu pembangunan manusia serta penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi, pembangunan ekonomi berkelanjutan, pemerataan pembangunan, serta pemantapan ketahanan nasional dan tata kelola pemerintahan. Upaya perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan sumber daya mineral dan batubara di dalam negeri selaras dengan visi Indonesia, yang mengharapakan transformasi dari negara berkembang yang bergantung pada sektor agrikultur dan komoditas mentah, menjadi negara maju dalam sektor industri, jasa, dan teknologi.

Visi, misi, dan arah pembangunan jangka panjang nasional tercantum dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) Tahun 2005–2025. RPJPN ditetapkan dengan maksud memberikan arahan dan acuan bagi seluruh komponen bangsa. RPJPN merupakan dasar dalam penyusunan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan rencana kerja pemerintah lainnya.

Dengan mengacu arahan RPJPN 2005–2025, sasaran RPJMN adalah mewujudkan masyarakat Indonesia yang mandiri, maju, adil, dan makmur melalui percepatan pembangunan di berbagai bidang dengan menekankan terbangunnya struktur perekonomian yang kokoh, berlandaskan keunggulan kompetitif di berbagai wilayah, yang didukung oleh sumber daya manusia berkualitas dan berdaya saing. Berdasarkan RPJMN 2020–2024, pertumbuhan ekonomi yang berkualitas dalam lima tahun ke depan, diharapkan dicapai melalui transformasi struktural, di antaranya terkait perbaikan lingkungan usaha untuk mendukung modernisasi industri, dan peningkatan nilai tambah pertambangan yang mendukung pengembangan industri hilir.

Naskah kebijakan mineral dan batubara Indonesia telah disusun oleh Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral pada tahun 2020. Naskah tersebut memuat kebijakan umum dan strategi implementasi untuk mengoptimalkan penyelenggaraan pengelolaan mineral dan batubara, sehingga dapat meningkatkan kemampuannya baik terhadap aspek ekonomi, kualitas sumber daya manusia, kemandirian dan ketahanan industri nasional, serta kesejahteraan dan kemakmuran rakyat.

Tiga kaidah dasar pengelolaan mineral dan batubara yang ditekankan yaitu, inventarisasi, pemanfaatan, dan konservasi. Naskah tersebut juga memberikan arahan terkait kegiatan pemantauan dan evaluasi, yang perlu dilakukan oleh pemerintah dengan mengacu pada peraturan perundang-undangan.

Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015–2035 telah ditetapkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 14 tahun 2015, dan berisi pedoman perencanaan serta pembangunan industri nasional. Berdasarkan RIPIN, visi pembangunan industri nasional adalah Indonesia menjadi negara tangguh.

Strategi pembangunan industri nasional telah dirumuskan, di mana sebagian-nya sangat terkait dengan industri berbasis mineral dan batubara, antara lain pengembangan industri hulu dan industri antara berbasis sumber daya alam, pengendalian ekspor bahan mentah dan sumber energi, peningkatan penguasaan teknologi dan kualitas sumber daya manusia industri, penetapan wilayah pengembangan industri, pembangunan sarana dan prasarana Industri, serta peningkatan penggunaan produk dalam negeri.

Berbagai tahapan capaian pembangunan industri nasional telah dirumuskan dalam jangka menengah dan jangka panjang. RIPIN juga telah menetapkan 10 kelompok industri prioritas, di mana dua di antaranya sangat terkait dengan komoditas mineral dan batubara, yaitu Industri logam dasar dan bahan galian bukan logam, serta Industri kimia dasar berbasis migas dan batubara. RIPIN juga telah memetakan jenis industri untuk tiap kelompok industri prioritas pada tiap tahapan capaian. ■

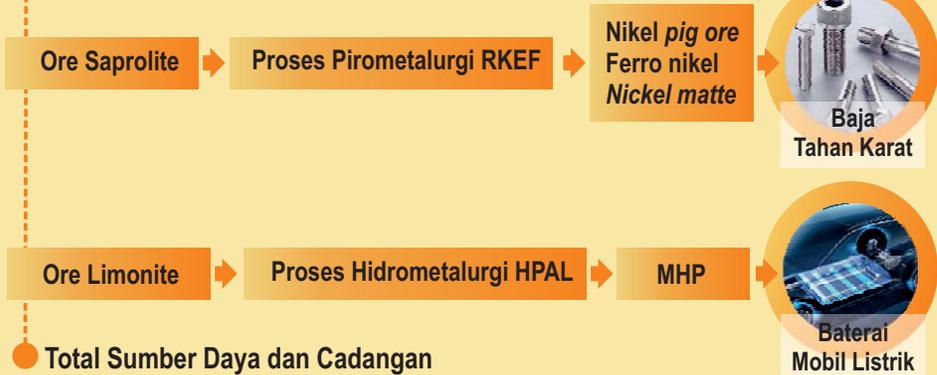




Nikel-Kobalt

Nikel-Kobalt

Hulu Hilir Nikel



Total Sumber Daya dan Cadangan



Nikel:

Sumber daya 143 juta ton
cadangan 49 juta ton

Kobalt:

Sumber daya 3,6 juta ton
cadangan 0,4 juta ton



Ringkasan

- Pabrik pengolahan dan pemurnian nikel yang telah beroperasi didominasi oleh teknologi pirometalurgi sebanyak 27 pabrik.
- Pengguna teknologi hidrometalurgi yang telah beroperasi hanya ada 2 pabrik, dan 9 pabrik lainnya yang direncanakan akan dibangun dengan target menghasilkan produk nikel kelas 1.
- Industri hilir nikel yang telah terbangun adalah industri baja tahan karat dengan realisasi produksi sebesar 2,62 juta ton seri 300 dan sebesar 60 ribu ton baja seri 200.
- Peningkatan kegiatan eksplorasi bijih nikel diperlukan terutama untuk bijih saprolite, karena umur cadangannya berkisar antara 10 tahun sampai 15 tahun pada laju konsumsi bijih basah sebesar 210 juta ton per tahun.
- Eksplorasi mineral lain terkait industri nikel juga diperlukan, sebagai contoh eksplorasi mineral besi, kromit, mangan, litium, dan kobalt untuk menunjang industri baja tahan karat dan baterai litium.
- Peningkatan umur cadangan bijih saprolite harus dilakukan melalui peningkatan kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan.
- Kualitas dan kuantitas data perlu ditingkatkan melalui kegiatan verifikasi oleh pihak yang berkompeten atau competent person dan pemutakhiran data oleh tiap IUP.
- Kegiatan inventarisasi bijih limonite bekas penambangan bijih saprolite perlu didorong untuk meningkatkan ketahanan cadangan, menunjang pengembangan industri nikel kelas 1, dan mengupayakan konservasi.
- Metode penambangan tuntas atau total mining pada bijih limonit dan saprolit perlu mulai diterapkan, sebagai upaya penyediaan simultan bahan baku industri nikel kelas 1 dan nikel kelas 2.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai USD 7 miliar pada tahun 2045.

Gambaran Industri Hulu

Sumber Daya dan Cadangan

Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) tahun 2021, total sumber daya nikel dunia adalah sekitar 300 juta ton nikel, di mana 60% berupa deposit laterit dan 40% berupa deposit sulfida. Total cadangan dunia dilaporkan sejumlah 94 juta ton nikel dengan jumlah cadangan terbesar berada di Indonesia.

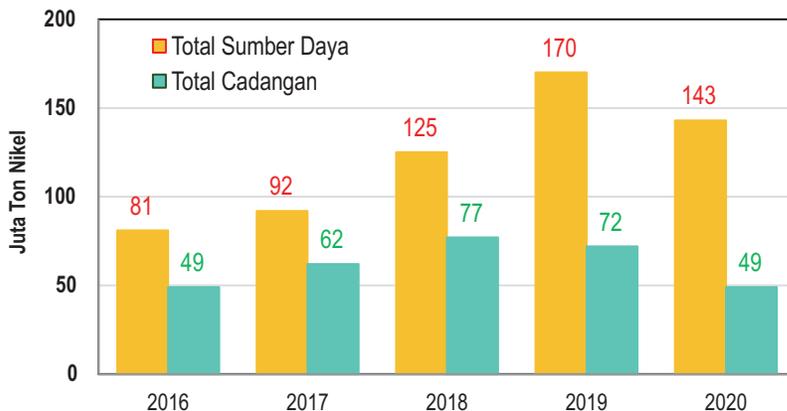
USGS pada tahun 2021 juga melaporkan total sumber daya dan cadangan kobalt dunia sebesar 25 juta ton kobalt dan 7,1 juta ton kobalt. Di Indonesia, nikel dan kobalt secara dominan terdapat dalam endapan laterit. Ilustrasi lapisan endapan laterit, rentang komposisi kimia tiap lapisan, dan korelasinya dengan jalur proses pengolahannya dirangkum pada tabel di bawah ini. Deposit nikel laterit di Indonesia tersebar di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Halmahera, dan Papua.

	Komposisi – %brt.					Metode Ekstraksi
	Ni	Co	Fe	Cr ₂ O ₃	MgO	
Iron cap	<0,8	<0,1	>50	>1	<0,5	Overburden
Limonit	0,8 s/d 1,5	0,1 s/d 0,2	40 s/d 50	2 s/d 5	0,5 s/d 5	Hidrometalurgi
	1,5 s/d 1,7		25 s/d 40		5 s/d 15	
Saprolit	1,7 s/d 3	0,02 s/d 0,1	10 s/d 25	1 s/d 2	15 s/d 35	Pirometalurgi
Bedrock	0,25	<0,02	5	<1	>35	Tidak diproses

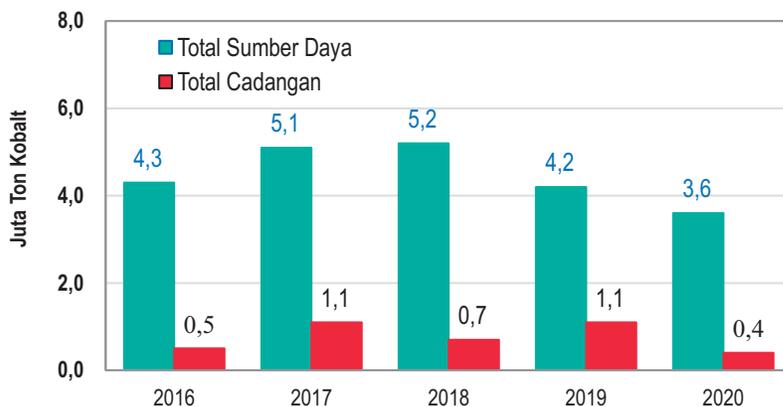
Berikut ini ilustrasi lapisan endapan laterit, komposisi kimia dan jalur pengolahannya

Data neraca sumber daya dan cadangan nikel tahun 2020 telah dilaporkan oleh Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), Badan Geologi, sumber utama dari data yang dilaporkan Badan Geologi berasal dari kegiatan pemutakhiran data-data dari laporan kegiatan badan usaha. Total sumber daya dan total cadangan logam nikel-kobalt di Indonesia secara historis antara tahun 2016 dan 2020 dirangkum pada gambar di bawah ini.

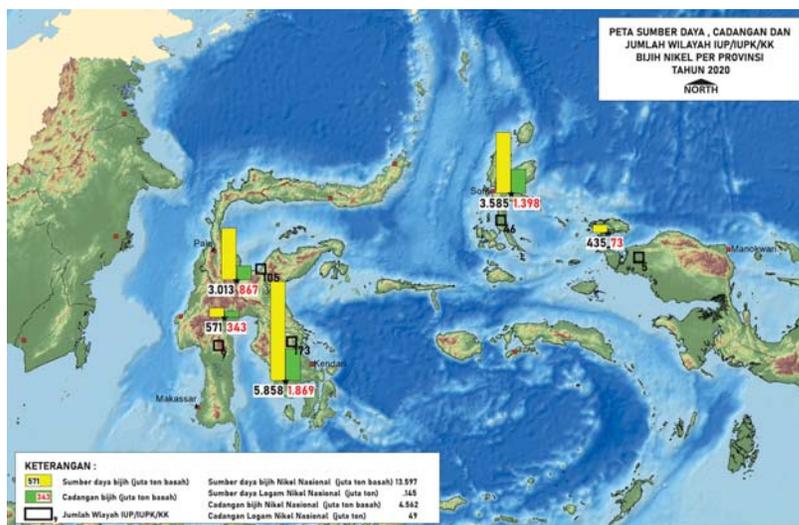
Data komoditas nikel didapat dari 348 jumlah titik, di mana 33 di antaranya adalah data baru dan 175 data mutakhir tahun 2020. Sementara data komoditas kobalt didapat dari 81 jumlah titik dengan 10 data mutakhir tahun 2020. Total sumber daya dan cadangan logam nikel berjumlah sebesar 143 juta ton dan 49 juta ton. Sedangkan total sumber daya dan cadangan logam kobalt pada tahun 2020 secara berturut-turut berjumlah sebesar 3,6 juta ton dan 0,4 juta ton.



Berikut ini data yang menunjukkan sumber daya dan cadangan logam nikel sepanjang tahun 2016-2020



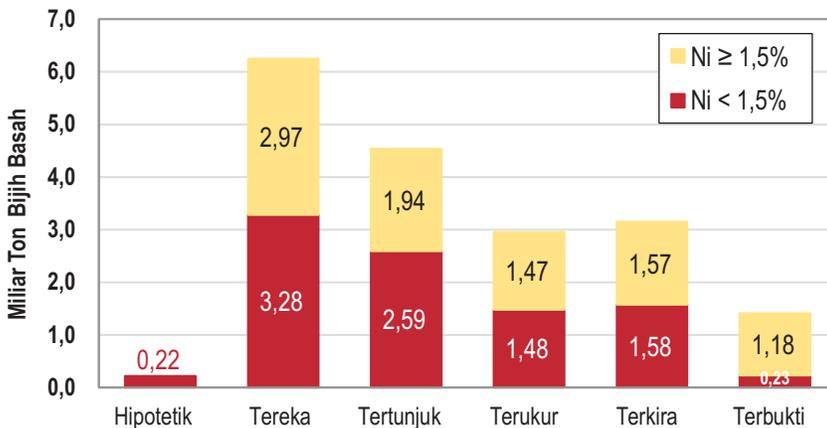
Berikut ini data yang menunjukkan Sumber daya dan cadangan logam kobalt sepanjang tahun 2016-2020



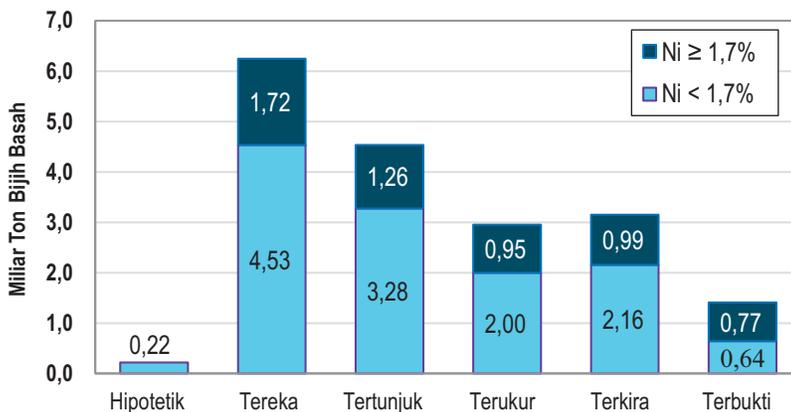
Peta Sebaran Sumber daya dan Cadangan Nikel

Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya diklasifikasikan menjadi empat jenis, yaitu: sumber daya hipotetik, tereka, tertunjuk dan terukur. Sementara cadangan diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu cadangan terkira dan terbukti. Data sumber daya dan cadangan untuk bijih dan logam nikel Indonesia pada tahun 2020 berdasarkan klasifikasi tingkat keyakinannya disajikan pada dua sumber data di bawah ini. Sumber daya dan cadangan dinyatakan dalam ton bijih basah dengan kandungan air pada bijih diasumsikan sebesar 30%. Data tersebut telah dikategorikan berdasarkan kandungan nikel dalam bijih, namun informasi terkait pengkategorian sumber daya dan cadangan berdasarkan tipe bijih *saprolite* dan *limonite* belum tersedia secara lengkap.

Dapat dilihat jika batasan kandungan nikel yang dipertimbangkan adalah 1,5%, maka proporsi sumber daya dan cadangan bijih untuk teknologi pirometalurgi dan hidrometalurgi hampir seimbang. Namun jika batasan kandungan nikel yang dipertimbangkan adalah 1,7%, maka proporsi sumber daya dan cadangan bijih untuk teknologi pirometalurgi akan jauh lebih sedikit daripada untuk teknologi hidrometalurgi.

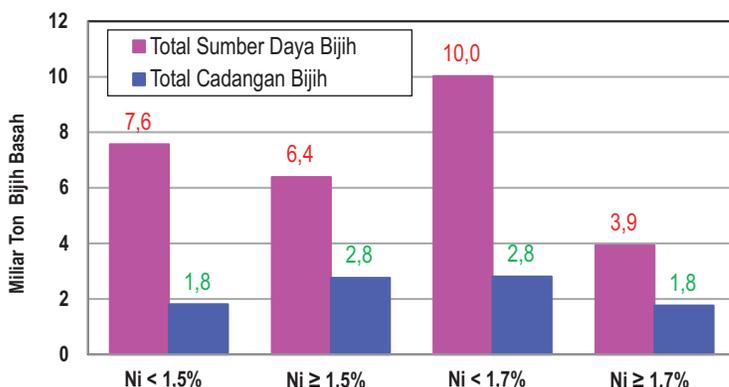


Berikut data yang menunjukkan pengelompokkan sumber daya dan cadangan nikel berdasarkan kadar Nikel (Ni) \leq 1,5% dan Ni $>$ = 1,5% data tahun 2020.



Berikut data yang menunjukkan pengelompokkan sumber daya dan cadangan nikel berdasarkan kadar Nikel (Ni) \leq 1,7% dan Ni $>$ = 1,7% data tahun 2020

Rangkuman total sumber daya (hipotetik, tereka, tertunjuk dan terukur) dan total cadangan (terkira dan terbukti) disajikan pada gambar di bawah ini. Jika batasan kandungan nikel yang dipertimbangkan adalah 1,5%, maka total cadangan bijih yang dapat diolah dengan proses pirometalurgi bisa mencapai 2,8 miliar ton bijih basah. Namun jika batasan kandungan nikel yang dipertimbangkan adalah 1,7%, maka total cadangan bijih yang dapat diolah dengan proses pirometalurgi hanya 1,8 miliar ton bijih basah.



Perbandingan sumber daya dan cadangan bijih nikel berdasarkan kadar bijih nikel untuk tahun 2020.

Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa kendala dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral, antara lain dari segi kuantitas dari beberapa badan usaha hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi, sementara dari segi kualitas belum semua data tersebut terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*).

Perusahaan Tambang Nikel

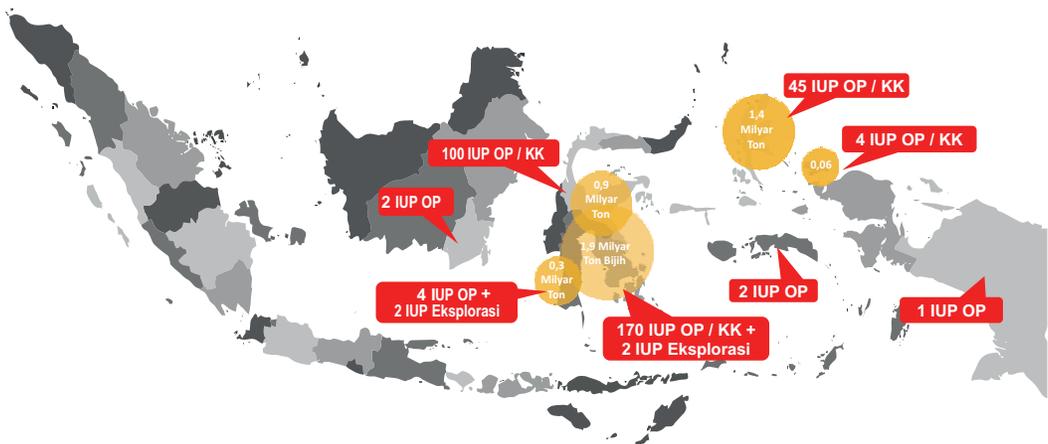
Endapan laterit terdapat di dekat permukaan dan umumnya ditambang dengan metode tambang terbuka (*open-pit mining*). Tahapan penambangan bijih nikel berlangsung melalui tahapan pembersihan lokasi tambang (*land clearing*), pengupasan lapisan tanah penutup (*stripping*), penambangan bijih dengan kadar nikel sedang dan tinggi (*ore mining*), pengaturan ukuran bijih sesuai dengan ukuran yang diperlukan pabrik pengolahan (*screening*), dan kemudian penyimpanan di area penampungan (*stockpile*). Lapisan tanah penutup hasil pengupasan kemungkinan mengandung nikel dengan kadar rendah dan umumnya ditimbun di lahan bekas tambang.

Sebaran cadangan utama dan izin aktif komoditas nikel di Indonesia ditunjukkan pada tabel di bawah ini. Pada Juni 2021, Ditjen Minerba mencatat terdapat total 339 izin aktif yang terdiri dari 4 Izin Usaha Penambangan/Kontrak Karya Eksplorasi (IUP/KK Eksplorasi), dan 329 IUP/KK Operasi Produksi (IUP/KK OP), dengan total wilayah sekitar 836 ribu hektare.

Adapun 2 IUP Eksplorasi berada di Sulawesi Tenggara dan 2 IUP Eksplorasi berada di Sulawesi Selatan, sementara IUP OP/KK tersebar di berbagai provinsi, yaitu 170 di Sulawesi Tenggara, 100 di Sulawesi Tengah, 4 di Sulawesi Selatan, 45 di Maluku Utara, 2 di Maluku, 2 di Kalimantan Selatan, 4 di Papua Barat, dan 1 di Papua. Perusahaan yang memiliki izin KK aktif per Januari 2021 adalah PT Gag Nikel, PT Vale Indonesia Tbk, dan PT Weda Bay Nickel.

Berikut ini data yang menunjukkan sebaran perizinan tambang nikel di Indonesia

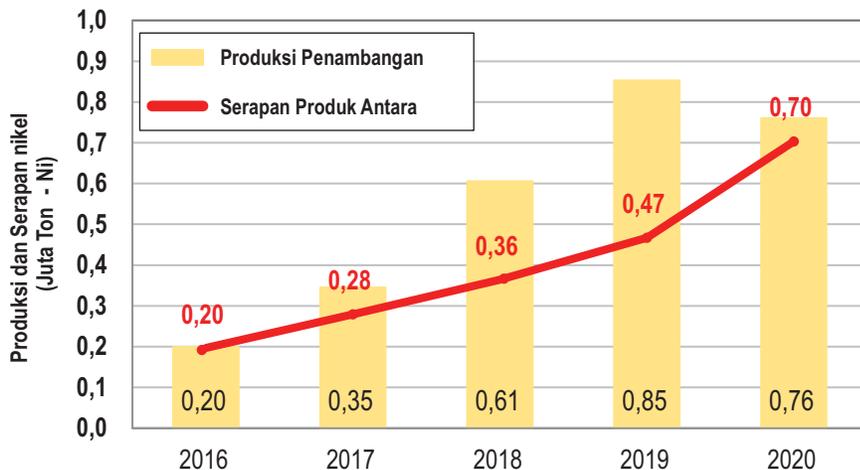
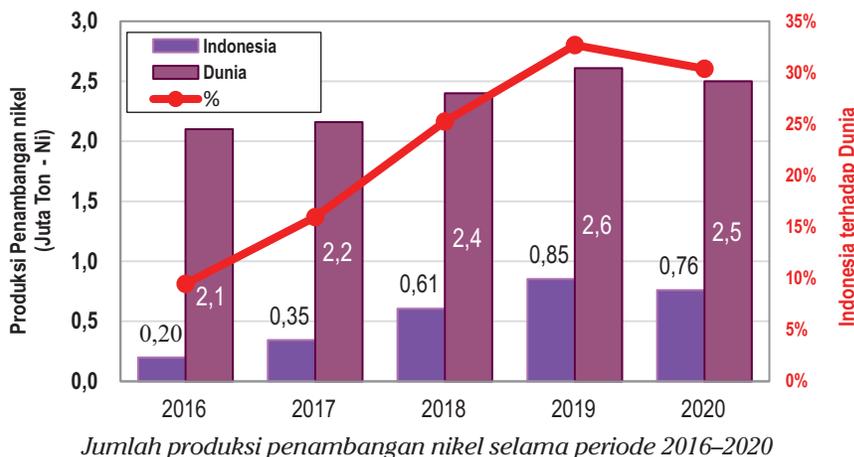
IZIN	PULAU	JUMLAH IZIN	LUAS WILAYAH (HA)
IUP EKSPLORASI	1. SULAWESI TENGAH	2	19.095
	2. SULAWESI SELATAN	2	10.900
IUP OP	1. SULAWESI TENGGARA	170	243.755
	2. SULAWESI TENGAH	100	212.838
	3. SULAWESI SELATAN	4	6.990
	4. MALUKU UTARA	45	160.944
	5. MALUKU	2	8.244
	6. PAPUA	1	5.000
	7. PAPUA BARAT	4	21.420
	8. KALIMANTAN SELATAN	2	888
KK OP	SULAWESI TENGAH / SULAWESI SELATAN	2	93.265
	SULAWESI TENGGARA	2	24.752
	MALUKU UTARA	1	45.065
	PAPUA BARAT	1	13.136



Sebaran cadangan (ton bijih basah) dan izin aktif komoditas nikel berdasarkan data Juni 2021

Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Produksi penambangan nikel Indonesia berkisar 0,20 juta ton pada tahun 2016, meningkat pesat menjadi 0,85 juta ton pada tahun 2019, kemudian sedikit menurun menjadi 0,76 juta ton pada tahun 2020. Jika dibandingkan dengan produksi penambangan nikel dunia, Indonesia menyumbang lebih dari 30% nikel dunia pada periode 2019–2020. Pada tahun 2016 jumlah penambangan bijih nikel Filipina menempati posisi pertama dalam skala global, namun sejak tahun 2017 Indonesia selalu menempati posisi puncak dunia.



Berikut ini data yang menunjukkan produksi dan serapan nikel selama periode 2016–2020. Produk antara yang dipertimbangkan dalam data ini adalah NPI (*nickel pig iron*), FeNi (*ferro-nickel*), dan nikel matte.

Pada tahun 2016 seluruh hasil produksi tambang dikonsumsi secara domestik. Produksi penambangan yang melebihi serapan domestik mulai terjadi pada tahun 2017, di mana terdapat selisih sebesar 70 ribu ton nikel. Produksi penambangan mencapai puncaknya pada tahun 2019 dengan selisih terhadap serapan domestik sebesar 380 ribu ton nikel. Jurang antara produksi penambangan dan serapan di sektor produk antara mulai membaik pada tahun 2020, di mana kegiatan ekspor bijih ke luar

negeri sudah tidak dapat dilakukan, sesuai Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Nomor 11 Tahun 2019.

Manfaat Industri Hulu

Manfaat utama dari berdirinya industri hulu komoditas nikel adalah untuk penyediaan bahan baku industri hilir. Selain manfaat utama tersebut, terdapat juga manfaat lainnya yang didapat oleh negara, pemerintah daerah, masyarakat luas, dan khususnya masyarakat setempat.

Data yang dihimpun oleh Ditjen Minerba pada tahun 2021 menunjukkan industri penambangan bijih nikel dan produk olahannya memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi negara, baik dalam bentuk pajak dan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). Penerimaan pajak yang diterima negara dari sektor ini mencapai Rp 2,97 triliun pada tahun 2020. Sementara PNBP dalam bentuk royalti yang diterima negara pada tahun 2020 mencapai Rp 2,92 triliun. Nilai royalti tersebut meningkat sebesar 4 kali dari royalti yang diterima negara pada tahun 2015 yang tercatat sebesar Rp 531 miliar rupiah.

Industri pertambangan komoditas nikel juga telah memberikan keuntungan kepada negara dalam hal investasi, baik yang berasal dari Penanaman Modal Asing (PMA) maupun dari Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Sebagai contoh untuk komoditas nikel, dapat dilihat besaran PMA dan PMDN untuk sektor pertambangan di Provinsi Sulawesi Tenggara, yang merupakan provinsi dengan jumlah cadangan dan IUP nikel terbesar di Indonesia. Besaran realisasi PMA dan PMDN dalam sektor pertambangan di provinsi Sulawesi Tenggara pada tahun 2020 masing-masing dilaporkan mencapai Rp 58 miliar dan Rp 28 miliar rupiah.

Indikator lain dari manfaat industri hulu kepada daerah terkait dapat dilihat dari informasi terkait Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan dan penggalian terhadap pembentukan PDRB Sulawesi Tenggara relatif tinggi, dan meningkat selama 5 tahun terakhir.

Pada tahun 2020, sektor pertambangan dan penggalian telah menghasilkan nilai PDRB atas dasar harga berlaku sebesar Rp 26,37 triliun atau berkontribusi sebesar 20,26% dari total PDRB Sulawesi Tenggara. Dalam nilai PDRB sektor pertambangan dan penggalian tersebut, kontribusi dari sektor pertambangan bijih logam adalah sekitar 55%.

Manfaat lain dari keberadaan industri pertambangan komoditas mineral nikel adalah kemampuannya dalam penyediaan lapangan pekerjaan dalam jumlah yang besar. Pada tahun 2015, jumlah serapan tenaga kerja pada komoditas ini adalah sebesar 3.232 Tenaga Kerja Indonesia (TKI) dan 18 Tenaga Kerja Asing (TKA).

Penyerapan TKI pada komoditas ini terus meningkat hingga mencapai 18.459 orang pada tahun 2019. Peningkatan penyerapan TKI disertai dengan peningkatan jumlah TKA mencapai 13% pada tahun 2019. Tingginya jumlah TKA tentunya harus disertai dengan kewajiban perusahaan untuk melaksanakan alih pengetahuan dari TKA kepada TKI. Keberadaan industri pertambangan juga akan mendorong penciptaan lapangan kerja tidak langsung di sektor lainnya, seperti misalnya perumahan, fasilitas kesehatan, dan sektor penunjang lainnya.

Selain penyediaan lapangan pekerjaan, perusahaan pemegang izin tambang telah memberikan kontribusi lainnya dalam bentuk Program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area penambangan. Ditjen Minerba melaporkan jumlah dana PPM dari 6 provinsi utama penghasil bijih nikel adalah sebesar Rp 55 miliar sampai Rp 100 miliar tiap tahunnya dalam kurun periode 2015-2020. ■

Gambaran Industri Hilir

Sumber Daya dan Cadangan

Nikel merupakan salah satu logam *non-ferrous* yang banyak digunakan baik sebagai logam murni maupun sebagai paduan logam karena memiliki sifat kimia, fisik dan mekanik yang sesuai untuk berbagai keperluan. Beberapa sifat yang menjadi keistimewaan dari logam nikel antara lain adalah titik lelehnya yang tinggi (1453°C), ketahanan terhadap korosi dan oksidasi, kemudahan dibentuk, konduktivitas panas dan listrik yang baik, sifat feromagnetik, serta kekuatan dan ketangguhan yang baik pada temperatur tinggi.

Konsumsi terbesar nikel saat ini adalah sebagai bahan pemaadu untuk membuat baja tahan karat. Selain itu, nikel juga dikonsumsi sebagai bahan baku untuk baterai, berbagai paduan *non-ferrous*, *superalloy*, dan juga sebagai nikel murni untuk digunakan dalam proses *electroplating*. Logam dan paduan nikel umumnya digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan material dengan ketahanan korosi yang memadai, misalnya industri kimia, industri makanan dan minuman, industri pengolahan dan pemurnian minyak dan gas, alat-alat transportasi darat, laut dan udara, alat-alat kedokteran, alat-alat kemiliteran dan lain-lain.

Pohon industri nikel yang dilengkapi dengan neraca ekspor-impor di Indonesia dalam satuan ton dan dalam nilai *united states dollar* (USD) secara berturut-turut disajikan pada tabel di bawah ini. Neraca ekspor-impor dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Industri yang telah ada di Indonesia ditandai dengan kotak berwarna kuning, sedangkan industri yang belum terdapat di Indonesia ditandai dengan kotak yang berwarna putih. Data ekspor-impor untuk produk *nickel pig iron* (NPI) (5-15% Nikel: Ni) dan *feronikel* (FeNi) (16-30% nikel: Ni) bercampur dalam *harmonized system* (HS) kode 72026000 untuk produk *ferro alloy nickel*. Data yang tersedia menunjukkan bahwa industri yang memproduksi NPI/FeNi, nikel matte (40-75% Ni) dan baja tahan karat sangat mendominasi, sementara industri yang memproduksi produk MHP (*mixed hydroxide precipitate*) dan nikel paduan masih belum signifikan, dan industri produk nikel murni dan baterai belum terbangun.

Empat industri dengan tonase dan nilai ekspor tertinggi antara lain NPI, FeNi, baja tahan karat HRC (*hot rolled coil*), dan baja tahan karat CRC (*cold rolled coil*). Sedangkan tiga industri dengan tonase dan nilai impor tertinggi secara berurutan adalah baja tahan karat *pipe* dan *tube*, CRC, dan HRC.

Secara umum neraca perdagangan produk nikel selalu positif (nilai ekspor lebih besar dari nilai impor), yaitu sebesar USD 0,7 miliar pada tahun 2015 hingga sebesar USD 8 miliar pada tahun 2020. Pada tahun 2018 dan 2019 neraca perdagangan dengan nilai yang positif dari produk nikel sebagian besar berasal dari ekspor bijih, NPI/FeNi, nikel matte, dan baja tahan karat HRC, sementara pada tahun 2020 nilai positif didominasi oleh ekspor NPI/FeNi, nikel matte, baja tahan karat HRC dan CRC.

Analisis lebih lanjut terhadap data BPS menunjukkan terdapat beberapa produk nikel yang memberikan kontribusi negatif terhadap neraca perdagangan (nilai ekspor lebih kecil dari nilai impor), antara lain baja tahan karat dalam bentuk pipa dan kawat, serta paduan berbasis nikel. Pada tahun 2020, ketiga produk tersebut mencatat nilai neraca perdagangan sebesar minus USD 213 juta.

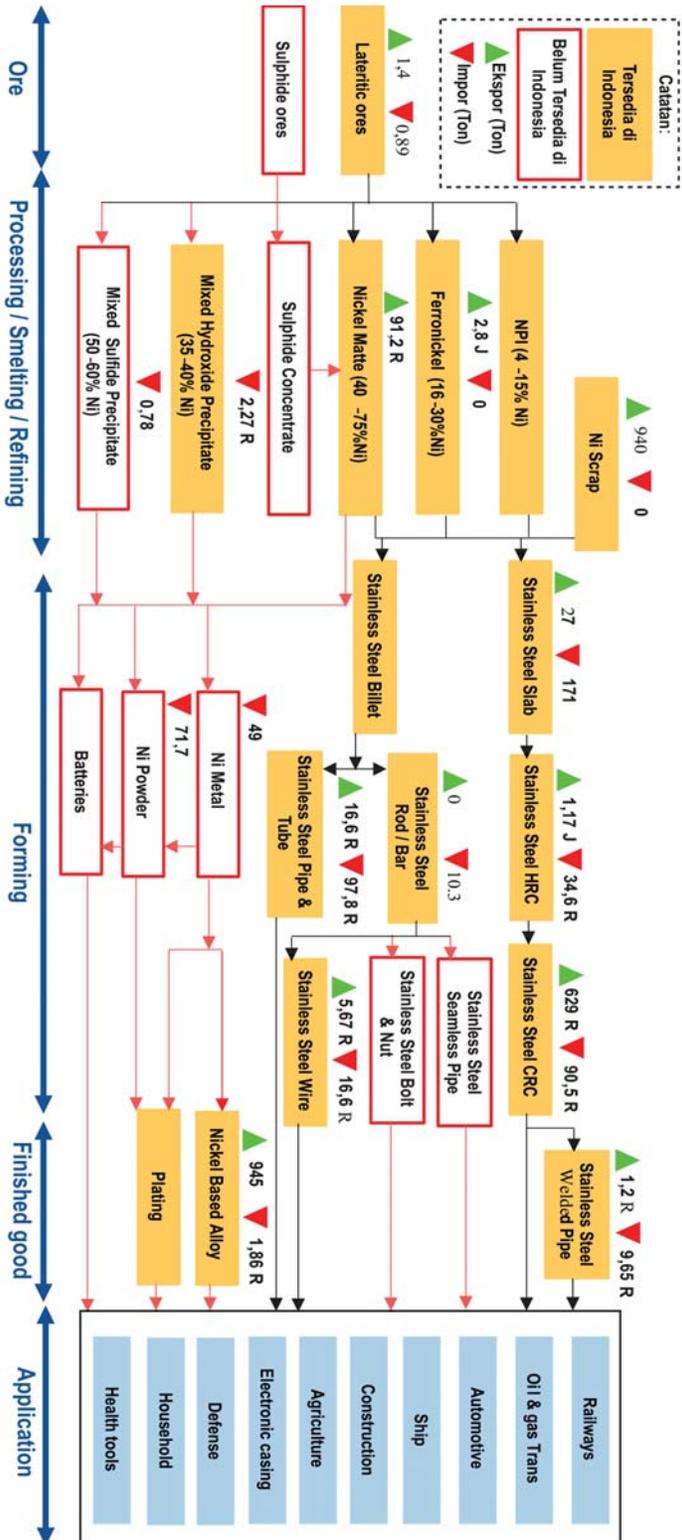
Industri pengolahan kobalt di Indonesia belum tersedia. Data ekspor-impor tahun 2020 dari BPS menunjukkan terdapat impor produk kobalt matte, kobalt oksida/hidroksida, dan logam kobalt (katoda/serbuk) dalam jumlah yang relatif kecil.

Berdasarkan neraca ekspor-impor nikel Indonesia dapat disimpulkan bahwa sebagian industri hulu-antara dari komoditas nikel di Indonesia telah maju dengan pesat, namun industri hilir dan manufakturnya masih belum berkembang. Sementara itu, neraca ekspor-impor kobalt Indonesia menunjukkan belum adanya pengembangan industri kobalt yang signifikan.

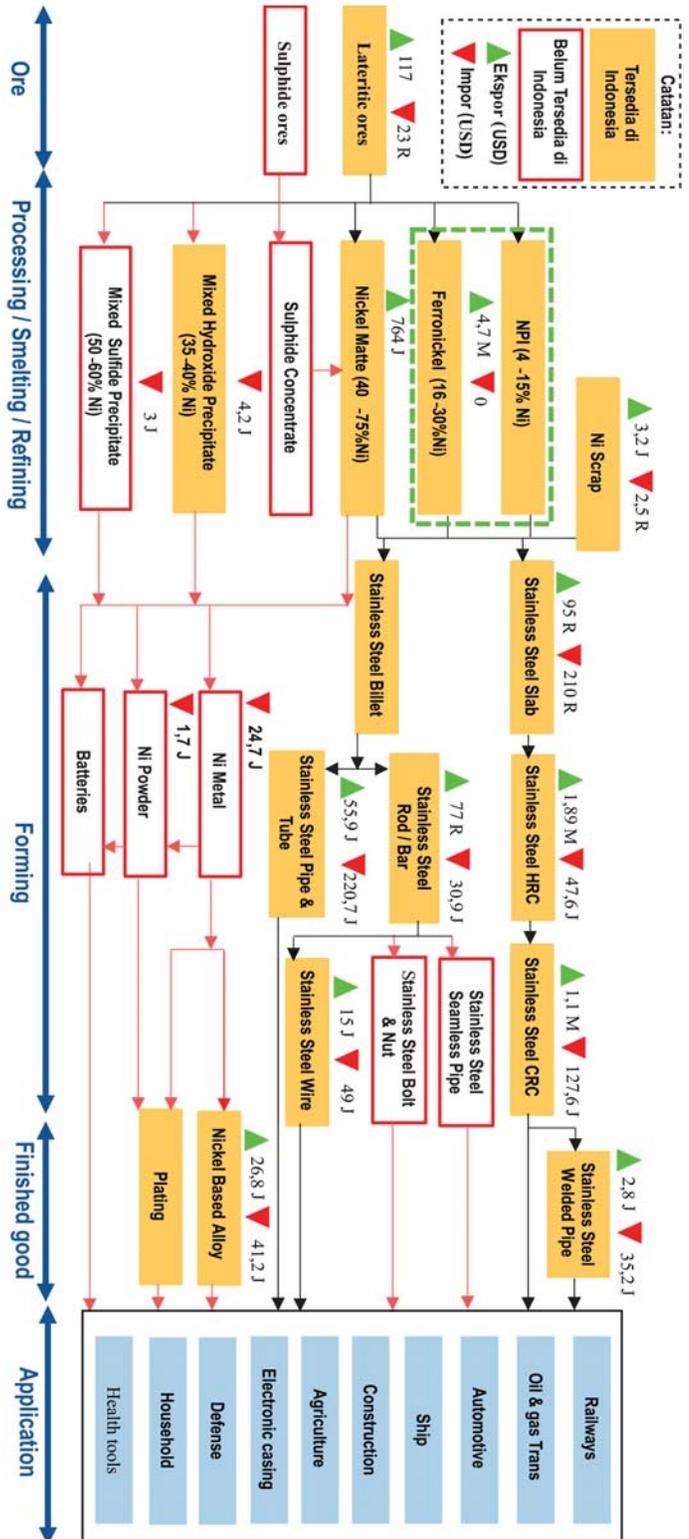
Pengembangan industri pengolahan dan pemurnian nikel telah masuk sebagai salah satu industri prioritas dalam RIPIN 2015-2035, sementara industri kobalt belum ditentukan arah pengembangannya dalam RIPIN. Target RIPIN belum semuanya tercapai, sebagai contoh produksi logam nikel yang merupakan target untuk periode 2020-2024 masih belum terealisasi, dan hingga tahun 2021 belum terdapat industri yang berencana untuk mengembangkannya.

Berikut data target RIPIN 2015-2035 untuk industri pengolahan dan pemurnian nikel

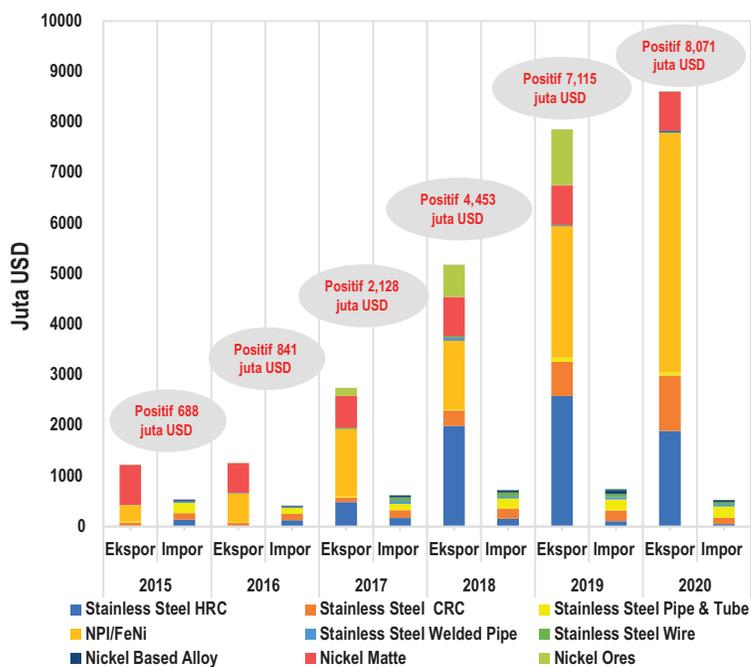
2015-2019	2020-2024	2025-2035
<ul style="list-style-type: none"> ● Nikel hidroksida ● FeNi sponge, Luppen FeNi, Nugget FeNi 	<ul style="list-style-type: none"> ● Mixed Hydroxide Precipitate (MHP), Mixed Sulfide Precipitate (MSP), Logam nikel 	<ul style="list-style-type: none"> ● Nikel elektroлит, Nikel sulfat, Nikel klorida



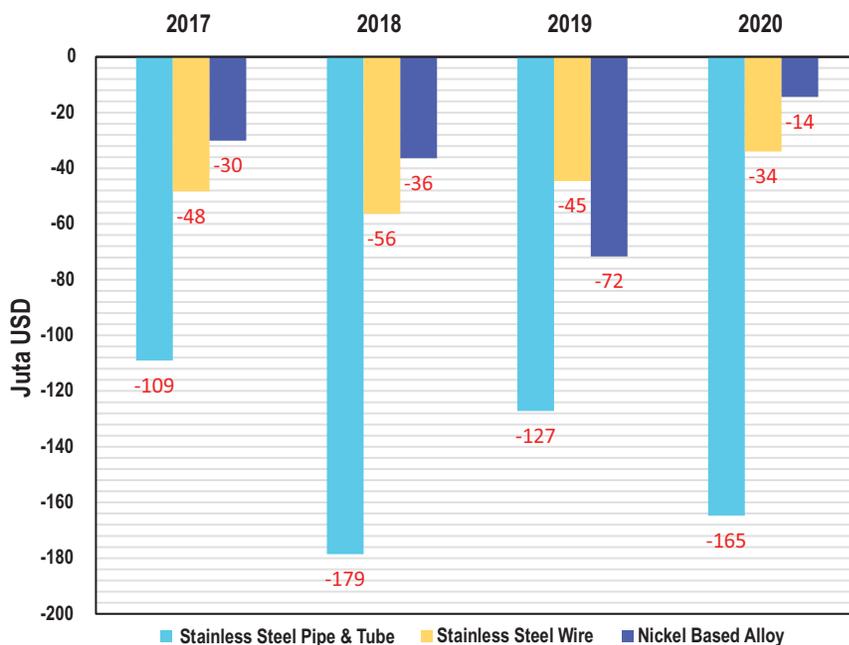
Rantai industri produk nikel dengan neraca ekspor-impor pada tahun 2020 dalam satuan Ton (Catatan: R = Ribun; J = Juta)



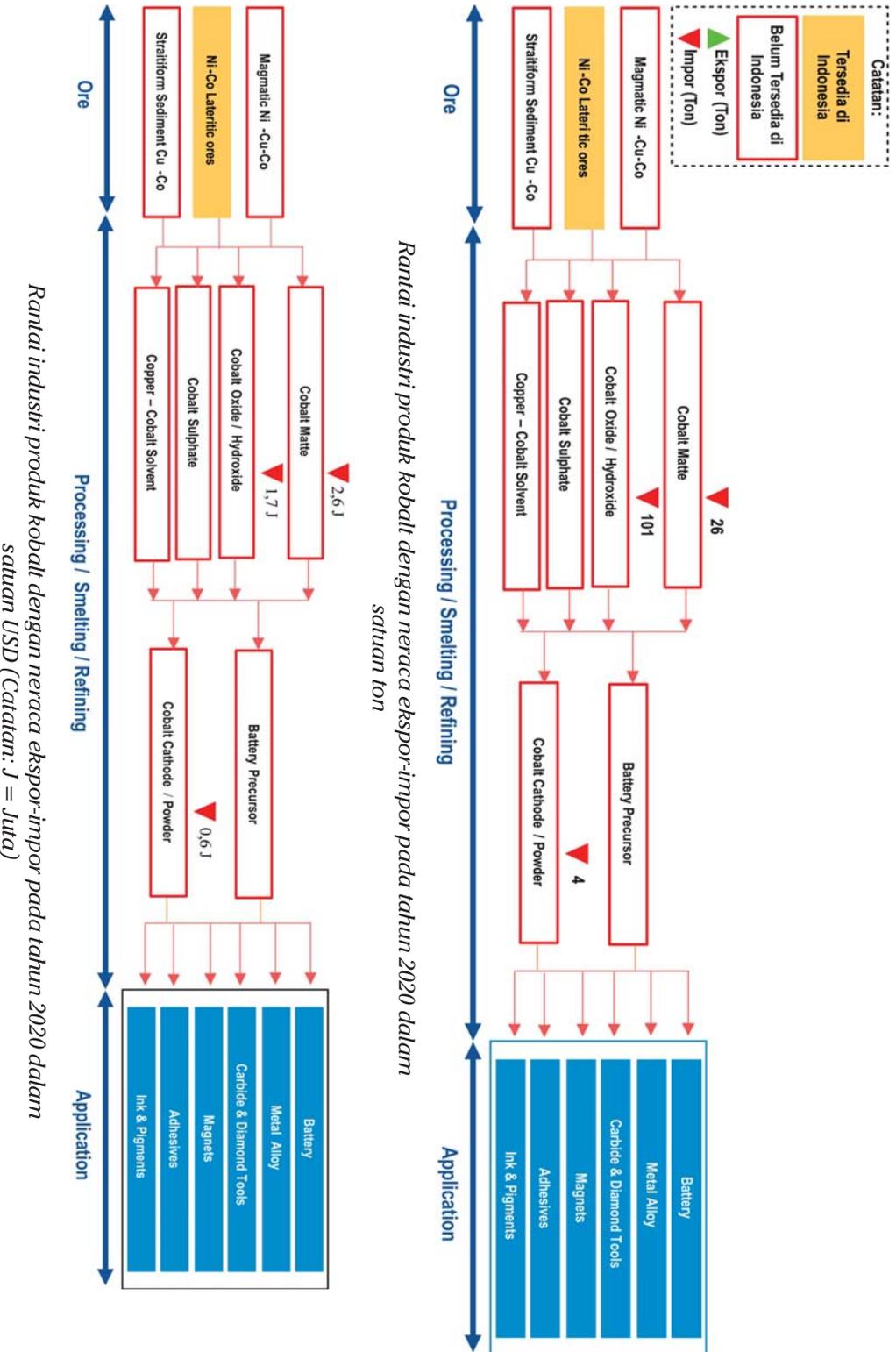
Rantai industri produk nikel dengan neraca ekspor-impor pada tahun 2020 dalam satuan USD (Catatan: R = Ribu; J = Juta; M = Miliar)



Nilai ekspor-impor produk nikel dalam USD selama periode 2015-2020 (Positif = nilai ekspor lebih besar dari impor)



Produk nikel dalam USD dengan neraca perdagangan yang memiliki nilai negatif selama periode 2017-2020 (Negatif = nilai ekspor lebih kecil dari impor).



Kondisi Industri Hilir

Sebagaimana ditunjukkan pada pohon industri nikel, bijih laterit dapat diolah dan dimurnikan untuk menghasilkan produk antara. Berdasarkan data tahun 2019, produk antara nikel secara global diproduksi sejumlah 2,4 juta ton nikel yang didominasi oleh produk NPI (39%), diikuti oleh nikel katoda (22%), FeNi (16%), *nickel briquette* (9%), *nickel chemical* (6%), dan lainnya. Produk antara yang telah diproduksi di Indonesia, antara lain NPI, FeNi, nikel matte, MHP (*mixed hydroxide precipitate*), dan MSP (*mixed sulfide precipitate*).

Pengolahan dan pemurnian bijih nikel laterit untuk menghasilkan produk antara nikel dapat dilakukan baik dengan jalur pirometalurgi, hidrometalurgi maupun gabungan antara keduanya. Kandungan nikel dalam bijih, mineralogi dari bijih, ketersediaan energi, reduktor, dan reagen kimia yang dibutuhkan untuk proses pengolahan dan pemurnian merupakan beberapa faktor utama yang menentukan pemilihan teknologi.

Pada dasarnya proses pirometalurgi diaplikasikan untuk bijih *saprolite* dengan kandungan nikel yang relatif lebih tinggi serta kandungan besi oksida (FeO) yang relatif lebih rendah dibandingkan bijih *limonite*. Sementara proses hidrometalurgi lebih sesuai untuk bijih *limonite* dengan kandungan magnesium oksida (MgO) relatif lebih rendah dibandingkan bijih *saprolite*. Proses hidrometalurgi tidak efisien diterapkan untuk bijih *saprolite* karena tingginya kandungan MgO dalam bijih yang akan menyebabkan konsumsi asam yang tinggi selama proses pelindian.

Beberapa teknologi yang telah diterapkan untuk proses dan pemurnian bijih nikel laterit di Indonesia, antara lain: a). *blast furnace* (BF) - pirometalurgi b). *rotary kiln – electric furnace* (RKEF) - pirometalurgi c). *high pressure acid leaching* (HPAL) – hidrometalurgi

Terdapat alternatif teknologi lainnya di dunia yang telah dan sedang dikembangkan untuk pemrosesan dan pemurnian bijih nikel, seperti proses *caron* (kombinasi pirometalurgi dan hidrometalurgi), *pressure acid leaching* (hidrometalurgi), *atmospheric agitation leaching* (hidrometalurgi), dan *heap leaching* (hidrometalurgi).

Teknologi BF dapat digunakan untuk memproduksi NPI, teknologi RKEF dapat digunakan untuk memproduksi NPI/FeNi dan nikel matte, sementara teknologi HPAL dapat digunakan untuk memproduksi MHP, nikel sulfat atau kobalt sulfat. Produk NPI dan FeNi dikategorikan ke dalam produk nikel kelas 2, sementara produk nikel matte, MHP, nikel sulfat, logam, paduan dan senyawa nikel lainnya dikategorikan kedalam produk nikel kelas 1.

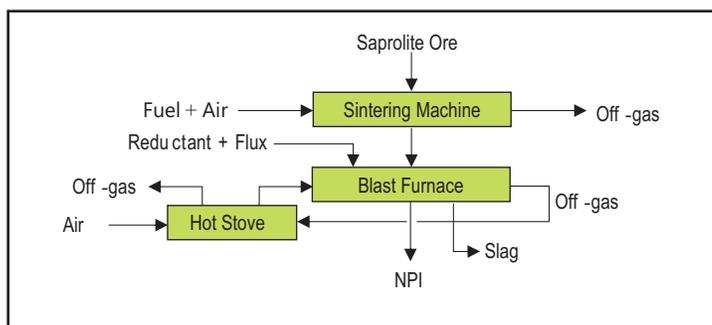


Diagram alir sederhana proses BF untuk memproduksi NPI

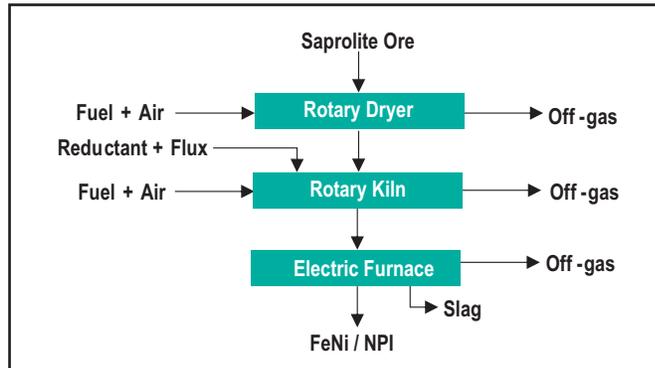


Diagram alir sederhana proses RKEF untuk memproduksi FeNi/NPI

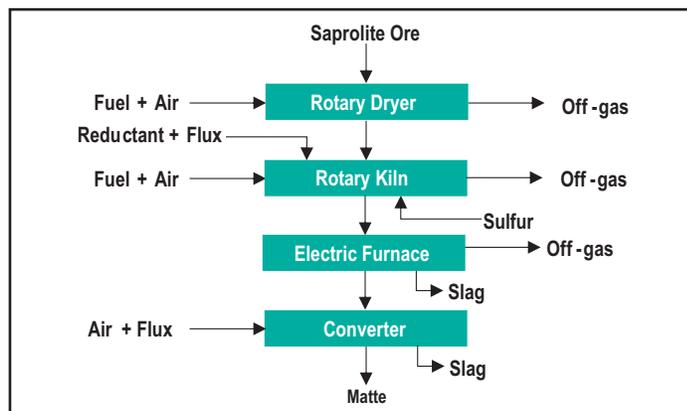


Diagram alir sederhana proses RKEF untuk memproduksi nikel matte

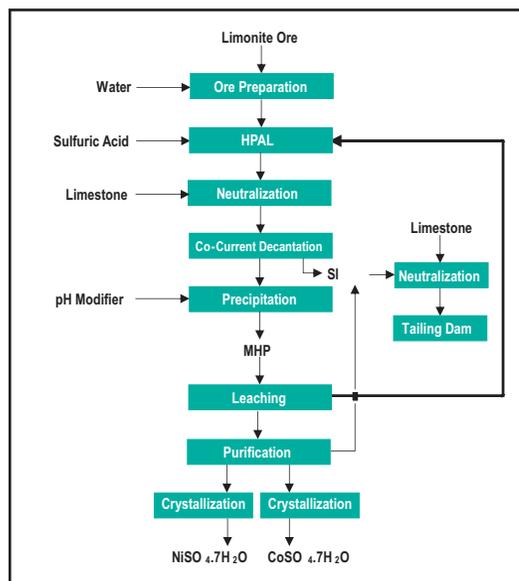
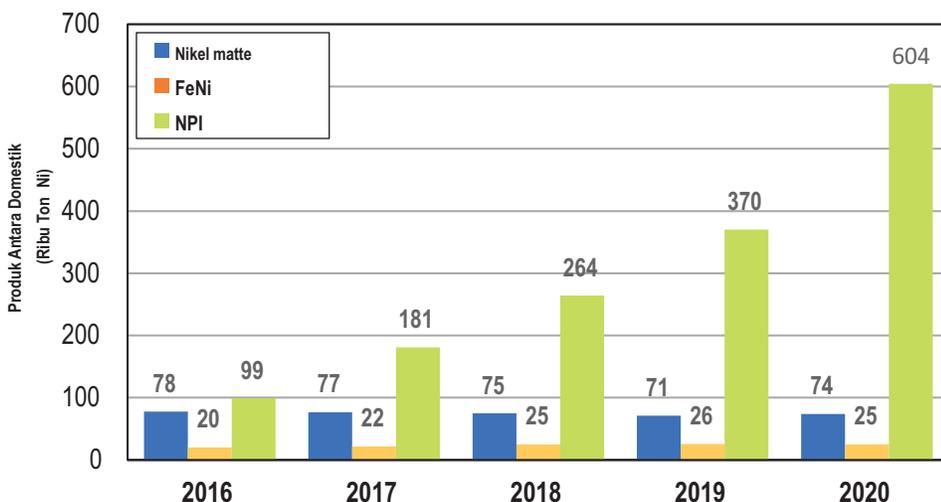


Diagram alir sederhana proses HPAL untuk memproduksi MHP, nikel sulfat dan kobalt sulfat

Industri yang memproduksi NPI, FeNi dan nikel matte telah berkembang di Indonesia. Industri pengolahan dan pemurnian nikel Indonesia didominasi oleh produk NPI sejumlah 604 ribu ton nikel, lebih besar dibandingkan produk nikel matte sebesar 74 ribu ton nikel dan FeNi sebesar 25 ribu ton nikel. Perusahaan pengolahan dan pemurnian nikel yang telah beroperasi berdasarkan data yang dikompilasi oleh Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, secara total terdapat 27 perusahaan dengan teknologi pirometalurgi dan 2 perusahaan dengan teknologi hidrometalurgi.



Jumlah produksi domestik nikel matte, FeNi dan NPI (dalam ribu ton Ni)

Beberapa perusahaan dengan teknologi pirometalurgi melaporkan produknya sebagai FeNi dengan kandungan Ni < 15%. Namun jika mengacu pada pohon industri, PT Antam Tbk merupakan satu-satunya perusahaan yang memproduksi FeNi. Sampai tahun 2021, kapasitas total pabrik pengolahan dan pemurnian bijih nikel laterit pada tahun 2021 adalah 6.060.508 ton NPI, 125.677 ton FeNi, ~102.500 ton nikel matte, dan 117.601 ton MHP. NPI yang diproduksi pada tahun 2020 memiliki kandungan Ni rata-rata sebesar 10%.

Perusahaan pengolahan dan pemurnian nikel dengan teknologi pirometalurgi dan hidrometalurgi yang telah beroperasi berdasarkan data tahun 2021

No	Nama Perusahaan	Jenis Perizinan	Kapasitas Input Bijih (ton)	Kapasitas Output	
				Jenis	Kapasitas (ton)
<i>Teknologi Pirometalurgi</i>					
1	PT Antam Tbk	IUP	1.868.00	FeNi (20-25%Ni)	125.700
2	PT Bintang Timur Steel	IUI	70.000	NPI (6%Ni)	35.000
3	PT Bukit Smelter Indonesia	IUI, NIB	1.800.000	NPI (10-14%Ni)	150.000
4	PT Cahaya Modern Metal Industri (ESDM)	IUI, IUP OPK, NIB, LKPM	140.000	NPI (10-12%Ni)	35.000
5	PT Cahaya Smelter Indonesia	IUI	1.800.000	NPI (10-14%Ni)	150.000
6	PT Century Metalindo	IUI, IUP OPK	481.000	NPI (12,8%Ni)	24.500
7	PT COR Industri Indonesia	IUI, IUP OPK	856.000	NPI (6-7%Ni)	100.000
8	PT Growth Java Industry	IUI	546.000	NPI (10%Ni)	57.500
9	PT Indonesia Guang Ching Nickel and Stainless Steel	IUI	7.200.000	NPI (10-14%Ni)	600.000
10	PT Hengjaya Nickel Industry	IUI	1.800.000	NPI (10-14%Ni)	150.000
11	PT Huadi Nickel-Alloy Indonesia	IUI	522.000	NPI (12,5%Ni)	42.000
12	PT Indonesia Tsingshan Stainless Steel	IUI, IUP OPK	8.100.000	NPI (10-14%Ni)	675.000
13	PT Megah Surya Pertiwi	IUI, IUP OPK	2.173.500	NPI (10-12%Ni)	240.000
14	PT Obsidian Stainless Steel	IUI	10.800.000	NPI (10-12%Ni)	3.000.000
15	PT Ranger Nickel Industry	IUI, NIB, LKPM	1.800.000	NPI (10-14%Ni)	150.000
16	PT Sulawesi Mining Investment	IUI, IUP OPK	3.000.000	NPI (10-14%Ni)	300.000
17	PT Tsingshan Steel Indonesia	IUI, IUP OPK, NIB, LKPM	1.800.000	NPI (2-4%Ni)	15.000
18	PT Vale Indonesia	IUP	12.970.000	Nickel Matte (78%Ni)	94.300
19	PT Virtue Dragon Nickel Industry	IUI, IUP OPK	10.000.000	NPI (10-12%Ni)	1.000.000
20	PT Wanatiara Persada	IUP, NIB, LKPM	2.200.000	NPI (11-13%Ni)	209.650
21	PT Weda Bay Nickel	KK, NIB, LKPM	2.700.000	NPI (10-15%Ni)	300.000
22	PT Yashi Indonesia Investment	NIB	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	300.000
23	PT Youshan Nickel Indonesia	NIB	1.050.000	NPI (10-15%Ni)	300.000
24	PT. Indonesia Ruipu Nickel and Chrome Alloy	Tidak diketahui	3.600.000	NPI (10-14%Ni)	300.000
25	PT. Lestari Smelter Indonesia	Tidak diketahui	2.520.000	NPI (10-14%Ni)	300.000
26	PT. Walsin Nickel Industrial Indonesia	Tidak diketahui	1.260.000	NPI (10-14%Ni)	300.000
27	PT. Bintang Smelter Indonesia - BF	Tidak diketahui	147.000	NPI (8.5%Ni)	40.000
			TOTAL		81.135.500
<i>Teknologi Pirometalurgi</i>					
28	PT Gebe Industry Nickel	IUI	1.320.000	MHP	21.601
29	PT Halmahera Persada Lygend	IUP OPK	8.500.000	MHP	365.000
			TOTAL		9.820.000

* Perusahaan melaporkan memproduksi FeNi namun berdasarkan kandungan Ni dalam produk tergolong kedalam kategori NPI.

** Dihitung dengan asumsi kadar bijih = 1,5%Ni, perolehan proses = 95%, kandungan air bijih = 30%, produk NPI = 10%Ni

*** Kapasitas output dalam ton Ni

Daftar perusahaan dengan teknologi pirometalurgi yang masih dalam tahap pembangunan dan perencanaan mencapai 33 perusahaan. Tingginya laju pertumbuhan pabrik pirometalurgi akan mengakibatkan lonjakan konsumsi cadangan bijih nikel *saprolite* kadar tinggi. Apabila seluruh pabrik pirometalurgi ini dibangun, maka setiap tahunnya akan terkonsumsi bijih nikel kadar tinggi melebihi 210 juta ton.

Terdapat 9 perusahaan dengan teknologi hidrometalurgi yang akan dibangun di berbagai lokasi, antara lain Morowali, Palu, Kolaka, dan lokasi lainnya. Produk yang dihasilkan beragam mulai dari MHP, MSP, nikel sulfat, hingga komponen baterai.

Perusahaan-perusahaan tersebut secara total akan mengkonsumsi bijih *limonite* kadar rendah dengan jumlah diperkirakan mencapai 58 juta ton bijih per tahunnya. Jumlah pabrik hidrometalurgi di Indonesia masih terbatas oleh karenanya laju pertumbuhannya masih perlu ditingkatkan.

Pabrik pengolahan dan pemurnian nikel dengan teknologi pirometalurgi yang sedang dan akan dibangun berdasarkan data tahun 2021

No	Nama Perusahaan	Tahap Pembangunan	Jenis Perizinan	Kapasitas Input Bijih (ton)	Kapasitas Output	
					Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Andalan Metal Industry	Konstruksi	IUI	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	150.000
2	PT Aneka Tambang Niterra Haltim	Konstruksi	IUP OPK	1.427.316	NPI (10-12%Ni)	160.000
3	PT Aneka Tambang (P3FH)	Konstruksi	IUP	1.219.945	FeNi (22%Ni)	64.655
4	PT Ang And Fang Brother	Konstruksi	IUP	1.866.510	NPI (10-12%Ni)	130.508
5	PT Artha Mining Industry	Konstruksi	IUP OPK (Izin Prinsip/IUI Belum efektif)	2.000.000	NPI (10-12%Ni)	200.000
6	PT Arthabumi Sentra Industri	Konstruksi	IUP OPK (Izin Prinsip/IUI Belum efektif)	720.000	NPI (10-12%Ni)	72.000
7	PT Ceria Nugraha Indotama	Konstruksi	IUP	5.636.000	FeNi (22%Ni)	252.728
8	PT Gumbuster Nickel Industry	Konstruksi	NIB	21.600.000	NPI (10-12%Ni)	2.000.000
9	PT Halmahera Jaya Feronikel	Konstruksi	NIB	8.700.000	NPI (10.5%Ni)	870.000
10	PT Heng Tai Yuan Indonesia Steel	Konstruksi	IUP OPK	400.000	NPI (8%Ni)	40.000
11	PT Langit Metal Industry	Konstruksi	NIB, LKPM	3.600.000	NPI (10-15%Ni)	300.000
12	PT Lipe Metal Industry	Konstruksi	NIB, LKPM	3.600.000	NPI (10-15%Ni)	300.000
13	PT Macika Mineral Industri (ESDM)	Konstruksi	IUP OPK, NIB	1.105.056	NPI (10-12%Ni)	93.000
14	PT Mahkota Konawehea (ESDM)	Konstruksi	IUP OPK, NIB	1.343.628	NPI (10-12%Ni)	62.200
15	PT Mapan Asri Sejahtera	Konstruksi	IUP OPK, NIB, LKPM	210.000	NPI (10-12%Ni)	21.531
16	PT Mazinger Nickel Industry	Konstruksi	NIB, LKPM	2.789.000	NPI (10-11%Ni)	240.000
17	PT Perkasa Metal Industry	Konstruksi	NIB, LKPM	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	150.000
18	PT Sinar Deli Bantaeng	Konstruksi	IUP OPK	2.400.000	NPI (10-12%Ni)	238.000
19	PT Sulawesi Resources	Konstruksi	IUP, NIB	2.400.000	FeNi (22%Ni)	152.400
20	PT Teka Mining Resources	Konstruksi	IUP OPK, NIB, LKPM	3.000.000	NPI (10-12%Ni)	300.000
21	PT Titan Mineral Utama	Konstruksi	IUI, NIB, LKPM	1.094.000	NPI (10-13%Ni)	120.000
22	PT Wanxiang Nickel Indonesia	Konstruksi	IUP OPK, NIB, LKPM	3.500.000	NPI (10-12%Ni)	351.018
23	Harita Group	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	12.463.338	NPI (10.5%Ni)	1.300.000
24	PT Huake Nickel Indonesia	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	3.600.000	NPI (10-15%Ni)	350.000
25	PT Infei Metal Industry	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	200.000
26	PT Angle Nickel Industry	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	3.600.000	NPI (10-15%Ni)	350.000
27	PT Kao Rahai Smelters	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	350.000
28	PT Maluku Utara Metal Industry	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	200.000
29	PT Jiu Long Metal Industry	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	1.800.000	NPI (10-15%Ni)	200.000
30	PT Guang Tsing Halmahera Nickel	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	10.800.000	NPI (10-15%Ni)	1.200.000
31	PT Bahodopi Nickel Smelting Indonesia	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	6.549.000	NPI (12%Ni)	608.256
32	PT Huadi Nickel Alloy Indonesia Nikel	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	6.000.000	NPI (12.5%Ni)	500.000
33	PT Sungai Raya Nickel Alloy Indonesia	Tidak Diketahui	Tidak diketahui	6.000.000	NPI (10%Ni)	650.000
TOTAL				128.423.793		

** Dihitung dengan asumsi kadar bijih = 1,5%Ni, perolehan proses = 95%, kandungan air bijih = 30%, produk NPI = 10%Ni, produk FeNi = 21%, dan produk nikel matte = 78%Ni

Pabrik pengolahan dan pemurnian nikel dengan teknologi hidrometalurgi yang sedang dan akan dibangun berdasarkan data tahun 2021

No	Nama Perusahaan	Tahap Pembangunan	Jenis Perizinan	Kapasitas Input Bijih (ton)	Kapasitas Output	
					Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Huayue Nickel Cobalt	Konstruksi	Izin Prinsip/IUI Belum efektif	8.000.000	MHP	160.500
2	PT QMB New Energy Materials	Konstruksi	NIB, LKPM	4.450.000	Nickle Sulfate	136.364
3	PT Smelter Nikel Indonesia	Konstruksi	IUP, IUP OPK, NIB, LKPM	2.401.920	MHP	46.800
4	PT Kolaka Nickel Industry (ESDM)	Perencanaan	NIB, LKPM	5.226.000	MSP	70.800
5	PT Fajar Metal Industry	Perencanaan	Tidak diketahui	8.000.000	Nickle Sulfate	272.700
6	PT Teluk Metal Industry	Perencanaan	Tidak diketahui	8.000.000	Nickle Sulfate	272.700
7	Harita Group	Perencanaan	Tidak diketahui	8.590.000	Nickle Sulfate	246.000
8	PT MBG Nikel Indonesia	Perencanaan	Tidak diketahui	1.314.800	MHP	34.700
9	PT Angkasa Jaya Mulia	Perencanaan	Tidak diketahui	2.600.000	Nickle Sulfate	140.000
TOTAL				48.582.720		

Seluruh FeNi dan nikel matte yang dihasilkan diekspor ke Tiongkok dan Jepang. Sementara itu, sebagian dari NPI domestik yang dihasilkan diekspor ke luar negeri dan sebagian lainnya diproses lebih lanjut menjadi baja tahan karat. Sebanyak 4 pabrik peleburan baja tahan karat terintegrasi dengan pabrik peleburan NPI, yaitu PT Guang Ching Nickel and Stainless Steel, PT Indonesia Tsingshan Stainless Steel, PT Sulawesi Mining Investment, dan PT Obsidian Stainless Steel.

Tiga perusahaan lainnya berfokus pada pembentukan baja tahan karat, antara lain PT Indonesia Ruipu Nickel and Chrome Alloy, PT Jindal Stainless Indonesia, dan PT IMR ARC Steel. Integrasi peleburan NPI dan baja tahan karat menciptakan proses yang kompetitif dikarenakan penggunaan lelehan NPI yang mengurangi konsumsi energi secara signifikan.

Perusahaan peleburan dan pembentukan baja tahan karat terintegrasi berdasarkan data tahun 2021

No	Nama Perusahaan	Aktivitas	Produk	Kapasitas Produksi	Lokasi
1	PT Guang Ching Nickel and Stainless Steel	Peleburan	Stainless Steel Slab/HRC	1.000.000 ton/thn	Morowali
2	PT Indonesia Tsingshan Stainless Steel	Peleburan	Stainless Steel Slab/HRC	1.000.000 ton/thn	Morowali
3	PT Sulawesi Mining Investment	Peleburan	Stainless Steel Slab	1.000.000 ton/thn	Morowali
4	PT Obsidian Stainless Steel	Peleburan	Stainless Steel	3.000.000 ton/thn	Konawe
5	PT Indonesia Ruipu Nickel and Chrome Alloy	Pembentukan	Stainless Steel CRC	700.000 ton/thn	Morowali
6	PT Jindal Stainless Indonesia	Pembentukan	Stainless Steel CRC	150.000 ton/thn	Gresik
7	PT IMR ARC Steel	Pembentukan	Stainless Steel CRC	60.000 ton/thn	Mojokerto

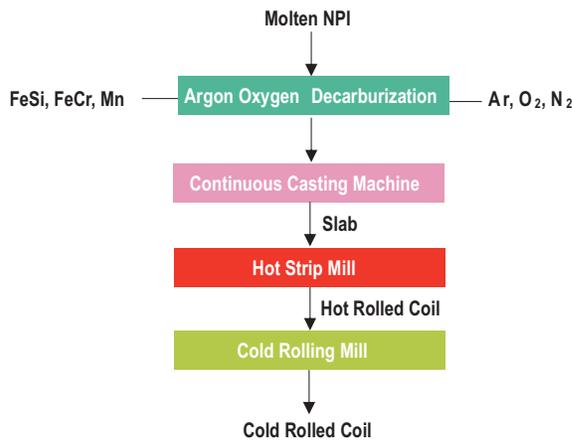


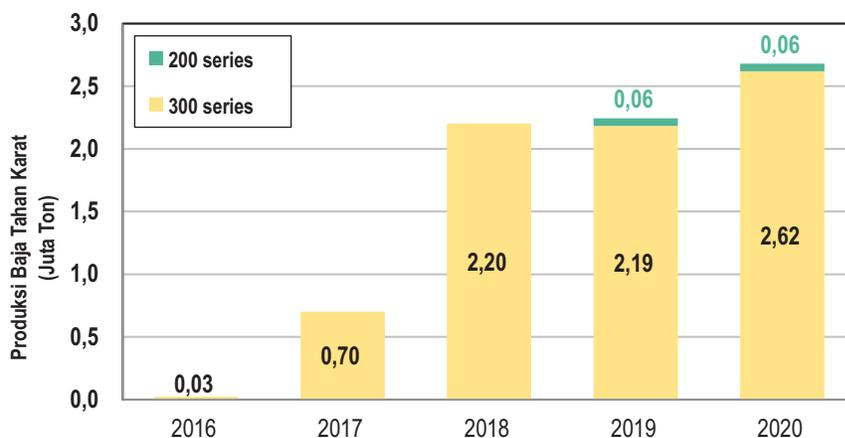
Diagram alir sederhana proses pembuatan baja tahan karat dari lelehan NPI

Beberapa pabrik terintegrasi berada di dalam kawasan PT. Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP). PT Indonesia Ruipu Nickel and Chrome Alloy memperoleh bahan baku dari perusahaan di dalam kawasan IMIP. Sementara itu, PT Jindal Stainless Indonesia dan PT IMR ARC Steel mendapatkan bahan baku yang diperlukan dengan melakukan importasi dari luar negeri.



Kapasitas produksi pabrik baja tahan karat dalam kawasan IMIP

Produksi yang signifikan terjadi pada tahun 2017 sebesar 700 ribu ton baja tahan karat seri 300. Produksi tersebut meningkat secara signifikan pada tahun 2020 sebesar 2,62 juta ton baja tahan karat seri 300, yang sebagian besar berasal dari produksi kawasan IMIP. Terdapat juga indikasi produksi baja tahan karat domestik untuk seri 200 sejumlah 60 ribu ton tiap tahun.



Realisasi produksi baja tahan karat domestik berdasarkan jenisnya selama periode 2016-2020

Hampir seluruh produk baja tahan karat domestik diekspor ke luar negeri, sedangkan bahan baku baja tahan karat yang diperlukan untuk industri *forming* dan manufaktur domestik diimpor dari luar negeri. Beberapa perusahaan yang mengimpor bahan baku baja tahan karat antara lain PT Jindal Stainless Indonesia, PT IMR ARC Steel, dan perusahaan lain. Perusahaan-perusahaan domestik tersebut mengolah baja tahan karat menjadi produk CRC, kompor gas, peralatan dapur, alat-alat pertanian, pipa, tangki, dan lainnya.

Kebutuhan bahan baku perusahaan pembentukan dan manufaktur baja tahan karat berdasarkan data tahun 2021

No.	Nama Perusahaan	Kebutuhan bahan baku (Ton/Thn)																	Kapasitas per thn	
		201	202	204	301	304	316L	430	430J1L	420J1	420J2	410/S	443	409L	NSSC180	310	904L	TOTAL		
1	PT Steel Pipe Industry of Indonesia, Tbk	120				7.080								1.200				8.400	8.400 ton	
2	PT Rinnai Indonesia					200		200					120					520	6,7 juta unit	
3	PT Maspion -Cookware Stainless Steel	72	92	12		72		246			9	124						627	2.400 ton	
4	PT Menara Madju					650		4.000						100				4.750	36.000 ton	
5	PT Indometal Sedjati					50		500		50		1.350						1.950	4 juta lusin	
6	PT Kedaung Indan Can, Tbk							50										50	7,5 juta set	
7	PT Superex Raya	318				515		2.240											3.073	
8	PT Mitsubishi Jaya Elevator & Escalator																	-	500 unit	
9	PT Star Metal Ware Industry	300																300	500.000 unit	
10	PT Supra Teratai Metal	16.900				2.400		1.200											20.500	
11	PT Logam Bima	50				400		200											650	1,2 juta unit
12	PT Chuang's Cutlery Indonesia																		-	
13	PT Indonesia Utensil					25		300			50								375	
14	PT Nayati Indonesia					600	10	350			10						10		980	27.500 unit
15	PT Bina Niaga Multisaha	79			996	827	956	457	150									152	3.617	6.000 ton
16	PT Stainless Steel Prima Valve Maju Bersama					96	24					36							156	2.000 ton
17	PT Sutindo Raya Mulia	3.300				14.200	1.200	1.461											20.161	
		21.139	92	12	996	27.115	2.190	11.154	150	50	69	1.510	120	1.200	100	10	152			
TOTAL KEBUTUHAN BAHAN BAKU																		68.109		

Seri	Grade Umum	Ni (%)	Cr (%)	Mn (%)	Si (%)	C (%)
200 Austenitic (Cr-Mn)	201	3,5-5,5	16,0-18,0	5,5-7,5	1,00	0,15
	202	4,0-6,0	17,0-19,0	7,5-10,0	1,00	0,15
	204	1,5-3,5	15,5-17,5	6,5-9,0	1,00	0,15
300 Austenitic (Cr-Ni)	301	6,0-8,0	16,0-18,0	2,00	1,00	0,15
	304	8,0-10,5	18,0-20,0	2,00	1,00	0,08
	310	19,0-22,0	24,0-26,0	2,00	1,50	0,25
	316L	10,0-14,0	16,0-18,0	2,00	1,00	0,03
400 Feritic / Martensitic	409L	0,50	10,5-11,75	-	-	0,08
	410S	0,60	11,5-13,5	1,00	1,00	0,15
	420	-	12,0-14,0	1,00	1,00	0,15
	430	-	16,0-18,0	-	-	0,12
	443	0,50	18,0-23,0	1,00	1,00	0,02
Non- standard	904L	23,0-28,0	19,0-23,0	2,00	1,00	0,02
	NSSC180	0,60	19,0-21,0	1,00	1,00	0,02

Rangkuman komposisi beberapa seri baja tahan karat

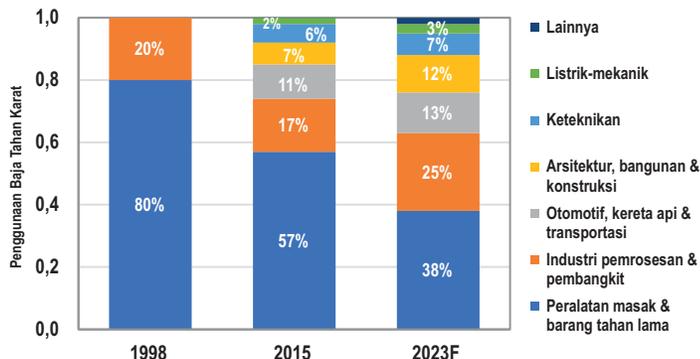
Jenis-jenis seri baja tahan karat tidak semua dapat disediakan dari produsen domestik, karena jenis baja yang diproduksi di IMIP adalah jenis 304 dan 316L, dan PT Obsidian Stainless Steel hanya memproduksi jenis 304. Disamping itu, kebutuhan bahan baku tiap perusahaan tersebut tidak signifikan sehingga tidak memenuhi skala ekonomi untuk diproduksi.

Aplikasi	Seri 200	Seri 300
Peralatan rumah tangga, perangkat sehari-hari, dan peralatan masak	√	√
Tabung dan perpipaan	√	√
Arsitektur / dekoratif	√	√
Otomotif / kereta api / transportasi		√
Sektor minyak dan gas		√
Aplikasi nuklir		√
Pabrik farmasi dan minuman		√
Pembangkit listrik		√

Penggunaan beberapa seri baja tahan karat yang mengandung nikel

Proporsi penggunaan baja tahan karat secara global didominasi oleh aplikasi peralatan masak serta peralatan proses dan pembangkit di industri. Kebutuhan baja tahan karat berdasarkan jenis produk akhirnya telah dipetakan oleh Dirjen Ilmate, Kemenperin berdasarkan data tahun 2017-2019. Kebutuhan baja tahan karat untuk produk hilir mencapai 195 ribu ton. Kebutuhan baja tahan karat lainnya adalah sekitar 95 ribu ton untuk pemenuhan bahan baku industri fabrikasi baja (PT Jindal Stainless Indonesia, PT Bina Niaga Multiusaha, dan PT IMR ARC Steel).

Histori dan proyeksi proporsi penggunaan baja tahan karat



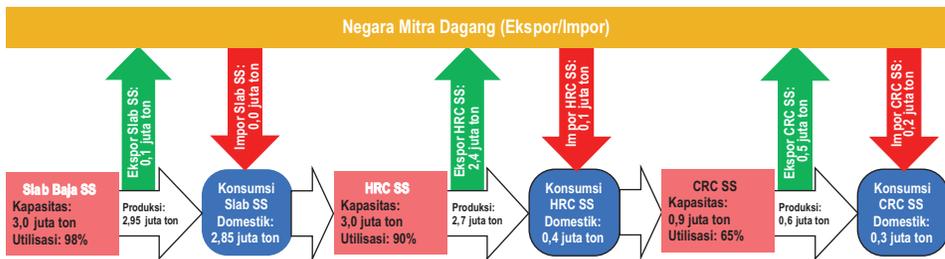
Kebutuhan baja tahan karat di Indonesia 2017-2020 berdasarkan jenis produk akhir hasil pemetaan Dirjen Ilmate (dalam ton)

No.	Jenis Produk	Bahan	2017	2018	2019	2020
1	Kompor gas, mesin pendingin dan peralatan elektronika	CRC	4.785	7.375	10.449	13.201
2	Peralatan dapur (Panci, sendok, garpu, pisau)	CRC	6.905	13.154	15.856	20.922
3	Pipa	Pipa	26.126	31.870	62.939	77.125
4	Komponen migas dan kimia	CRC	6.114	7.371	6.035	6.427
5	Sanitari	CRC	3.204	5.284	6.372	8.120
6	Bar, rod, dan wire	Bar, rod, wire	67.898	57.849	71.462	69.301
Jumlah kebutuhan baja tahan karat untuk produk hilir			115.032	122.903	173.113	195.096
8	Impor PT Jindal Stainless Indonesia	HRC			72.000	
9	Impor PT IMR ARC Steel	CRC			18.000	
10	Impor PT Bina Niaga Multiusaha	CRC			4.800	
Total kebutuhan baja tahan karat domestik					267.913	

Pemetaan terkait industri baja tahan karat hingga tahun 2025 telah dilakukan oleh The Indonesian Iron and Steel Industry Association (IISIA), dengan hasil pemetaan industri baja tahan karat mulai dari produksi slab hingga CRC. Importasi HRC sebesar 100 ribu ton nampaknya terkait dengan kebutuhan bahan baku PT Jindal Stainless Indonesia, sementara importasi CRC sebesar 200 ribu ton terkait kebutuhan industri produk hilir diluar kebutuhan pipa, *bar*, *rod*, dan *wire*.

Analisis atas data yang telah diperoleh menunjukkan bahwa secara umum industri nikel di Indonesia saat ini masih timpang. Produksi nikel kelas 2 (NPI) melalui jalur pirometalurgi mendominasi dan memberikan resiko konsumsi bijih nikel kadar tinggi yang besar-besaran.

Sementara itu, produksi nikel kelas 1 (nikel matte, MHP, MSP) belum optimal dan hanya ada dua perusahaan yang telah beroperasi. Ketimpangan lain dapat dilihat pada sektor baja tahan karat di mana hampir seluruh produksi baja tahan karat domestik diekspor, sedangkan sebagian besar kebutuhan baja tahan karat domestik dipenuhi melalui impor. Berdasarkan neraca ekspor-impor, belum ada industri hilir komoditi kobalt yang terbangun di Indonesia hingga saat ini.



Proyeksi optimistik neraca komoditas baja tahan karat tahun 2025

Manfaat Industri Hilir

Pengembangan pabrik pengolahan, pemurnian, pembentukan dan manufaktur produk nikel akan memberikan peningkatan penerimaan negara, penerimaan daerah, dan lapangan kerja. Sebagai contoh, pengembangan industri berbasis baja tahan karat di Morowali Sulawesi Tengah diprediksi akan memberikan penerimaan negara berupa pajak mencapai Rp 4-5 triliun per tahunnya, dan Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang dihasilkan sebesar Rp 246,3 miliar pada tahun 2022.

Pengaruh industri baja tahan karat di Sulawesi Tengah terhadap penerimaan daerah dapat dilihat dari peningkatan Pendapatan Domestik Regional Bruto (PDRB). PDRB Sulawesi Tengah atas dasar harga berlaku tercatat sebesar Rp 107 triliun pada tahun 2015. Nilai PDRB Sulawesi Tengah meningkat menjadi Rp 197 triliun pada tahun 2020 di mana kontribusi dari sektor industri pengolahan sebesar 27,61%.

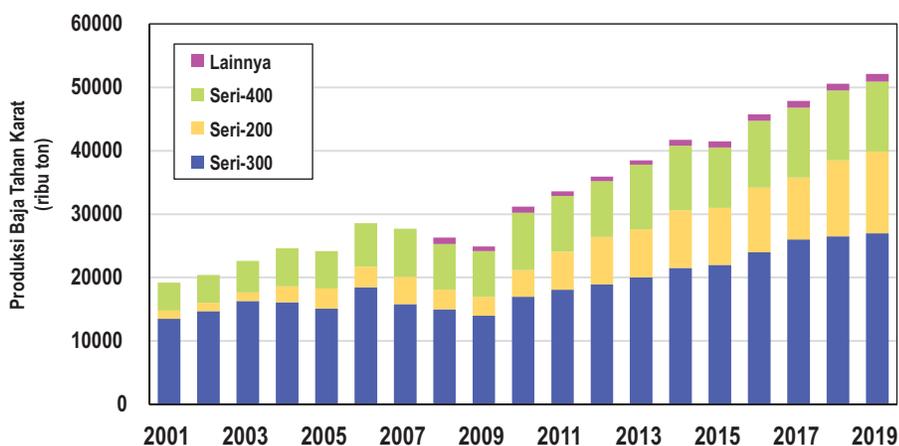
Keberadaan industri baja tahan karat tercatat telah menyerap sejumlah 31 ribu Tenaga Kerja Indonesia (TKI) dan 2 ribu Tenaga Kerja Asing (TKA). Selain penyerapan tenaga kerja langsung, keberadaan industri hilir akan mendorong juga penciptaan lapangan kerja tidak langsung dari berbagai sektor penunjang di sekitar area industri.

Selain berbagai manfaat ekonomi yang telah disebutkan di atas, pengembangan industri komoditas nikel diharapkan dapat menciptakan hilirisasi yang berkelanjutan dan terintegrasi, yang mendukung kekuatan industri dalam negeri. Pengembangan industri hilir komoditas nikel juga diharapkan memberikan manfaat berupa pembentukan daya saing nasional, serta meningkatkan kredibilitas dan kehormatan bangsa.

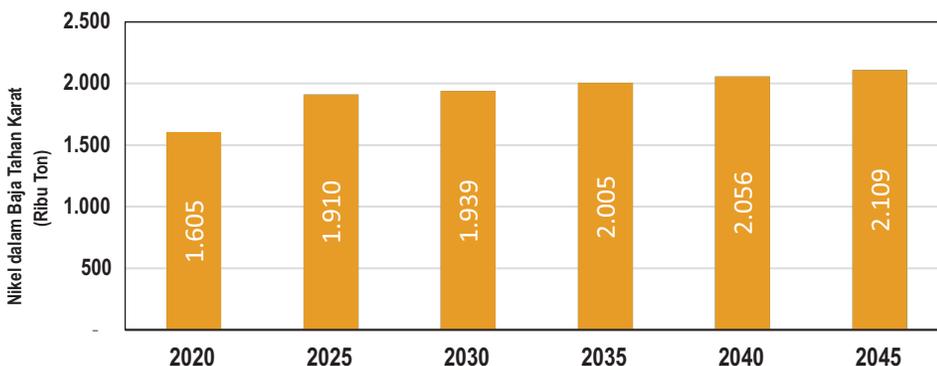
Industri Hilir Nikel-Kobalt Masa Depan

Industri hilir nikel yang akan dibutuhkan di masa depan dapat dilihat berdasarkan proyeksi produksi nikel secara global. Baja tahan karat merupakan komoditas yang akan tetap diperlukan dan mendominasi pemakaian nikel di masa depan.

Lebih dari 75% baja yang telah diproduksi merupakan baja seri-200 dan seri-300. Kebutuhan baja dengan kandungan nikel relatif tinggi ini, akan menjaga konsumsi nikel kelas 2 ke depannya. Produksi nikel untuk baja tahan karat berdasarkan kapasitas pabrik yang ada dan akan dibangun antara tahun 2021 hingga 2045 akan meningkat secara perlahan, dan akan cenderung stabil pada kisaran 2 juta ton nikel.

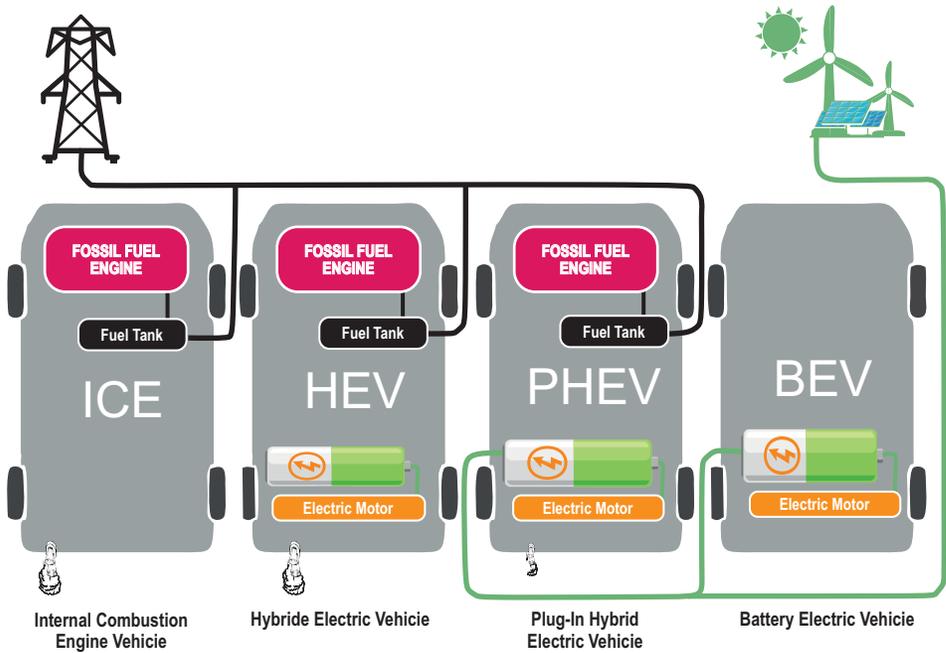


Produksi baja tahan karat berdasarkan jenisnya selama periode 2001-2019



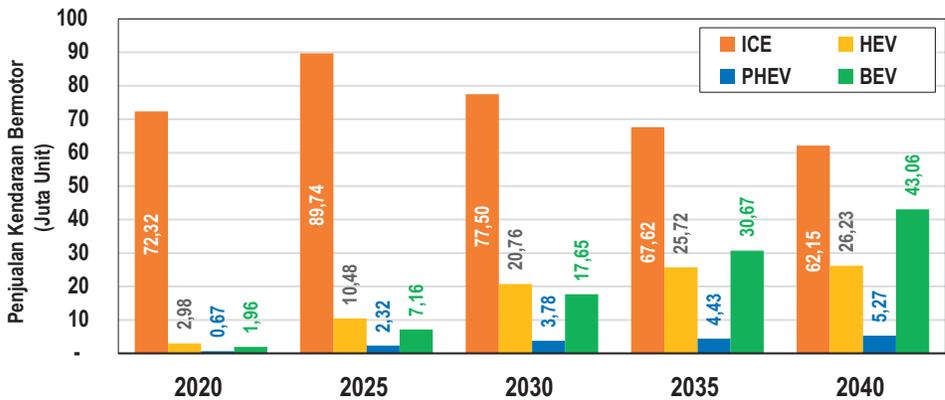
Histori dan proyeksi nikel dalam baja tahan karat dalam periode 2015-2045

Industri hilir nikel lain yang diprediksi akan berkembang pesat adalah industri baterai litium, yang didorong oleh perkembangan teknologi kendaraan bermotor, teknologi sistem penyimpanan energi, dan peralatan elektronik. Teknologi kendaraan bermotor terus dikembangkan untuk menggantikan mobil konvensional (*internal combustion engine/ICE*), agar didapatkan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Berbagai tipe Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) telah dikembangkan antara lain *hybrid electric vehicle* (HEV), *plug-in hybrid electric vehicle* (PHEV), dan *battery electric vehicles* (BEV).



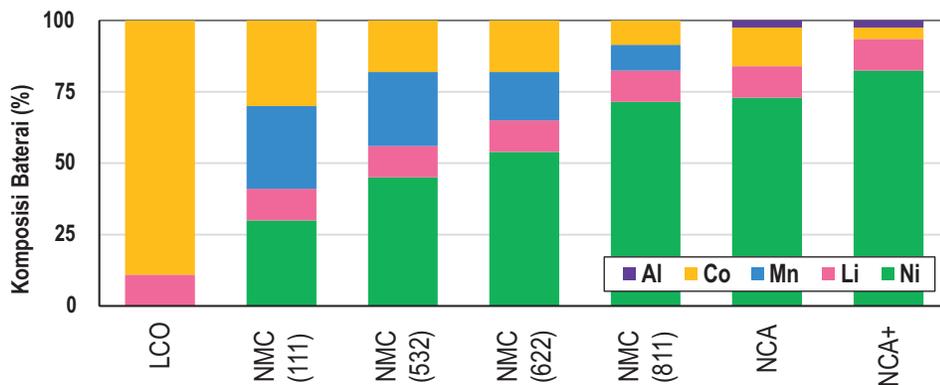
Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik

Pada tahun 2040 diprediksi BEV akan menguasai 31% dari pasar kendaraan bermotor. Selain BEV, penggunaan HEV dan PHEV juga akan mengalami peningkatan di mana masing-masing akan menguasai 19% dan 4% dari pasar kendaraan bermotor.

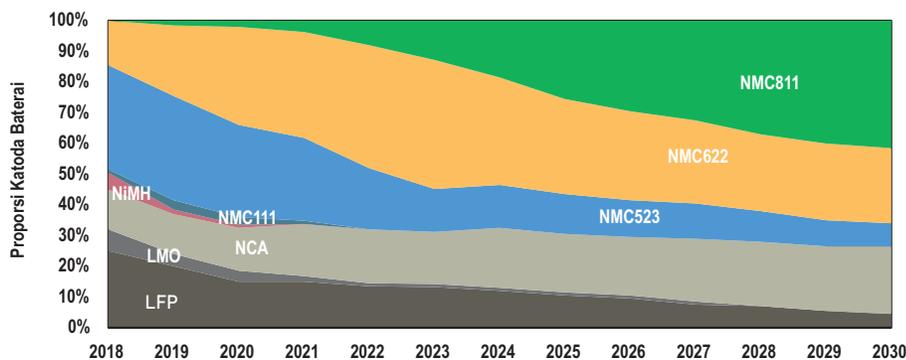


Proyeksi penjualan berbagai kendaraan bermotor dalam periode 2020-2040

Baterai litium pada KBLBB merupakan salah satu komponen yang memiliki peranan penting. Terdapat berbagai tipe katoda baterai litium yang digunakan pada KBLBB, antara lain tipe NMC (*lithium nickel manganese cobalt oxides*), NCA (*lithium nickel cobalt aluminum oxide*) dan LFP (*lithium iron phosphate*). Berdasarkan proyeksi 2020-2040, terdapat kecenderungan peningkatan penggunaan baterai litium dengan kandungan nikel pada katoda yang lebih dominan.

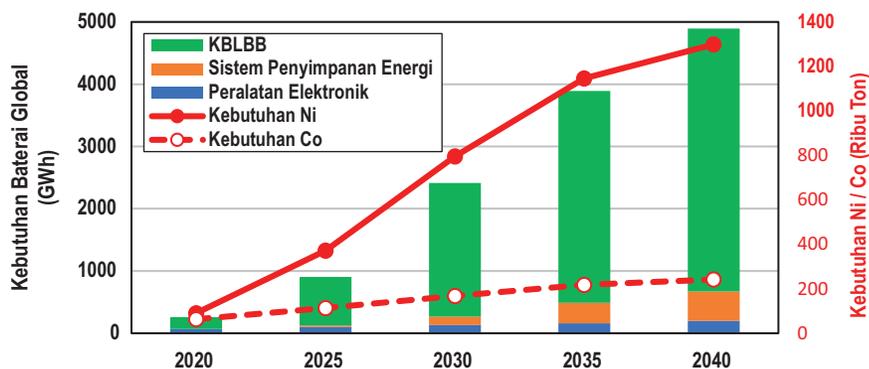


Komposisi berbagai tipe katoda dalam baterai litium



Proyeksi tipe katoda masa depan dalam periode 2018-2030

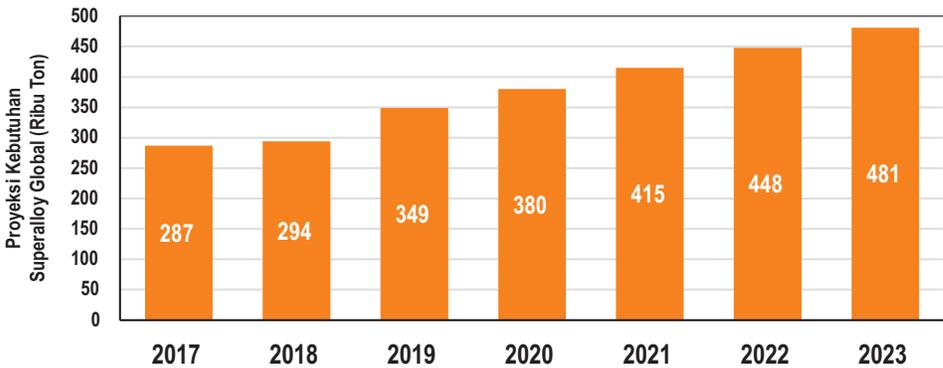
Kebutuhan baterai litium akan didominasi oleh penggunaan pada KBLBB, diikuti oleh penggunaan baterai litium pada sistem penyimpanan energi dan pada peralatan elektronik. Peningkatan penggunaan baterai litium pada berbagai sektor tersebut diproyeksikan akan meningkatkan kebutuhan nikel dan kobalt sebesar 1,3 juta ton dan 0,2 juta ton pada tahun 2040.



Proyeksi proporsi global tipe baterai litium dalam periode 2020-2040

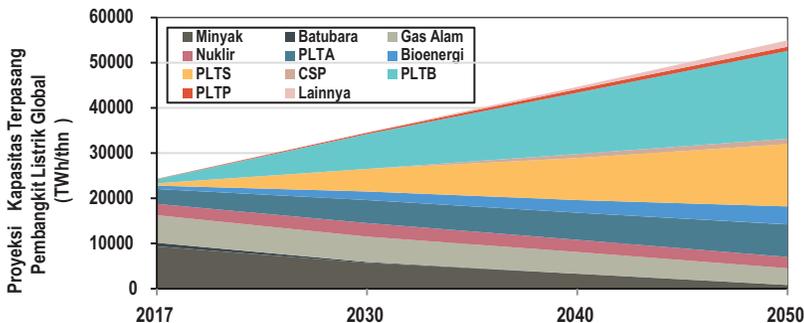
Selain industri baja tahan karat dan baterai litium, nikel akan dibutuhkan juga pada industri pelapisan, industri pengecoran, dan industri paduan logam. *Superalloy* merupakan salah satu paduan logam berbasis nikel yang umum digunakan sebagai material untuk aplikasi temperatur tinggi.

Penggunaan *superalloy* di antaranya adalah untuk komponen pesawat terbang, *gas turbine engines*, reaktor nuklir, turbin pembangkit listrik, peralatan petrokimia, dan mesin roket. Kebutuhan *superalloy* diproyeksikan semakin meningkat mencapai 481 ribu ton pada tahun 2023.



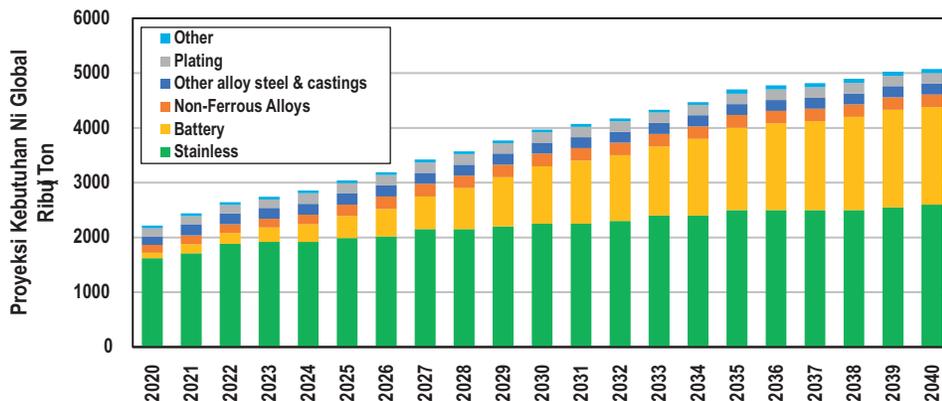
Histori dan proyeksi kebutuhan superalloy global dalam periode 2017-2023

Nikel dan logam dasar lainnya diperlukan dalam teknologi rendah karbon (*low carbon technologies*) salah satunya adalah pada pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT), seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), dan lain-nya. Diperkirakan kontribusi penggunaan EBT akan meningkat dari 25% pada tahun 2017 menjadi 86% pada tahun 2050.



Histori dan proyeksi peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik EBT global dalam periode 2017-2050

Kenaikan kebutuhan nikel sebagian terkait peningkatan konsumsi nikel untuk teknologi rendah karbon. Dapat dilihat bahwa kebutuhan nikel kelas 2 untuk industri baja tahan karat akan cenderung meningkat secara perlahan, sebaliknya kebutuhan akan nikel kelas 1 untuk berbagai industri akan terus meningkat. Pada tahun 2040, kebutuhan global nikel kelas 2 diperkirakan sekitar 2,6 juta ton, sementara kebutuhan nikel kelas 1 sekitar 2,5 juta ton.



Proyeksi kebutuhan nikel kelas 1 dan kelas 2

Industri hilir kobalt yang akan dibutuhkan di masa depan utamanya adalah untuk penggunaan pada sektor baterai. Proporsi penggunaan kobalt untuk aplikasi baterai akan meningkat dari 50% pada tahun 2020 menjadi hampir 75% pada tahun 2040. Penggunaan utama lain dari kobalt adalah untuk aplikasi *superalloy* dengan proporsi penggunaan pada aplikasi tersebut sekitar 7-11%. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan terkait upaya pemanfaatan mineral nikel dan kobalt, salah satu permasalahan adalah keterbatasan dalam ketersediaan dan validitas data. Keterbatasan terkait data informasi komoditas nikel-kobalt dapat ditemukan mulai dari data sumber daya dan cadangan, industri hulu, hingga industri hilir.

Badan Geologi Kementerian ESDM melaporkan bahwa terdapat beberapa permasalahan dan tantangan dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral. Dari segi kuantitas, hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi dari beberapa badan usaha. Sebagai contoh pada tahun 2020, pemutakhiran data komoditas nikel dan kobalt masing-masing hanya sekitar 50% dan 12% dari jumlah titik yang tersedia. Dari segi kualitas, tidak semua data yang dilaporkan telah terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*).

Permasalahan terkait data dapat ditemukan juga di industri hulu, sebagai contoh terdapat kelemahan pada sistem pengelolaan data kadaster yang berada di bawah kewenangan Badan Pertanahan Nasional (BPN). Hal ini menyebabkan berbagai konflik terkait penggunaan lahan.

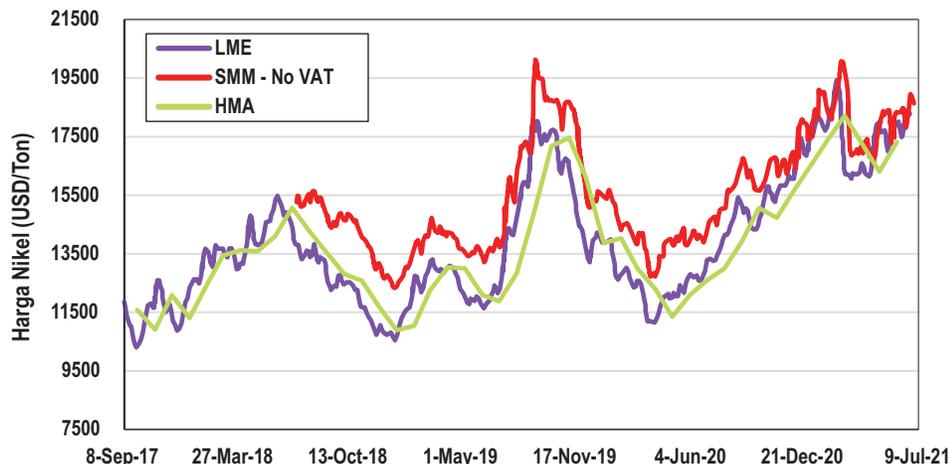
Sebagai contoh, PT Halmahera Persada Lygend (PTHPL) yang merupakan perusahaan pionir pengolahan nikel dengan teknologi hidrometalurgi di dalam area Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Trimegah Bangun Persada (PTTBP). Wilayah tersebut tumpang tindih dengan Tanah Obyek Reforma Agraria (TORA). Wilayah IUP PTTBP diterbitkan pada tahun 2010 sementara TORA baru dicanangkan pada tahun 2018. Ketersediaan dan validasi data merupakan permasalahan yang juga ditemui di industri hilir nikel. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain :

- Data industri hulu, antara, dan industri hilir tidak terintegrasi akibat pengelolaan data yang melibatkan dua kementerian, yaitu Kementerian ESDM dan Kemenperin.
- Data perdagangan ekspor dan impor yang dilaporkan BPS tidak tersedia untuk produk tertentu atau bercampur dengan produk lainnya. Sebagai contoh, data ekspor dan impor produk FeNi dan NPI bercampur dalam HS kode 72026000.
- Data terperinci industri pembentukan, industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang terkait produk nikel dan kobalt tidak tersedia atau tidak mudah diakses.
- Data terperinci jenis produk nikel dan kobalt yang diekspor, diimpor, dan dikonsumsi di dalam negeri tidak tersedia atau tidak mudah diakses.

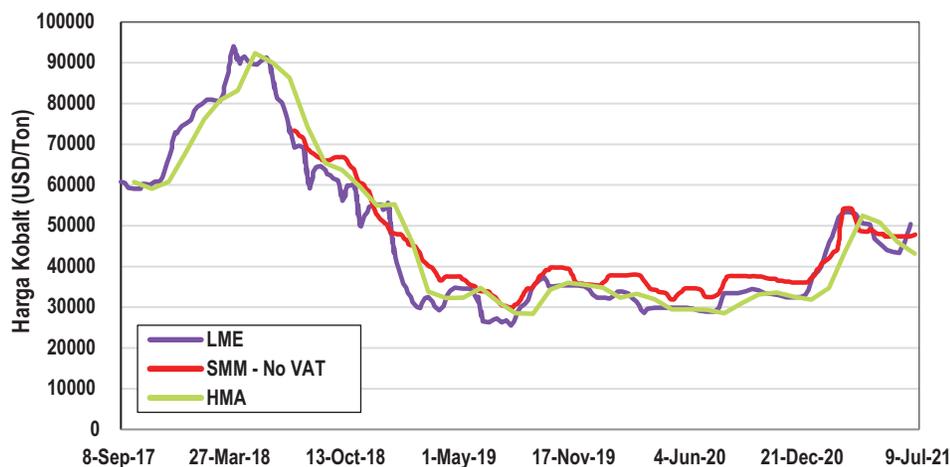
Keterbatasan ketersediaan dan validitas data tersebut menyebabkan pemetaan industri nikel-kobalt yang tidak holistik sehingga menyulitkan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan komoditas tersebut kedepannya.

Dinamika Harga dan Pasar

Harga pasar nikel dan kobalt sepenuhnya dipengaruhi oleh keserasian pasokan dan konsumsi. Harga nikel dan kobalt berdasarkan London Metal Exchange (LME), Shanghai Metals Market (SMM), dan Harga Mineral Acuan (HMA).



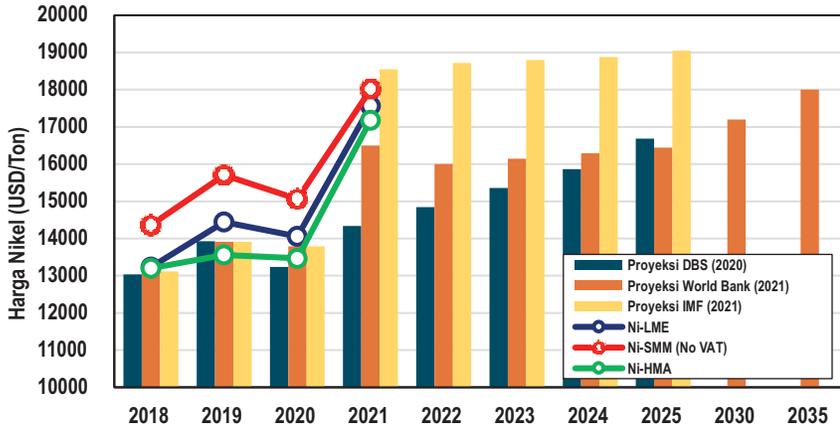
Harga nikel berdasarkan LME, SMM, dan HMA selama periode 2017–2021



Harga kobalt berdasarkan LME, SMM, dan HMA selama periode 2017–2021

Secara umum harga kobalt lebih tinggi 2,5 kali lipat dari harga nikel. Harga nikel yang dilaporkan SMM secara umum lebih tinggi daripada harga nikel yang dilaporkan LME. Selama periode 2017–2021, harga nikel tertinggi sekitar USD 19.800 per ton, sementara harga kobalt sempat mencapai lebih dari USD 90.000 per ton pada pertengahan tahun 2018.

Saat ini, harga nikel berada di kisaran USD 18.000 per ton dan harga kobalt berada di kisaran USD 45.000 per ton. Proyeksi harga nikel yang dilaporkan oleh The Development Bank of Singapore Limited (DBS), World Bank Group, dan International Monetary Fund (IMF), rata-rata tahun 2025 sangat bervariasi antara USD 16.400 per ton hingga USD 19.050 per ton.



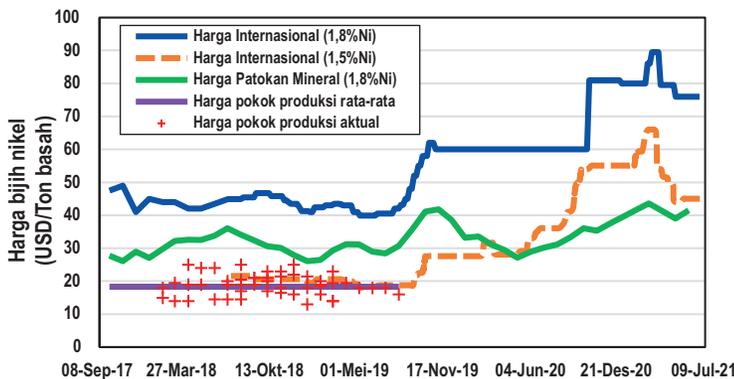
Histori dan proyeksi harga nikel rata-rata berdasarkan LME, SMM, dan HMA, serta harga proyeksi nikel dalam periode 2018–2035

Rangkuman historis harga bijih dengan kadar nikel 1,8% selama periode 2017–2021 ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Harga pasar internasional (garis biru) merupakan harga bijih nikel asal Filipina (FOB) yang sejak 2017 selalu berada di atas nilai USD 40 per ton bijih basah. Harga pokok produksi (HPP) bijih nikel (simbol dan garis merah) berdasarkan data aktual dari berbagai perusahaan penambang nikel dan memiliki nilai rata-rata sekitar USD 18 per ton bijih basah.

Harga patokan mineral/HPM (garis hijau) merupakan harga yang ditetapkan oleh pemerintah. Dihitung dengan menggunakan formula pada KEPMEN ESDM 2946K/30/MEM/2017, yaitu :

$$HPM_{\text{Bijih Nikel}} = \%Ni \times \text{Correction Factor (CF)} \times HMA_{\text{Nikel}}$$

Correction Factor (CF) adalah besaran nilai persentase yang mengakomodir nilai diskon maupun premium terhadap kualitas komoditas yang diperjualbelikan, dengan ketentuan CF bijih nikel kadar 1,9% Ni = 20%, dan CF akan naik atau turun sebesar 1% untuk setiap kadar Ni naik atau turun sebesar 0,1%. HMANikel adalah harga mineral acuan nikel yang ditetapkan pemerintah dan dimutakhirkan setiap bulan.



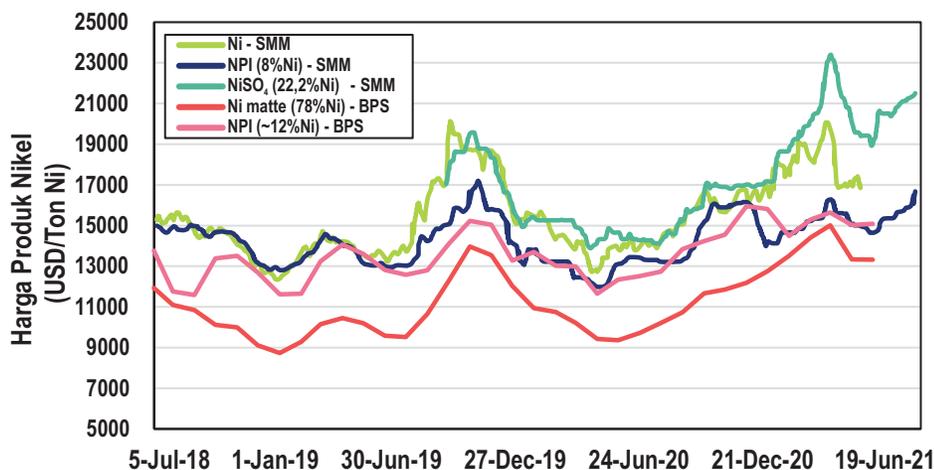
Harga pasar internasional, harga pokok produksi, dan harga patokan mineral bijih dengan kadar nikel 1,5% dan 1,8% selama periode 2017–2021

Dapat dilihat bahwa HPM berada di bawah harga pasar internasional sehingga meningkatkan keekonomian *smelter* di Indonesia, dan HPM berada di atas HPP untuk memberikan keuntungan yang cukup bagi penambang nikel.

Pada bulan Juni 2021, jurang antara harga pasar internasional dan HPM untuk bijih dengan 1,8% Ni cukup signifikan mencapai USD 35 per ton bijih basah. HPM untuk bijih dengan 1,8% Ni bahkan terkadang berada di bawah harga pasar internasional untuk bijih dengan 1,5% Ni. Hal ini mengindikasikan bahwa *smelter* nikel yang beroperasi di Indonesia saat ini sangat diuntungkan dalam hal harga bahan baku bijih dibandingkan *smelter* di luar negeri.

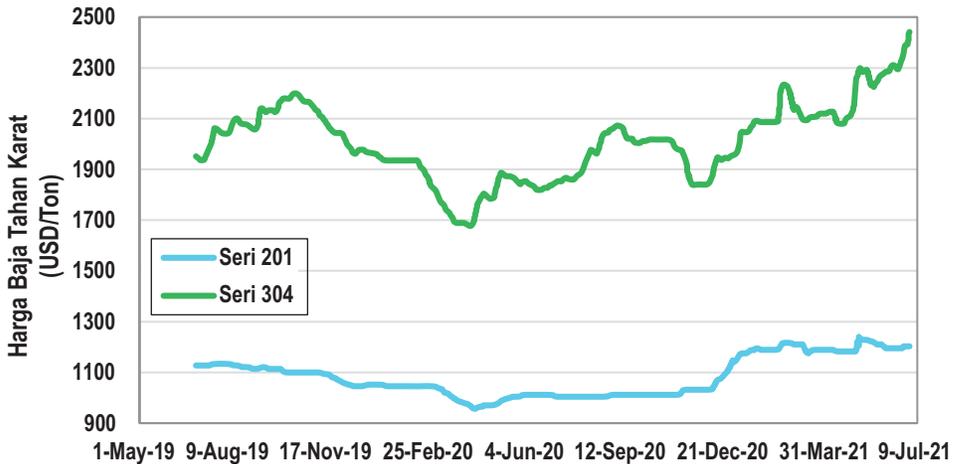
Berikut ini rangkuman harga historis dari berbagai produk antara (*intermediate product*) dalam USD per ton nikel yang terkandung di dalamnya bersumber dari Shanghai Metals Market (SMM) dan Badan Pusat Statistik Nasional (BPS). Harga nikel dalam matte secara konsisten berada di bawah harga nikel dalam produk antara lainnya, yaitu sekitar 70-80% dari harga nikel murni.

Harga tersebut serupa dengan produk antara MHP (*mixed hydroxide precipitates*) yang memiliki harga jual 75-80% dari harga nikel LME. Harga yang lebih rendah ditetapkan pada produk-produk tersebut karena dibutuhkan adanya tambahan biaya yang diperlukan untuk memprosesnya menjadi produk nikel kelas 1. Harga nikel dalam NPI secara umum mengikuti harga nikel murni, namun harga nikel dalam NPI sedikit di bawah harga nikel murni sejak pertengahan 2019. Sementara itu, harga nikel dalam nikel sulfat mendekati atau selalu lebih tinggi dari harga nikel murni hingga sekitar USD 1.000-2.500 per ton di atas harga nikel LME. Tingginya harga nikel dalam nikel sulfat disebabkan adanya biaya tambahan yang diperlukan untuk mengkonversi nikel menjadi nikel sulfat.

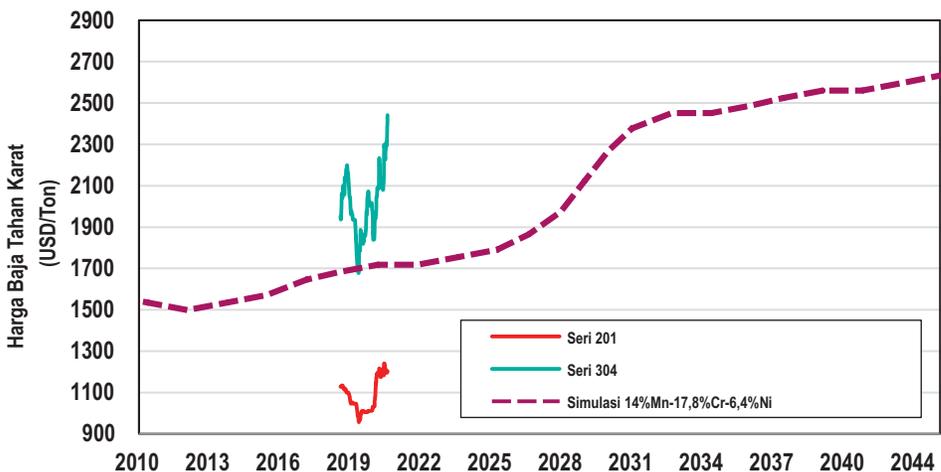


Harga produk nikel dalam USD per ton nikel yang terkandung di dalamnya selama periode 2018–2021

Harga baja tahan karat seri 304 jauh lebih tinggi daripada harga seri 201. Hal ini dikarenakan baja tahan karat 304 memiliki kandungan nikel yang tinggi sekitar 8-10,5% Ni, sementara baja tahan karat 201 mengandung nikel sekitar 3,5-5,5% Ni. Prediksi harga baja tahan karat yang mengandung 14% Mn, 17,8% Cr, dan 6,4% Ni dirangkum pada gambar di bawah ini. Hasil prediksi menunjukkan bahwa harga baja tahan karat akan terus meningkat dan nikel merupakan komponen utama dalam produksi baja tahan karat tersebut.



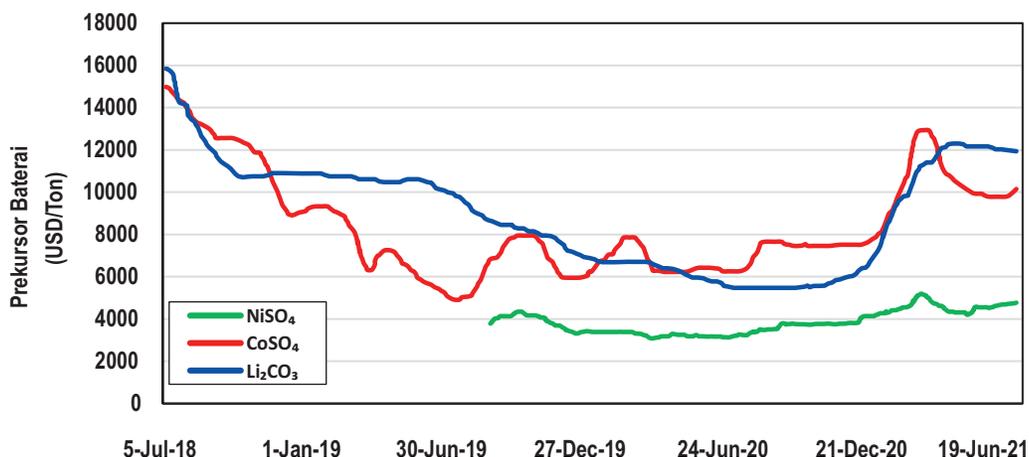
Harga baja tahan karat seri 201 dan seri 304 selama periode 2017–2021



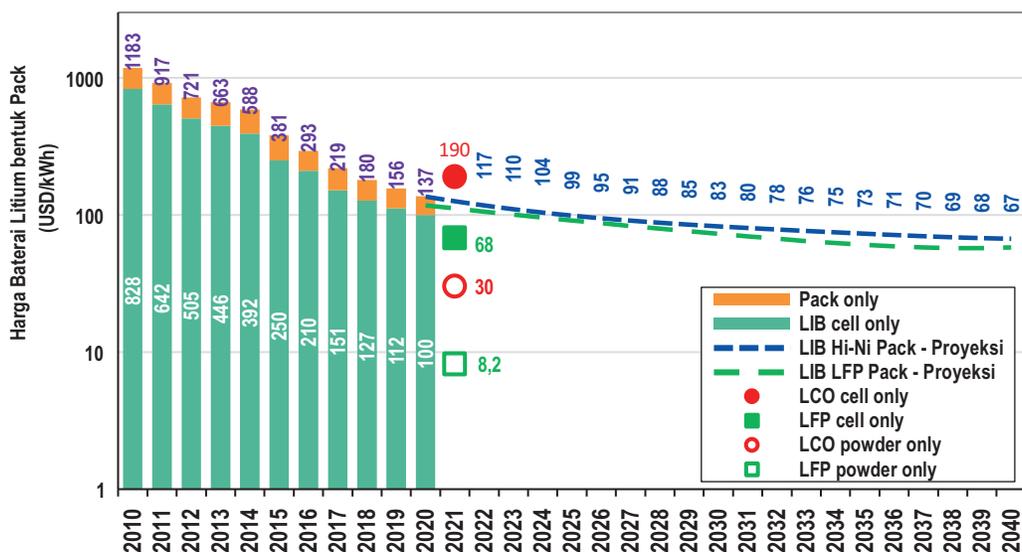
Harga baja tahan karat 201, 430 dan 304, serta proyeksi harga baja tahan karat Mn Cr Ni dalam periode 2019–2045

Secara umum harga nikel sulfat lebih rendah daripada harga bahan baku katoda lainnya. Historis dan proyeksi harga baterai litium yang sudah dirangkai dalam bentuk *pack* untuk periode 2010-2040 ditunjukkan pada gambar di bawah ini. Harga baterai litium *pack* berkisar USD 1183 per kWh pada tahun 2010, di mana sekitar 70% adalah harga sel baterai.

Harga baterai litium *pack* terus mengalami penurunan hingga USD 137 per kWh. Penurunan ini dikarenakan berbagai hal, beberapa di antaranya adalah terobosan material dan proses yang lebih murah, serta peningkatan densitas energi baterai. Pada tahun 2040 diprediksi harga baterai litium *pack* dengan katoda yang mengandung tinggi sekitar USD 67 kWh, sementara LFP sekitar USD 10 kWh lebih rendah.



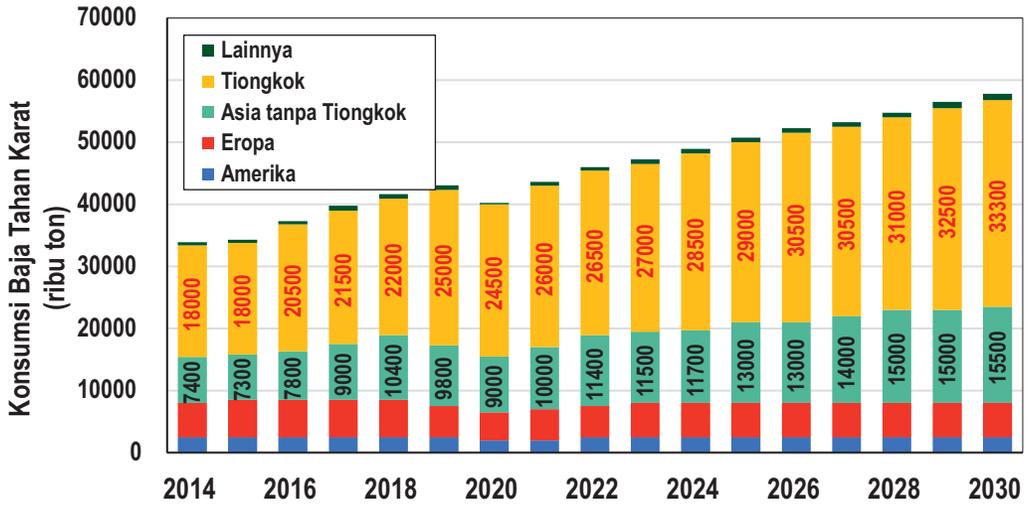
Harga bahan baku baterai litium NMC selama periode 2017–2021



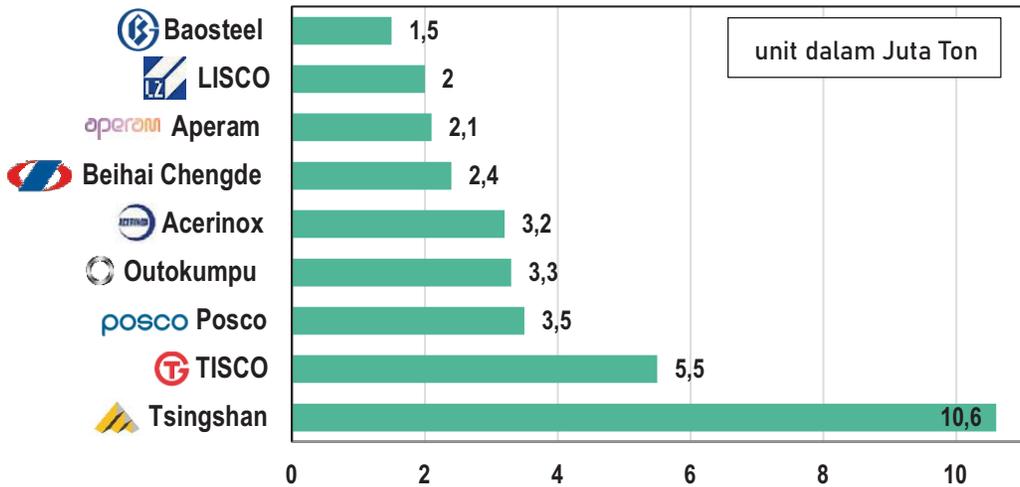
Histori dan proyeksi harga baterai litium dalam bentuk pack dan sel, serta harga serbuk katoda dalam periode 2010–2040

Informasi pasar yang tersedia untuk produk nikel dalam bentuk baja tahan karat dapat dilihat berdasarkan besaran konsumsi beberapa kawasan di dunia. Tiongkok sebagai negara konsumen baja tahan karat terbesar akan terus mendominasi hingga beberapa tahun ke depan. Pasar signifikan baja tahan karat lainnya tersedia di kawasan Asia dan Eropa.

Tsingshan Holding Group Company Limited memproduksi sekitar 10,6 juta ton baja tahan karat, atau setara dengan 25% dari konsumsi dunia. Perusahaan lainnya yang mendominasi pasar baja tahan karat dunia berasal dari beberapa kawasan, antara lain Tiongkok, Korea Selatan, dan Eropa.

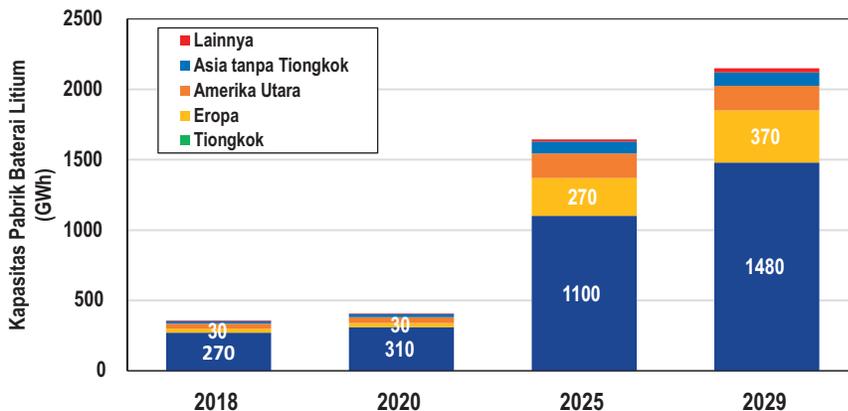


Histori dan proyeksi konsumsi baja tahan karat berdasarkan area dalam periode 2010–2040

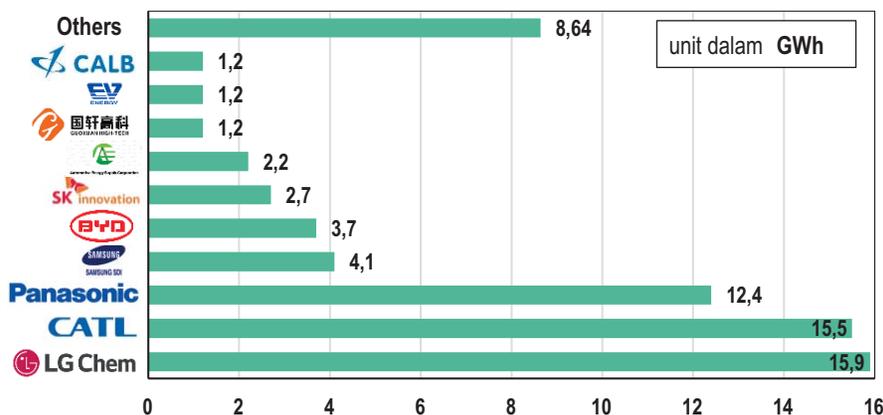


Penguasaan pasar baja tahan karat pada tahun 2019

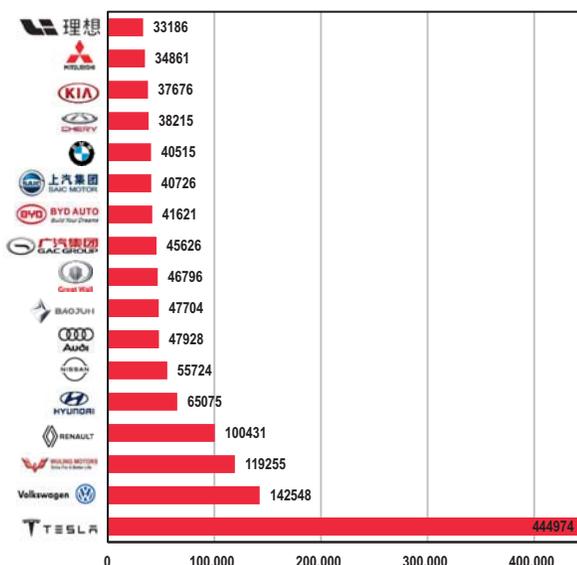
Sama halnya dengan baja tahan karat, Tiongkok merupakan negara produsen baterai terbesar, dan akan terus mendominasi hingga beberapa tahun ke depan. Penguasaan pasar baterai untuk mobil listrik dan penjualan unit kendaraan mobil listrik atau PEV dunia pada tahun 2020 didominasi oleh LG Chem, CATL, dan Panasonic, yang merupakan produsen baterai utama dengan total kapasitas sebesar 43,8 GWh atau sekitar 10% dari total kapasitas pabrik baterai dunia. Tesla mendominasi penjualan unit mobil listrik hingga mendekati 0,5 juta unit. Tiga produsen terbesar mobil listrik lainnya pada tahun 2020 antara lain Volks Wagen, Wuling, dan Renault.



Histori dan proyeksi kapasitas pabrik baterai litium berdasarkan negara periode 2018–2029

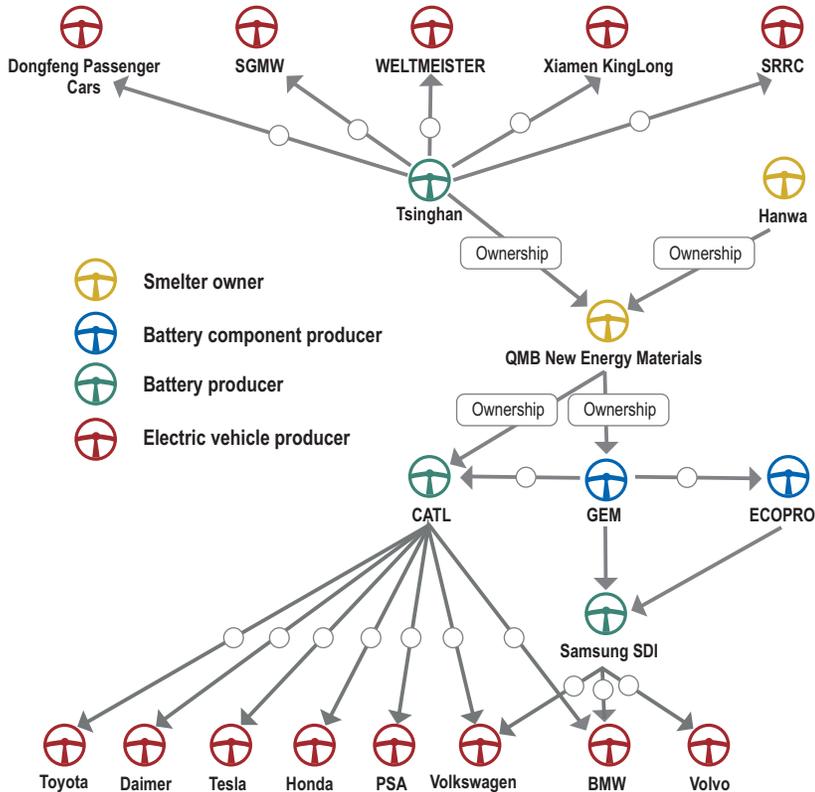


Penguasaan pasar baterai mobil listrik pada tahun 2020



Penguasaan pasar PEV pada tahun 2020

Suplai dari produk pabrik HPAL hingga menjadi produk baterai untuk kendaraan listrik memerlukan kerjasama antara berbagai perusahaan multinasional, mulai dari perusahaan produsen komponen baterai, perusahaan pembuat baterai, dan perusahaan pembuat kendaraan listrik. Gambaran tersebut menunjukkan bahwa aliansi global perlu dijalin agar dapat memasarkan produk nikel yang dihasilkan ke pasar dunia.



Prediksi aliran rantai suplai PT QMB New Energy Materials

Beberapa *point* penting terkait aspek harga dan pasar dalam upaya pengembangan industri nikel-kobalt di Indonesia antara lain:

- Harga logam nikel cenderung fluktuatif dan tidak terdapat proyeksi yang pasti terkait harga nikel dan harga produk turunannya di masa depan.
- HPM bijih nikel dalam negeri cenderung lebih rendah daripada harga pasar internasional.
- Harga nikel dalam nikel sulfat dinilai lebih tinggi dibandingkan nikel dalam NPI, nikel matte, dan MHP.
- Harga baja tahan karat ke depan memiliki kecenderungan akan terus meningkat, sementara harga baterai dalam bentuk *pack* akan terus mengalami optimasi.
- Penguasaan pasar produk nikel baik baja tahan karat maupun baterai untuk kendaraan listrik didominasi oleh Tiongkok.
- Diperlukan aliansi global untuk dapat memasarkan produk nikel ke pasar dunia.

Teknologi dan Infrastruktur

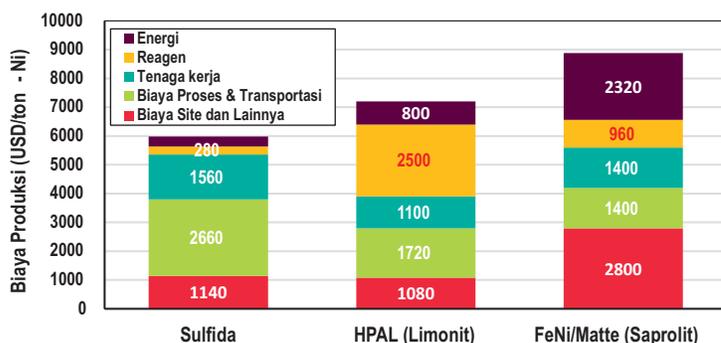
Seperti telah diulas pada bab sebelumnya, terdapat dua jalur teknologi pengolahan dan pemurnian bijih nikel laterit, yaitu jalur teknologi pirometalurgi dan hidrometalurgi. Teknologi pirometalurgi yang paling banyak digunakan adalah RKEF, di mana dapat dihasilkan produk NPI, FeNi, dan nikel matte.

Teknologi hidrometalurgi yang umum diaplikasikan adalah HPAL, di mana dapat dihasilkan produk MHP, MSP, atau nikel sulfat. Teknologi RKEF merupakan teknologi yang matang dan sudah diaplikasikan di Indonesia sejak lama. Sementara teknologi HPAL merupakan teknologi yang baru diaplikasikan di satu lokasi pabrik, dan secara historis lebih sulit untuk mencapai tahap operasional yang stabil.

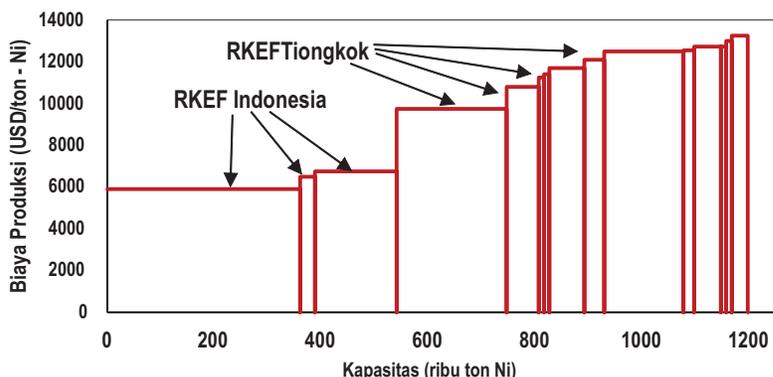
Biaya pengolahan dan pemurnian bijih nikel sulfida lebih rendah karena proses peleburannya yang bersifat *autothermal*, sehingga membutuhkan energi lebih sedikit. Kebutuhan energi pada teknologi HPAL bijih laterit lebih tinggi daripada bijih sulfida karena pengoperasian tangki *autoclave* pada tekanan dan temperatur tinggi.

Biaya pengolahan dan pemurnian bijih nikel laterit dengan teknologi RKEF paling tinggi di antara teknologi lainnya. Biaya energi serta biaya *site* dan lainnya menjadi faktor utama yang menyebabkan teknologi RKEF memiliki biaya pengolahan dan pemurnian lebih tinggi dari teknologi lainnya.

Besaran biaya pengolahan dan pemurnian ini akan bergantung juga pada lokasi pembangunan pabrik. Biaya produksi NPI dengan teknologi RKEF yang berlokasi di Indonesia lebih rendah daripada RKEF yang berlokasi di Tiongkok. Perbedaan tersebut salah satu penyebab utamanya dikarenakan perbedaan harga bijih nikel.



Biaya pengolahan dan pemurnian bijih nikel dengan berbagai teknologi



Perbandingan biaya pengolahan dan pemurnian RKEF di Indonesia dan Tiongkok

Infrastruktur penunjang akan selalu diperlukan untuk mendukung operasional pabrik pengolahan dan pemurnian bijih nikel. Infrastruktur tersebut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu infrastruktur eksternal seperti pelabuhan dan prasarana transportasi, serta infrastruktur internal seperti fasilitas air, pengolahan limbah, fasilitas pembangkit energi, dan fasilitas pendukung lainnya. Pabrik pengolahan dan pemurnian nikel umumnya dibangun di lokasi terpencil sehingga perusahaan akan membangun infrastruktur yang diperlukan secara mandiri.

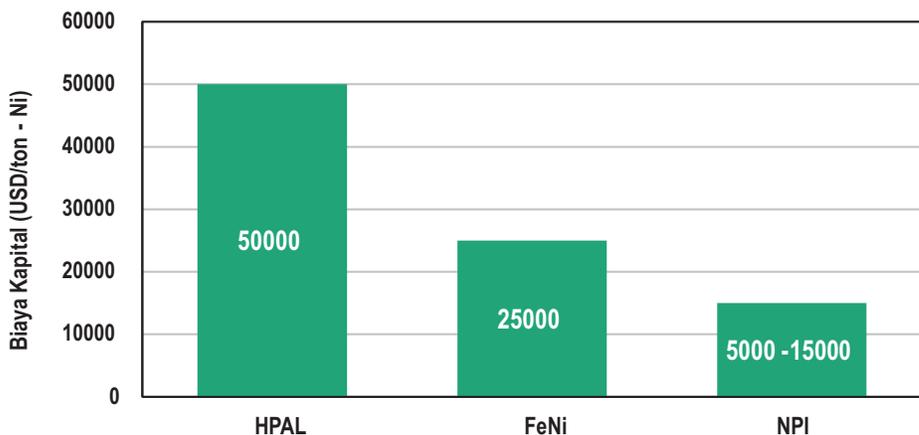
Terdapat beberapa hal penting terkait aspek teknologi dalam pengembangan industri nikel-kobalt di Indonesia, beberapa di antaranya :

- Hampir sebagian besar pabrik pirometalurgi di Indonesia menggunakan bijih nikel kadar tinggi dengan Nikel (Ni) di atas 1,7%.
- Bijih nikel *saprolite* dengan rasio silikon dioksida (SiO_2)/magnesium oksida (MgO) yang tinggi belum dapat dimanfaatkan sampai saat ini.
- Teknologi pengolahan dan pemurnian bijih nikel belum dikuasai oleh bangsa Indonesia. Sebagai contoh, teknologi RKEF telah dimiliki Indonesia sejak lama namun sampai saat ini pembangunannya belum dapat dilakukan secara mandiri.

Pemodalan Usaha

Industri pengolahan dan pemurnian logam merupakan industri yang membutuhkan investasi besar dengan risiko yang juga besar. Teknologi HPAL memiliki biaya kapital per ton nikel yang paling tinggi mencapai USD 50.000 per ton Ni. Teknologi RKEF dengan produk FeNi memiliki biaya kapital USD 25.000 per ton Ni, sementara teknologi RKEF dengan produk NPI memiliki biaya kapital paling rendah sekitar USD 5.000-15.000 per ton Ni.

Walaupun diperlukan modal yang relatif besar untuk pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian bijih nikel, perusahaan yang sudah dan akan berinvestasi di Indonesia sampai saat ini berjumlah mencapai 92 perusahaan. Nilai investasi total yang melaporkan baik yang sudah terealisasi dan masih direncanakan lebih dari USD 25 miliar.



Biaya kapital pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian nikel dengan berbagai teknologi

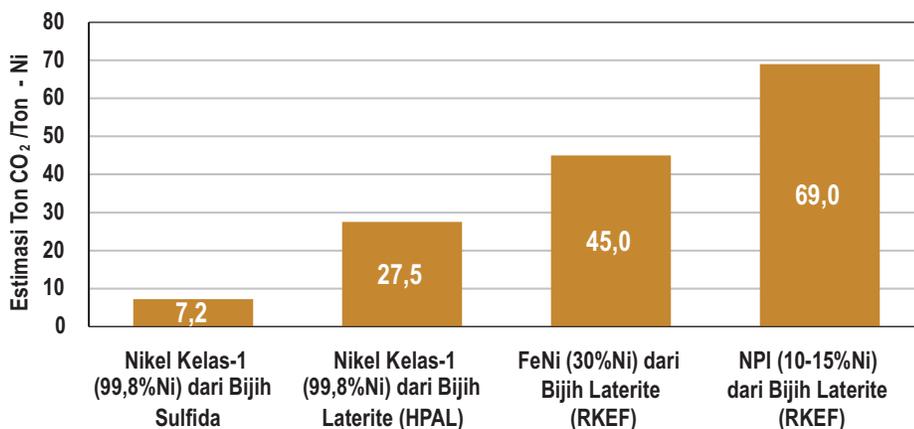
Secara umum nilai investasi pada komoditas nikel-kobalt sudah cukup tinggi, namun terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan lebih lanjut, antara lain:

- Investasi yang sudah terealisasi sebagian besar didorong oleh perusahaan swasta. Perusahaan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) masih belum dapat memanfaatkan peluang yang ada secara optimal.
- Investasi didominasi oleh pembangunan pabrik teknologi pirometalurgi untuk menghasilkan NPI.
- Investasi untuk pabrik hidrometalurgi serta produk turunan nikel seperti baja tahan karat dan bahan baku baterai berbasis nikel masih terbatas.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas nikel-kobalt diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri, agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal. Keseimbangan ketersediaan sumber daya dan cadangan serta tingkat eksploitasi komoditas nikel-kobalt harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi. Dampak lingkungan akan menjadi salah satu faktor yang penting di masa depan dalam pertimbangan pemilihan teknologi. Untuk bijih laterit, teknologi HPAL memiliki emisi CO₂ paling rendah, sementara teknologi RKEF-NPI cenderung menghasilkan CO₂ sekitar 2,5 kali lebih banyak daripada teknologi HPAL. Data tersebut menunjukkan kemungkinan peningkatan implementasi teknologi HPAL dibandingkan teknologi RKEF di masa depan.

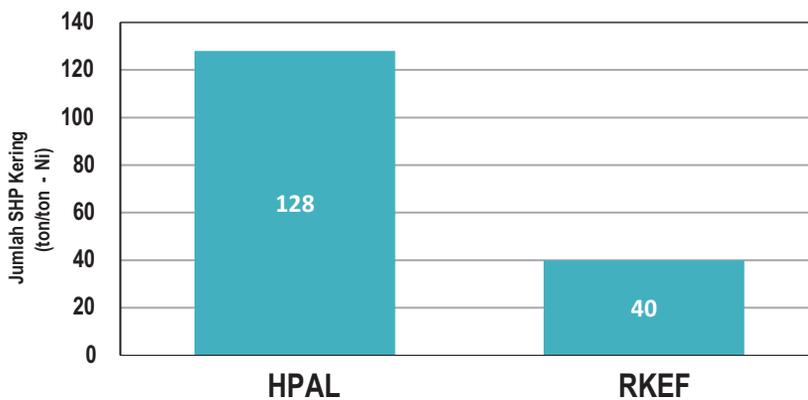


Estimasi CO₂ yang dihasilkan berdasarkan jenis bijih dan teknologi pengolahan dan pemurnian nikel

Dampak lingkungan hidup lain yang akan menjadi permasalahan untuk industri pengolahan dan pemurnian bijih nikel adalah sisa hasil pengolahan (SHP), yang jumlahnya cukup signifikan. Jumlah SHP teknologi RKEF mencapai 40 ton per ton-Ni, sementara jumlah SHP teknologi HPAL lebih besar 3 kali lipat dari SHP teknologi RKEF yaitu mencapai 128 ton per ton-Ni.

Pada aktualnya, SHP dari teknologi HPAL jumlahnya akan lebih besar karena akan berupa lumpur dengan presentase solid hanya sebesar 10%, sehingga terdapat isu terkait penanggulangannya. Terdapat tiga opsi penanganan SHP proses HPAL, yaitu *backfilling* di lahan bekas tambang, penampungan SHP dalam kolam atau dam, dan penempatan SHP di dasar laut. Penempatan SHP di dasar laut memiliki risiko pencemaran lingkungan sehingga salah satu cara yang paling sesuai adalah penempatan SHP kering di darat (*dry tailing storage*).

Saat ini, SHP yang dihasilkan umumnya ditimbun atau dimanfaatkan untuk aplikasi konvensional. Sebagai contoh, SHP teknologi pirometalurgi sebagian telah dimanfaatkan sebagai bahan baku beton, klinker semen, mineral fiber, batako dan berbagai aplikasi lainnya. Pemanfaatan SHP lebih lanjut perlu dipikirkan mengingat untuk SHP dari industri pemurnian dan pengolahan nikel dilaporkan mengandung logam tanah jarang.



Estimasi jumlah SHP kering yang dihasilkan berdasarkan jenis teknologi pengolahan dan pemurnian nikel

Beberapa hal penting terkait keberlanjutan dan dampak lingkungan dari pengembangan industri nikel-kobalt di Indonesia, antara lain :

- Ketahanan sumber daya dan cadangan bijih nikel-kobalt harus diperhatikan untuk keberlanjutan industri.
- Faktor lingkungan akan menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi pengembangan industri nikel-kobalt.
- Pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan upaya pemanfaatan SHP perlu ditingkatkan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi terkait data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) – (*SWOT analysis*) terutama bagi perusahaan dalam negeri terkait pengembangan industri nikel-kobalt di Indonesia.

Analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (*SWOT Analysis*) terkait pengembangan industri nikel-kobalt Indonesia.

<p>Strength</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. HPM bijih nikel dan <i>cash cost</i> peleburan relatif rendah. 2. Kebijakan larangan ekspor bijih nikel mendorong hilirisasi. 	<p>Weakness</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengolahan bijih nikel limonit masih belum optimal . 2. Permintaan baja tahan karat dalam negeri rendah dan tidak memenuhi skala ekonomi sehingga pasokan domestik dipenuhi melalui impor produk stainless steel. 3. Kebanyakan nikel kelas -2 diekspor karena tidak dapat diserap dalam negeri . 4. Infrastruktur & rantai pasok industri nikel domestik belum optimal. 5. Data sumber daya dan cadangan bijih nikel belum standar. 6. Bijih saprolit dengan SiO₂/MgO tinggi masih belum dimanfaatkan. 7. Sisa hasil pengolahan mengandung unsur-unsur berharga yang belum dimanfaatkan
<p>Opportunity</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadangan nikel terbesar dunia berada di Indonesia. 2. Trend permintaan nikel kelas -1 yang meningkat. 3. Peningkatan kebutuhan nikel untuk kendaraan listrik. 4. Terdapat market domestik untuk baja tahan karat. 5. Trend peningkatan kebutuhan nikel untuk industri maju. 	<p>Threat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Laju konsumsi bijih nikel saprolit yang tinggi. 2. Smelter nikel didominasi nikel kelas- 2. 3. Ketergantungan terhadap pemodal asing. 4. Cadangan bijih nikel saprolit yang relatif sedikit. 5. Potensi adanya sisa hasil pengolahan ke alam.

Matriks threats-opportunity-weakness-strengths (TOWS) komoditas nikel-kobalt Indonesia

<p>Strength: S1. HPM bijih nikel dan <i>cash cost</i> peleburan yang rendah. S2. Kebijakan larangan ekspor bijih nikel mendorong hilirisasi.</p>	<p>Weakness: W1. Pengolahan bijih nikel limonit masih belum optimal . W2. Permintaan baja tahan karat dalam negeri rendah dan tidak memenuhi skala ekonomi sehingga pasokan domestik dipenuhi melalui impor produk stainless steel. W3. Kebanyakan nikel kelas -2 diekspor karena tidak dapat diserap dalam negeri. W4. Infrastruktur & rantai pasok industri nikel domestik belum optimal. W5. Data sumber daya dan cadangan bijih nikel belum standar. W6. Bijih saprolit dengan SiO₂/MgO tinggi masih belum dimanfaatkan. W7. Sisa hasil pengolahan mengandung unsur-unsur yang dapat dimanfaatkan.</p>
<p>Opportunity: O1. Cadangan nikel terbesar dunia berada di Indonesia. O2. Trend permintaan nikel kelas -1 yang meningkat. O3. Peningkatan kebutuhan nikel untuk kendaraan listrik. O4. Terdapat market domestik untuk baja tahan karat. O5. Trend peningkatan kebutuhan nikel untuk industri maju.</p>	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Total mining bijih limonit dan bijih saprolit (S2,O1,O2) -(1d) 2. Pengembangan industri katoda berbahan baku Nikel (S2,O2,O3) -(3c) 3. Pengembangan industri sel baterai berbahan baku Nikel untuk kendaraan listrik (S2,O3) -(3d) 4. Pengembangan industri Nikel untuk baha n baku teknologi EBT (S2,O2) -(3e) 5. Pengembangan industri Nikel untuk super alloy (S2,O5) -(3f)
<p>Threat: T1. Laju konsumsi bijih nikel saprolit yang tinggi. T2. Smelter nikel didominasi nikel kelas-2 T3. Ketergantungan terhadap pemodal asing. T4. Cadangan bijih nikel sa prolit yang relatif sedikit. T5. Potensi adanya sisa hasil pengolahan ke alam.</p>	<p>ST:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kegiatan eksplorasi nikel dan mineral terkait industri stainless steel (S1,T4) -(1a) 2. Peningkatan konversi sumberdaya menjadi cadangan (S1,T4) -(1b) 3. Pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik peleburan (S1,T 1,T2) -(2d) 4. Pemakaian hasil produk domestik untuk industri dalam negeri (S1,S3,T5) -(4a) 5. Pengembangan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan scrap stainless steel dan limbah baterai (S3,T5) -(4b)
	<p>WO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Percepatan operasi pabrik Hidrometalurgi untuk mengolah Nikel Limonit (W1,O2,O3) -(2a) 2. Inventarisasi bijih limonit bekas penambangan saprolit (W5,O2) -(1c) 3. Pengembangan industri NISO (W1,O2,O3) -(2b) 4. Implementasi & penguasaan teknologi HPAL yang proven, reliable & kompetitif (W1,O2) -(2e) 5. Peningkatan penyerapan domestik produk nikel kelas-2 (W3,W4,O4) -(3a) 6. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan domestik stainless steel (W2,W4,O4) -(3b) 7. Pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik HP AL (W7,O2) -(2d)
	<p>WT:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Verifikasi dan standarisasi pelaporan sumberdaya dan cadangan nikel saprolit (ini masuknya program) (W5,T4) -(1e) 2. Pemanfaatan bijih saprolit dengan SiO₂/MgO tinggi (melakukan riset bersama) (W6,T4) -(2c) 3. Pembatasan pembangunan pabrik nikel kelas-2 (W3,T1,T2 ,T3) -(2c) 4. Kebijakan konversi nikel kelas -2 menjadi nikel kelas-1 (W1,T2) -(2c)

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas nikel-kobalt saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun 4 usulan program utama terkait pengembangan komoditas nikel-kobalt Indonesia, yaitu:

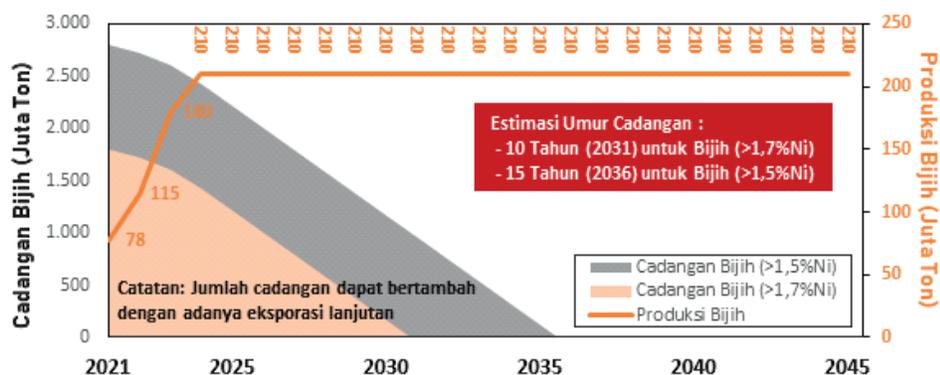
1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan pencanangan sistem daur ulang.

Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri nikel-kobalt mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi/manufaktur, hingga daur ulang.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

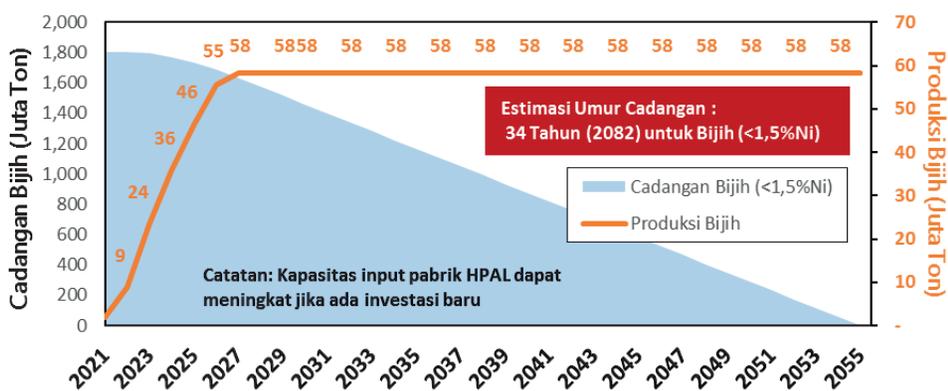
Ketahanan cadangan suatu komoditas nikel-kobalt mempertimbangkan ketiga aspek penting sebagai berikut, yaitu ketersediaannya dari sumber (hulu), keterjangkauannya untuk kebutuhan konsumsi industri, dan keberlanjutannya untuk masa yang akan datang. Indonesia memiliki cadangan nikel terbesar di dunia dalam bentuk bijih laterit dengan jumlah total cadangan baik terkira dan terbukti sebesar 49 juta ton nikel pada tahun 2020.

Saat ini sebagian besar konsumsi bijih laterit didominasi oleh bijih tipe *saprolite* kadar nikel tinggi untuk *smelter* RKEF yang memproduksi nikel kelas 2. Jumlah cadangan bijih tipe *saprolite* dengan kandungan nikel (Ni) > 1,7% dan Ni > 1,5% sebesar 1,76 miliar ton dan 2,75 miliar ton bijih basah. Jika diasumsikan tidak ada penambahan cadangan dan konsumsi bijih mencapai tingkatan di mana semua *smelter* yang direncanakan telah terbangun dan seluruhnya beroperasi (210 juta ton bijih basah per tahun dengan asumsi tidak terdapat penambahan *smelter* lebih lanjut), maka cadangan bijih dengan kandungan Ni > 1,7% akan habis pada tahun 2031. Sementara jika digunakan bijih dengan kandungan Ni > 1,5%, maka cadangan bijih *saprolite* akan habis pada tahun 2036.



Umur cadangan dan produksi bijih nikel (1,5% Ni dan 1,7% Ni) yang diproses dengan teknologi pirometalurgi

Konsumsi bijih laterit tipe *limonite* kadar nikel rendah di Indonesia untuk pabrik HPAL yang memproduksi nikel kelas 1 masih relatif rendah. Jumlah cadangan bijih tipe *saprolite* dengan kandungan Ni < 1,7% dan Ni < 1,5% masing-masing sebesar 2,80 miliar ton dan 1,81 miliar ton bijih basah. Jika diasumsikan semua pabrik HPAL yang direncanakan telah terbangun dan seluruhnya beroperasi (58 juta ton bijih basah per tahun dengan asumsi tidak terdapat penambahan *smelter* lebih lanjut), maka cadangan bijih untuk kandungan Ni < 1,5% masih dapat bertahan hingga tahun 2055.



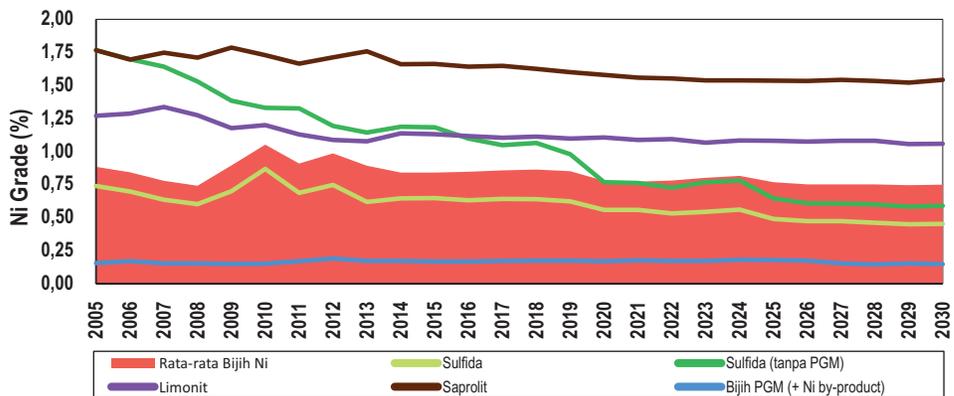
Umur cadangan dan produksi bijih nikel (<1,5%Ni) yang diproses dengan teknologi hidrometalurgi.

Dapat dilihat bahwa ketahanan cadangan bijih nikel *saprolite* dalam hal keberlanjutannya untuk masa yang akan datang berada pada kondisi yang kritis. Kegiatan eksplorasi terkait bijih nikel *saprolite* harus ditingkatkan untuk mendapatkan lokasi sumber daya baru. Hal ini dapat dilakukan salah satunya dengan mewajibkan tiap IUP mengalokasikan dana untuk kegiatan eksplorasi.

a. Peningkatan Konversi Sumber Daya Menjadi Cadangan

Peningkatan kegiatan eksplorasi harus dilakukan juga untuk mineral-mineral terkait pengembangan industri turunan nikel. Pengembangan industri baja tahan karat dan industri baterai litium akan memerlukan komponen bahan baku lain, seperti mineral besi, kromit, mangan, litium, dan kobalt. Data sumber daya dari sebagian mineral tersebut belum tersedia sehingga perlu dilakukan kegiatan eksplorasi untuk mengetahui besaran potensinya di Indonesia.

Kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan oleh masing-masing badan usaha perlu didorong untuk meningkatkan umur cadangan bijih nikel *saprolite*. Berbagai faktor pengubah (*modifying factor*) akan mempengaruhi kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan, antara lain faktor-faktor penambangan, pengolahan/pemurnian, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, dan peraturan pemerintah. Salah satu faktor pengubah adalah batasan kadar nikel dalam bijih yang dapat diolah secara ekonomis.



Histori dan proyeksi kadar nikel dalam bijih sulfida dan laterit yang ditambang dalam periode 2005-2030

Hasil kajian tersebut menunjukkan bahwa kadar nikel dalam bijih laterit yang dapat ditambang hingga 9 tahun kedepan tidak akan mengalami banyak perubahan. Pada tahun 2030, kadar nikel dalam bijih saprolit dan limonit masing-masing diprediksi sekitar 1,5%Ni dan 1%Ni. Faktor-faktor pengubah lainnya perlu didalami lebih lanjut agar dapat diketahui jumlah sumber daya nikel-kobalt yang dapat dikonversi menjadi cadangan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri berbasis nikel-kobalt.

b. Verifikasi Dan Standardisasi Pelaporan Hasil Eksplorasi, Estimasi Sumberdaya Dan Cadangan Nikel

Data sumber daya dan cadangan nikel yang dilaporkan oleh tiap IUP/KK belum semuanya terverifikasi oleh pihak yang berkompeten (*competent person*). Selain itu, pelaporan sumber daya dan cadangan nikel dari berbagai IUP/KK didapatkan dalam standar pelaporan yang berbeda-beda dan tidak lengkap.

Informasi sumber daya dan cadangan yang dilaporkan sebagian tidak mengidentifikasi jenis bijih dan tidak menyertakan informasi terkait kandungan unsur-unsur pengikat lainnya. Sesuai dengan arahan Kebijakan Mineral dan Batubara Indone-

sia terkait inventarisasi mineral dan batubara, data sumber daya dan cadangan nikel, termasuk kobalt sebagai mineral ikutan, harus didorong peningkatan kualitas pelaporannya melalui verifikasi oleh pihak yang berkompeten dan standardisasi sesuai dengan standar nasional yang berlaku (SNI 4726:2019), sehingga datanya dapat dipertanggungjawabkan.

Tambahan standar detail pelaporan lainnya yang spesifik untuk bijih nikel perlu juga dicanangkan, sebagai contoh pengklasifikasian data nikel berdasarkan zona *limonite* dan *saprolite* tidak hanya berdasarkan *cut-off grade* sehingga dapat diketahui informasi rinci terkait jenis bijih, karakterisasi bijih, dan kandungan unsur-unsur penting lain. Demikian juga halnya untuk mineral logam ikutan kobalt, standardisasi pelaporan hasil estimasi sumber daya dan cadangan perlu mulai didorong.

Upaya verifikasi data ini masih menghadapi beberapa kendala keterbatasan, salah satunya terkait jumlah pihak yang berkompeten yang memiliki otoritas dalam pelaporan. Dukungan Asosiasi Profesi dalam penerapan standar atau penyusunan standar baru diperlukan agar dapat menjadi acuan ke depan. Selain peningkatan kualitas pelaporan, kuantitas data sumber daya dan cadangan nikel perlu ditingkatkan melalui pemutakhiran data cadangan oleh tiap IUP, yang harus didorong untuk melaporkan atau memutakhiran data sumber daya dan cadangan secara berkala, karena berdasarkan laporan Badan Geologi Kementerian ESDM pada tahun 2021 hanya sebagian IUP nikel yang telah memberikan laporan pemutakhiran data.

c. Inventarisasi Bijih *Limonite* Bekas Penambangan *Saprolite*

Sejak empat dekade lalu dan hingga saat ini, industri pengolahan dan pemurnian di Indonesia hanya mengolah bijih *saprolite* dengan menggunakan teknologi pirometalurgi. Bijih *saprolite* tersebut ditambang dengan metode tambang terbuka di mana lapisan *limonite* yang menyelimuti bagian atas lapisan *saprolite* dipindahkan saat proses pengupasan. Lapisan *limonite* bekas penambangan tersebut memiliki nilai ekonomi sehingga inventarisasinya menjadi penting dan perlu dilakukan.

Inventarisasi bijih *limonite* bekas penambangan *saprolite* dapat meningkatkan ketahanan cadangan bijih *limonite*, menunjang pengembangan industri nikel kelas 1 melalui jalur teknologi HPAL, dan sesuai dengan kewajiban pelaksanaan upaya dalam rangka tercapainya kaidah teknik pertambangan yang baik (*good mining practices*). Untuk mendukung inventarisasi bijih *limonite* bekas penambangan *saprolite*, pemegang IUP nikel melalui Kepala Teknik Tambang perlu didorong untuk melakukan pendataan bijih nikel kadar rendah dan melaporkan hasil inventarisasi tersebut secara tertib, agar data inventarisasi bijih *limonite* di bekas penambangan *saprolite* selalu termutakhirkan dan dilaporkan kepada Pemerintah.

Selain itu, perlu juga dilakukan peningkatan pengawasan oleh Aparatur Pemerintah (Inspektur Tambang) dan Badan Geologi KESDM terhadap lokasi bekas-bekas penambangan *saprolite* sebelum ditimbun sebagai disposal atau direklamasi, sehingga dalam program pascatambang bisa terhindari penimbunan areal yang masih ada prospek keterdapatannya sumberdaya atau cadangan bijih *limonite*.

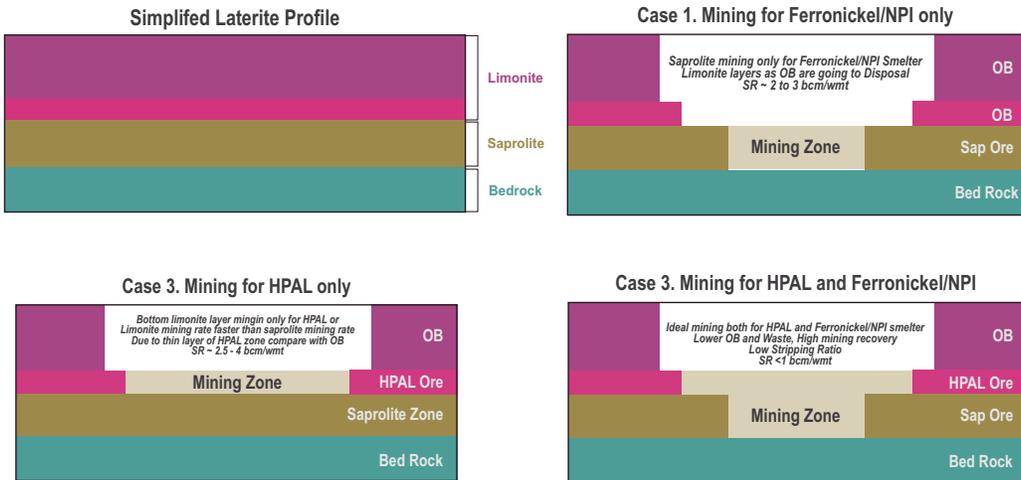
d. Penambangan Tuntas Bijih *Limonite* Dan Bijih *Saprolite*

Lapisan *limonite* dan lapisan *saprolite* secara alami terdapat dalam deposit laterit saling berdekatan. Penambangan lapisan *saprolite* saja akan menyebabkan lapisan *limonite* terbuang dan ikut bercampur bersama dengan lapisan tanah penutup (*over burden*). Selain itu, harga produksi bijih *saprolite* akan terbebani biaya pengupasan lapisan tanah penutup dan lapisan *limonite*.

Hal serupa juga terjadi apabila penambangan dilakukan hanya untuk mendapatkan lapisan *limonite* saja. Biaya pengupasan lapisan tanah penutup akan dibebankan pada harga produksi bijih *limonite* yang dihasilkan. Selain itu, lapisan *saprolite* di bagian bawah lapisan *limonite* akan tidak termanfaatkan.

Metode penambangan tuntas (*total mining*) lapisan *limonite* dan *saprolite* dapat diterapkan sebagai upaya penyediaan simultan bahan baku industri nikel kelas 1 dan nikel kelas 2. Metode penambangan ini juga diharapkan dapat berdampak positif terhadap penurunan biaya produksi bijih.

Metode penambangan ini dapat didorong dengan mewajibkan setiap pemegang IUP nikel untuk mencantumkan operasi penambangan tuntas dalam dokumen studi kelayakan (*feasibility study*) maupun AMDAL (Analisis Mengenai Dampak Lingkungan), terutama untuk IUP nikel yang menambang lapisan *saprolite* agar tidak membuang lapisan *limonite*. Selain itu, perlu juga diatur sinergitas dengan aspek lingkungan khususnya menyangkut kewajiban reklamasi, karena dengan kewajiban menambang tuntas diperkirakan diperlukan areal yang luas penempatan *stockpile* untuk *limonite* dan akan menambah luasan bukaan lahan.



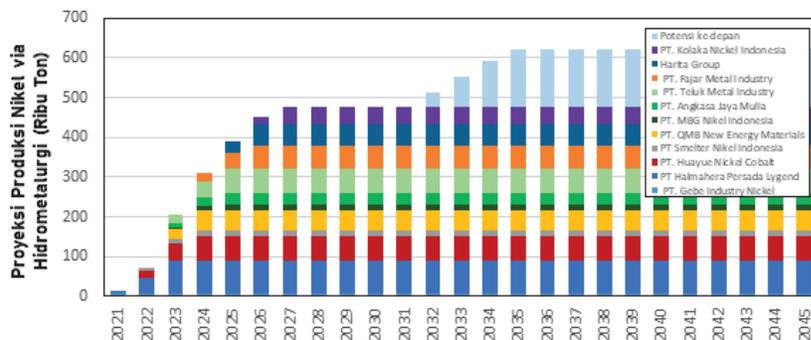
Ilustrasi berbagai skenario penambangan bijih nikel laterit

Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

Data yang telah terkumpul menunjukkan terdapat 27 pabrik pirometalurgi (RKEF dan BF) yang telah beroperasi mengolah bijih nikel *saprolite* untuk menghasilkan NPI, FeNi, dan nikel matte, sementara hanya terdapat 2 pabrik hidrometalurgi (HPAL) yang telah beroperasi mengolah bijih nikel *limonite* untuk menghasilkan MHP.

Rencana ke depannya akan terdapat penambahan fasilitas pirometalurgi lebih lanjut berjumlah 33 pabrik, sementara penambahan fasilitas hidrometalurgi hanya berjumlah 9 pabrik. Terdapat kecenderungan lebih rendah terkait pemilihan teknologi hidrometalurgi, karena tingginya biaya kapital dan tingkat resiko kegagalan operasionalnya. Percepatan pembangunan dan pengoperasian pabrik hidrometalurgi diperlukan untuk menangkap peluang meningkatnya permintaan nikel kelas 1, di samping juga untuk meningkatkan optimalisasi pemanfaatan bijih nikel *limonite* yang ketersediaannya lebih banyak dibandingkan bijih nikel *saprolite*.

Berdasarkan jumlah perusahaan yang telah dan berencana akan membangun pabrik HPAL, produksi nikel kelas 1 diperkirakan akan mencapai 350 ribu ton nikel pada tahun 2029. Terdapat potensi untuk meningkatkan produksi nikel kelas 1 sebesar 45 ribu ton nikel per tahun, dalam rangka pemenuhan 30% kebutuhan global. Pada tahun 2039, diperkirakan diperlukan tambahan 4 pabrik HPAL masing-masing dengan kapasitas 30-40 ribu ton nikel per tahun.



Proyeksi produksi nikel melalui jalur hidrometalurgi dalam periode 2021-2045

a. Pengembangan Industri Nikel Sulfat

Peningkatan permintaan akan baterai berbasis nikel memberikan peluang untuk pengolahan lebih lanjut produk HPAL dalam bentuk MHP menjadi produk nikel sulfat (NiSO_4). Produk NiSO_4 memiliki nilai tambah yang lebih tinggi daripada produk MHP. Seperti telah diulas sebelumnya, harga jual produk MHP (*mixed hydroxide precipitates*) dipatok sebesar 75-80% dari harga nikel LME, sementara harga nikel dalam NiSO_4 mendapatkan premium sekitar USD 1.000-2.500 per ton di atas harga nikel LME.

Konversi MHP menjadi NiSO_4 memerlukan fasilitas tambahan berupa reaktor autoclave dan sirkuit *solvent extraction*. Konversi MHP juga akan menghasilkan *by-product* CoSO_4 yang saat ini harga jualnya 2 kali lipat dari harga jual NiSO_4 . Kebutuhan logam nikel dan kobalt untuk aplikasi KBLBB (Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai) dan ESS (*energy storage system*) di Indonesia diperkirakan tidak dapat menyerap semua produk nikel sulfat yang dihasilkan. Diperkirakan hanya ~7% dari NiSO_4 yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik, sementara sebagian besar sisanya dapat diekspor untuk memenuhi kebutuhan NiSO_4 dunia. Dengan skenario tersebut, Indonesia dapat menjadi salah satu produsen utama nikel sulfat dalam skala global.

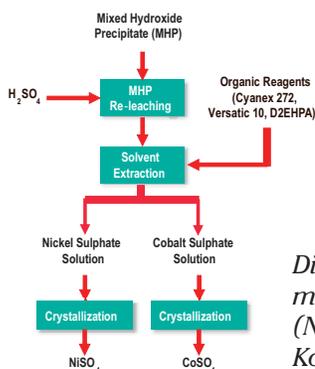
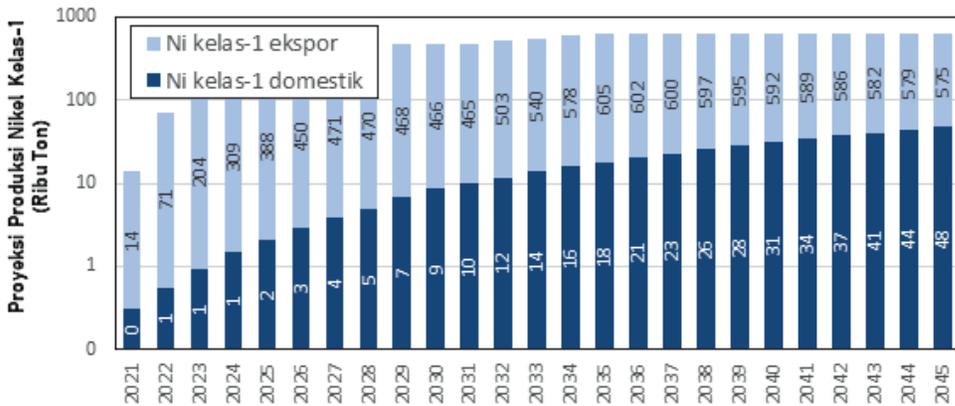


Diagram alir konversi MHP menjadi produk Nikel II Sulfat (NiSO_4) dan Kobalt II Sulfat (CoSO_4)



Proyeksi produk nikel kelas-1 (dalam ribu ton) untuk pemakaian domestik dan penjualan ekspor.

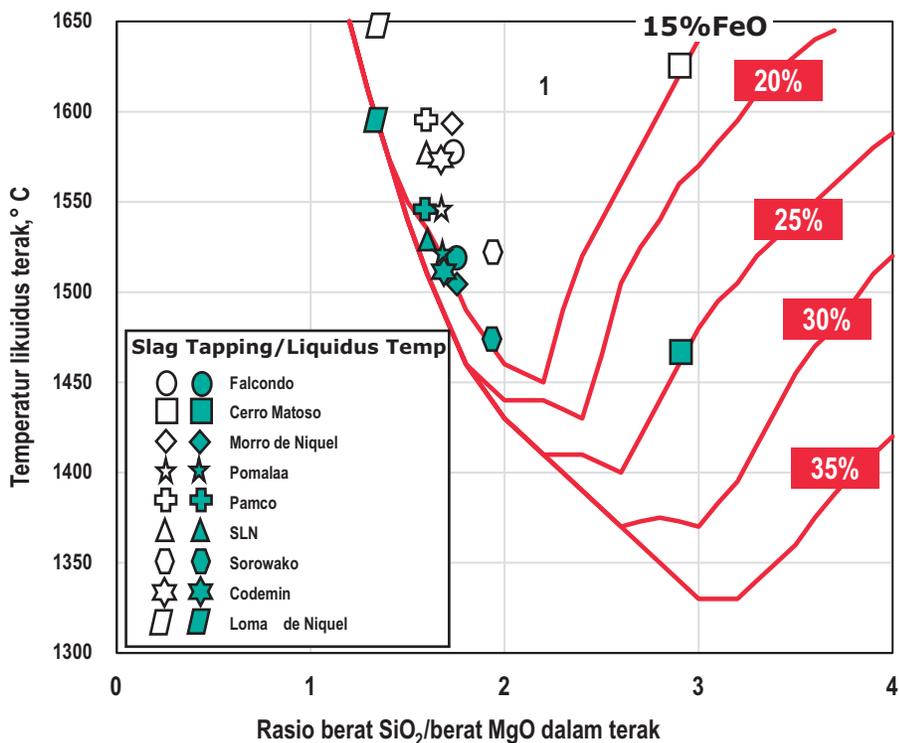
b. Pembatasan Pembangunan Pabrik Nikel Kelas 2, Pemanfaatan Bijih Saprolite Dengan Rasio SiO_2/MgO Tinggi, Dan Konversi Nikel Kelas 2 Menjadi Nikel Kelas 1

Pembangunan pabrik nikel kelas 2 (NPI/FeNi) baru perlu dibatasi, karena umur cadangan bijih *saprolite* kadar nikel tinggi diprediksi hanya sekitar 15 tahun jika bijih tersebut terus dikonsumsi dengan laju konsumsi maksimum 210 juta ton per tahun. Alasan lain pembatasan pembangunan pabrik nikel kelas 2 adalah untuk mengantisipasi kemungkinan *smelter* hanya mengekspor produk antara NPI/FeNi secara besar-besaran tanpa melakukan hilirisasi lebih lanjut, sebagai contoh hingga menjadi produk baja tahan karat.

Alternatif solusi selain pembatasan pabrik nikel kelas 2 adalah mewajibkan perusahaan *smelter* RKEF yang telah berdiri dan sudah terlanjur direncanakan akan dibangun, baik dalam kewenangan KESDM dan Kemenperin, untuk melaporkan sumber bijih nikel yang akan diolahnya dengan minimal umur cadangan 25 tahun. KESDM kemudian dapat memastikan bahwa sumber bijih nikel yang dilaporkan tidak berasal dari IUP yang sama. Pembatalan izin perusahaan *smelter* dapat diberlakukan kepada *smelter* yang tidak dapat menunjukkan data ketersediaan cadangan yang mencukupi.

Permasalahan umur cadangan dapat diatasi juga salah satunya dengan memanfaatkan potensi bijih *saprolite* dengan rasio SiO_2/MgO tinggi. Saat ini bijih *saprolite* yang diolah dengan teknologi pirometalurgi masih terbatas pada bijih dengan rasio SiO_2/MgO kurang dari 2.

Penggunaan bijih dengan rasio SiO_2/MgO tinggi secara teknis dapat dilakukan, sebagai contoh di Cerro Matoso, namun pengaruh rasio SiO_2/MgO tinggi ini perlu dipahami lebih lanjut pengaruhnya terhadap parameter operasi dan keekonomian dari *smelter*. Permasalahan bijih dengan rasio SiO_2/MgO tinggi ini merupakan permasalahan seluruh perusahaan *smelter* nasional, sehingga untuk mengatasinya perlu dibentuk suatu konsorsium yang beranggotakan gabungan perusahaan nikel nasional yang memiliki tujuan untuk memberikan pendanaan penelitian dan melaksanakan implementasi pemanfaatan bijih *saprolite* dengan rasio SiO_2/MgO tinggi tersebut.



Hubungan antara rasio berat SiO_2 dan berat MgO dalam terak terhadap temperatur leleh terak

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah produk nikel kelas 2 adalah mengkonversinya menjadi nikel kelas 1. Pabrik pengolahan pirometalurgi yang sudah ada saat ini menghasilkan NPI/FeNi dapat diubah menjadi Ni matte dengan menambahkan fasilitas PS-Converter. Konversi NPI/FeNi menjadi Ni matte saja kurang atraktif karena nilai penjualan nikel dalam matte yang rendah sekitar 70-80% dari harga nikel LME. Nikel matte dapat dikonversi lebih lanjut menjadi nikel sulfat yang memiliki harga jual nikel yang lebih tinggi. Konversi tersebut memerlukan penambahan fasilitas reaktor *autoclave* dan *solvent extraction*.

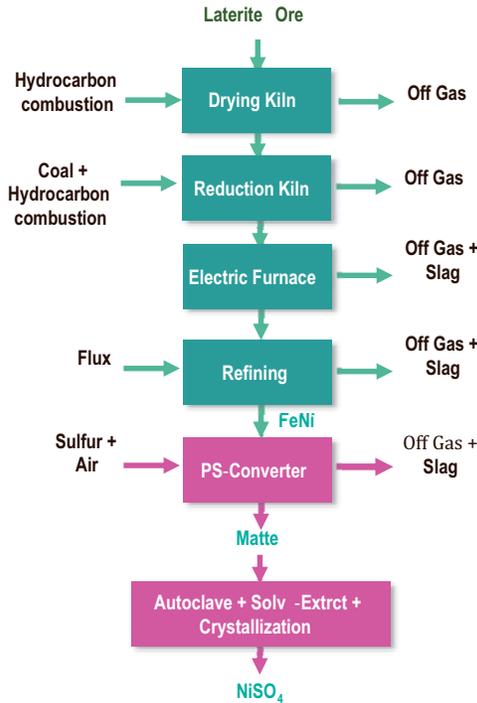
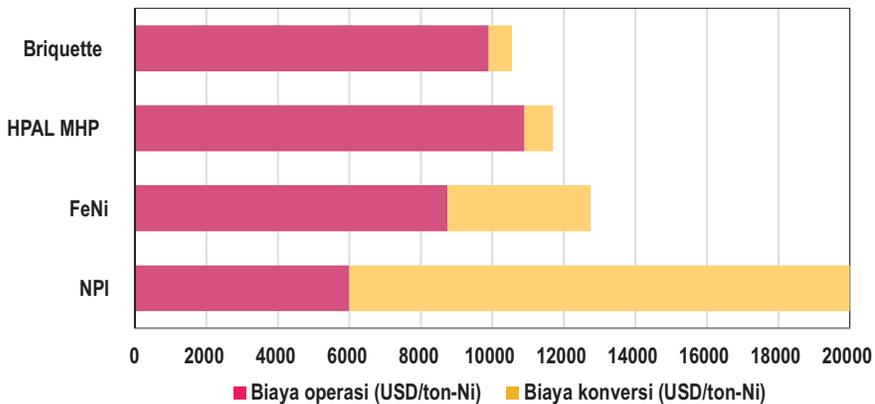


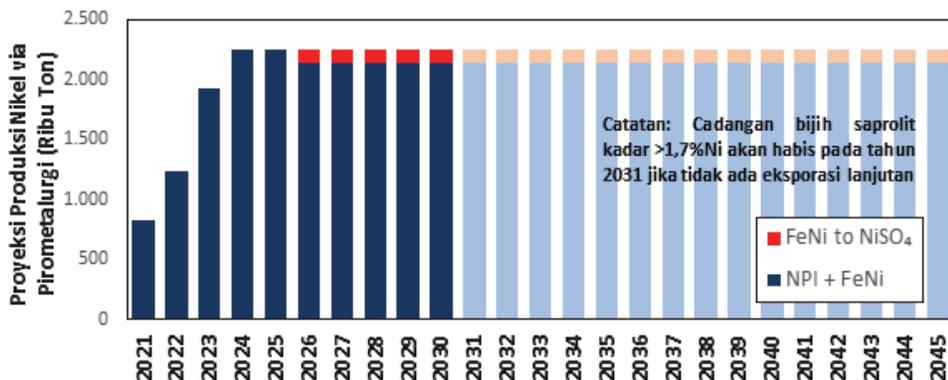
Diagram alir proses pengolahan bijih saprolit

Biaya konversi untuk mendapatkan nikel sulfat dari NPI tercatat lebih tinggi daripada produk nikel lainnya, salah satunya karena kandungan Fe pada NPI yang tinggi yang dikategorikan sebagai pengotor dalam produk nikel kelas-1. Total biaya yang diperlukan untuk menghasilkan nikel sulfat melalui jalur pemrosesan NPI sekitar USD 20.000 ton Ni. Total biaya tersebut mendekati nilai penjualan nikel sulfat yang saat ini berkisar USD 21.400 per-ton-Ni.

Saat ini konversi nikel kelas 2 menjadi nikel kelas 1 lebih memungkinkan dilakukan melalui jalur pemrosesan FeNi. Produksi nikel sulfat dari FeNi telah direncanakan oleh Grup MIND ID dengan kapasitas 100 ribu ton nikel per tahun.



Biaya produksi nikel sulfat melalui berbagai jalur pemrosesan



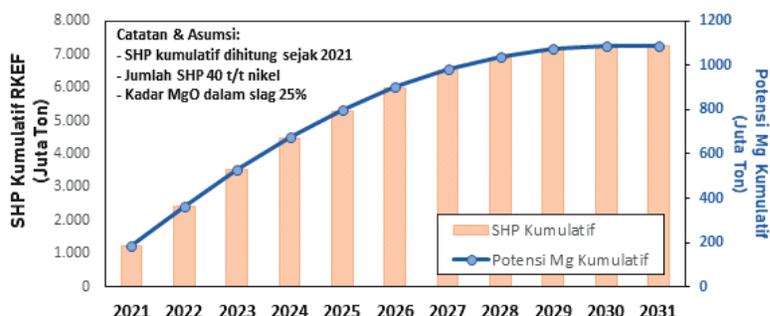
Proyeksi produksi nikel melalui jalur pirometalurgi dalam periode 2021-2045

c. Pemanfaatan Sisa Hasil Pengolahan Pabrik Peleburan dan HPAL

Pabrik peleburan (RKEF/BF) dan HPAL selain menghasilkan produk mengandung nikel, juga akan menghasilkan sisa hasil pengolahan (SHP). Estimasi jumlah SHP dalam basis kering di mana untuk tiap 1 ton nikel yang diproduksi dalam produk antara akan dihasilkan 40 ton SHP untuk pabrik peleburan dan 128 ton SHP untuk pabrik HPAL.

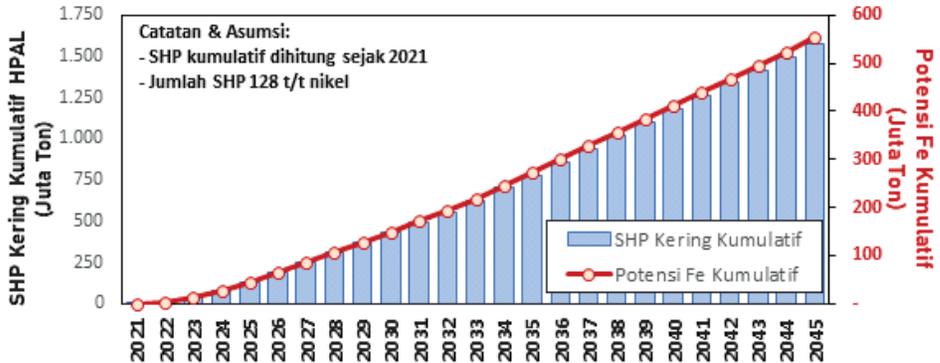
Pemanfaatan SHP pabrik peleburan dan HPAL merupakan salah satu solusi untuk meminimalisir dampak lingkungan dan risiko terkait penimbunan SHP tersebut. SHP pabrik peleburan yang berupa terak sebagian kecil telah dimanfaatkan sebagai beton, klinker semen, mineral fiber, batako dan berbagai aplikasi lainnya. Terak peleburan nikel telah dikategorikan ke dalam 4 limbah B3 tertentu (*spent bleaching earth, fly ash, terak nikel, dan terak baja*), yang diberikan kemudahan dalam prosedur pengajuan pengecualian limbah B3.

Hal tersebut diatur dalam Peraturan Menteri (Permen) LHK Nomor 10 Tahun 2020 tentang Uji Karakteristik dan Penetapan Status Limbah B3 yang telah diundangkan pada tanggal 4 Mei 2020. Peraturan tersebut telah membuka peluang pemanfaatan terak peleburan nikel yang lebih luas. Pemanfaatan mutakhir dapat dilakukan terhadap terak peleburan nikel, antara lain menjadikannya sebagai bahan insulasi berupa mineral wool atau sebagai sumber logam magnesium. Terak peleburan nikel mengandung magnesium silikat yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan logam Mg.

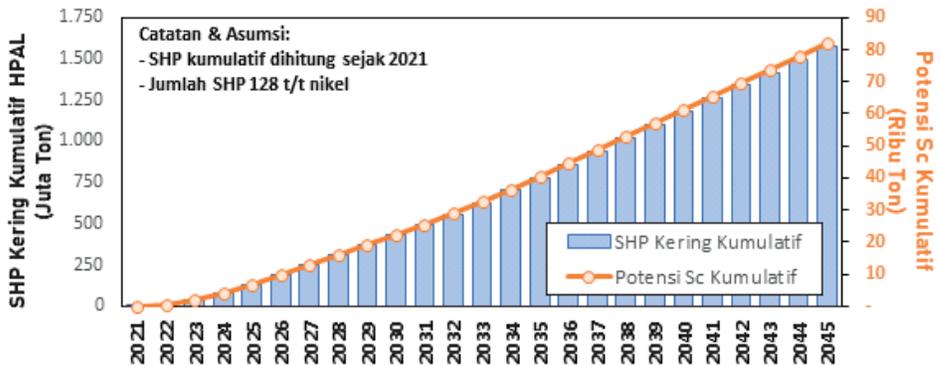


Estimasi kumulatif jumlah SHP RKEF dan logam Mg dari SHP RKEF dihitung dengan asumsi jumlah SHP = 40 ton/ton nikel dan SHP mengandung 25%MgO.

Pemanfaatan terhadap SHP dari proses HPAL juga perlu diupayakan mengingat jumlahnya yang lebih signifikan dibandingkan SHP dari proses peleburan RKEF/BF. SHP dari proses HPAL berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku industri besi baja karena kandungan Fe yang mencapai 38% dalam SHP kering. Selain itu, SHP dari proses HPAL dilaporkan mengandung logam tanah jarang/LTJ. Hasil analisis kimia menunjukkan kandungan LTJ dalam bijih nikel laterit antara lain Sc sebesar 52 ppm, Nd 18 ppm, Pr 60 ppm, dan Dy 8 ppm.



Estimasi kumulatif jumlah SHP HPAL (kering) dan logam Fe yang dari SHP HPAL dihitung dengan asumsi jumlah SHP kering = 128 ton/ton nikel dan SHP mengandung 38% Besi (Fe)



Estimasi kumulatif jumlah SHP HPAL (kering) dan logam besi (Fe) yang dari SHP HPAL dihitung dengan asumsi jumlah SHP kering = 128 ton/ton nikel dan SHP mengandung 52 ppm Sc.

Kegiatan penelitian dan pengembangan diperlukan agar proses ekstraksi logam Mg dari SHP peleburan dapat diimplementasikan secara komersial. Penggunaan SHP dari proses HPAL sebagai bahan baku industri besi baja dan sebagai sumber LTJ dalam skala industri juga memerlukan kegiatan penelitian dan pengembangan yang komprehensif. Langkah strategis yang dapat dilakukan terkait pemanfaatan SHP baik dari pabrik peleburan dan HPAL, adalah dengan mencanangkan program penelitian prioritas yang berfokus pada topik pemanfaatan SHP industri nikel dengan dana bersumber dari perusahaan baik swasta maupun BUMN. Kolaborasi antar lembaga penelitian dalam negeri dan luar negeri yang memiliki kompetensi dalam topik terkait diperlukan juga untuk mengakselerasi pemanfaatan SHP di industri nikel.

d. Implementasi dan Penguasaan Teknologi yang *Proven, Reliable, dan Kompetitif*

Fasilitas pemrosesan bijih nikel hingga menjadi produk antara hingga produk hilir yang telah terbangun sampai saat ini masih mengandalkan teknologi luar negeri. Pengoperasian teknologi-teknologi tersebut sudah dapat dilakukan oleh operator-operator lokal, namun penguasaan teknologi terkait aspek desain, rekayasa, perakitan, dan pembangunan pabrik masih belum dikuasai oleh bangsa sendiri.

Industri nikel yang sudah dan akan dibangun dalam negeri sampai saat ini masih mengandalkan perusahaan penyedia teknologi (*technology provider*) dan penyedia jasa teknik, pengadaan barang, konstruksi (EPC : *engineering-procurement-construction*) dari luar negeri. Sebagai contoh, teknologi RKEF yang telah dimiliki dan dioperasikan di Indonesia sejak pertengahan tahun 1970-an belum dapat dibuat atau dibangun secara mandiri.

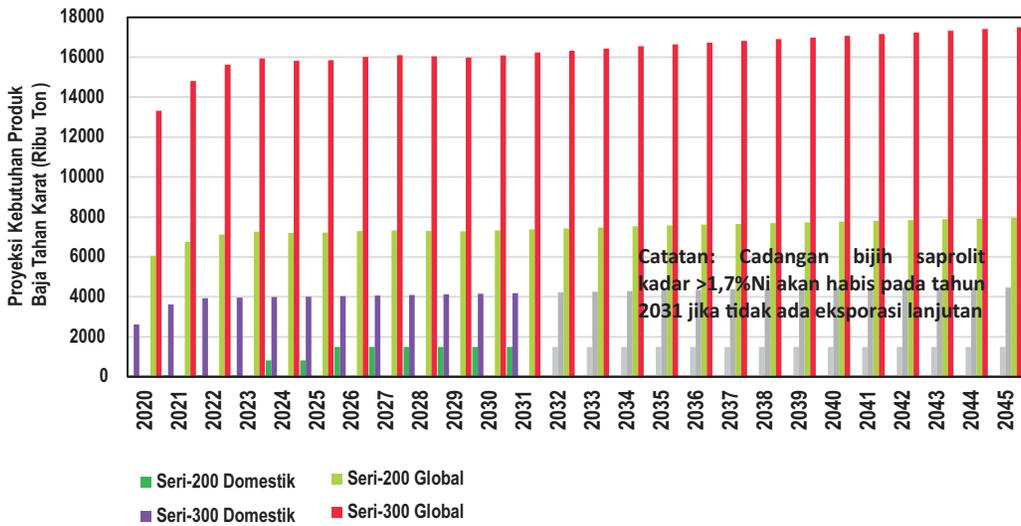
Penguasaan teknologi dalam industri nikel harus diupayakan secara bertahap. Sebagai contoh dapat dimulai dengan menginisiasi perusahaan domestik yang menangani EPC di bidang pembangunan fasilitas pengolahan-pemurnian bijih nikel, sama seperti PT Rekayasa Industri (Rekind) yang didirikan oleh Pemerintah Indonesia yang memiliki fokus di bidang EPC untuk industri kimia dan petrokimia. Aspek penguasaan teknologi ini sangat penting sebagai upaya mentransformasikan Indonesia dari negara yang hanya memiliki keunggulan komparatif menjadi negara yang memiliki keunggulan kompetitif.

Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2020, produk nikel kelas 2 domestik (NPI dan FeNi) sebagian besar masih diekspor ke luar negeri, mencapai 2,8 juta ton atau setara dengan USD 4,7 miliar. Penyerapan produk nikel kelas 2 yang belum optimal di dalam negeri utamanya disebabkan karena berlebihnya produksi NPI dan FeNi dibandingkan kemampuan industri baja tahan karat dalam negeri untuk menyerapnya.

Pada tahun 2020, industri baja tahan karat domestik diestimasi hanya mampu menyerap kurang dari 200 ribu ton Ni, sementara produksi nikel kelas 2 melebihi 600 ribu ton Ni. Penyerapan produk nikel kelas 2 dapat ditingkatkan dengan hilirisasi lebih lanjut melalui peningkatan kapasitas industri baja tahan karat dalam negeri.

Saat ini telah terdapat beberapa perusahaan yang memproduksi baja tahan karat seri-300 (PT Guang Ching Nickel and Stainless Steel, PT Indonesia Tsingshan Stainless Steel, PT Sulawesi Mining Investment, dan PT Obsidian Stainless Steel), namun belum terdapat perusahaan yang memproduksi pabrik baja tahan karat seri-200. Serapan produk nikel kelas 2 diusulkan untuk ditingkatkan lebih lanjut melalui pembangunan pabrik baja tahan karat seri-200 dengan kapasitas total sekitar 1,5 juta ton baja per tahun. Baja tahan karat seri 200 tersebut dapat digunakan sebagian untuk pemenuhan kebutuhan baja tahan karat dalam negeri.



Proyeksi produksi baja tahan karat seri-200 dan seri-300 dalam periode 2021-2045

a. Substitusi Impor dan Pemenuhan Kebutuhan Domestik Stainless Steel

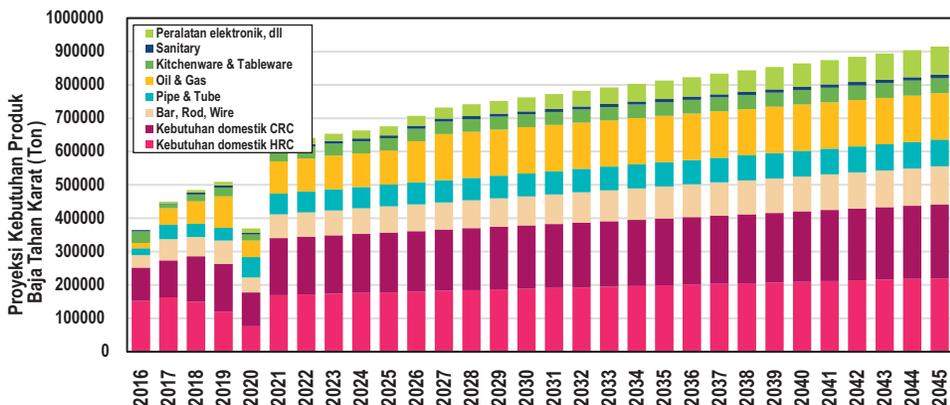
Data yang telah disajikan pada bab sebelumnya menunjukkan ketimpangan pada industri baja tahan karat di mana hampir seluruh produksi baja tahan karat domestik diekspor, sementara sebagian besar kebutuhan baja tahan karat domestik dipenuhi melalui impor. Neraca ekspor-impor Indonesia menunjukkan nilai ekspor produk baja tahan karat dalam berbagai bentuk senilai USD 3 miliar pada tahun 2020. Pada tahun yang bersamaan terdapat juga impor produk baja tahan karat senilai USD 0,5 miliar.

Baja tahan karat yang diekspor ke luar negeri merupakan baja tahan karat seri 304 dan 316L yang memiliki kandungan nikel tinggi antara 6% hingga 14%. Sementara baja tahan karat yang diimpor merupakan baja tahan karat dengan seri yang beragam mulai dari seri 200, 300, 400, hingga seri nonstandar. Di antara seri 300 yang dibutuhkan, terdapat seri 304 dan 316L dengan kebutuhan masing-masing sebesar 27 ribu ton dan 2 ribu ton.

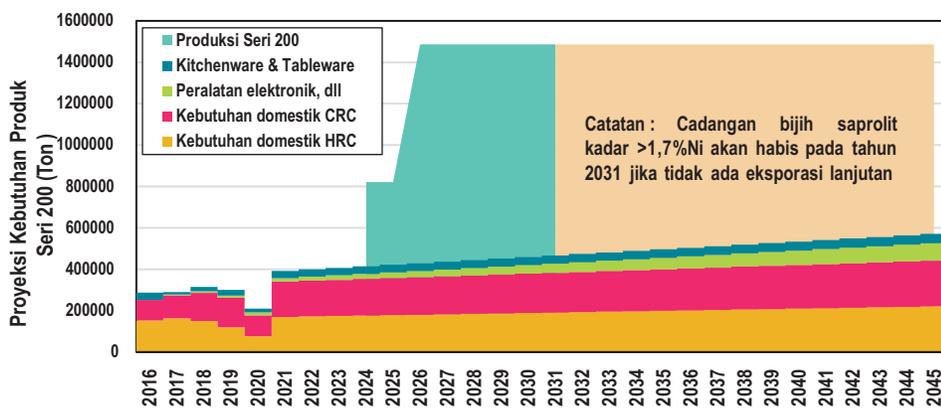
Langkah yang dapat langsung dilakukan mulai tahun 2021 adalah mencanangkan kebijakan DMO (*domestic market obligation*), agar produk baja tahan karat seri 304 dan 316L yang dihasilkan dalam negeri dapat disalurkan untuk memenuhi kebutuhan domestik, sehingga dapat meminimalisir impor baja tahan karat seri tersebut.

Potensi pengembangan industri baja tahan karat telah diusulkan oleh Ditjen Ilmte yang berfokus pada pengembangan 6 kategori produk akhir berbasis bahan baku baja tahan karat, antara lain: (i) *bar*, *rod* dan *wire*; (ii) pipa dan *tube*; (iii) komponen migas dan kimia; (iv) peralatan dapur dan rumah tangga; (v) sanitari; dan (vi) peralatan elektronik, kompor gas, mesin pendingin dan lainnya.

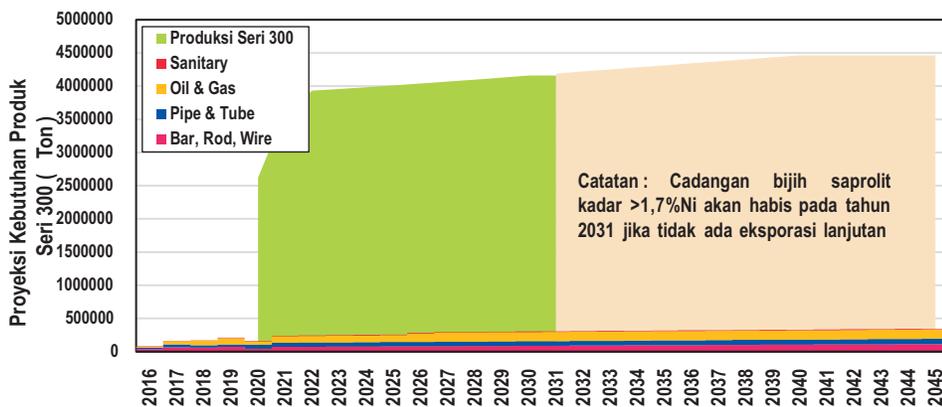
Selain produk akhir, terdapat juga potensi penyediaan produk antara baja tahan karat HRC dan CRC yang saat ini masih dipenuhi melalui impor. Produk baja tahan karat seri-200 dan seri-300 yang akan diproduksi sebagian dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan domestik dan surplusnya dapat diekspor ke negara mitra.



Histori dan proyeksi kebutuhan produk antara dan produk akhir berbasis baja tahan karat dalam periode 2016-2045



Histori dan proyeksi kebutuhan produk antara dan produk akhir berbasis baja tahan karat seri 200 dalam periode 2016-2045



Histori dan proyeksi kebutuhan produk antara dan produk akhir berbasis baja tahan karat seri 300 dalam periode 2016-2045

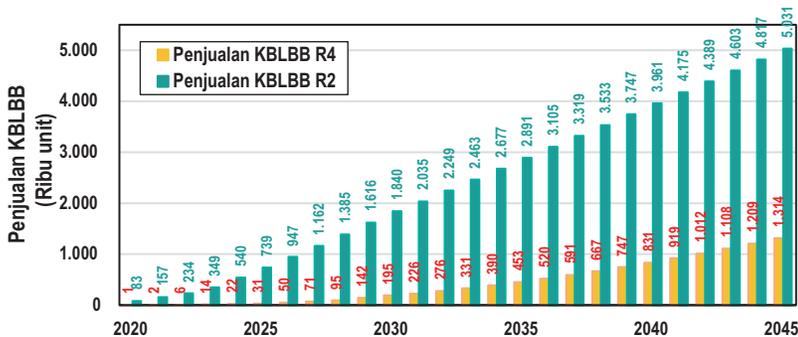
b. Pengembangan Industri Katoda Berbahan Baku Nikel

Proyeksi ke depan menunjukkan industri baterai litium akan berkembang dengan pesat, salah satu penyebabnya terkait dengan peningkatan penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB). Percepatan implementasi KBLBB di Indonesia telah diupayakan salah satunya dengan penerbitan Perpres Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan KBLBB untuk Transportasi Jalan.

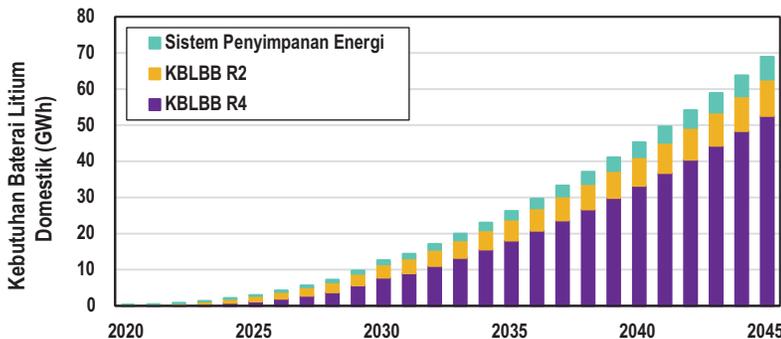
Transisi pengimplementasian kendaraan berbasis baterai di Indonesia dari kendaraan konvensional akan sangat bergantung pada aspek kebijakan pemerintah, infrastruktur pengisian daya, industri atau rantai pasok, kesadaran masyarakat serta pasokan ketersediaan mobil listrik. Proyeksi penjualan KBLBB roda 4 dan KBLBB roda 2 diperkirakan akan meningkat hampir eksponensial. Peningkatan penggunaan KBLBB tersebut akan menyebabkan peningkatan kebutuhan baterai litium domestik.

Peningkatan kebutuhan baterai litium domestik di dalam negeri merupakan peluang yang harus dimanfaatkan untuk membangun industri katoda baterai. Pada tahun 2030, penggunaan katoda yang kaya nikel, seperti NMC532, NMC622, dan NMC811, diprediksi akan mendominasi hingga 75% dari total jenis katoda yang ada.

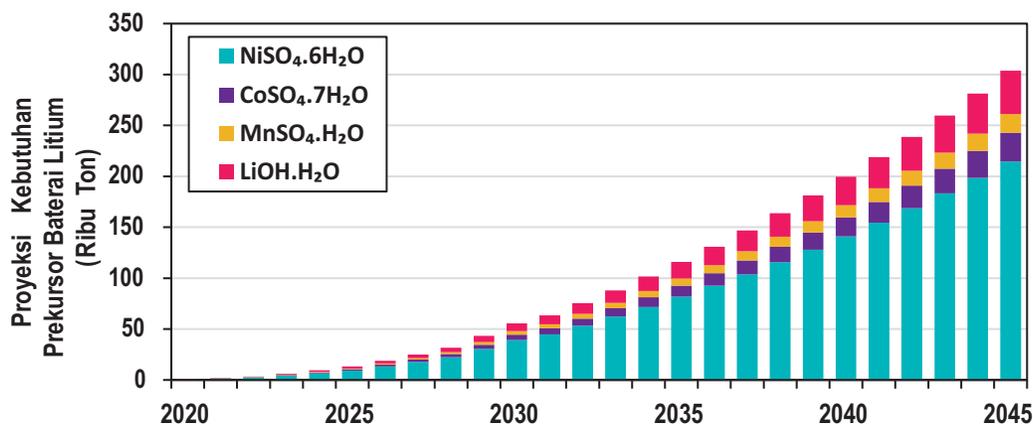
Tipe katoda NMC811 dinilai cocok untuk dikembangkan di Indonesia karena kandungan nikelnya yang tinggi, sehingga dapat meminimalisir kebutuhan impor bahan baku baterai lain seperti prekursor kobalt dan mangan. Pada tahun 2045, kebutuhan nikel sulfat diprediksi akan mencapai 280 ribu ton, sementara kebutuhan total bahan prekursor lainnya tidak lebih dari 120 ribu ton. Grup MIND ID berencana untuk membangun industri katoda dengan kapasitas 120 hingga 240 ribu ton atau setara dengan kapasitas baterai 65-130 GWh, jumlah tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan katoda dalam negeri.



Proyeksi penjualan domestik KBLBB roda 4 dan roda 2



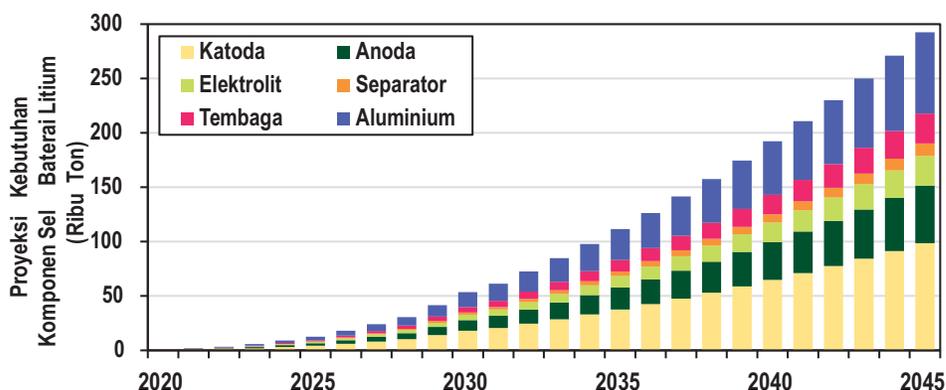
Proyeksi kebutuhan baterai litium domestik untuk KBLBB roda 4 dan roda 2



Proyeksi kebutuhan prekursor katoda domestik hingga tahun 2045

c. Pengembangan Industri Sel Baterai Berbahan Baku Nikel untuk Kendaraan Listrik

Pengembangan lanjutan dari industri katoda berbahan baku nikel adalah pengembangan industri sel baterai, yang memerlukan bahan baku pendukung lainnya seperti anoda, elektrolit, separator, tembaga dan aluminium. Dengan skenario produksi KBLBB Indonesia, kebutuhan bahan baku komponen penyusun sel baterai domestik untuk kendaraan listrik pada tahun 2045 diprediksi mencapai 220 ribu ton.



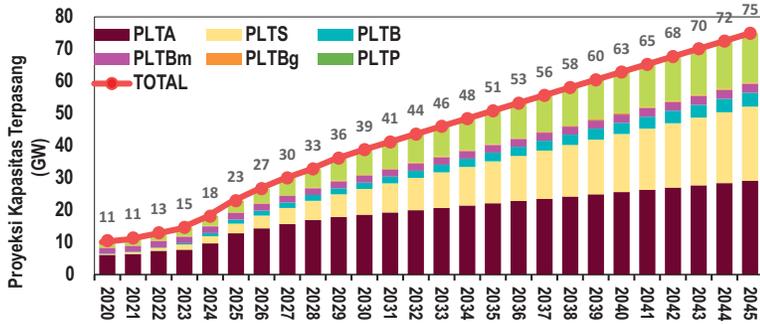
Estimasi kebutuhan komponen penyusun sel baterai dan kapasitas yang dapat dihasilkan

Industri baterai litium domestik dengan kapasitas 8-10 GWh direncanakan akan dibangun oleh Grup MIND ID. Dengan melihat kebutuhan domestik baterai litium hingga tahun 2045, terdapat potensi pembangunan industri baterai litium lainnya dengan kapasitas sekitar 60 GWh untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Hal lain yang perlu diperhatikan terkait pengembangan industri baterai litium adalah penyediaan komponen penyusun lain dari sel baterai dan adanya market untuk menyerap sel baterai yang dihasilkan. Aliansi global dengan perusahaan dalam dan luar negeri diperlukan untuk memastikan ketersediaan bahan baku lain untuk produksi dan pasar untuk penjualan.

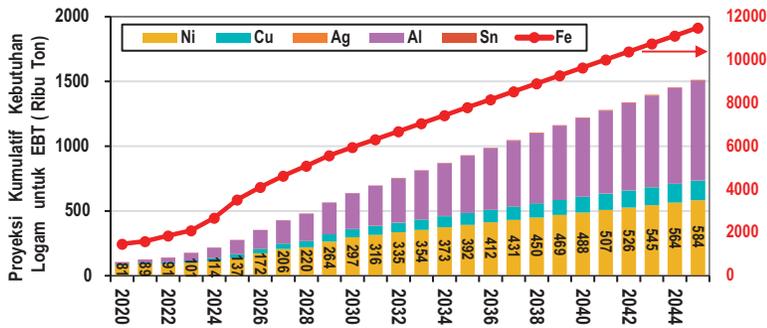
d. Pengembangan Industri Nikel untuk Bahan Baku Teknologi EBT

Kecenderungan penggunaan teknologi energi baru terbarukan (EBT) akan meningkat ke depannya sebagai upaya untuk mengurangi efek pemanasan global. Kapasitas pembangkit listrik EBT domestik ditargetkan akan mengalami peningkatan hingga mencapai 74,8 GW pada tahun 2045.

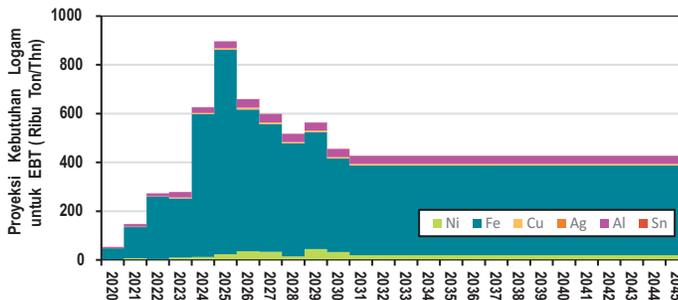


Proyeksi kapasitas terpasang pembangkit listrik EBT

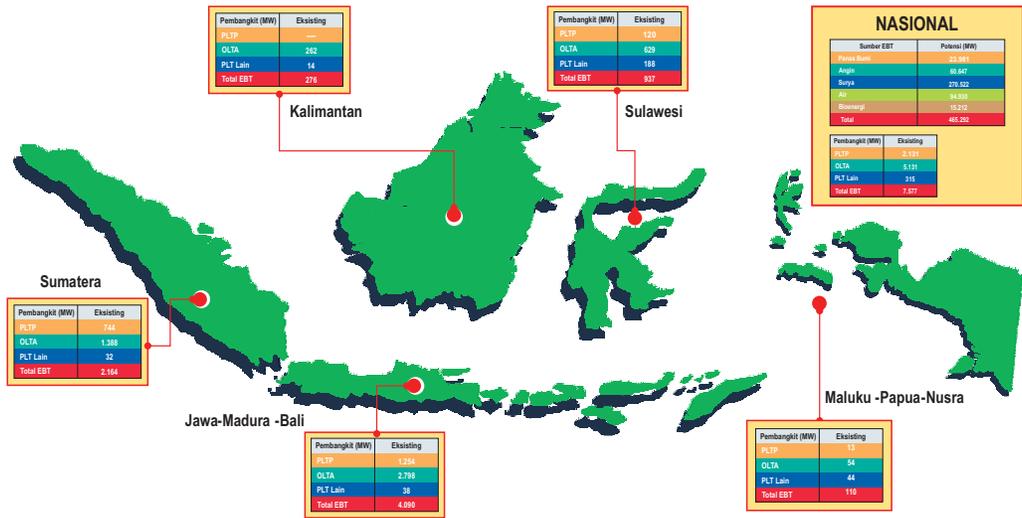
Peningkatan implementasi teknologi EBT ini akan memerlukan pasokan berbagai logam. Dengan target yang telah ditetapkan, kebutuhan kumulatif logam nikel untuk pembangkit listrik EBT pada tahun 2045 diperkirakan mencapai 584 ribu ton nikel. Kebutuhan kumulatif tersebut setara dengan kebutuhan sekitar 20 ribu ton nikel per tahun, yang dapat menyerap sekitar 3% produk nikel kelas 1 yang belum dimanfaatkan atau rencananya akan diekspor.



Prediksi kumulatif kebutuhan logam untuk pengembangan pembangkit listrik EBT dalam periode 2020-2045



Prediksi kumulatif kebutuhan logam untuk pengembangan pembangkit listrik EBT dalam periode 2020-2045

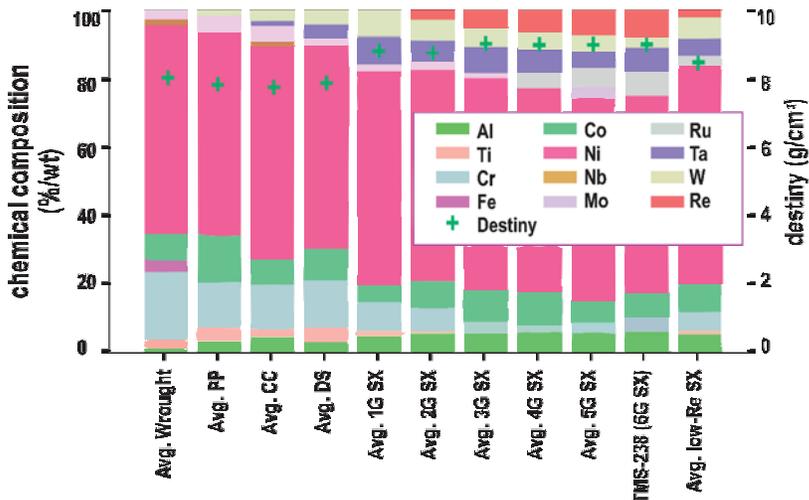


Kapasitas pembangkit listrik EBT yang telah terpasang di Indonesia

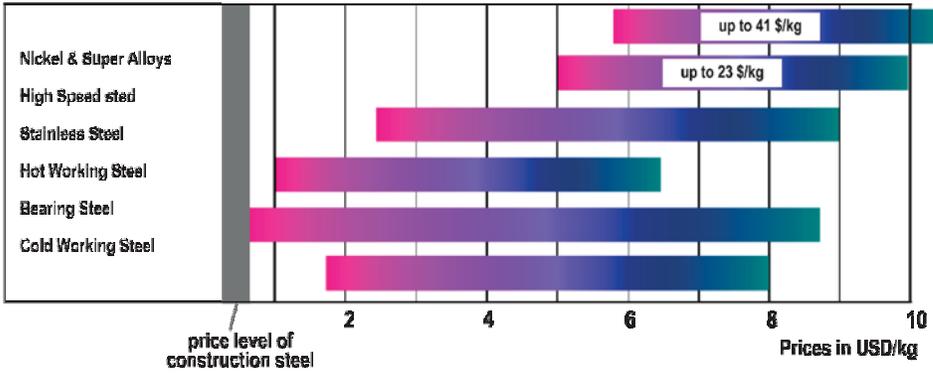
e. Pengembangan Industri Nikel untuk Superalloy

Superalloy digunakan pada aplikasi pesawat terbang, gas turbine engines, reaktor nuklir, turbin pembangkit listrik, peralatan petrokimia, dan mesin roket. Harga paduan-paduan logam berperforma tinggi ini 20 kali hingga 100 kali lebih tinggi dari harga baja struktural. Rata-rata kebutuhan superalloy secara global hanya sekitar 5% dari kebutuhan baja secara keseluruhan.

Meskipun kebutuhannya relatif sedikit, pengembangan industri nikel ke arah teknologi superalloy perlu dipertimbangkan dalam rangka penguasaan teknologi. Potensi pengembangan industri superalloy telah dipetakan juga oleh Ditjen Ilmate dengan target sebesar 107.730 ton per tahun, atau sekitar 22% dari kebutuhan global. Ditjen Ilmate mengusulkan pengadaan superalloy dengan bahan baku yang berasal dari produk antara nikel matte.



Rangkuman komposisi kimia beberapa produk superalloy



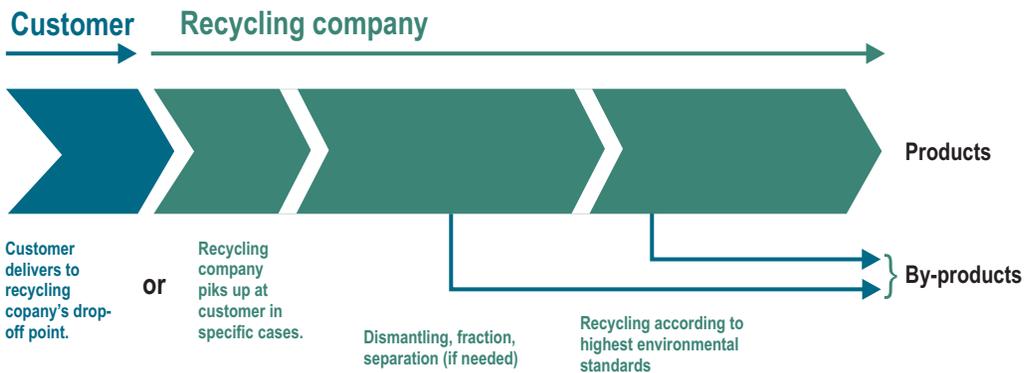
Kisaran harga produk superalloy dibandingkan beberapa produk logam lain

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri harus ditingkatkan untuk mengurangi defisit neraca perdagangan dan untuk meningkatkan pengembangan industri hilir dalam negeri. Sistem daur ulang juga harus mulai dibangun sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang tidak terbarukan. Proses daur ulang merupakan suatu rantai aktivitas di mana setiap tahap mempengaruhi keseluruhan perolehan logam dan keekonomian proses daur ulang. Rantai aktifitas tersebut meliputi :

- Proses pengumpulan (*collection*)
- Perlakuan awal (*pre-processing*)
- Pemrosesan akhir baik secara fisik maupun kimiawi (*end-processing*)

Mulai tahun 2026 diharapkan sudah ada pengembangan sistem pengumpulan baterai bekas mengandung nikel, dan mulai tahun 2031 perlu ditargetkan pembangunan fasilitas *sorting* dan pemrosesan baterai bekas mengandung nikel dengan kapasitas sekitar 15 ribu ton nikel dengan asumsi 50% *collection rate*. Kapasitas tersebut diharapkan dapat ditingkatkan secara bertahap.



Rantai aktivitas kegiatan daur ulang

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas nikel-kobalt telah disusun untuk keempat program utama, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan tersebut memberikan petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target di tiap program turunan di tiap program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045.

Berikut ini merupakan penjabaran dari *road map* & *action plan* yang selanjutnya dijabarkan menjadi beberapa fase, yaitu:

a. Program 1 : Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Peningkatan kegiatan eksplorasi nikel dan mineral terkait industri nikel (hingga 2045).
 - ii. Konversi sumberdaya menjadi cadangan (hingga 2030).
 - iii. Verifikasi dan standarisasi pelaporan sumberdaya dan cadangan nikel-kobalt.
 - iv. Inventarisasi bijih *limonite* bekas penambangan *saprolite*.
- Fase 2-5 (2026-2045):
 - i. *Updating* data sumberdaya dan cadangan nikel (hingga 2045).
 - ii. Penambangan tuntas bijih *limonite* dan *saprolite* (hingga 2045).
- Fase 3-5 (2031-2045):
 - i. *Updating* konversi sumberdaya menjadi cadangan.

b. Program 2 - Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian:

- Fase 1 (2021-2025):
 - I. Pengoperasian 2 pabrik HPAL dan percepatan pembangunan 9 pabrik HPAL.
 - ii. Persiapan pemanfaatan bijih *saprolite* dengan SiO_2/MgO tinggi dan konversi nikel kelas 2 menjadi nikel kelas 1.

- iii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik peleburan dan HPAL.
 - iv. Implementasi dan penguasaan teknologi yang *proven, reliable*, dan kompetitif (hingga 2045).
 - v. Monitoring dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian (hingga 2045).
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Pengoperasian 11 pabrik HPAL dan pengembangan produk nikel sulfat (kapasitas total 475 ribu ton Ni per tahun).
 - ii. Pemanfaatan bijih *saprolite* dengan SiO_2/MgO tinggi.
 - iii. Komersialisasi konversi nikel kelas 2 menjadi nikel kelas 1 (kapasitas: 100 ribu ton Ni per tahun).
 - iv. Implementasi pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik peleburan dan HPAL.
 - Fase 3-5 (2031-2045):
 - i. Penambahan kapasitas pabrik HPAL dan produk nikel sulfat (kapasitas total: 620 ribu ton Ni per tahun).
 - ii. Peningkatan pemanfaatan bijih *saprolite* dengan SiO_2/MgO tinggi (hingga 2045).
 - iii. Peningkatan kapasitas konversi nikel kelas 2 menjadi nikel kelas 1 (hingga 2045).
 - iv. Peningkatan implementasi pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik peleburan dan HPAL (hingga 2045).

c. Program 3 - Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri:

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Persiapan pengembangan industri baja tahan karat untuk penyerapan nikel kelas 2 dan untuk substitusi impor.
 - ii. Persiapan pengembangan industri katoda dan sel baterai berbahan baku nikel.
 - iii. Penggunaan logam nikel dalam pengembangan pembangkit listrik EBT (hingga 2045).
 - iv. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan Nikel untuk *superalloy*.
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Pembangunan pabrik baja tahan karat seri 200 untuk penyerapan nikel kelas 2 dan untuk substitusi impor (kapasitas total 1,5 juta ton baja tahan karat per tahun).
 - ii. Pembangunan pabrik katoda dan sel baterai berbahan baku nikel (kapasitas total: 10 GWh per ton).
 - iii. Implementasi pengembangan Nikel untuk *superalloy* (kapasitas total: 107 kton/thn).
- Fase 3 (2031-2035):
 - i. Monitoring dan evaluasi operasi pabrik baja tahan karat (hingga 2045).
 - ii. Pembangunan pabrik katoda dan sel baterai berbahan baku nikel (kapasitas total: 25 GWh per ton).

iii. Peningkatan implementasi pengembangan Nikel untuk *superalloy* (hingga 2045).

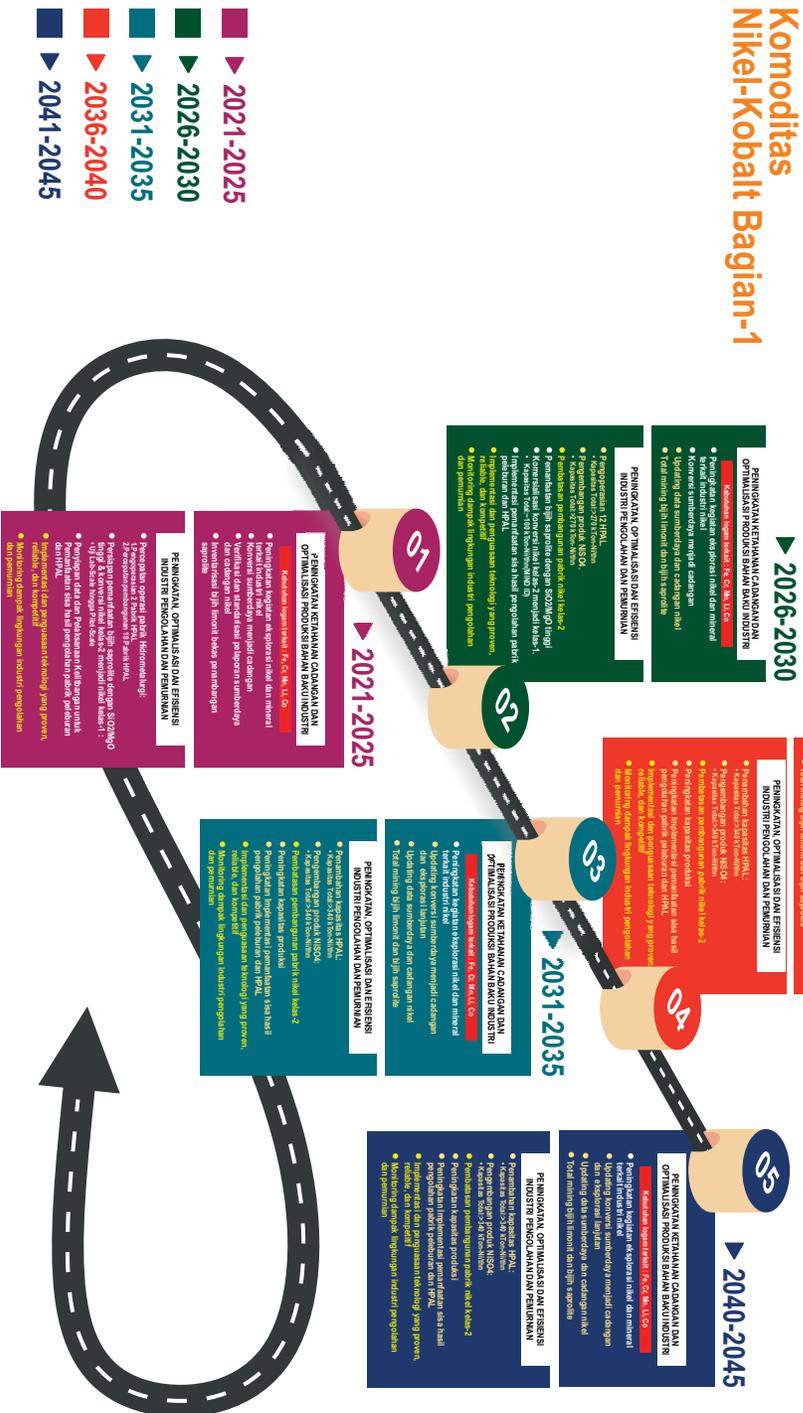
- Fase 4 (2036-2040):
 - i. Pembangunan pabrik katoda dan sel baterai berbahan baku nikel (kapasitas total: 45 GWh/ton).
- Fase 5 (2041-2045):
 - i. Pembangunan pabrik katoda dan sel baterai berbahan baku nikel (kapasitas total: 70 GWh per ton).

d. Program 4 - Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan pencanangan sistem daur ulang:

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri (hingga 2045).
 - ii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk sistem daur ulang baterai bekas mengandung nikel.
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Pengembangan sistem pengumpulan baterai bekas mengandung nikel.
- Fase 3 (2031-2035):
 - i. Pembangunan fasilitas sorting dan pemrosesan baterai bekas mengandung nikel.
- Fase 4-5 (2036-2045):
 - i. Peningkatan kapasitas daur ulang.

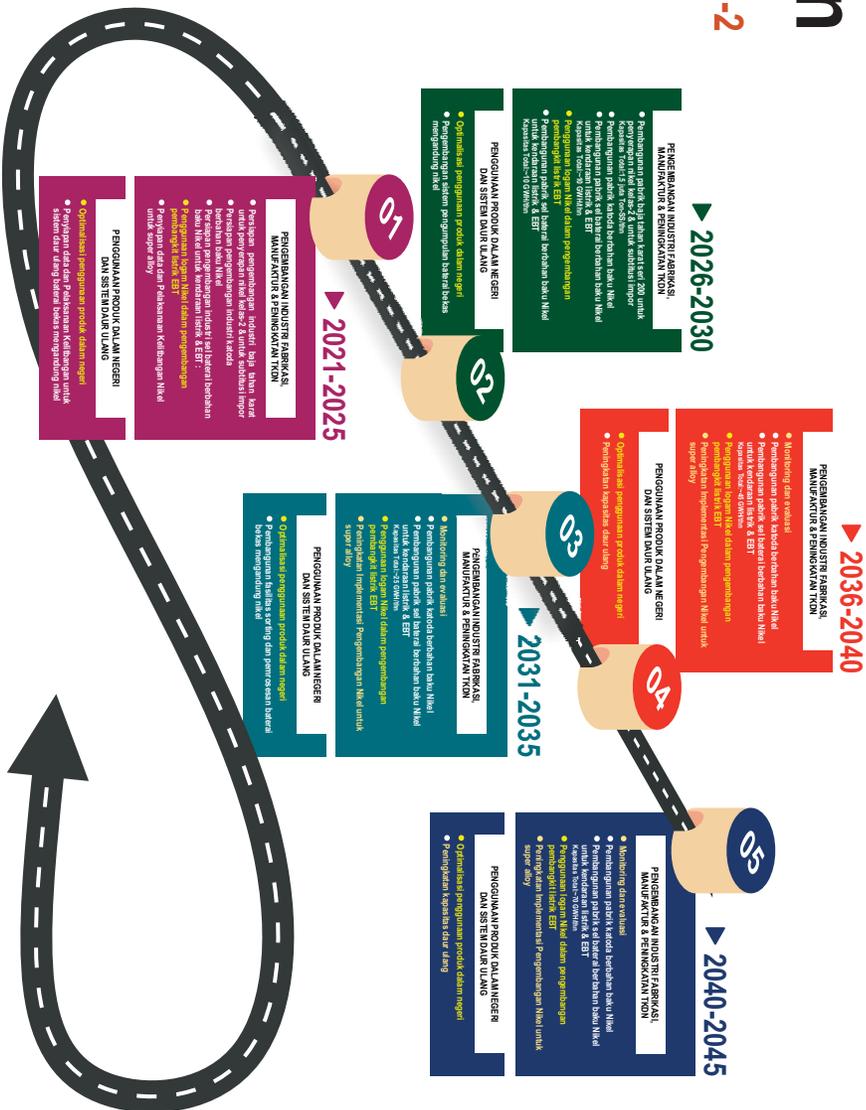
Rancangan Peta Jalan

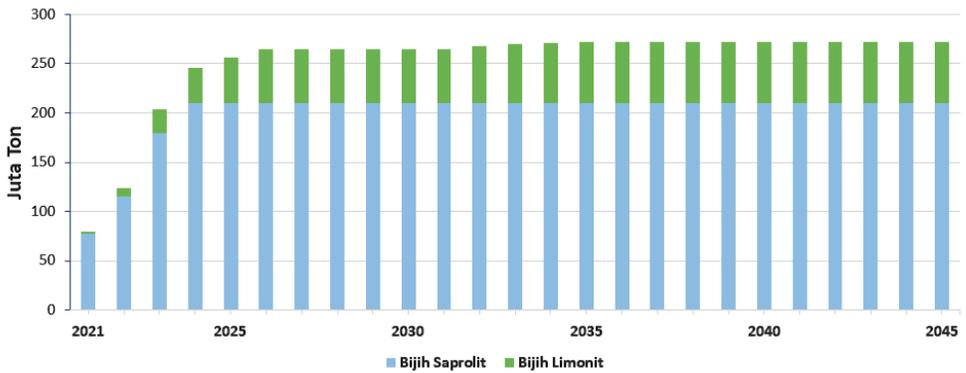
Komoditas Nikel-Kobalt Bagian-1



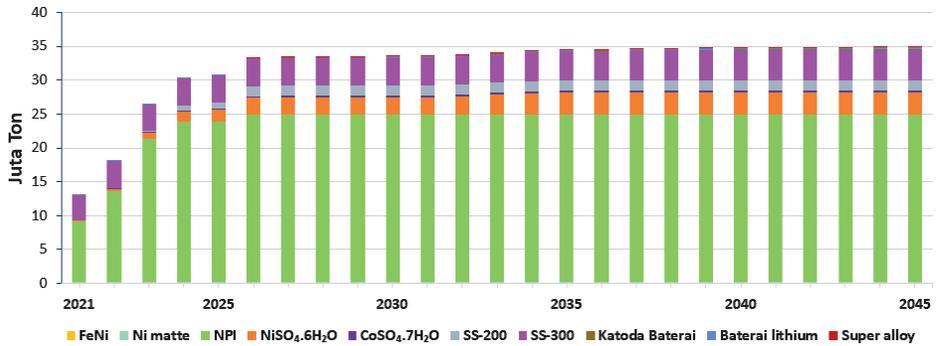
Rancangan Peta Jalan Komoditas Nikel-Kobalt Bagian-2

- ▶ 2021-2025
- ▶ 2026-2030
- ▶ 2031-2035
- ▶ 2036-2040
- ▶ 2041-2045

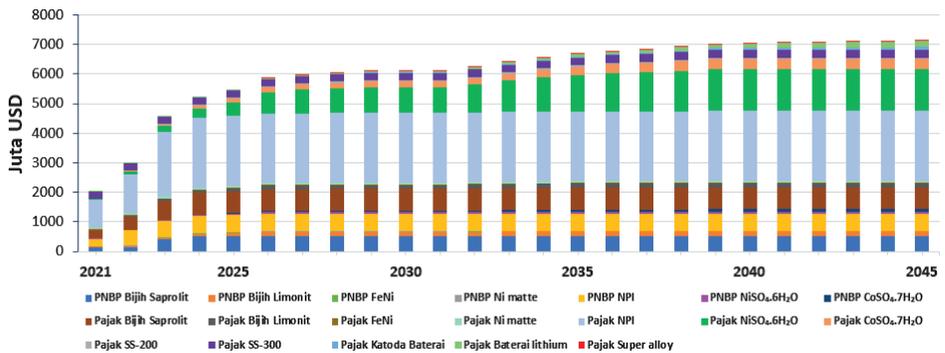




Proyeksi produksi industri hulu komoditas nikel-kobalt.



Proyeksi produksi industri antara dan hilir komoditas nikel-kobalt.



Estimasi pendapatan negara dari pengembangan industri hulu, antara dan hilir komoditas nikel-kobalt.

Asumsi yang digunakan dalam mengestimasi pendapatan negara dari pengembangan industri komoditas nikel-kobalt ⁽⁵⁴⁾⁽⁷⁵⁾⁽⁶¹⁾⁽⁷⁸⁾.

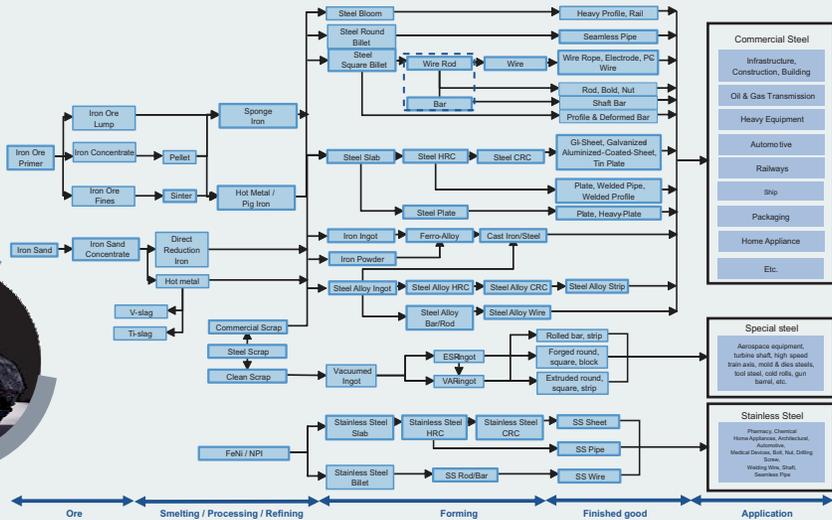
KOMODITI	Harga	EBITDA	Royalti	Pajak Perusahaan
Bijih Saprolit	41,47 usd/ton -Ni	40%	10%	25%
Bijih Saprolit	291,0 usd/ton -Ni	40%	10%	25%
FeNi	13.699 usd/ton -Ni	32%	2%	25%
Ni matte	13.323 usd/ton-Ni	32%	2%	25%
NPI	15.083 usd/ton-Ni	32%	5%	25%
NiSO .6H O	21.502 usd/ton-Ni	37%	2%	25%
CoSO .7H O	53.854 usd/ton-Co	37%	2%	25%
SS-200	1.203 usd/ton	10%	—	25%
SS-300	2.441 usd/ton	10%	—	25%
Katoda Baterai	22.500 usd/ton	15%	—	25%
Sel Baterai	100 usd/kwh	13%	—	25%
Super Alloy	23.000 usd/ton	10%	—	25%

Catatan : PNPB hanya dikenakan pada bijih yang berasal tambang yang tidak terintegrasi dengan pabrik olah murni, dan produk antara yang berasal dari pabrik olah murni yang terintegrasi dengan tambang



Besi

Besi



● Total Sumber Daya dan Cadangan Besi:

Sumber daya 3,8 miliar ton
cadangan 927 juta ton

● Ringkasan

- Pabrik pengolahan dan peleburan besi serta baja yang telah beroperasi sebanyak 5 pabrik, dan yang dalam tahap pembangunan serta perencanaan sebanyak 6 perusahaan.
- Defisit ekspor impor komoditas besi baja terutama berasal dari kontribusi HRC, CRC, *scrap iron*, bijih besi dan *steel alloy* CRC.
- Cadangan bijih besi primer di Indonesia cenderung tersebar dalam jumlah yang sedikit sehingga belum optimal untuk dijadikan bahan baku.
- Diperlukan verifikasi validitas potensi deposit bijih besi primer lokal, dalam rangka mengetahui jumlah cadangan yang akurat dan secara aktual dapat digunakan sebagai bahan baku industri.
- Strategi berupa aliansi global dengan tambang luar negeri dapat dipertimbangkan oleh perusahaan besi-baja di Indonesia, sehingga mendapatkan akses bahan baku yang kompetitif.
- Teknologi pengolahan juga sangat dibutuhkan untuk dapat mengambil logam lain yang terkandung di dalam pasir besi seperti titanium dan vanadium.
- Pemerintah berupaya melakukan program substitusi impor pada tahun 2025 terutama untuk *flat product* dan *long product* agar jumlah impor dapat ditekan menjadi <30% konsumsi domestik.
- Pengembangan industri besi baja untuk sektor otomotif sangat perlu dirintis, guna menekan nilai impor.
- Sistem koleksi dan sortir yang kurang optimal menjadi salah satu penyebab tingginya impor *scrap* besi di Indonesia, yaitu mencapai USD 860 juta pada tahun 2019.
- Dibutuhkan rantai proses daur ulang yang lebih optimal agar penggunaan *scrap* untuk industri besi baja dalam negeri dapat ditingkatkan.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 35 triliun pada tahun 2045.

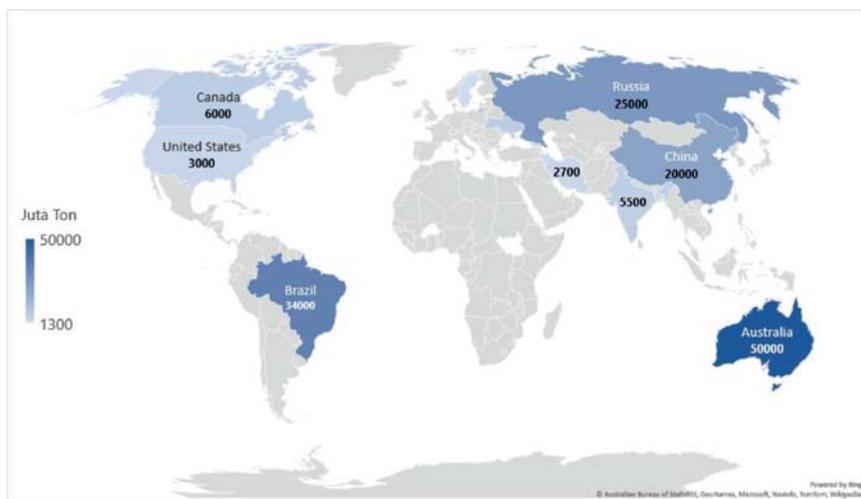
Gambaran Industri Hulu

Sumber Daya dan Cadangan

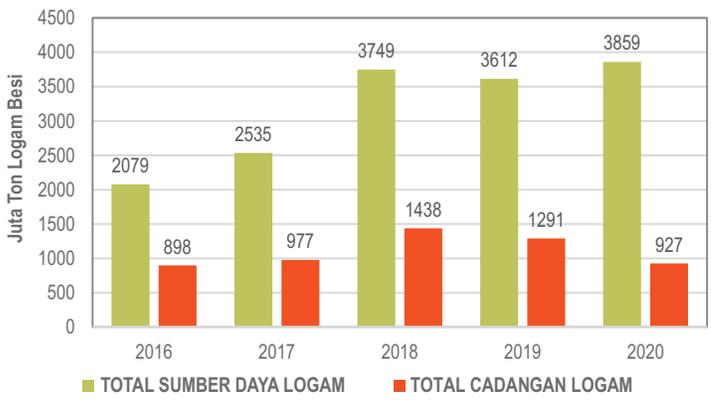
Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) pada tahun 2021, Australia merupakan negara dengan cadangan bijih besi terbesar di dunia. Angka cadangan bijih besi Australia mencapai 50 miliar ton atau sekitar 21,08% dari total cadangan bijih besi dunia. Angka tersebut disusul oleh Brazil dengan 34 miliar ton, Rusia dengan 25 miliar ton dan Tiongkok dengan 20 miliar ton. Sementara itu, Indonesia memiliki cadangan bijih besi sekitar 0,11% dari cadangan bijih besi dunia.

Pada tahun 2016 sumber daya besi berjumlah 2,079 miliar ton logam besi dan total cadangan berjumlah 898 juta ton logam besi. Angka ini selalu mengalami peningkatan hingga tahun 2018 dengan sumber daya berjumlah 3,749 miliar ton logam besi dan cadangan berjumlah 1,438 miliar ton logam besi. Angka ini kemudian relatif konstan pada tahun 2019 dengan sumber daya berjumlah 3,612 miliar ton logam besi dan cadangan 1,291 miliar ton logam besi. Hingga pada tahun 2020 Indonesia menjadi 3,859 miliar ton logam besi untuk total sumber daya dan 927 juta ton logam besi untuk total cadangan.

Data neraca sumber daya dan cadangan besi tahun 2020 telah dilaporkan oleh Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), Badan Geologi Kementerian ESDM sebagaimana tabel di bawah ini. Sumber utama dari data yang dilaporkan Badan Geologi berasal dari kegiatan pemutakhiran data-data dari laporan kegiatan badan usaha.



Peta sebaran cadangan bijih besi dunia.

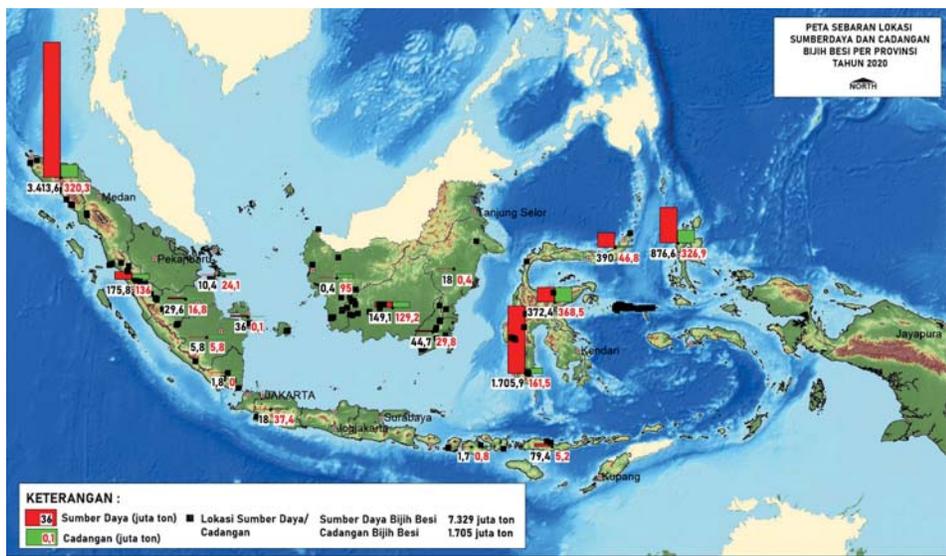


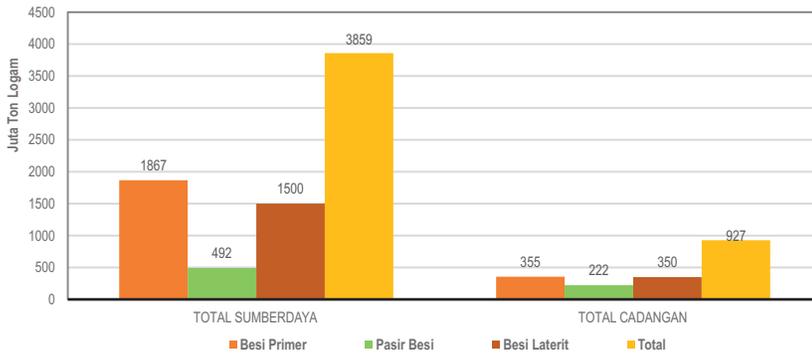
Sumber daya dan cadangan logam besi tahun 2016-2020.

Total sumber daya dan total cadangan logam besi dihitung dari sumber daya dan cadangan dari besi primer, besi laterit dan pasir besi. Pada tahun 2020, dari jumlah total sumber daya sebesar 3,859 miliar ton logam besi, terdapat 1,867 miliar ton logam besi dalam besi primer, diikuti oleh 1,5 miliar ton logam besi dalam besi laterit dan 492 juta ton logam besi dalam pasir besi.

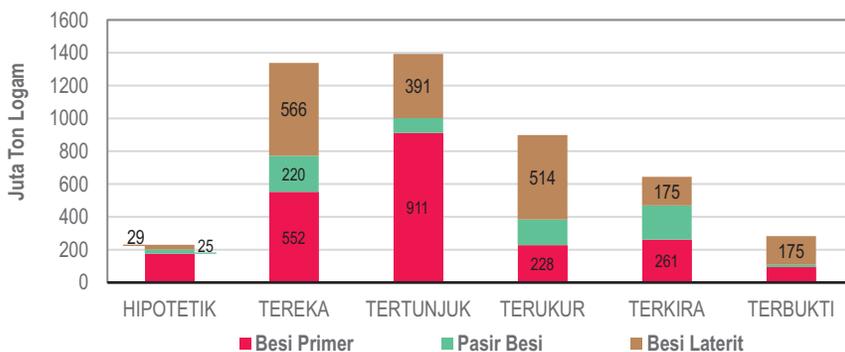
Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya dikelompokkan menjadi empat jenis yaitu sumber daya hipotetik, tereka, tertunjuk dan terukur, sementara cadangan diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu cadangan terkira dan terbukti. Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa kendala dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral terutama bijih besi primer lokal, di antaranya ialah segi kuantitas dari beberapa badan usaha hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi, sementara dari segi kualitas belum semua data tersebut terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*).

Indonesia memiliki cadangan bijih besi primer yang signifikan (355 juta ton logam). Pada kenyataannya cadangan bijih besi primer yang dapat diolah lebih lanjut secara komersial sulit ditemukan dibandingkan pasir besi dengan cadangan yang relatif lebih sedikit (222 juta ton logam).





Total sumber daya dan total cadangan besi primer, pasir besi dan besi laterit pada tahun 2020.



Pengelompokkan sumber daya dan cadangan logam besi berdasarkan tingkat keyakinannya pada tahun 2020.

Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Besi merupakan unsur terbanyak keempat yang terkandung di kerak bumi setelah oksigen, silikon dan aluminium. Namun, tidak semua besi yang terkandung pada bumi bernilai ekonomis untuk dimanfaatkan oleh industri besi baja hingga saat ini.

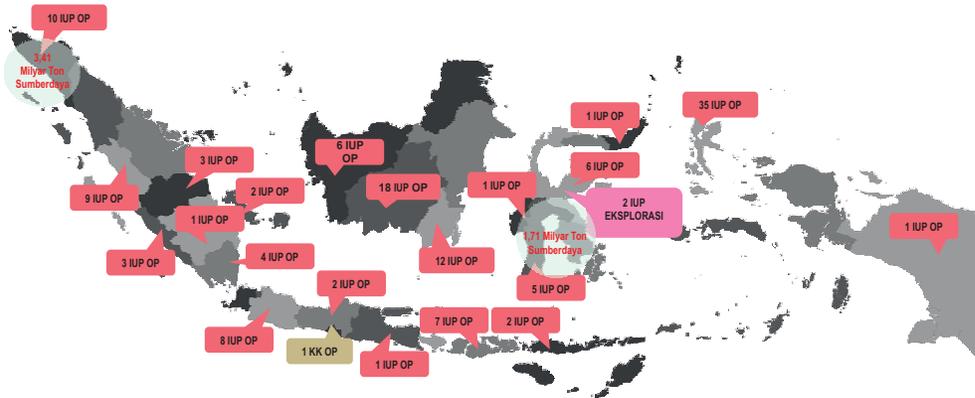
Rantai produksi industri besi baja diawali dari proses penambangan menggunakan metode *open pit mining* dan *underground mining*. Industri pertambangan menghasilkan bahan baku besi baja yang diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu bijih primer, bijih laterit dan pasir besi.

Besi di alam umumnya berikatan dengan senyawa lain membentuk senyawa oksida seperti *hematite* (Fe_2O_3), *magnetite* (Fe_3O_4) dan *ilmenite* ($FeTiO_3$) atau senyawa karbonat seperti *siderite* ($FeCO_3$). Magnetit dan hematit merupakan bijih utama pada industri pengolahan besi baja karena kandungan besi yang tinggi.

Ditjen Minerba mencatat bahwa terdapat total 140 izin aktif yang terdiri dari dua Izin Usaha Penambangan/Kontrak Karya Eksplorasi (IUP/KK Eksplorasi) dan 138 IUP/KK Operasi Produksi (IUP/KK OP) dengan total wilayah sekitar 511.595 hektare. Dua IUP Eksplorasi berada di Sulawesi Tenggara yang masih mencakup komoditas gabungan tembaga, nikel dan bijih besi. IUP OP/KK tersebar di berbagai provinsi di mana sebagian besar di Maluku Utara sebanyak 35 IUP OP, Kalimantan Tengah 18 IUP OP dan Kalimantan Selatan 12 IUP OP.

Izin	Provinsi (Total Izin)	Jumlah Izin	Luas Wilayah (Ha)	Komoditas
IUP Eksplorasi	Sulawesi Tengah	2	19.095	Tembaga, Nikel, Bijih Besi
IUP OP (137)	Aceh (10)	4	2.328	Bijih Besi DMP
		5	2.200	Bijih Besi
		1	158,9	Pasir Besi
	Bengkulu	3	5.998	Pasir Besi
	Jambi	3	2.965	Bijih Besi
	Sumatera Barat (9)	5	641,7	Bijih Besi
		1	76,1	Bijih Besi dan Emas
		2	388	Besi
		1	196	Pasir Besi
	Sumatera Selatan	1	166	Bijih Besi DMP
	Lampung	4	386,14	Bijih Besi
	Jawa Barat (8)	1	6.243,72	Pasir Besi
		6	1,58	Bijih Besi
		1	687,4	Bijih Besi DMP
	Jawa Tengah	2	287	Pasir Besi
	Jawa Timur	1	469,8	Pasir Besi
	Kalimantan Barat	6	18.488,91	Bijih Besi
	Kalimantan Selatan (12)	1	3.418	Bijih Besi DMP
		11	22.387,13	Bijih Besi
	Kalimantan Tengah (18)	9	32.727,5	Bijih Besi DMP
		7	11.649,2	Bijih Besi
		2	10.293,4	Besi
	Kep. Bangka Belitung (2)	1	192	Bijih Besi
		1	8,37	Besi
	Maluku Utara (35)	29	265.703,25	Bijih Besi
		5	8.846	Pasir Besi
		1	4.290	Pasir Besi DMP
	Nusa Tenggara Barat (7)	2	14.479	Bijih Besi
		1	3.028	Besi
		4	13.208	Pasir Besi
	Nusa Tenggara Timur (2)	1	16,24	Pasir Besi
1		100	Batu Besi	
Sulawesi Barat	1	943	Pasir Besi	
Sulawesi Selatan (5)	3	12.196,8	Bijih Besi	
	1	329,08	Besi Laterit	
	1	415,3	Pasir Besi	
Sulawesi Tengah	6	40.389	Bijih Besi	
Sulawesi Utara	1	18	Pasir Besi	
Papua	1	3.203,6	Pasir Besi	
KK OP	DIY	1	2.977,09	Pasir Besi

Sebaran perizinan tambang bijih/pasir besi di Indonesia.



Sebaran izin minerba aktif (IUP/KK) untuk komoditas besi berdasarkan data Juni 2021.

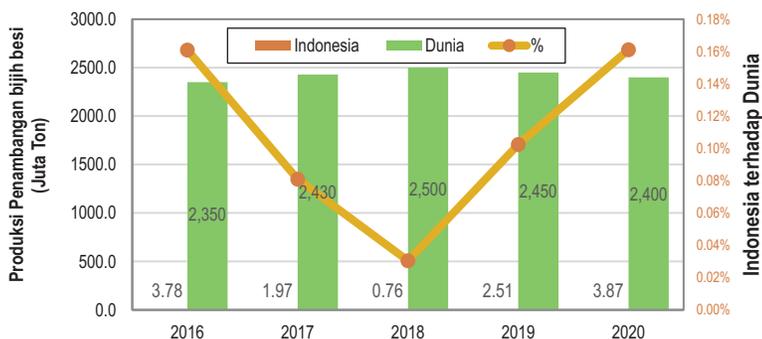
Tahapan awal setelah proses penambangan adalah pengolahan bahan galian. Pengolahan bahan galian dilakukan karena bijih besi yang ditambang dari dalam tanah mengandung pengotor yang harus dipisahkan.

Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kadar besi dari bijih hasil tambang sehingga proses pemurnian dapat berlangsung dengan ekonomis. Tahapan pengolahan bahan galian untuk bijih besi diawali dengan kominusi (merupakan proses pengecilan ukuran bijih sehingga dapat dipisahkan dari mineral pengotor). Pengecilan ukuran dilakukan melalui proses *crushing* (peremukan) dan *grinding* (penggusuran).

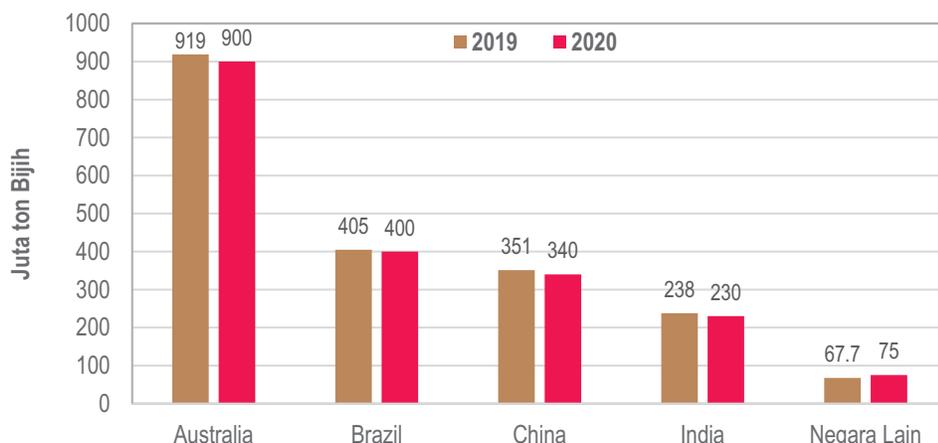
Proses selanjutnya adalah konsentrasi bijih. Konsentrasi merupakan proses pemisahan mineral besi dari pengotornya sehingga kadar besi menjadi meningkat. Salah satu proses konsentrasi yang dilakukan yaitu dengan memanfaatkan sifat kemagnetan dari mineral besi melalui alat yang disebut *magnetic separator*.

Hingga saat ini, bijih dan pasir besi Indonesia belum digunakan dengan optimal. Hal ini dikarenakan adanya kendala bahan baku bijih besi lokal di mana memiliki sumber daya relatif sedikit dan tersebar, terdapat dalam bentuk spot-spot, memiliki kualitas yang tidak seragam serta suplai yang tidak kontinyu.

Menurut data World Bureau of Metal Statistics tahun 2021, volume produksi bijih besi di Indonesia mengalami peningkatan dalam tiga tahun terakhir dan mencapai sekitar 3,87 juta metrik ton pada tahun 2020. Jumlah ini jauh lebih kecil dibandingkan jumlah penambangan besi di Australia, Brasil, China dan India.



Jumlah produksi penambangan besi di Indonesia dan dunia selama periode 2016-2020



Jumlah produksi penambangan besi di dunia tahun 2019 dan 2020

Manfaat Industri Hulu

Manfaat utama dari berdirinya industri hulu komoditas besi adalah untuk penyediaan bahan baku industri hilir. Selain manfaat utama tersebut, terdapat juga manfaat lainnya yang didapat oleh negara, pemerintah daerah, masyarakat luas, dan khususnya masyarakat setempat.

Data yang dihimpun oleh Ditjen Minerba pada tahun 2021 menunjukkan industri penambangan bijih besi memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi negara baik dalam bentuk Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). PNBP dalam bentuk royalti dan iuran tetap yang diterima negara pada tahun 2020 mencapai Rp 172,8 miliar. Nilai PNBP tersebut meningkat sebesar 2,4 kali dari nilai PNBP yang diterima negara pada tahun 2019, yang tercatat sebesar Rp 73,3 miliar rupiah, dan meningkat sebesar empat kali dari nilai PNBP pada tahun 2018 jadi sebesar Rp 44 miliar rupiah.

Industri pertambangan komoditas besi juga telah memberikan keuntungan kepada negara dalam hal investasi, baik yang berasal dari Penanaman Modal Asing (PMA) maupun dari Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Sebagai contoh untuk komoditas besi, dapat dilihat besaran PMA dan PMDN untuk sektor pertambangan di Provinsi Aceh dan Sulawesi Selatan yang merupakan provinsi dengan jumlah sumberdaya bijih besi terbesar di Indonesia.

Besaran realisasi PMA dalam sektor pertambangan di Aceh pada tahun 2020 dilaporkan mencapai USD 556,4 ribu. Sementara itu, besaran realisasi PMA dan PMDN dalam sektor pertambangan di provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2020 masing-masing dilaporkan mencapai USD 146 juta dan Rp 4,8 miliar.

Indikator lain dari manfaat industri hulu kepada daerah terkait, dapat dilihat dari informasi pada Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan bijih logam terhadap pembentukan PDRB Aceh dan Sulawesi Selatan relatif tinggi dan konstan selama lima tahun terakhir. Pada tahun 2020 sektor pertambangan bijih logam di Aceh dan Sulawesi Selatan telah menghasilkan nilai PDRB atas dasar harga berlaku sebesar Rp 526 miliar rupiah dan Rp 9,3 triliun.

Manfaat lain dari keberadaan industri pertambangan komoditas mineral besi adalah kemampuannya dalam penyediaan lapangan pekerjaan dalam jumlah besar. Keberadaan industri pertambangan juga akan mendorong juga penciptaan lapangan kerja tidak langsung di sektor lainnya, seperti perumahan, fasilitas kesehatan, dan sektor penunjang lainnya.

Selain penyediaan lapangan pekerjaan, perusahaan pemegang izin tambang telah memberikan kontribusi lainnya dalam bentuk Program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area penambangan. Jumlah dana PPM untuk komoditas bijih besi pada tahun 2020 berdasarkan laporan Ditjen Minerba, mencapai total sebesar Rp 2,8 miliar. ■

No	Jenis Perusahaan	Nama Perusahaan	Komoditas	Wilayah	Realisasi 2020
1	Perusahaan Kontrak Karya	PT Jogja Magasa Iron	Pasir Besi	D.I Yogyakarta	Rp. 876.191.575
2	Perusahaan IUPOPK Olah Murni	PT Servindo Jaya Utama	Bijih Besi	Maluku Utara	Rp. 724.097.080
3	IUP PMA	PT Adidaya Tangguh	Bijih Besi	Maluku Utara	Rp. 1.212.854.160

Jumlah dana pengembangan masyarakat perusahaan komoditas besi di Indonesia.

Gambaran Industri Hilir

Rantai Industri Besi Baja

Bijih besi di Indonesia terdapat dalam bentuk bijih besi primer dan pasir besi. Nilai impor bijih besi primer menjadi yang tertinggi pada rantai industri komoditas besi baja yaitu mencapai USD 681 juta atau 6,88 juta ton. Industri yang tersedia di Indonesia adalah industri penghasil bijih besi primer, pasir besi dan konsentrat pasir besi, sedangkan industri penghasil *iron ore lump*, *iron concentrate* dan *iron ore fines* belum ada di Indonesia.

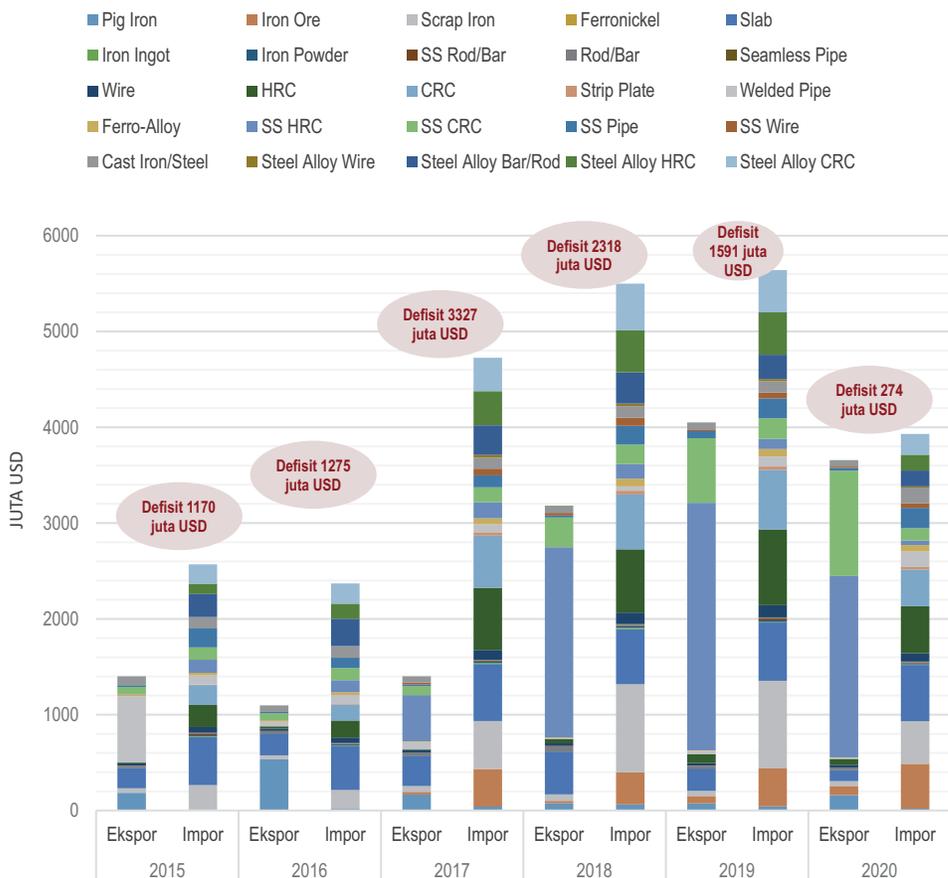
Proses *smelting* dengan bahan baku bijih besi primer akan menghasilkan *sponge iron* dan *hot metal pig iron*. Sejumlah *pig iron* yang dihasilkan dari proses peleburan diekspor ke luar negeri yaitu senilai USD 161 juta atau 279 ribu ton.

Berbeda dengan bijih besi primer, industri pengolahan pasir besi belum ada di Indonesia. Selain *sponge iron* dan *pig iron* hasil pengolahan bijih besi primer, industri baja di Indonesia juga menggunakan *steel scrap* dan FeNi atau *nickel pig iron* sebagai bahan baku. Sejumlah *scrap* komersial diimpor dari luar negeri untuk memenuhi kebutuhan bahan baku industri baja yaitu senilai USD 444,3 juta atau 1,4 juta ton.

Industri FeNi atau *nickel pig iron* digunakan sebagai bahan baku pembuatan *stainless steel* dengan produk akhir dalam bentuk *sheet*, *pipe* dan *wire*. Produk *stainless steel* di Indonesia digunakan untuk berbagai industri seperti farmasi, kimia, kesehatan, otomotif dan lain-lain.

Secara umum, neraca perdagangan komoditas besi baja selalu mengalami defisit setiap tahunnya. Defisit paling besar terjadi pada tahun 2017 yaitu sebesar USD 3,327 miliar akibat peningkatan yang pesat pada nilai impor komoditas besi baja.

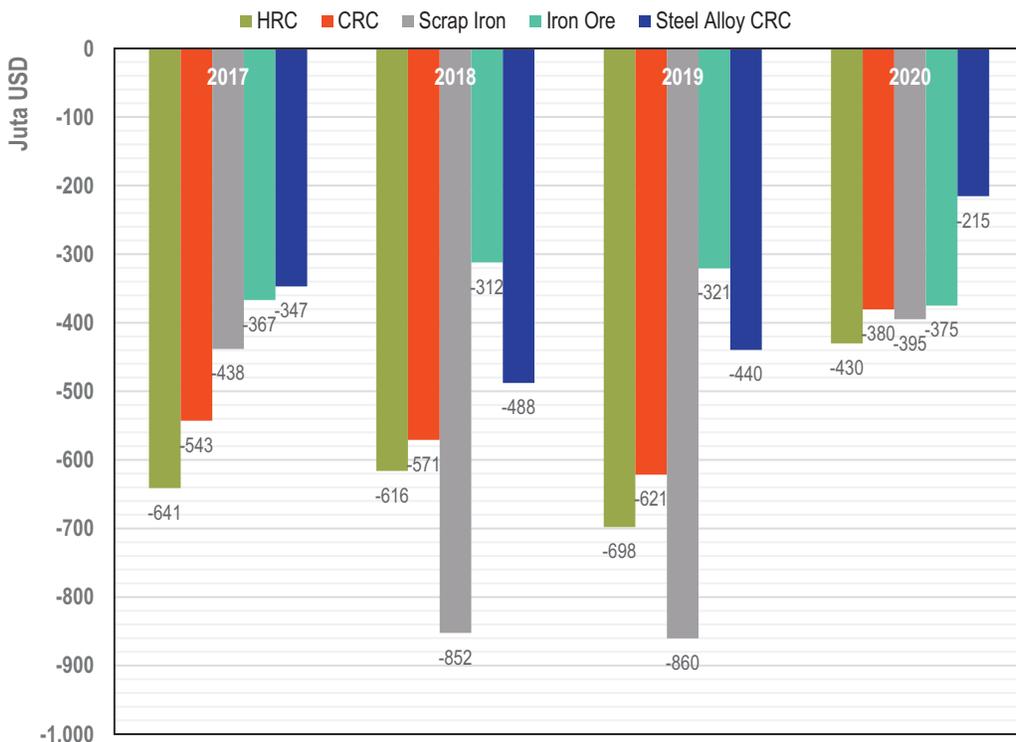
Defisit neraca perdagangan kemudian menurun pada tahun-tahun berikutnya hingga menjadi USD 2,318 miliar pada 2018 dan USD 1,591 miliar pada 2019 akibat peningkatan yang pesat pada ekspor baja tahan karat HRC dan CRC. Defisit neraca perdagangan kembali berkurang pada tahun 2020 karena nilai impor komoditas besi baja yang menurun secara signifikan akibat pandemi Covid-19.



Nilai ekspor impor produk besi baja dalam USD selama periode 2015-2020
(defisit = nilai impor lebih besar dari ekspor)

Berdasarkan neraca perdagangan seluruh komoditas besi baja, dapat dilihat beberapa jenis produk menghasilkan nilai defisit yang lebih tinggi dibandingkan jenis produk yang lain. Defisit ekspor impor komoditas besi baja terutama disumbangkan oleh HRC, CRC, scrap iron, bijih besi dan steel alloy CRC.

Besi tua atau scrap iron menjadi penyumbang defisit tertinggi pada tahun 2018 dan 2019 yaitu mencapai USD 852 juta dan USD 860 juta dibandingkan dengan produk lain yang memiliki defisit relatif konstan hingga tahun 2019. Secara umum kelima komoditas tersebut mengalami penurunan angka defisit pada tahun 2020 kecuali bijih besi yang relatif konstan pada angka USD 375 juta.



Produk besi baja dalam USD dengan neraca perdagangan yang memiliki nilai negatif selama periode 2017-2020 (negatif = nilai ekspor lebih kecil dari impor)

Salah satu cabang pohon industri besi baja yang belum ada di Indonesia adalah industri yang menghasilkan baja untuk keperluan khusus atau *special steel*. *Special steel* memiliki kontrol komposisi dan mikrostruktur yang ketat, sehingga diperlukan teknologi tinggi dalam produksinya, seperti *vacuum arc remelting (VAR)* dan *electro slag remelting (ESR)*.

Performa *special steel* yang tinggi menyebabkan *special steel* digunakan pada berbagai aplikasi khusus seperti industri penerbangan, *turbine shaft*, *high speed train axis* dan lain-lain. Sebagian besar industri baja komersial telah terdapat di Indonesia kecuali *heavy profile rail*. Berdasarkan neraca ekspor-impor besi baja Indonesia dapat disimpulkan bahwa sebagian industri hilir dan manufakturnya dari komoditas besi baja di Indonesia telah berkembang, namun industri hulu dan industri baja untuk aplikasi maju masih belum berkembang.

Pengembangan industri pengolahan dan pemurnian besi dan baja dasar telah masuk sebagai salah satu industri prioritas dalam RIPIN 2015-2035. Target RIPIN belum semuanya tercapai, sebagai contoh produksi baja untuk keperluan khusus (*special steel*) yang merupakan target untuk periode 2015-2019 masih belum terealisasi, dan hingga tahun 2021 belum terdapat industri yang berencana untuk mengembangkannya.

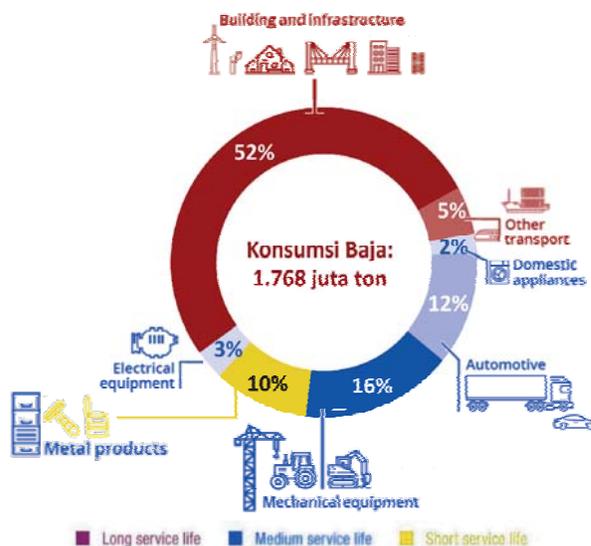
2015-2019	2020-2024	2025-2035
<ul style="list-style-type: none"> • Iron ore pellet • Lumps • Fines • Pig iron dan besi cor • Nickel Pig Iron • Ferronickel • Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) • Baja untuk keperluan khusus (antara lain untuk kesehatan, pertahanan, otomotif) 	<ul style="list-style-type: none"> • Slab, Billet, Bloom • Hot Rolled Coils (HRC), Hot Rolled Plate (HRP), Cold Rolled Coils (CRC), Wire rod • Profile, bar, wire • Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) • Baja tahan karat (<i>stainless steel long and flat products</i>) • Baja untuk keperluan khusus (antara lain untuk kesehatan, pertahanan, otomotif) 	<ul style="list-style-type: none"> • Seamless pipe • Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) • Baja tahan karat dekoratif • Baja untuk keperluan khusus (antara lain untuk kesehatan, pertahanan, otomotif)

Target RIPIN 2015-2035 untuk industri industri pengolahan dan pemurnian besi dan baja dasar

Kondisi Industri Hilir

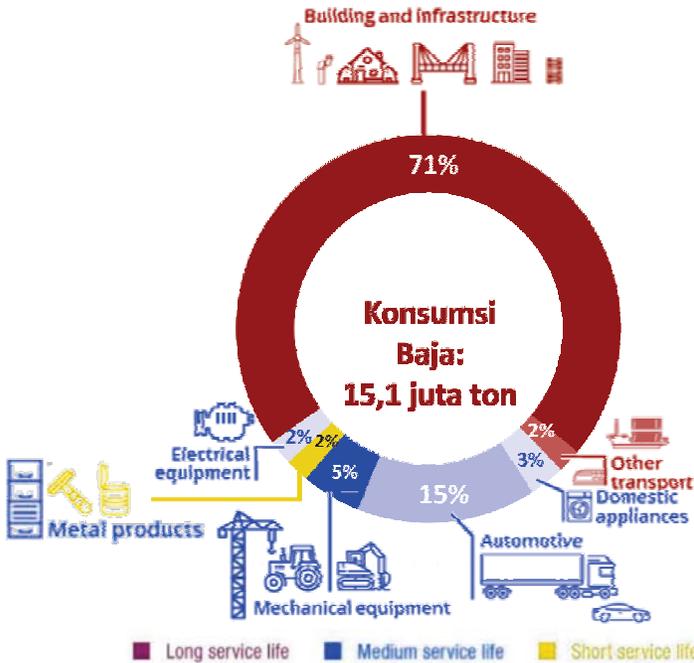
Baja merupakan material logam yang paling banyak digunakan di dunia. Baja digunakan dalam berbagai sektor mulai dari infrastruktur, otomotif, permesinan, dan lain-lain. Dari total 1,7 miliar ton konsumsi baja global, sektor konstruksi menjadi sektor dengan penggunaan baja terbesar dengan menyerap mencapai 51% total produksi baja dunia.

Sektor permesinan menjadi penyumbang terbesar kedua dengan 16%, disusul oleh sektor otomotif dengan penyerapan sebesar 12%. Baja juga digunakan sebagai material pada berbagai produk dengan umur pakai pendek di mana konsumsi pada sektor tersebut mencapai 10%.



Konsumsi baja global berdasarkan sektor pengguna pada tahun 2020.

Sektor konstruksi juga menjadi sektor dengan konsumsi baja tertinggi di Indonesia. Pembangunan infrastruktur yang masif menyebabkan sektor konstruksi menyerap hingga 71% dari total konsumsi baja domestik sebesar 15,1 juta ton. Otomotif menjadi sektor terbesar kedua dengan penyerapan mencapai 15%. Berbeda dengan konsumsi global, sektor permesinan domestik memiliki tingkat penyerapan konsumsi baja yang rendah yaitu 5%.



Konsumsi baja domestik berdasarkan sektor pengguna pada tahun 2020.

Industri pemurnian besi baja menggunakan *iron pelet* dengan kandungan Fe 60-65% dan diameter 0,5-2 inch sebagai bahan baku yang dihasilkan dari proses *pelletizing*. Proses pengolahan dan pemurnian besi baja dilakukan melalui proses pirometalurgi, yaitu proses pengolahan dan pemurnian besi menggunakan temperatur tinggi. Terdapat dua metode *iron making* yaitu melalui *blast furnace* atau melalui *direct reduction plant*.

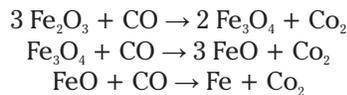


Rantai proses produksi, teknologi, produk dan industri pengguna besi baja.

Pada proses *blast furnace*, material berupa iron pelet dan kokas dimasukkan dari bagian atas tanur, yang kemudian direduksi menjadi logam besi. Kokas merupakan salah satu bahan baku yang paling penting dalam proses *iron making* melalui jalur *blast furnace*. Kokas yang digunakan pada proses *blast furnace* berfungsi sebagai reduktor proses peleburan, sumber energi agar reaksi kimia dapat berlangsung dan memberikan *permeabilitas* sehingga gas dapat mengalir ke atas.

Flux berupa *limestone* (CaCO_3) ditambahkan untuk mengikat pengotor dari lelehan logam dan membentuk slag di atas lelehan logam. Oksigen dialirkan menuju *blast furnace* untuk proses pembakaran kokas menjadi CO_2 dengan temperatur pembakaran mencapai 2000°C .

CO_2 bersifat tidak stabil pada temperatur tinggi sehingga bereaksi dengan karbon dari kokas membentuk CO. Gas CO yang kemudian menjadi reduktor pada proses pemurnian mineral menjadi logam Fe melalui serangkaian reaksi berikut:



Direct reduction merupakan proses di mana reduksi bijih besi berlangsung di bawah temperatur logam besi sehingga menghasilkan *direct reduced iron* (DRI) atau *sponge iron*. Proses ini biasanya berlangsung pada tanur berbentuk *shaft*. Reduksi bijih besi berlangsung pada temperatur dibawah 1000°C dengan agen pereduksi berupa gas CO dan H_2 melalui reaksi yang mirip dengan reaksi reduksi pada *blast furnace*.

Proses pembuatan baja disesuaikan dengan bahan baku yang digunakan. Pada jalur *iron making* menggunakan *blast furnace*, *pig iron* yang dihasilkan memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga perlu dioksidasi melalui *converter*. *Pretreatment* dilakukan terhadap logam cair untuk mengatur komposisi dan temperatur lelehan sehingga proses pada *converter* dapat berlangsung dengan optimal.

Proses perubahan lelehan besi menjadi baja berlangsung pada *basic oxygen furnace* (BOF). Aliran oksigen akan menurunkan kadar karbon, silikon, mangan, posfor dan sulfur dari lelehan logam melalui reaksi oksidasi yang membentuk lapisan *slag* di atas lelehan logam.

Berbeda dari BOF, bahan baku utama proses *electric arc furnace* (EAF) adalah *scrap* baja. EAF menggunakan energi listrik untuk melelehkan logam. Listrik dialirkan melalui sejumlah elektroda karbon sehingga menghasilkan busur listrik dengan temperatur tinggi. *Flux* berupa *lime* (CaO) atau MgO ditambahkan pada proses peleburan sesuai komposisi dari *scrap* yang digunakan. Gas oksigen dialirkan untuk mengurangi kadar pengotor pada lelehan logam seperti Al, Si dan Mn melalui reaksi oksidasi.

Proses pada BOF dan EAF merupakan *primary steel making process* dengan reaksi utama berupa reaksi oksidasi. Proses selanjutnya yang disebut dengan *secondary steel making* berlangsung pada *ladle furnace* (LF).

Proses yang berlangsung pada LF antara lain pepaduan, homogenisasi, kontrol kadar pengotor dan kontrol temperatur untuk proses *casting*. Proses pemurnian dapat dilakukan lebih lanjut pada kondisi vakum.

Pada tahap menggunakan *vacuum degasing*, terjadi reaksi denitrogenasi, dehidrogenasi serta *deep decarburization*. Tahap akhir dari proses *steel making* berlangsung pada *continous casting machine*. Proses *steel making* menghasilkan produk berupa baja setengah jadi dalam bentuk *slab*, *billet*, *bloom* atau *beam blank*.

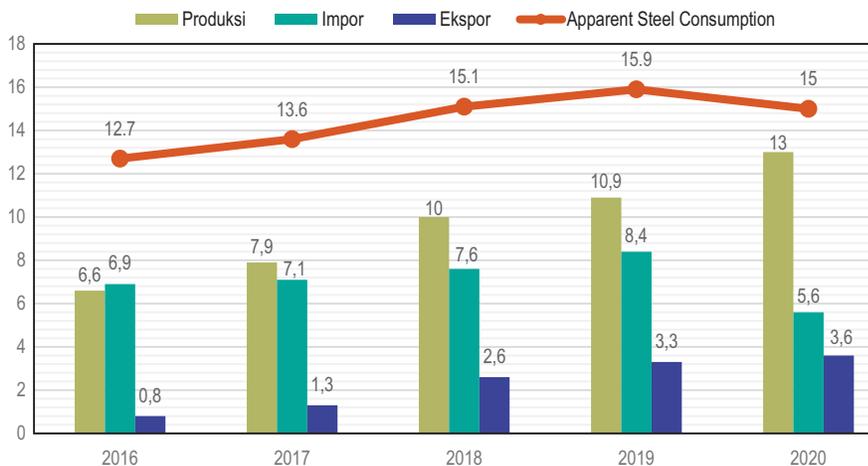
Dalam menyediakan bahan baku industri yang beragam, produk baja dibentuk lebih lanjut menggunakan berbagai teknologi pengerolan. Proses pengerolan baja menghasilkan produk lembaran seperti *plate*, HRC, CRC ataupun produk memanjang seperti rebar, *round bar*, *flat bar*, *section* dan *wire rod*.

Terdapat berbagai industri turunan baja yang menggunakan bahan baku berupa pipa, *coated sheet*, paku, mur, baut, elektroda, PC strand dan *wire rope*. Industri konstruksi yang termasuk di dalamnya *engineering procurement construction (EPC) company*, fabrikasi baja, tiang pancang dan lain-lain juga menjadi sektor penyerapan produk dalam bentuk *plate*, HRC, rebar, *section* dan PC strand. Industri manufaktur sepertiomotif, galangan kapal, *boiler vessel*, pipa dan lain-lain menjadi salah satu sektor penting yang akan menyerap produk berupa *plate*, HRC, *section*, *round bar*, *flat bar*, pipa dan *wire rope*.

Produksi baja domestik selalu mengalami peningkatan pada 5 tahun terakhir dari 6,6 juta ton pada tahun 2016 menjadi 13 juta ton pada tahun 2020. Dari hasil produksi tersebut, Indonesia mengekspor sejumlah baja yang didominasi oleh tipe baja tahan karat.

Ekspor baja memiliki kecenderungan yang sama dengan produksi baja, yaitu mengalami peningkatan dalam 5 tahun terakhir dari 0,8 juta ton pada tahun 2016 menjadi 3,6 juta ton pada tahun 2020. Jumlah ekspor ini juga meningkat secara rasio terhadap produksi dari 12,1% pada tahun 2016 menjadi 27,7% pada tahun 2020.

Indonesia merupakan negara dengan kebutuhan akan baja yang besar di tengah pertumbuhan ekonomi dan pembangunan infrastruktur yang pesat. Hal ini terlihat dari konsumsi baja nasional yang selalu mengalami peningkatan pada 5 tahun terakhir dari 12,7 juta ton pada tahun 2016 menjadi 15 juta ton pada tahun 2020.



Jumlah produksi dan konsumsi baja domestik Indonesia dalam juta ton pada tahun 2016-2020.

Secara total, terdapat 5 perusahaan yang memproses bijih besi menghasilkan *sponge iron* (PT Delta Prima Steel), *pig iron* (PT Dexin Steel), *slab* baja karbon (PT Krakatau Posco dan PT Krakatau Steel), dan *cold bricket iron* (PT Sumber Baja Prima).

Industri *smelter* besi dan baja karbon terpusat di beberapa kawasan industri seperti Cilegon, Cikarang dan Morowali. Dari total kapasitas produksi sebesar 14,57 juta ton, Pulau Jawa menjadi penyumbang terbesar yaitu 10,94 juta ton, kemudian diikuti oleh Sulawesi dan Sumatera dengan 3 juta ton dan 630 ribu ton.

PT Krakatau Posco di Cilegon dan PT Dexin Steel Indonesia menjadi perusahaan *smelter besi* baja dengan kapasitas produksi terbesar yaitu 3 juta ton. Gunung Group di Cikarang dan PT Krakatau Steel di Cilegon merupakan perusahaan *smelter* dengan kapasitas produksi diatas 2 juta ton. Perusahaan dengan kapasitas produksi tinggi seperti PT Krakatau Posco, PT Dexin Steel Indonesia dan Gunung Group menggunakan teknologi blast *furnace* dan *basic oxygen furnace* (BOF) untuk mengolah bahan baku dari bijih menjadi baja.

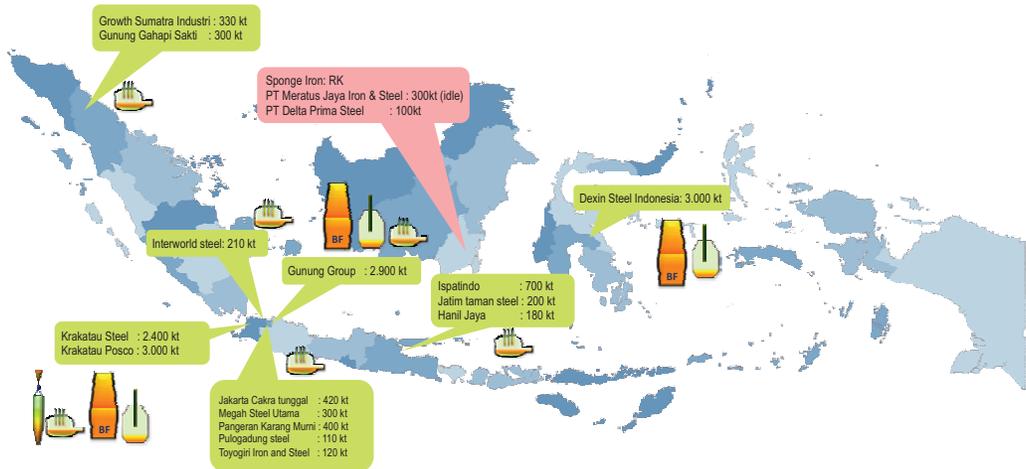
Teknologi lain seperti *direct reduction plant* terdapat di PT Krakatau Steel. Pabrik pembuatan besi spons mulai beroperasi di PT Krakatau Steel sejak tahun 1978 dengan menggunakan teknologi *direct reduction* HyL I (proses *batch*) dengan bijih besi dalam bentuk pelet yang dimpor dari Brasil. Pada tahun 1994, pabrik besi spons berikutnya juga dipasang dan dioperasikan oleh PT Krakatau Steel dengan menggunakan teknologi *direct reduction* HyL III (proses kontinyu).

Sponge iron yang dihasilkan dari pabrik *direct reduction* kemudian dikirim ke pabrik pembuatan baja untuk dilebur dan dimurnikan di *electric arc furnace*. Produk yang dihasilkan oleh PT Krakatau Steel adalah baja lembaran baik dalam bentuk HRC maupun CRC.

Perusahaan *smelter* lain dengan kapasitas produksi yang lebih rendah yang terletak di perkotaan seperti Surabaya, Jakarta dan Medan menggunakan *electric arc furnace* sebagai teknologi produksi baja dengan bahan baku *scrap*. Pada bulan Juli 2012, PT Delta Prima Steel mengoperasikan pabrik pembuatan besi spons dengan teknologi *direct reduction rotary kiln* dengan kapasitas produksi 100.000 ton per tahun. Bersamaan dengan itu, PT Meratus Jaya Iron and Steel juga memulai *commissioning* pabrik pembuatan besi spons menggunakan teknologi *direct reduction rotary kiln* SL/RN dengan kapasitas produksi 300.000 ton per tahun.

No.	Nama Perusahaan	Komoditas Input		Komoditas Output	
		Jenis	Kapasitas (ton)	Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Delta Prima Steel	Bijih Besi		<i>Sponge Iron</i>	100.000
2	PT Dexin Steel	Bijih Besi		<i>Pig Iron</i>	3.120.000
3	PT Krakatau Posco	Bijih Besi		<i>Steel slab</i>	3.000.000
4	PT Krakatau Steel	Bijih Besi		<i>Steel slab</i>	2.400.000
5	PT Sumber Baja Prima	Bijih Besi	65.847	<i>Cold Bricket Iron</i>	36.367
TOTAL			65.847		7.456.367

Perusahaan pengolahan dan peleburan besi dan baja karbon yang telah beroperasi berdasarkan data tahun 2021.



Persebaran industri smelter besi dan baja karbon di Indonesia.

Perusahaan pengolahan dan peleburan besi dan baja karbon yang masih dalam tahap pembangunan dan perencanaan masih rendah, yaitu 6 perusahaan. Terdapat 2 perusahaan yang mengolah bijih besi menjadi *pig iron* (CV Sumber Mas) dan baja karbon (PT Gunung Garuda), 2 perusahaan yang mengolah pasir besi menjadi *pig iron* yaitu PT Alchemist Metal Industry dan PT Karunia Mitra Abadi, serta 1 perusahaan yang mengolah konsentrat besi menjadi *sponge ferro alloy* yaitu PT Sebuku Iron Lateritic Ores.

PT Sebuku Iron Lateric Ores di Kotabaru dan PT Alchemist Metal Industry di Halmahera Utara direncanakan akan beroperasi pada tahun 2022, sementara PT Karunia Mitra Abadi di Halmahera Barat direncanakan akan beroperasi pada tahun 2023.

No.	Nama Perusahaan	Komoditas Input		Komoditas Output	
		Jenis	Kapasitas (ton)	Jenis	Kapasitas (ton)
1	CV Sumber Mas	Bijih Besi	293.000	<i>Pig Iron</i>	120.000
2	PT Alchemist Metal	Pasir Besi	3.031.621	<i>Pig Iron</i>	1.600.000
3	PT Gunung Garuda	Bijih Besi		<i>Steel</i>	1.500.000
4	PT Karunia Mitra Abadi	Pasir Besi	1.500.000	<i>Pig Iron</i>	601.920
5	PT Kendal Steel Indonesia			<i>Pig Iron</i>	6.000.000
6	PT Sebuku Iron Lateritic Ores	Konsentrat Besi	3.013.393	<i>Sponge Ferro Alloy</i>	1.151.403
TOTAL			7.838.014		10.973.323

Perusahaan pengolahan dan peleburan besi dan baja karbon yang sedang dan akan dibangun berdasarkan data tahun 2021.

Manfaat Industri Hilir

Pengembangan pabrik pengolahan, pemurnian, pembentukan dan manufaktur produk besi dan baja akan memberikan peningkatan penerimaan negara, penerimaan daerah, dan lapangan kerja. Sebagai contoh, industri baja di kota Cilegon memberikan kontribusi yang signifikan terhadap produk domestik regional bruto (PDRB).

PDRB kota Cilegon atas dasar harga berlaku tercatat sebesar Rp 45,4 triliun pada tahun 2015. Nilai PDRB kota Cilegon meningkat menjadi Rp 56,8 triliun pada tahun 2020 di mana kontribusi dari sektor industri pengolahan sebesar 55,05%.

Keberadaan industri baja tercatat telah menyerap sejumlah tenaga kerja. Sebagai contoh pada tahun 2020, jumlah tenaga kerja di PT Krakatau Steel dan Krakatau Posco dapat mencapai 45 ribu tenaga kerja dan di PT Kendal Steel Indonesia mencapai 12 ribu tenaga kerja. Keberadaan industri baja tahan karat tercatat telah menyerap sejumlah 31 ribu TKI dan 2 ribu TKA. Selain penyerapan tenaga kerja langsung, keberadaan industri hilir akan mendorong juga penciptaan lapangan kerja tidak langsung dari berbagai sektor penunjang di sekitar area industri.

Selain berbagai manfaat ekonomi yang telah disebutkan di atas, pengembangan industri komoditas besi diharapkan dapat menciptakan hilirisasi yang berkelanjutan dan terintegrasi yang mendukung kekuatan industri dalam negeri. Pengembangan industri hilir komoditas besi juga diharapkan akan memberikan manfaat berupa pembentukan daya saing nasional, serta meningkatkan kredibilitas dan kehormatan bangsa.

Industri Hilir Komoditas Besi Masa Depan

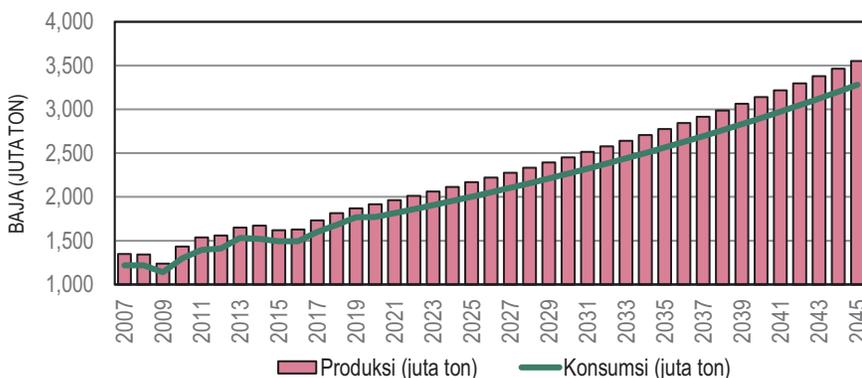
Industri hilir besi baja yang akan dibutuhkan di masa depan dapat dilihat berdasarkan proyeksi produksi baja secara global. Produksi dan konsumsi industri baja global diprediksi akan terus meningkat hingga 2045.

Kapasitas produksi industri baja global berada pada angka 1,92 miliar ton dengan konsumsi 1,77 miliar ton pada tahun 2020. Terdapat surplus sekitar 150 juta ton yang diperkirakan akan terus terjadi akibat kapasitas produksi baja global lebih tinggi dari jumlah permintaan.

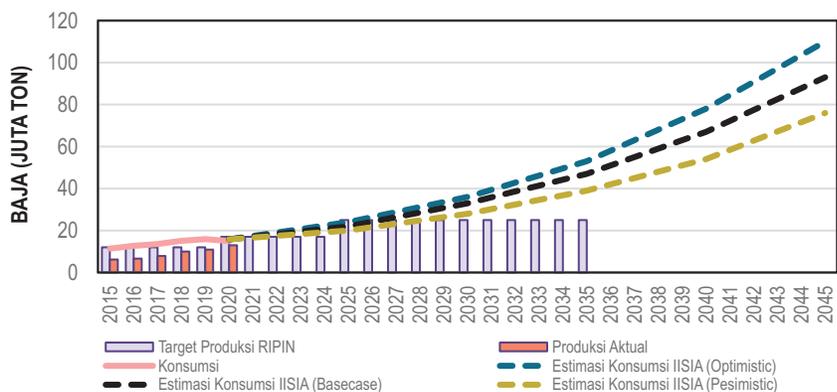
Berbeda dengan industri baja global, industri baja domestik mengalami defisit di mana kapasitas produksi domestik lebih rendah dari konsumsi. Kapasitas produksi industri baja domestik berada pada kisaran angka 13 juta ton dengan konsumsi sekitar 15 juta ton pada tahun 2020.

Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) menargetkan adanya peningkatan pada kapasitas produksi baja domestik, yaitu menjadi 25 juta ton antara tahun 2025-2035. Target kapasitas produksi ini tidak dapat mengejar peningkatan konsumsi baja domestik yang semakin pesat.

Berdasarkan estimasi IISIA, kebutuhan baja di Indonesia pada tahun 2035 mencapai 47 juta ton (*basecase*), jauh lebih tinggi dari kapasitas produksi baja yang ditargetkan RIPIN. Defisit antara kapasitas produksi dengan konsumsi ini jika tidak ditanggulangi akan menyebabkan Indonesia terus bergantung pada impor baja dari luar negeri.

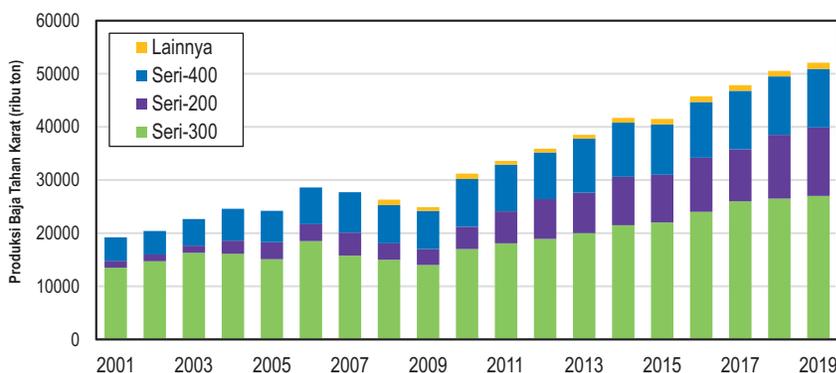


Proyeksi jumlah produksi dan konsumsi industri baja global hingga tahun 2045.



Proyeksi produksi dan konsumsi industri besi baja domestik hingga tahun 2045.

Baja tahan karat merupakan komoditas yang akan tetap diperlukan di masa depan. Historis jenis baja tahan karat yang diproduksi dunia. Lebih dari 75% baja yang telah diproduksi merupakan baja seri 200 dan seri 300. Potensi pengembangan industri baja tahan-karat telah tercantum di dalam naskah akademik Grand Strategy Komoditas Nikel-Kobalt dan tidak akan dibahas lebih lanjut dalam dokumen ini.



Produksi baja tahan karat berdasarkan jenisnya selama periode 2001-2019.

Industri hilir besi baja lain yang diprediksi akan terus berkembang adalah industri baja untuk keperluan khusus (*special steel*). Sebagian besar dari kebutuhan paduan logam kualitas tinggi untuk keperluan produksi di hampir semua industri strategis nasional harus diimpor dari luar negeri. penggunaan baja khusus atau *special steel* ini secara lebih lengkap yaitu:

- Pertahanan dan keamanan (*defence*): *firearms, missiles, artillery and military transportation, navy.*
- Energi: *land gas turbines, hydro power plant, nuclear power plant, geothermal power plant, oil and gas.*
- Penerbangan (*aerospace*): *aerostructures, landing gear, helicopter structures, aero engines, aero fastening and components.*
- Transportasi: *automotive components, motorsport components, injection system.*
- Perkakas (*tooling*): *forging, die casting, plastic molding, cold and hot working, extrusion.*

Rata-rata kebutuhan paduan logam berperforma tinggi yaitu *special steel* secara nasional kurang lebih 5% dari kebutuhan baja secara keseluruhan. Bila kebutuhan baja nasional saat ini kira-kira adalah 15 juta ton pertahun, maka keperluan paduan logam berperforma tinggi kira-kira adalah 750.000 ton pertahun.

Kompetitor paduan logam berperforma tinggi atau *special steel* merupakan industri-industri besar yang telah lama melakukan penelitian, produksi dan bisnis di bidang paduan-paduan logam kualitas tinggi. Beberapa di antaranya yang paling aktif adalah:

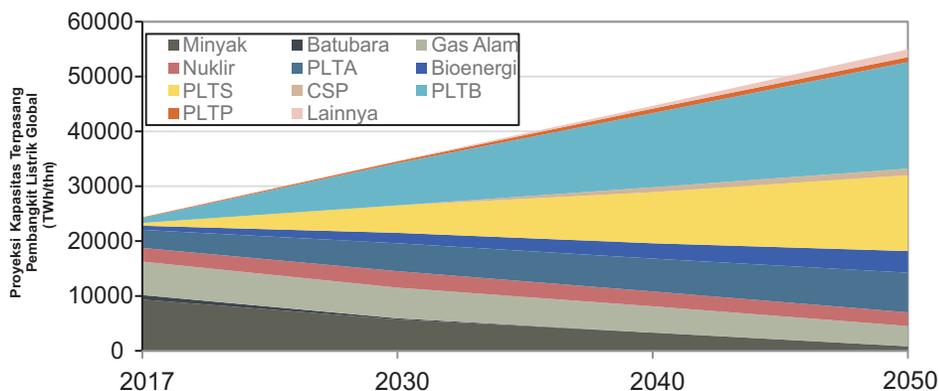
- Aubert & Duval dengan lokasi pabrik di Perancis.
- SSAB, yang memiliki lokasi pabrik di Swedia, Finlandia dan Amerika Serikat.
- Allegheny Technologies, yang memiliki fasilitas pabrik di beberapa negara dengan pusatnya di Amerika Serikat.
- Voestalpine Group's Special Steel Division, yang memiliki fasilitas pabrik di beberapa negara dengan pusatnya di Vienna.
- Thyssenkrupp, yang memiliki fasilitas pabrik di beberapa negara dengan pusatnya di Jerman.
- Carpenter, yaitu produsen paduan-paduan logam kualitas tinggi yang memiliki *home base* di Amerika Serikat.
- Perusahaan-perusahaan skala kecil di Tiongkok dengan jumlah lebih dari 10 yang telah memproduksi baja kekuatan tinggi dan paduan logam kualitas tinggi dalam kapasitas relatif kecil.



*Pemakaian baja untuk kebutuhan khusus (*special steel*)*

Besi dan logam dasar lainnya juga diperlukan dalam teknologi rendah karbon (*low carbon technologies*), salah satunya adalah pada pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT), seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), dan lainnya.

Diperkirakan kontribusi penggunaan EBT akan meningkat dari 25% pada tahun 2017 menjadi 86% pada tahun 2050. Peningkatan implementasi teknologi EBT ini akan memerlukan pasokan berbagai logam. ■



Histori dan proyeksi peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) global dalam periode 2017-2050.

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan yang dapat diidentifikasi terkait upaya pemanfaatan mineral besi. Salah satu permasalahan adalah keterbatasan dalam ketersediaan dan validitas data. Keterbatasan terkait data informasi komoditas besi dan baja dapat ditemukan mulai dari data sumber daya dan cadangan, industri hulu, hingga industri hilir.

Badan Geologi Kementerian ESDM melaporkan bahwa terdapat beberapa permasalahan dan tantangan dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan besi. Sebagai contoh, data Izin Usaha Pertambangan (IUP) pada tahun 2020 masih belum termutakhirkan seluruhnya. Dari segi kualitas, tidak semua data yang dilaporkan telah terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*) terutama mengenai validitas potensi deposit bijih besi lokal.

Kurangnya dan bahkan tidak tersedianya *competent person* baik untuk bijih besi dan pasir besi merupakan kendala yang perlu diatasi. Ketersediaan dan validasi data merupakan permasalahan yang juga ditemui di industri hilir besi. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain: Data industri hulu, antara, dan industri hilir tidak terintegrasi akibat pengelolaan data yang melibatkan dua kementerian, yaitu KESDM dan Kemenperin.

- Data perdagangan ekspor dan impor yang dilaporkan Badan Pusat Statistik (BPS) tidak tersedia untuk produk tertentu atau bercampur dengan produk lainnya.
- Data terperinci industri pembentukan, industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang terkait produk besi tidak tersedia atau tidak mudah diakses.
- Data terperinci jenis produk besi dan baja yang diekspor, diimpor, dan dikonsumsi di dalam negeri tidak tersedia atau tidak mudah diakses.
- Data terkait perkembangan industri baja untuk kebutuhan khusus (*special steel*) di Indonesia masih belum ada.
-

Ketersediaan dan validitas data-data tersebut sangat dibutuhkan untuk pemeataan industri besi dan baja secara holistik sehingga dapat dilakukan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan.

Dinamika Harga dan Pasar

Saat ini, harga jual bijih besi maupun *pellet* bijih besi ditentukan oleh dua kubu, yakni kubu produsen yang terdiri dari perusahaan di tiga negara yaitu Australia, Brasil dan Tiongkok, serta kubu konsumen bijih besi yang terdiri dari perusahaan besi baja dunia. Harga bijih besi dan *pellet* mengikuti keseimbangan pasokan dunia.

Harga bijih besi meningkat tajam mulai bulan Juni 2020, hingga mencapai harga di atas USD 200 per ton pada bulan Mei 2021, disebabkan kenaikan jumlah produksi baja yang terjadi di Tiongkok. Lonjakan tersebut terjadi di tengah menurunnya persediaan bijih besi di pelabuhan-pelabuhan Tiongkok, mengindikasikan penguatan permintaan. Di sisi lain, permintaan baja global menunjukkan tren kenaikan yang turut mengurangi cadangan bijih besi dan mendorong kenaikan harga.

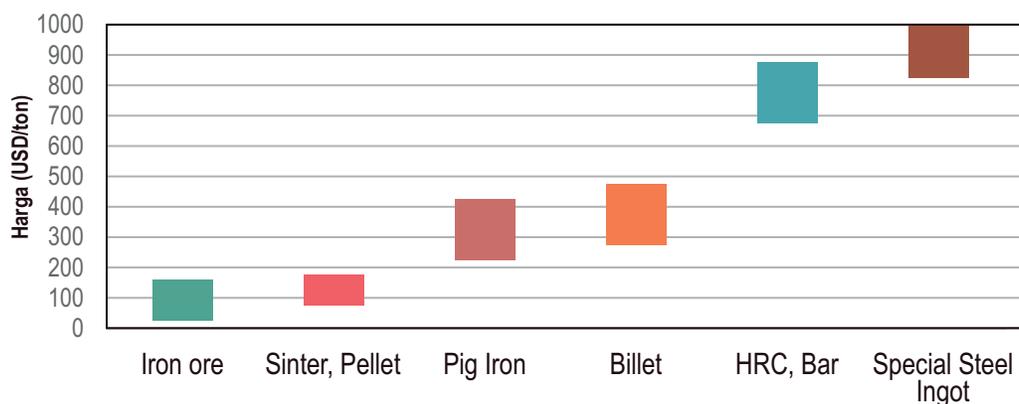


Harga bijih besi berdasarkan data World Bank selama periode tahun 2017–2021.

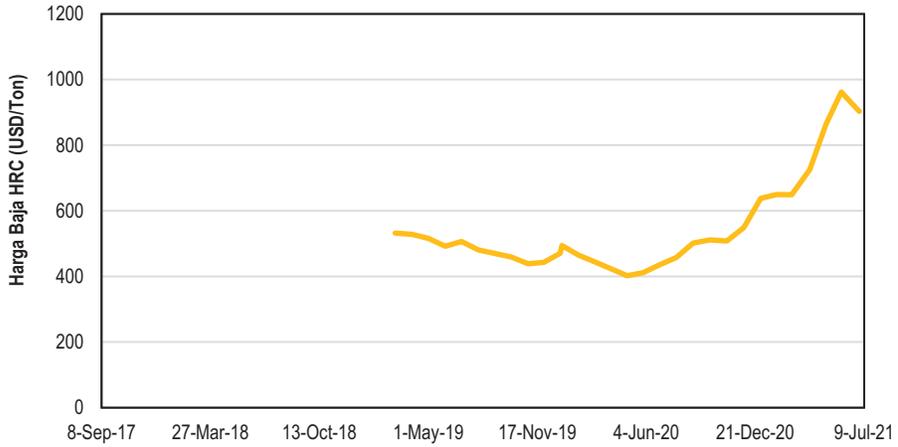
Begitu juga dengan produk turunan lainnya, harga jual besi baja seperti *pig iron*, *sponge iron* dan *crude steel* ditentukan oleh keseimbangan pasokan kebutuhan besi baja dunia secara keseluruhan. Perbandingan harga bijih besi, bijih besi dalam bentuk *sinter* dan *pellet*, *pig iron*, *billet*, HRC bar, dan *special steel ingot*.

Tren kenaikan harga seperti yang dialami harga bijih besi dunia terjadi pada harga baja HRC, rebar dan *steel scrap* dengan berdasarkan data dari London Metal Exchange (LME). Harga baja HRC dan rebar mencapai puncak pada bulan Mei 2021, yaitu mencapai harga USD 962 ton, sementara harga baja rebar mencapai harga USD 744 per ton. Harga *steel scrap* terus mengalami peningkatan hingga mencapai harga USD 500 per ton pada akhir bulan Juni 2021.

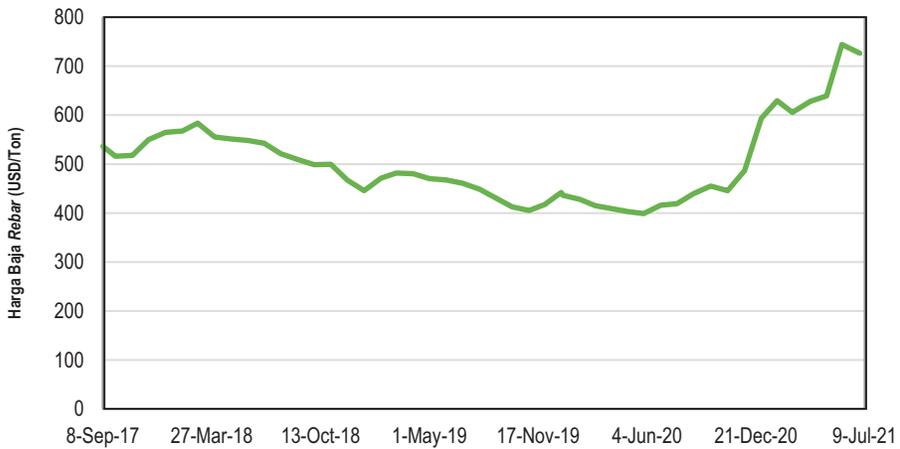
Secara umum harga produk besi baja tidak dapat diprediksi secara pasti. Harga produk besi baja akan mengalami fluktuasi sesuai dengan kondisi ekonomi dunia. Jika kondisi perekonomian positif, maka konsumsi besi baja cenderung meningkat dan membuat harga besi baja dunia akan naik, begitu juga sebaliknya.



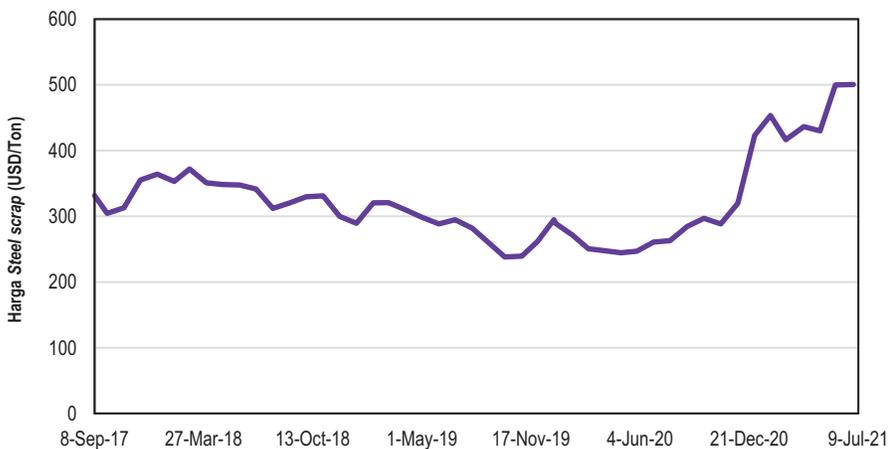
Perbandingan harga bijih besi, bijih besi dalam bentuk sinter dan pellet, pig iron, billet, HRC bar, dan special steel ingot.



Harga baja HRC berdasarkan data LME selama periode tahun 2017–2021.



Harga baja rebar berdasarkan data LME selama periode tahun 2017–2021.



Harga steel scrap berdasarkan data LME selama periode tahun 2017–2021.

Bijih besi dapat diolah menggunakan teknologi *direct reduction* untuk menghasilkan besi spons (*sponge iron*) atau juga sering disebut dengan *direct reduced iron* (DRI). Besi spons yang dihasilkan dari proses-proses *direct reduction* digunakan sebagai bahan baku di industri baja yang menggunakan *electric arc furnace* (EAF) untuk menggantikan besi tua (*scrap*).

Besi tua termasuk material yang sulit didapatkan di Indonesia. PT Krakatau Steel menggunakan proses HyL III untuk mereduksi bijih besi dalam bentuk *pellet* menjadi besi spons. Proses reduksi dilakukan dengan menggunakan gas CO dan H₂ yang berasal dari gas alam yang telah dilakukan *cracking* di *reformer*. Proses ini diadopsi oleh PT Krakatau Steel dengan mempertimbangkan harga gas alam yang relatif murah pada tahun 1970-an hingga 1990-an.

Saat ini, harga gas alam di Indonesia cenderung menjadi lebih mahal. Oleh karenanya, pabrik-pabrik reduksi bijih besi yang dibangun setelahnya diusahakan untuk menggunakan reduktor batubara yang saat ini masih banyak terdapat di Indonesia. Selain itu, penggunaan teknologi EAF untuk menghasilkan baja sangat sensitif terhadap harga listrik karena penggunaan energi listrik yang besar untuk melebur *sponge iron* dan *scrap*.

Infrastruktur penunjang akan selalu diperlukan untuk mendukung operasional pabrik pengolahan dan peleburan besi baja. Infrastruktur tersebut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu: infrastruktur eksternal seperti pelabuhan dan prasarana transportasi, dan infrastruktur internal seperti fasilitas air, pengolah limbah, fasilitas pembangkit energi, dan fasilitas pendukung lainnya.

Terdapat beberapa hal penting terkait aspek teknologi dalam pengembangan industri besi baja di Indonesia, beberapa di antaranya :

- Bijih besi dengan kadar Fe dan pengotor yang beragam menjadi kendala tersendiri untuk diproses di Indonesia. Yang umum dilakukan untuk pabrik yang besar adalah pencampuran bijih besi impor (70–80%) dengan bijih besi dalam negeri (20–30%).
- Pabrik produksi besi spons di Kalimantan sudah menggunakan bijih besi lokal. Kendalanya adalah suplai yang tidak berkelanjutan serta kualitas yang tidak seragam yang sering tidak memenuhi persyaratan pabrik.
- Pemanfaatan bijih besi laterit dan konsentrat pasir besi karena teknologi pengolahan dan pemurniannya belum umum di dunia.
- Kualitas baja sangat ditentukan oleh fasilitas (mesin) produksi, selain sumber daya manusia (*operator* dan *engineer*).
- Fasilitas baja karbon di Indonesia saat ini sudah modern, misal PT Krakatau Posco yang dilengkapi dengan RH-degasser, yang dapat menghasilkan sebagian besar produk baja kualitas tinggi, yang dapat bersaing dengan produk negara lain. Akan tetapi, fasilitas ini hanya dimiliki oleh 3 pabrik baja di Indonesia saat ini.
- Pabrik baja hulu yang mengolah bijih besi/*scrap* menjadi *slab/billet* sangat padat modal dengan keuntungan yang marginal sehingga tidak banyak yang tertarik. Insentif harus diberikan untuk industri ini.
-

Pabrik baja di Tiongkok mempunyai kapasitas produksi baja yang berlebih dengan penguasaan teknologi besi baja yang lebih baik. Produk baja lokal sangat sulit bersaing dengan produk Tiongkok, terutama dari sisi harga. Tiongkok sudah membangun pabrik dengan kapasitas besar pada awal tahun 2000-an sehingga saat ini pabrik-pabrik baja tersebut sudah *break even point* (depresiasi pabrik sudah tidak termasuk dalam perhitungan biaya produksi).

Teknologi dan Infrastruktur

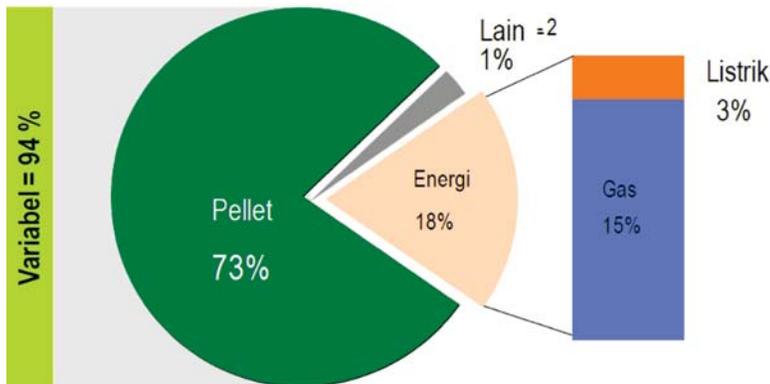
Jenis bijih besi yang terdapat di Indonesia diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu bijih besi primer (hematit dan magnetit), bijih besi laterit, dan pasir besi. Terdapat berbagai teknologi untuk pembuatan besi (*iron making*) maupun baja (*steel making*) yang digunakan di dunia.

Variasi teknologi dikembangkan agar potensi bahan baku bijih besi bisa diolah secara optimal. Pemilihan proses dan teknologi yang digunakan untuk pengolahan besi dan baja didasarkan pada beberapa aspek, di antaranya adalah jenis dan kadar mineral besi serta ketersediaan sumber energi dan agen reduktor.

Teknologi pembuatan besi akan menentukan teknologi yang digunakan untuk preparasi bahan baku dan teknologi pembuatan baja. Oleh karenanya, teknologi pembuatan besi ditentukan terlebih dahulu. Terdapat tiga teknologi *proven* pembuatan besi yang dapat digunakan untuk mengolah bijih besi menjadi produk besi baik *pig iron* maupun besi spons (*sponge iron*) yaitu teknologi *blast furnace*, teknologi *smelting reduction*, dan teknologi *direct reduction*.

Penggunaan bijih besi lokal perlu diintensifkan karena *pellet*/bijih besi impor memiliki harga yang relatif lebih mahal, suplainya tidak bisa dikendalikan, dan sangat dipengaruhi oleh situasi ketersediaan dan permintaan global. Bijih besi lokal memiliki jumlah yang cukup banyak, terutama bijih besi laterit dengan harga relatif murah.

Pellet/bijih besi merupakan komponen biaya produksi utama pembuatan baja. Bijih besi lokal yang diolah di dalam negeri akan memberikan nilai tambah yang besar beserta segala *multiplier effect*.



Komposisi biaya produksi besi spons dengan menggunakan teknologi HyL III.

Blast furnace adalah teknologi yang paling banyak dan dominan digunakan di dunia untuk menghasilkan *pig iron* (besi wantah). Proses pembuatan baja dari bahan baku *hot metal* dari *blast furnace* adalah dengan menghembuskan oksigen untuk mengoksidasi pengotor-pengotor (karbon, silikon, mangan dan fosfor) yang dapat menghasilkan panas (eksotermik).

Proses pembuatan baja tidak membutuhkan energi dari luar. Oleh karenanya, produk dari *blast furnace* dalam keadaan leleh (*hot metal*) disarankan untuk langsung diolah lebih lanjut menjadi baja, dengan menambahkan BOF (*basic oxygen furnace*) dan dicor dalam bentuk *slab* atau *billet*. Pada umumnya, *blast furnace* membutuhkan pabrik sinter untuk mengaglomerasi material yang mengandung besi dan pabrik kokas (*coke*) untuk menghasilkan reduktor dan sumber panas untuk proses reduksi bijih besi.

Pemodalan Usaha

Industri pengolahan dan pemurnian logam merupakan industri yang membutuhkan investasi besar dengan risiko yang juga besar. Besarnya biaya investasi akan bergantung pada jenis teknologi yang dipilih dan kapasitas pabrik.

PT Alchemist Metal Industry yang direncanakan akan beroperasi pada tahun 2022 dengan kapasitas 1,6 juta *ton pig iron* membutuhkan biaya investasi sekitar USD 66,7 miliar, sementara PT Karunia Mitra Abadi yang direncanakan akan beroperasi pada tahun 2023 dengan kapasitas 601,9 ribu *ton pig iron* membutuhkan biaya investasi sekitar USD 40,6 miliar. Tingginya biaya investasi untuk pembangunan pabrik pengolahan dan peleburan besi baja menjadi salah satu penyebab lambatnya pertumbuhan kapasitas pabrik dan rendahnya pendirian pabrik baru.

No.	Nama Perusahaan	Kapasitas	Lokasi	Biaya Investasi	Tenaga Kerja	Jadwal
1	PT Delta Prima Steel	Sponge Iron : 100.000 ton	Kalimanta Selatan	27 juta USD		
2	PT Dexin Steel *	Hot metal : 3.000.000 ton/th n billet*	Morowali	750 juta USD		2017 - 2020
6	PT Alchemist Metal Industry	Pig Iron : 1.600.000 ton	Halmahera Utara	66,7 milyar USD		2022
7	PT Gunung Garuda	Steel: 1.500.000 ton	Cikarang	277 juta USD		
8	PT Karunia Mitra Abadi	Pig Iron : 601.920 ton	Halma hera Barat	40,6 milyar USD		2023
9	PT Kendal Steel Indonesia *	Hot metal : 3 MTPY	Kendal	35 triliun rupiah	12.000	2018 - 2021
10	PT Sebuku Iron Lateritic Ores	Sponge Ferro Alloy: 1.151.403 ton	Kotabaru	85 juta USD		
11	PT Sunrise Steel Mill*	Cold Rolled Steel: 150.000 ton/thn	Suarabaya	35 juta USD	200	2019 - 2021
12	PT Gunung Raja Paksi*	Hot Metal : 1,5 MTPY Slab/billet : 1,2 MTPY	Cikarang	5,6 triliun rupiah	500	2019 - 2021
13	10 million ton Cilegon Steel Cluster (Krakatau Stell dan Krakatau Posco)*	Blast Furnace: 3 MTPY Blast Furnace #2 Hot Strip Mill #1: 2,1 MTPY – Phase 2 Hot Strip Mill #2: 1,5 MTPY – Phase 1 Hot Strip Mill #2: 1,5 MTPY – Phase 2 Hot Strip Mill #2: 1,0 MTPY – Phase 3 Cold Rolling Mill: 0,5 MTPY Reversing Mill 1,2 MTPY CRM #2 1,5 MTPY CRM #3	Cilegon	4,1 milyar USD	45.000	2017 - 2025

Biaya investasi perusahaan pengolahan dan peleburan besi baja berdasarkan data tahun 2021.

Secara umum nilai investasi pada komoditas besi baja masih relatif rendah dan terdapat beberapa hal yang perlu dipertimbangkan lebih lanjut, antara lain:

- Investasi yang sudah terealisasi sebagian besar didorong oleh perusahaan swasta. Kontribusi perusahaan BUMN masih belum optimal.
- Investasi untuk produk turunan baja seperti baja tahan karat maupun baja keperluan khusus (*special steel*) masih terbatas.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

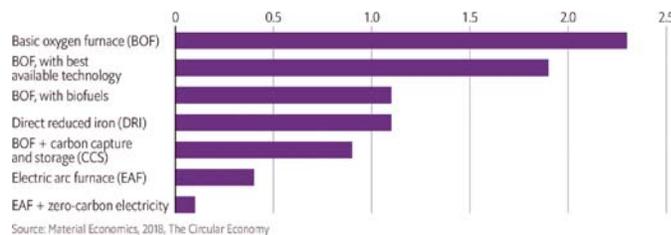
Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas besi diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri komoditas besi baja agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal. Keseimbangan ketersediaan sumber daya/cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas besi baja harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi. Dampak lingkungan akan menjadi salah satu faktor yang penting di masa depan dalam pertimbangan pemilihan teknologi.

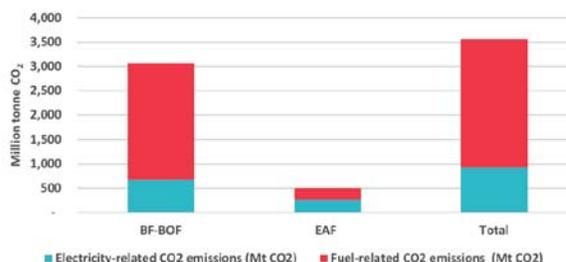
Electric arc furnace (EAF) merupakan teknologi yang memiliki emisi CO₂ paling rendah sementara teknologi *direct reduced iron* (DRI) dan *basic oxygen furnace* (BOF) cenderung menghasilkan CO₂ sekitar 2–3,5 kali lebih banyak daripada teknologi EAF. Pada tahun 2019, produksi baja dengan teknologi *blast furnace*-BOF telah menghasilkan sekitar 3 giga ton CO₂ secara global dan produksi baja dengan teknologi EAF menghasilkan sekitar 0,5 giga ton CO₂. Intensitas CO₂ yang tinggi dari EAF di Tiongkok dan India karena penggunaan sebagian besar *pig iron* atau *direct reduction iron* (DRI) sebagai bahan baku dibandingkan menggunakan baja *scrap* di EAF menyebabkan peningkatan emisi CO₂ EAF secara global.

Beberapa hal penting terkait keberlanjutan dan dampak lingkungan dari pengembangan industri besi baja di Indonesia, antara lain:

- Ketahanan sumber daya dan cadangan bijih besi harus diperhatikan untuk keberlanjutan industri besi baja.
- Faktor lingkungan akan menjadi salah satu aspek penting yang mempengaruhi pengembangan industri besi baja ke depan.
- Pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan dan upaya pemanfaatan SHP perlu ditingkatkan untuk mengurangi dampak negatif industri baja terhadap lingkungan.



Estimasi CO₂ yang dihasilkan per ton baja berdasarkan teknologi pengolahan dan peleburan besi baja.



Emisi CO₂ yang dihasilkan dari industri baja secara global pada tahun 2019

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi Informasi terkait data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) – (*SWOT Analysis*) terutama bagi perusahaan dalam negeri terkait pengembangan industri besi baja di Indonesia. ■

<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> Indonesia memiliki sumberdaya pasir besi. Peluang untuk pembangunan smelter baru karena konsumsi domestik melebihi kapasitas produksi. 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> Kapabilitas yang rendah dalam mengakses bahan baku kompetitif. Pertumbuhan kapasitas relatif lambat dibandingkan kebutuhan dan utilitas kapasitas rendah. Utilitas industri besi-baja Indonesia rendah. Industri baja untuk aplikasi maju di Indonesia belum berkembang
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> Sektor konstruksi sebagai pengguna baja terbesar terus mengalami peningkatan. Peluang peningkatan kebutuhan besi-baja seiring peningkatan populasi dan konsumsi per kapita. Terdapat kebutuhan baja untuk keperluan khusus. 	<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> Penetrasi produk impor dalam pasar domestik dan ketergantungan terhadap pemodal asing. Infrastruktur dan rantai pasok industri besi-baja belum optimal.

Analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (SWOT Analysis) terkait pengembangan industri besi dan baja Indonesia.

<p>Strength:</p> <p>S1. Indonesia memiliki sumberdaya pasir besi dan besi laterit.</p> <p>S2. Peluang untuk pembangunan smelter baru karena konsumsi domestik melebihi kapasitas produksi.</p>	<p>Weakness:</p> <p>W1. Kapabilitas yang rendah dalam mengakses bahan baku kompetitif.</p> <p>W2. Pertumbuhan kapasitas relatif lambat dibandingkan kebutuhan.</p> <p>W3. Utilitas industri besi-baja Indonesia rendah.</p> <p>W4. Industri Baja Untuk Aplikasi Maju di Indonesia Belum Berkembang</p>
<p>Opportunity:</p> <p>O1. Sektor konstruksi sebagai pengguna baja terbesar terus mengalami peningkatan.</p> <p>O2. Peluang Peningkatan Kebutuhan Besi-Baja seiring Peningkatan Populasi dan Konsumsi per kapita.</p> <p>O3. Terdapat Kebutuhan Baja untuk Keperluan Khusus</p>	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> Pemanfaatan pasir besi, besi laterit dan bijih besi lokal untuk bahan baku industri peleburan besi-baja (S1,S2,O1)-(2a) Pengembangan industri besi-baja untuk sektor otomotif dalam negeri (S2, O2)-(3d) Pengembangan industri besi-baja untuk untuk bahan baku teknologi EBT (S2, O1)-(3f)
<p>Threat:</p> <p>T1. Penetrasi produk impor dalam pasar domestik & ketergantungan terhadap pemodal asing.</p> <p>T2. Infrastruktur & rantai pasok industri besi-baja belum optimal.</p>	<p>WT:</p> <ol style="list-style-type: none"> Aliansi global dengan tambang luar negeri untuk mendapatkan akses bahan baku yang kompetitif (W1,T2)-(1b) Pengembangan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan scrap besi-baja (W1,T2)-(4b)

Matriks TOWS komoditas besi baja Indonesia.

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas besi saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki oleh Indonesia maka telah disusun 4 usulan program utama terkait pengembangan komoditas besi Indonesia, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri besi mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi/manufaktur, hingga daur ulang.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

Indonesia memiliki cadangan bijih besi primer yang mencapai 1,7 miliar ton bijih atau 355 juta ton logam. Nilai ini hampir dua kali lipat dari cadangan pasir besi yang hanya 0,9 miliar ton bijih atau 222 juta ton logam. Namun, pada kenyataannya hanya sedikit dari keseluruhan cadangan bijih besi primer yang dapat diolah lebih lanjut secara komersial menggunakan teknologi yang ada saat ini.

Cadangan bijih besi primer di Indonesia cenderung tersebar dalam jumlah yang sedikit sehingga belum optimal untuk dijadikan bahan baku. Oleh karena itu, diperlukan verifikasi validitas potensi deposit bijih besi primer lokal dalam rangka mengetahui jumlah cadangan besi yang akurat dan secara aktual dapat digunakan sebagai bahan baku industri.

Selain itu, terdapat kendala bahwa *competent person* yang bersertifikat baik untuk bijih besi dan pasir besi sangat kurang dibandingkan jumlah IUP yang ada. Cara yang dapat dilakukan adalah dengan mempermudah standar untuk mencetak *competent person*. Tersedianya *competent person* yang terjangkau dan memadai sesuai dengan jumlah IUP yang ada dapat mendorong tumbuhnya IUP tambang bijih besi dan juga dapat mempercepat proses verifikasi validitas deposit bijih besi.

a. Peningkatan Kegiatan Eksplorasi dan Pengaktifan Kembali IUP Tambang Bijih Besi

Peningkatan kegiatan eksplorasi diperlukan untuk meningkatkan ketahanan sumber daya dan cadangan bijih besi. Hal ini juga berkaitan dengan UU Minerba yang baru yaitu UU Nomor 3 Tahun 2020. Adanya UU Minerba ini diharapkan dapat menjawab perkembangan, permasalahan dan kebutuhan hukum dalam penyelenggaraan pertambangan.

UU Minerba mendorong kegiatan eksplorasi untuk penemuan deposit melalui penugasan penyelidikan dan penelitian kepada lembaga riset negara, BUMN, BUMD, atau badan usaha swasta serta dengan pengenaan kewajiban penyediaan dana ketahanan cadangan. Dengan diberlakukannya UU minerba ini diharapkan dapat meningkatkan dan menggairahkan kegiatan eksplorasi komoditas besi.

Letak cadangan bijih besi lokal yang tersebar (*scatter*) menyebabkan biaya untuk pembuatan besi (*iron making*) menggunakan bijih besi lokal menjadi lebih mahal dibandingkan menggunakan bijih besi impor dari Brazil. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengumpulkan cadangan bijih besi lokal yang tersebar tersebut sehingga dapat menurunkan biaya penambangan. Hal ini diharapkan dapat mendorong IUP-IUP tambang bijih besi lokal menjadi aktif kembali.

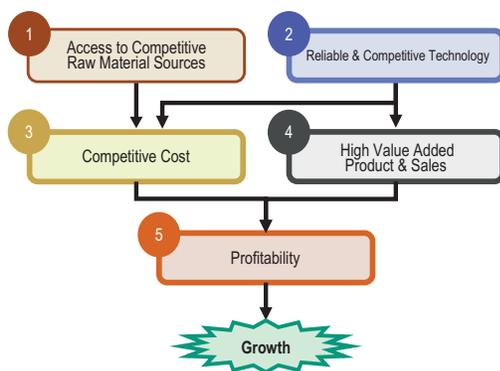
b. Aliansi Global dengan Tambang Luar Negeri untuk Mendapatkan Akses Bahan Baku yang Kompetitif

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor penting dalam pengembangan industri besi-baja nasional. Pada industri baja, harga bahan baku berkontribusi sekitar 2/3 dari total biaya pembuatan baja, sehingga pengamanan bahan baku seperti bijih besi dan *scrap* menjadi krusial.

Upaya pengembangan industri besi baja nasional tidak dapat hanya bergantung dari bijih besi lokal sebagai bahan baku. Selain karena jumlahnya yang terbatas, cadangan bijih besi lokal juga tersebar dalam bentuk spot-spot, memiliki kualitas yang tidak seragam dan suplainya yang tidak kontinyu.

Salah satu strategi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan bahan baku adalah melalui kerjasama dengan pihak lain sebagai penyedia bahan baku. Beberapa perusahaan baja dunia yang tidak memiliki tambang sendiri menjalin kerjasama global dengan perusahaan tambang bijih besi yang terpercaya dalam bentuk *long-term supply agreement*, *partial share ownership*, atau *joint venture*.

Strategi serupa dapat dipertimbangkan oleh perusahaan besi baja di Indonesia sehingga mendapatkan akses bahan baku yang kompetitif. Akses terhadap bahan baku yang kompetitif merupakan satu dari lima strategi beberapa perusahaan baja paling kompetitif di dunia. Melalui akses bahan baku yang kompetitif, dibantu dengan teknologi pengolahan yang terpercaya, perusahaan seperti Posco (Korea), NSSMC (Jepang), Nucor (AS), Gerdau (Brazil) dan Severstal (Rusia) dapat berkembang sebagai perusahaan baja dengan harga yang kompetitif.

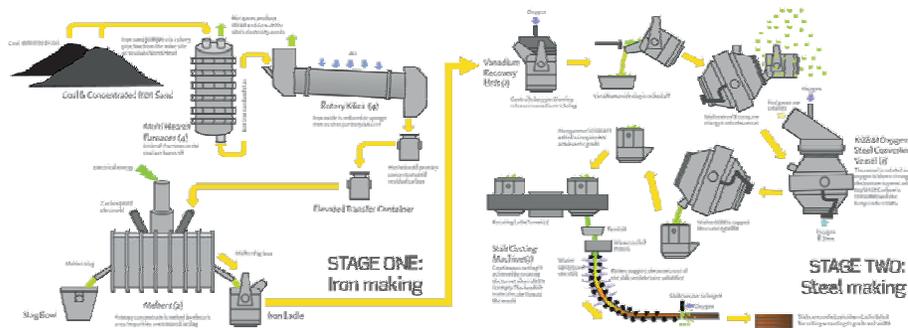


Strategi perusahaan baja paling kompetitif di dunia.

Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

Salah satu kendala utama dalam pengembangan industri baja di Indonesia adalah ketergantungan pada bahan baku dari luar negeri. Padahal, Indonesia mempunyai cadangan pasir besi yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Cadangan pasir besi di Indonesia pada tahun 2020 mencapai 222 juta ton logam besi. Angka yang besar ini akan memberikan pengaruh signifikan terhadap kemajuan industri besi baja nasional, apabila digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan besi baja. Untuk mewujudkan rencana pemanfaatan pasir besi lokal sebagai bahan baku industri besi-baja, diperlukan implementasi teknologi yang telah *proven*, *reliable*, dan kompetitif. Salah satu perusahaan yang berhasil mengolah pasir besi adalah New Zealand Steel menggunakan proses *rotary kiln-submerged arc furnace* (RKSAF).



Proses pembuatan besi baja dari pasir besi yang dilakukan di New Zealand Steel.

New Zealand Steel menggunakan batubara dan konsentrat pasir besi sebagai bahan baku yang dipompa menuju *multi hearth furnace*. Campuran pasir besi (*hot iron sand*) dan arang sisa pembakaran, masuk ke *rotary kiln* di mana besi oksida direduksi menjadi besi spons seiring dengan pembakaran karbon dari arang batubara.

Proses selanjutnya adalah peleburan pada *submerged arc furnace* yang menghasilkan lelehan besi wantah dan lelehan *slag*. Tahap selanjutnya adalah proses pembuatan baja yang secara umum sama dengan proses pada umumnya yaitu menggunakan *converter*. Sebelum masuk ke *converter*, vanadium yang terkandung pada lelehan logam dapat diambil terlebih dahulu melalui penghembusan oksigen secara terkontrol. Proses ini akan menurunkan kandungan vanadium pada lelehan logam dan menghasilkan *slag* kaya vanadium oksida.

Konversi lelehan besi menjadi baja berlangsung pada *KOBM oxygen steel converter vessel* dengan oksigen ditiupkan dari bagian atas dan bawah *vessel*. Pembuatan baja diakhiri dengan proses *casting* pada *slab casting machine* setelah komposisi baja dipenuhi melalui penambahan unsur-unsur seperti mangan dan silikon.

Indeks Konsumsi / Ton Besi Wantah	
Konsentrat pasir besi	1,92 Ton
Batubara	1,95 Ton
Antrasit	0,90 Ton
Batu kapur	0,13 Ton
FeSi	0,03 Ton
Listrik	500 kWh

Data teknis pengolahan pasir besi menggunakan teknologi RK-SAF.

Teknologi lain yang telah berhasil mengolah pasir besi adalah *teknologi rotary kiln-electric furnace* (RKEF) di Evraz Highveld Steel and Vanadium. Perusahaan yang berlokasi di Afrika Selatan ini menggunakan bijih berupa *titaniferrous magnetite*. Teknologi *blast furnace* juga berhasil diterapkan oleh Panzhihua Iron and Steel Co (China), Chengde Iron and Steel Group (China) dan Nizhnetagil'skii Metallurgicheskii Kombinat (Rusia), dengan bahan baku campuran bijih besi primer dan *vanadium titanomagnetite*.

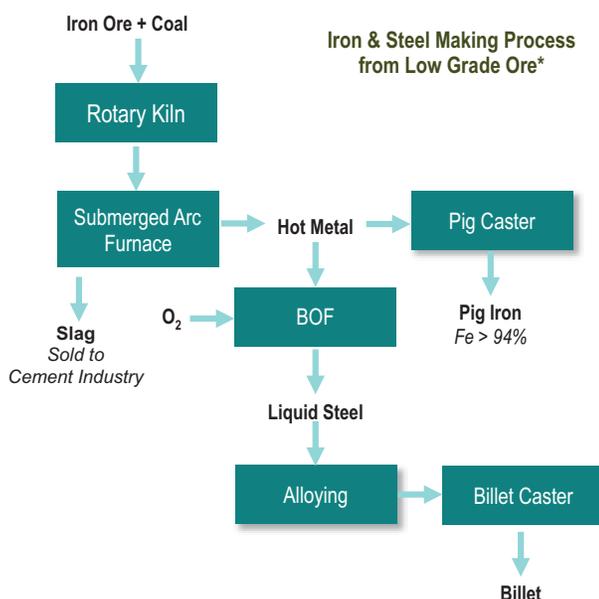
Teknologi pengolahan pasir besi juga sangat dibutuhkan untuk dapat mengambil logam lain yang terkandung di dalam pasir besi. Pasir besi di Indonesia memiliki kandungan titanium dan vanadium yang masuk dalam golongan *critical raw materials* (CRMs) oleh European Union.

CRMs merupakan bahan baku dengan nilai ekonomi dan strategi yang penting bagi ekonomi Eropa, namun dengan resiko suplai yang tinggi. Hal ini berarti titanium dan vanadium sangat penting dalam berbagai sektor kunci perekonomian Eropa, namun sangat bergantung pada impor negara penghasil.

a. Pemanfaatan Bijih Besi Laterit dan Bijih Besi Lokal untuk Bahan Baku Industri Peleburan Besi Baja Nasional

Salah satu tantangan untuk meningkatkan daya saing industri pengolahan besi adalah teknologi yang dapat mengolah bijih besi dengan kadar relatif rendah. Ketersediaan teknologi ini sangat diperlukan sehingga bijih besi laterit dan bijih besi lokal dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku industri peleburan besi-baja nasional.

Teknologi RKSFAF merupakan salah satu rute proses peleburan yang dapat digunakan untuk mengolah bijih besi dengan kadar rendah. Dengan bahan baku utama sejumlah 1,9 ton bijih besi kadar rendah dan 0,85 ton batubara dapat menghasilkan 1 ton besi wantah, yang selanjutnya dapat diolah menjadi baja menggunakan *basic oxygen furnace* (BOF).



Skema proses pengolahan besi-baja menggunakan bijih besi berkadar rendah menggunakan RKSFAF.

Indeks Konsumsi / Ton Besi Wantah	
Bijih besi	1,90 Ton
Batubara	0,85 Ton
Antrasit	0,10 Ton
Batu kapur	0,25 Ton
Listrik	500 kWh (Hot Charging)
Make up water	2,8 m ³

Data teknis pengolahan bijih besi kadar rendah menggunakan teknologi RKSAF.

Perlu dilakukan reaktivasi perusahaan peleburan bijih besi yang sudah tidak beroperasi untuk meningkatkan pemanfaatan bijih besi domestik. Perusahaan peleburan bijih besi yang sudah tidak aktif dapat dihidupkan kembali untuk meningkatkan produksi besi baja nasional. Untuk perusahaan yang hanya memiliki fasilitas *rotary kiln* dapat dilengkapi dengan fasilitas *submerged arc furnace* agar dapat mengolah bijih besi kadar rendah yang sampai saat ini belum dimanfaatkan dengan optimal.

b. Implementasi dan penguasaan teknologi yang proven, reliable & kompetitif

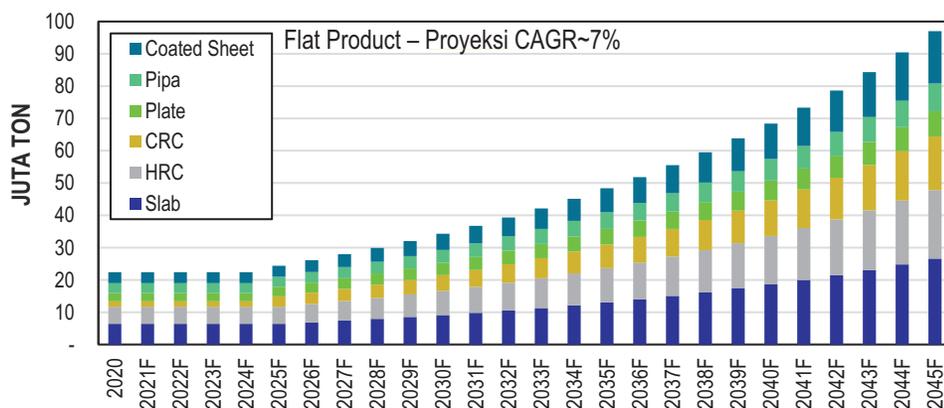
Saat ini fasilitas pengolahan bijih besi masih mengandalkan teknologi dari luar negeri. Pengoperasian teknologi-teknologi tersebut sudah dapat dilakukan oleh operator-operator lokal, namun penguasaan teknologi terkait aspek desain, rekayasa, perakitan, dan pembangunan pabrik masih belum dikuasai oleh bangsa sendiri. Industri pengolahan besi dan baja yang ada di Indonesia masih mengandalkan perusahaan penyedia teknologi (*technology provider*) dan penyedia jasa teknik, pengadaan barang, konstruksi (EPC = *engineering-procurement-construction*) dari luar negeri. Sangat diharapkan ada perusahaan EPC lokal yang menguasai teknologi pembuatan besi-baja sehingga dapat memudahkan proses konstruksi pabrik besi-baja di Indonesia. Aspek penguasaan teknologi ini sangat penting sebagai upaya mentransformasikan Indonesia dari negara yang hanya memiliki keunggulan komparatif menjadi negara yang memiliki keunggulan kompetitif.

Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

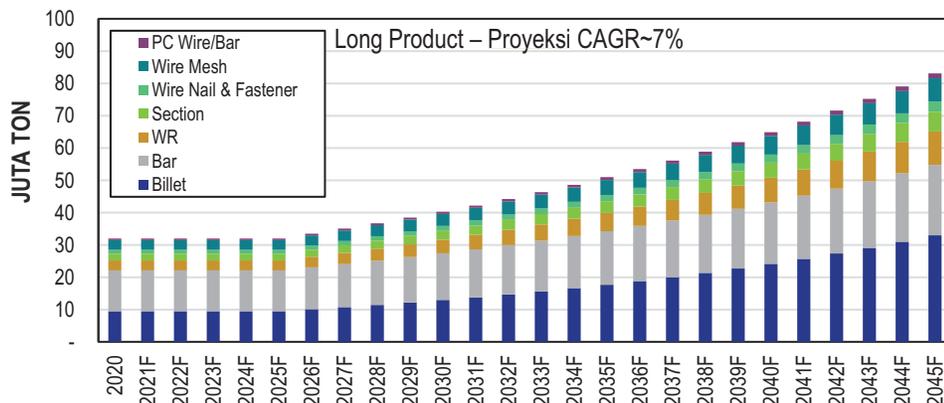
The Indonesian Iron and Steel Industry Association (IISIA) mengusulkan pada tahun 2025 mulai diberlakukan program substitusi impor terutama untuk *flat product* HRC, plate, CRC dan *coated sheet*, serta *long product bar, section, dan wire rod*, agar jumlah impor dapat ditekan menjadi lebih 30% konsumsi domestik. Selanjutnya, perlu dilakukan investasi secara masif agar industri baja di Indonesia dapat memenuhi kebutuhan baja nasional yang diproyeksi akan terus meningkat.

Penambahan investasi di sektor *long product* sangat penting dilakukan secara masif untuk mendukung program infrastruktur agar Indonesia menjadi negara maju nomor 4 dunia di tahun 2050. Oleh karena itu, investasi sangat diperlukan untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan baja nasional sehingga dapat mewujudkan kemandirian Indonesia dalam sektor industri baja.

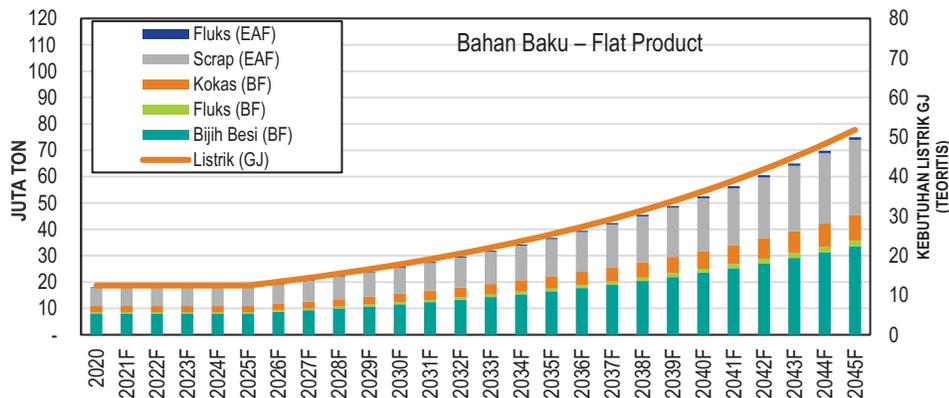
Kapasitas *flat product* ditargetkan mencapai 138 juta ton pada tahun 2050 dengan rincian produk *slab* ditargetkan menjadi 38 juta ton, HRC 30 juta ton, plate 10 juta ton, CRC 25 juta ton, *coated sheet* 24 juta ton, dan pipa 11 juta ton. Sementara untuk *long product*, kapasitas produksi *billet* ditargetkan menjadi 45 juta ton, bar 25 juta ton, *wire rod* 14 juta ton, dan *section* 8 juta ton.



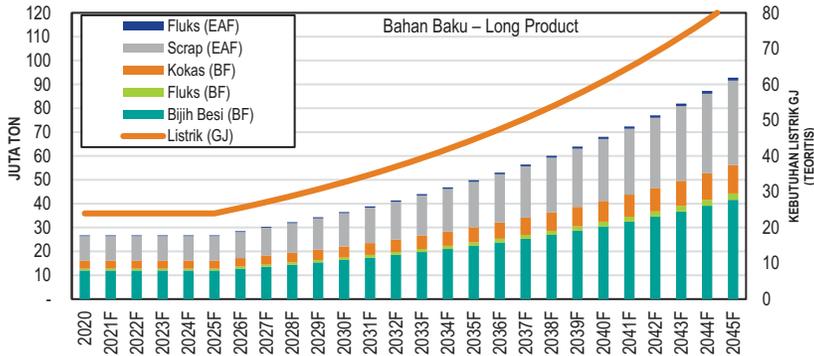
Proyeksi konsumsi domestik baja flat product sampai tahun 2045.



Proyeksi konsumsi domestik baja long product sampai tahun 2045.



Estimasi kebutuhan bahan baku untuk flat product.



Estimasi kebutuhan bahan baku untuk long product.

a. Substitusi Impor dan Pemenuhan Kebutuhan Baja Tahan Karat untuk Berbagai Industri Fabrikasi Nasional

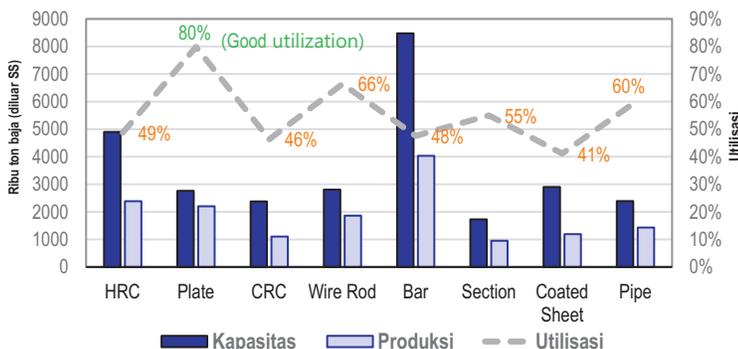
Baja tahan karat merupakan salah satu produk dalam industri besi baja dengan nilai tambah yang tinggi yang memiliki aplikasi sangat luas mulai dari industri maju hingga industri konvensional. Industri baja dalam negeri sudah mampu memproduksi dan mengekspor jenis *stainless steel* untuk aplikasi industri maju seperti untuk industri otomotif, pesawat terbang, dan konstruksi.

Namun di sisi lain, Indonesia masih mengimpor jenis *stainless steel* untuk aplikasi konvensional seperti *stainless steel* seri 200 untuk peralatan rumah tangga, alat masak, dan otomotif bagian struktur dan dekoratif. Pengembangan industri baja tahan karat seri 200 telah dipertimbangkan dalam dokumen Naskah Akademik Rencana Induk Komoditas Nikel-Kobalt.

b. Peningkatan utilisasi industri pengolahan dan pemurnian besi-baja nasional

Selain defisit pada neraca perdagangan, salah satu tantangan dalam industri baja adalah tingkat utilisasi yang masih rendah. Rata-rata utilisasi pada industri pengolahan dan pemurnian besi baja berada pada kisaran 57%.

Nilai ini jauh dibawah tingkat utilisasi yang ideal untuk industri yang menguntungkan dan berkelanjutan yaitu diatas 80%. Tingkat utilisasi yang baik hanya tercapai pada produk industri baja berupa *plate* yaitu 80%. Produk lain seperti *coated sheet*, *CRC*, *bar* dan *HRC* memiliki tingkat utilisasi dibawah 50% yaitu secara berturut-urut 41%, 46%, 48% dan 49%.

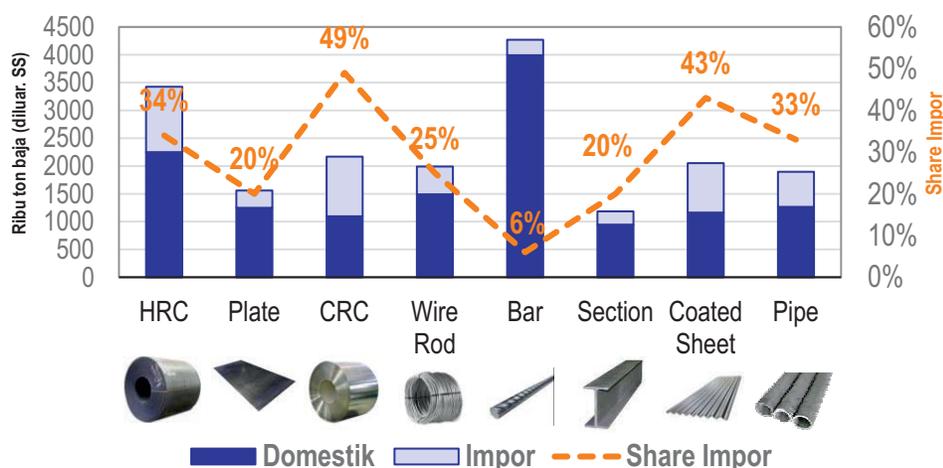


Tingkat utilisasi berbagai produk pada industri besi-baja nasional.

Tingkat utilisasi ini tampaknya dipengaruhi juga oleh besarnya impor dan tingkat konsumsi dalam negeri. Konsumsi berbagai jenis produk baja di Indonesia dari konsumsi tertinggi sampai terendah adalah *bar*, *hot rolled coil* (HRC), *cold rolled coil* (CRC), *coated sheet*, *wire rod*, *pipe*, *plate* dan *section*.

Meskipun angka konsumsi produk bar baja mencapai diatas 400 juta ton, hanya 6% dari *bar* baja yang diimpor dari luar negeri, sisanya dikonsumsi di dalam negeri. Persentase impor yang tinggi pada CRC yaitu sebesar 49% dan *coated sheet* 43%. Diperkirakan berpengaruh terhadap tingkat utilisasi produk tersebut yang rendah, yaitu masing-masing 46% dan 41%. Oleh karena itu, tingkat impor harus dibatasi untuk mengurangi defisit, sementara tingkat konsumsi dalam negeri harus ditingkatkan terutama untuk produk dengan persentase impor di atas 30% seperti pada HRC, CRC, *coated sheet* dan pipa.

Sebagai contoh, tingkat impor di Amerika Serikat dan Uni Eropa dibatasi hanya di bawah 26%. Pembatasan tingkat impor dibawah 30% untuk produk HRC, CRC, *coated sheet* dan pipa dapat mengurangi defisit sekitar 13 triliun rupiah.



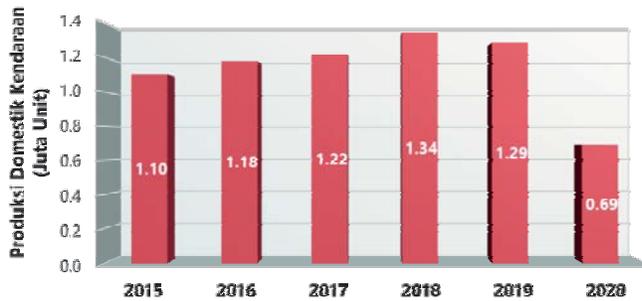
Konsumsi baja dan share impor berbagai produk pada industri besi baja nasional

c. Peningkatan Serapan Industri Besi Baja untuk Sektor Otomotif dalam Negeri

Industri otomotif merupakan salah satu sektor utama yang menyerap produk hasil industri besi baja dengan penggunaan rata-rata baja adalah 0,9 ton per kendaraan. Indonesia sendiri merupakan pasar yang besar dalam industri otomotif.

Dengan produksi rata-rata kendaraan pada tahun 2015-2020 sekitar 1,14 juta unit per tahun, kebutuhan baja untuk sektor otomotif diperkirakan mencapai 1,02 juta ton per tahun. Bahan baku baja pada sektor otomotif merupakan baja dengan sifat tertentu yang telah melalui proses peningkatan nilai tambah yang tinggi.

Kebutuhan baja pada sektor ini sebagian besar masih dipenuhi melalui impor. Pada tahun 2019, tingkat impor baja sebagai bahan baku otomotif mencapai 90% dikarenakan kendala ketersediaan baja berkualitas. Oleh karena itu, pengembangan industri besi baja untuk sektor otomotif sangat perlu dirintis untuk menekan nilai impor bahan baku pada sektor ini.



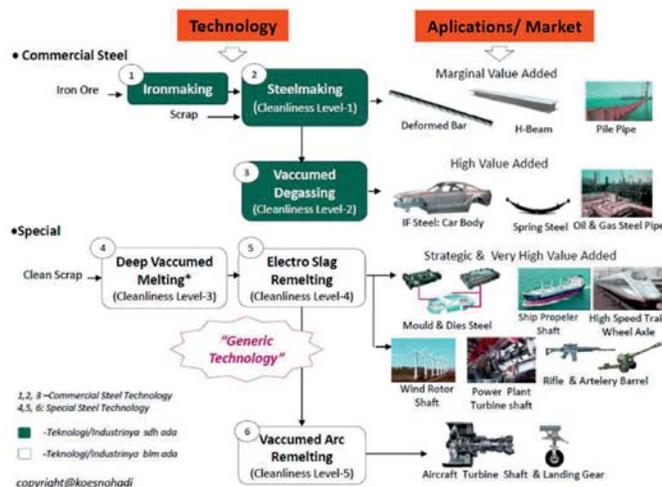
Produksi kendaraan domestik tahun 2015-2020

d. Pengembangan Industri Baja Khusus untuk Keperluan Khusus

Baja khusus (*special steel*) merupakan golongan baja dengan kontrol komposisi dan mikrostruktur yang sangat ketat sehingga memiliki performa yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan baja pada umumnya. Penghilangan pengotor pada baja konvensional dilakukan pada tahapan proses *steelmaking* dan *vacuum degassing*. Berbeda dengan baja konvensional, proses perbaikan komposisi pada baja khusus dapat dilakukan hingga lima tahap, yaitu dilanjutkan dengan *deep vacuumed melting*, *electro slag remelting* dan *vacuumed arc remelting*.

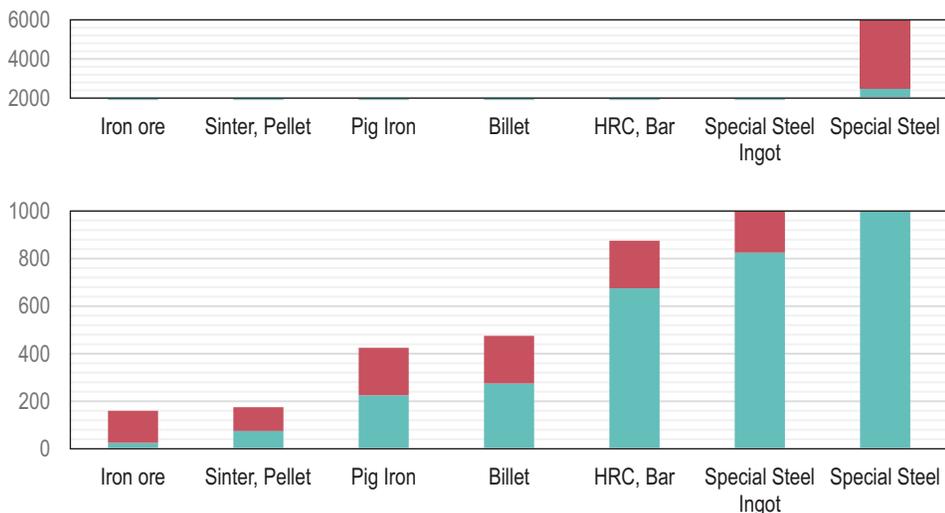
Kebutuhan baja khusus hanya 5% dari kebutuhan baja total. Namun, harga paduan ini sekitar 20-100 kali lebih tinggi dari harga baja struktur sehingga memiliki nilai tambah yang signifikan. Pengembangan industri baja khusus dalam negeri juga akan menurunkan ketergantungan akan produk impor terutama pada industri strategis seperti industri Alutsista. Komposisi yang homogen dan tingkat inklusi yang rendah menyebabkan baja khusus memiliki ketahanan yang tinggi sehingga dapat digunakan dalam berbagai aplikasi strategis seperti *wind rotor shaft*, *aircraft turbine shaft*, *landing gear* dan lain-lain.

Saat ini belum ada industri pengolahan baja khusus di Indonesia. Pengembangan industri baja khusus dinilai memiliki urgensi tinggi dan perlu segera mendapat perhatian dari pelaku bisnis industri besi baja nasional untuk menguatkan fundamental kemandirian dan keunggulan kompetitif industri di Indonesia.



Perbandingan teknologi dan aplikasi baja khusus dengan baja konvensional

■ Besi

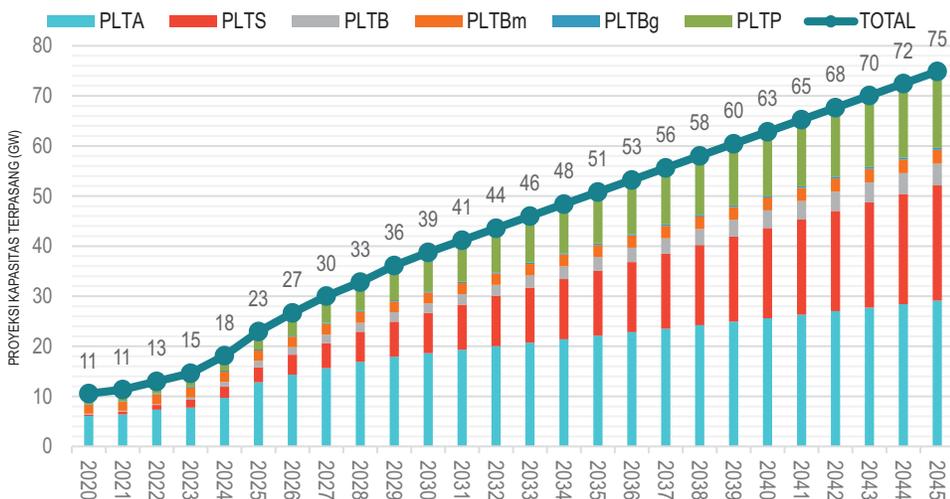


Perbandingan harga produk komoditas baja

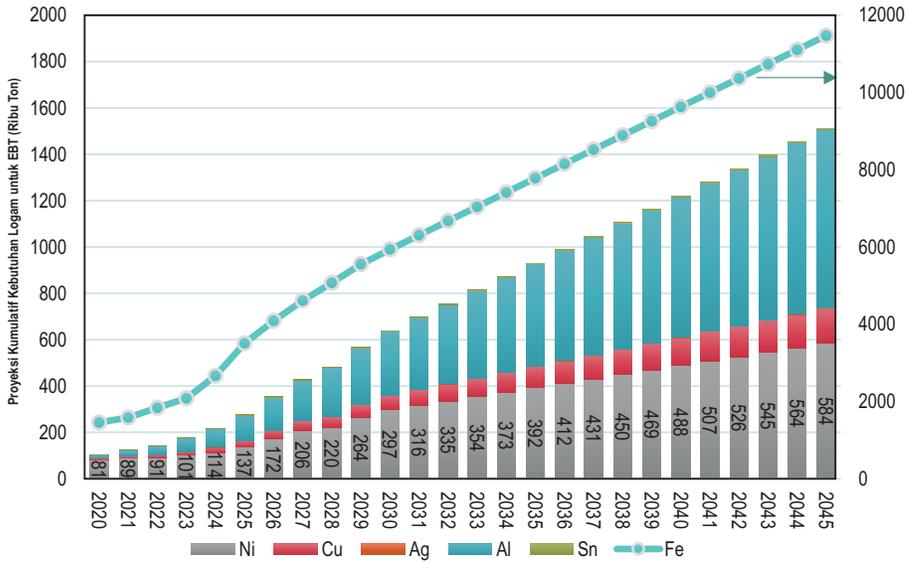
e. Pengembangan industri besi baja untuk bahan baku teknologi EBT

Kecenderungan penggunaan teknologi energi baru terbarukan (EBT) akan meningkat sebagai upaya untuk mengurangi efek pemanasan global. Kapasitas pembangkit listrik EBT domestik ditargetkan akan mengalami peningkatan hingga mencapai 74,8 GW pada tahun 2045.

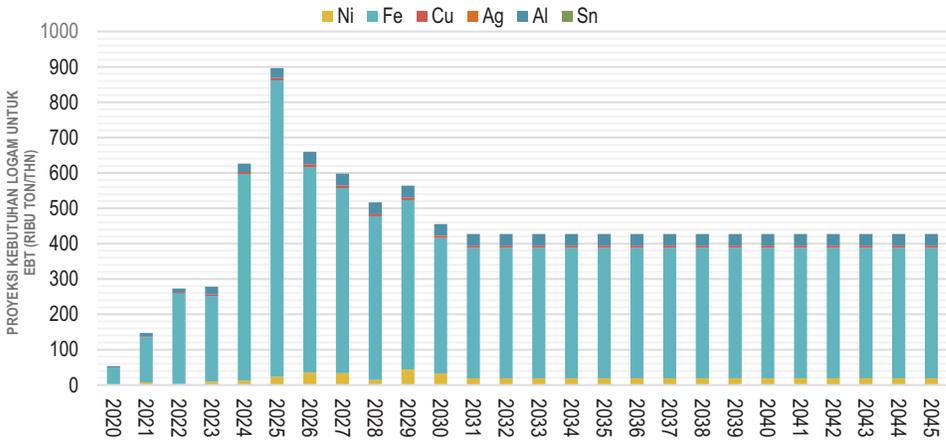
Peningkatan implementasi teknologi EBT ini akan memerlukan pasokan berbagai logam. Dengan target yang telah ditetapkan, kebutuhan kumulatif logam besi untuk pembangkit listrik EBT pada tahun 2045 diperkirakan mencapai 11,5 juta ton besi. Kebutuhan kumulatif tersebut setara dengan kebutuhan sekitar 369 ribu ton besi per tahun yang merupakan bagian dari pemenuhan kebutuhan domestik.



Proyeksi kapasitas terpasang pembangkit listrik EBT.



Prediksi kumulatif kebutuhan logam untuk pengembangan pembangkit listrik EBT dalam periode 2020-2045.



Prediksi kebutuhan logam pertahun untuk pengembangan pembangkit listrik EBT dalam periode 2020-2045.

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

Saat ini paradigma kompetisi perdagangan tidak lagi semata-mata persaingan antar perusahaan, namun perlu ada campur tangan pemerintah dengan menerapkan kebijakan yang memihak industri dalam negeri. Produk besi baja dalam negeri perlu diproteksi oleh pemerintah untuk mencegah terjadinya kerugian, melindungi investasi (PMA maupun PMDN), meningkatkan daya saing industri dalam negeri, memberikan kesempatan industri dalam negeri untuk melakukan penyesuaian struktural, menambah potensi penerimaan negara, dan mendukung upaya pencapaian surplus neraca perdagangan.

Proteksi produk hasil industri besi baja dalam negeri perlu dilakukan oleh pemerintah terutama untuk meningkatkan daya saing industri besi baja dalam negeri terhadap produk impor. Apabila proteksi tidak dilakukan, beberapa industri domestik dapat mengalami kerugian yang besar terutama apabila terjadi lonjakan impor yang tidak terduga seperti akibat krisis ekonomi. Selain itu, proteksi dalam bentuk *trade remedies* juga dilakukan untuk memberikan hukuman terhadap praktik *unfair trade* yang dilakukan oleh eksportir seperti *dumping* dan subsidi.

Praktik ini akan sangat merugikan industri domestik karena produk industri domestik akan kalah dari produk impor dengan harga di bawah harga normal dalam perdagangan internasional. Indonesia sendiri telah melaksanakan beberapa kebijakan *trade remedies* seperti tindakan pengamanan perdagangan (*safeguard measures*) dan tindakan *anti dumping*.

Kebijakan *trade remedies* yang telah dilakukan belum terlalu berdampak pada penurunan impor besi dan baja, dikarenakan cakupan produk yang relatif kecil. Produk besi baja yang dikenakan *trade remedies* oleh pemerintah hanya sekitar 13,7% dari total volume impor besi baja pada tahun 2019. Oleh karena itu, kebijakan ini perlu dioptimalkan sehingga potensi penerimaan negara dapat meningkat dalam upaya untuk mencapai surplus neraca perdagangan.

a. Pengembangan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan scrap besi-baja

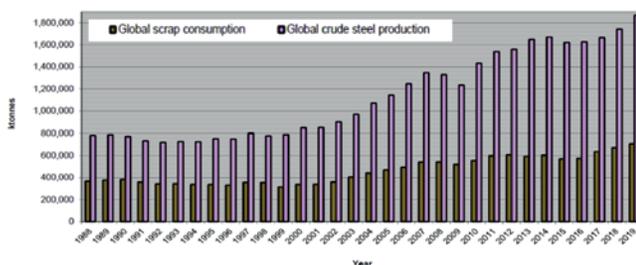
Scrap besi baja merupakan salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam industri produksi besi baja. Hal ini dikarenakan produk berbasis dasar besi secara umum dapat didaur ulang 100% berkali-kali tanpa mengalami penurunan kualitas.

Penggunaan *scrap* besi baja sebagai bahan baku produksi baja secara global mencapai lebih dari 30%. Konsumsi *scrap* global secara umum memiliki kecenderungan yang sama terhadap produksi *crude steel global*.

Produksi baja sekunder dengan bahan baku *scrap* memiliki keuntungan dari segi ekonomi karena kebutuhan energinya hanya setengah dari produksi baja primer. Tantangan pada produksi besi baja melalui *scrap* adalah kesulitan dalam menghasilkan logam yang bersih dari pengotor, seperti Cu, Cr, Ni dan Sn yang sulit atau bahkan tidak mungkin dihilangkan sepenuhnya.

Rantai proses daur ulang secara garis besar meliputi proses pengumpulan (*collection*), perlakuan awal (*pre-processing*) dan pemrosesan akhir baik secara fisik maupun kimiawi (*end-processing*). *Smelter* yang menggunakan *scrap* sebagai bahan baku sudah tersebar di berbagai kawasan industri di Indonesia.

Sistem koleksi dan sortir yang kurang optimal menjadi salah satu penyebab tingginya impor *scrap* besi di Indonesia yaitu mencapai USD 860 juta pada tahun 2019. Oleh karena itu, saat ini dibutuhkan rantai proses daur ulang yang lebih optimal agar penggunaan *scrap* untuk industri besi baja dalam negeri dapat ditingkatkan. ■



Perbandingan konsumsi scrap dan crude steel secara global.

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas besi telah disusun berdasarkan empat program utama yang telah diusulkan, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
2. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat
3. komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan tersebut memberikan petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target di tiap program turunan di tiap program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045. Rancangan peta jalan yang telah dibuat terdiri dari beberapa fase sebagai berikut:

a. Program 1 - Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Verifikasi validitas potensi deposit bijih besi primer lokal (hingga 2045).
 - ii. Aliansi global untuk mendapatkan akses bahan baku bijih besi dan *scrap* yang kompetitif.
- Fase 2-5 (2026-2045):
 - i. *Updating* data potensi deposit bijih besi primer lokal.
 - ii. Kerjasama global dengan perusahaan luar negeri dalam bentuk *long-term sale agreement*, *partial share ownership*, atau *joint venture* untuk mendapatkan bahan baku bijih besi & *scrap* yang kompetitif.

b. Program 2 - Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Persiapan pemanfaatan pasir besi, besi laterit dan bijih besi lokal untuk bahan
 - ii. baku industri peleburan besi-baja (akhir tahun 2023).
 - iii. Implementasi teknologi pemanfaatan pasir besi, besi laterit dan bijih besi lokal yang *proven*, *reliable* dan kompetitif (akhir tahun 2025).
 - iv. Persiapan implementasi & penguasaan teknologi pengolahan dan pemurnian yang *proven*, *reliable* dan kompetitif (akhir tahun 2023).
 - v. Penguasaan teknologi pengolahan dan pemurnian yang *proven*, *reliable* dan kompetitif (akhir tahun 2025).

- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Implementasi teknologi pemanfaatan pasir besi, besi laterit dan bijih besi lokal yang *proven, reliable* dan kompetitif.
 - ii. Penguasaan teknologi pengolahan dan pemurnian yang *proven, reliable* dan kompetitif (akhir tahun 2030).
- Fase 3-5 (2031-2045):
 - i. Peningkatan pemanfaatan pasir besi, besi laterit dan bijih besi lokal.
 - ii. Peleburan pasir besi lokal kapasitas >2 juta ton per tahun.
 - iii. Peleburan *low grade ore* lokal kapasitas >1 juta per tahun
 - iv. Terdapat industri yang memanfaatkan mineral strategis Ti & V di pasir besi,
 - v. Penguasaan teknologi pengolahan dan pemurnian yang *proven, reliable* dan kompetitif.
 - vi. Terdapat perusahaan EPC lokal yang menguasai teknologi industri pengolahan dan pemurnian.

c. Program 3 - Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Peningkatan utilisasi industri pengolahan dan pemurnian besi baja nasional.
 - ii. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan baja karbon untuk berbagai industri fabrikasi nasional.
 - iii. Persiapan substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan baja tahan karat untuk berbagai industri fabrikasi nasional (akhir tahun 2023).
 - iv. Pemenuhan kebutuhan pabrik baja tahan karat untuk berbagai industri fabrikasi nasional dan pengurangan impor.
 - v. Peningkatan serapan industri besi baja untuk sektor otomotif dalam negeri.
 - vi. Persiapan pengembangan industri baja khusus (*special steels*) untuk keperluan khusus.
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Peningkatan utilisasi industri pengolahan dan pemurnian besi baja nasional.
 - ii. Penambahan investasi untuk mendukung program infrastruktur menjadi negara maju nomor 4 dunia di tahun 2050.
 - iii. Pemenuhan kebutuhan pabrik baja tahan karat untuk berbagai industri fabrikasi nasional dan pengurangan impor.
 - iv. Peningkatan serapan industri besi baja untuk sektor otomotif dalam negeri.
 - v. Implementasi pengembangan industri baja khusus (*special steels*).
- Fase 3-5 (2031-2045):
 - i. Peningkatan utilisasi industri pengolahan dan pemurnian besi baja nasional (akhir tahun 2035).
 - ii. Peningkatan utilitas kurang dari 80%, pembatasan impor lebih dari 30%.
 - iii. Pengembangan kapasitas yang optimum dan berkelanjutan.
 - iv. Penambahan investasi untuk mendukung program infrastruktur menjadi negara maju nomor 4 dunia di tahun 2050.
 - v. Target kapasitas (2050): *slab* baja 38 juta ton, HRC 30 juta ton, *plate* 10 juta ton, CRC 25 juta ton, *coated sheet* 24 juta ton, *pipe* 11 juta ton. *billet* baja 45 juta ton, *bar* 25 juta ton, *wire Rod* 14 juta ton, *section* 8 juta ton.
 - vi. Peningkatan kapasitas produksi pabrik baja tahan karat.
 - vii. Kapasitas SS seri 200 kurang dari 1,1 juta ton per tahun.

- viii. Peningkatan kapasitas industri besi baja untuk sektor otomotif dalam negeri.
- ix. Serapan baja dalam negeri di sektor otomotif kurang dari 90%.
- x. Peningkatan implementasi pengembangan industri baja khusus (*special steels*)
- xi. Industri *special steels* (5% kebutuhan baja total).

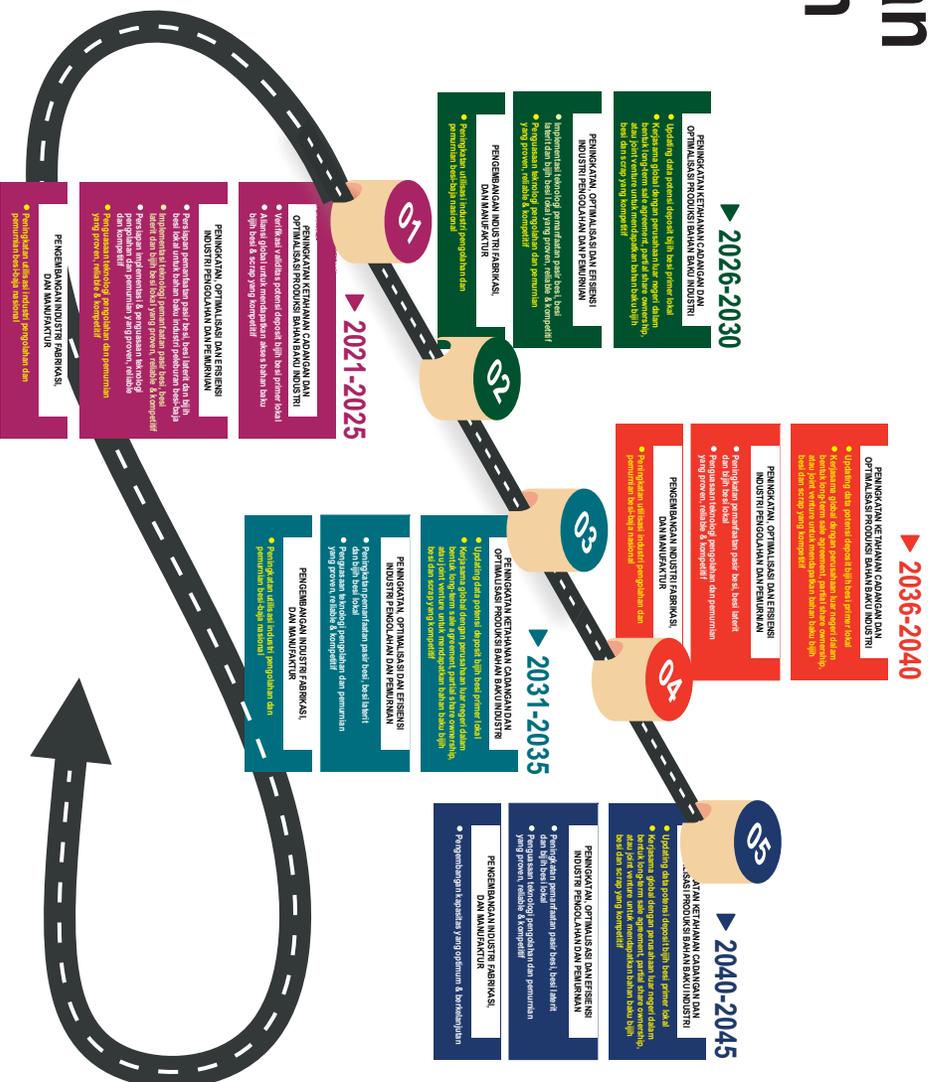
d. Program 4 - Optimalisasi Penggunaan Produk dalam Negeri dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri melalui proteksi produk besi baja dalam negeri.
 - ii. Pembuatan regulasi yang mendukung peningkatan aktivitas daur ulang. Peningkatan sistem pengumpulan *scrap* besi baja.
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri melalui proteksi produk besi baja dalam negeri.
 - ii. Pembangunan fasilitas sorting dan pemrosesan *scrap* besi baja.
- Fase 3-5 (2031-2045):
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri melalui proteksi produk besi baja dalam negeri.
 - ii. Peningkatan peran pemerintah dalam proteksi produk baja (SNI, *safeguard*, *anti dumping*)
 - iii. Peningkatan kapasitas atau pembangunan fasilitas baru.
 - iv. Sistem daur ulang *scrap* besi-baja terpadu untuk pemenuhan bahan baku baja domestik.

Perlu dicatat bahwa estimasi pendapatan negara yang disajikan hanya mempertimbangkan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan Pajak Perusahaan. Estimasi tersebut belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Rancangan Peta Jalan Komoditas Besi Bagian-1

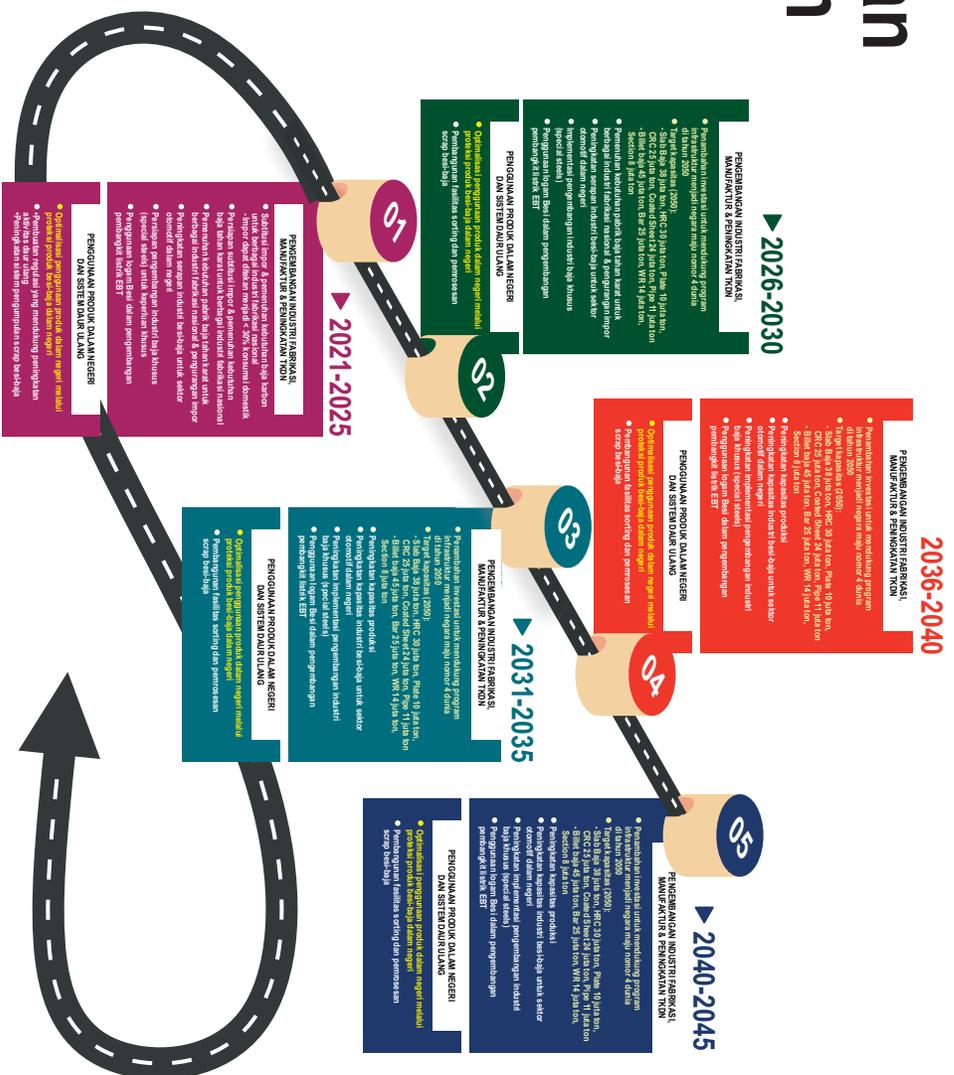
- ▶ 2021-2025
- ▶ 2026-2030
- ▶ 2031-2035
- ▶ 2036-2040
- ▶ 2041-2045



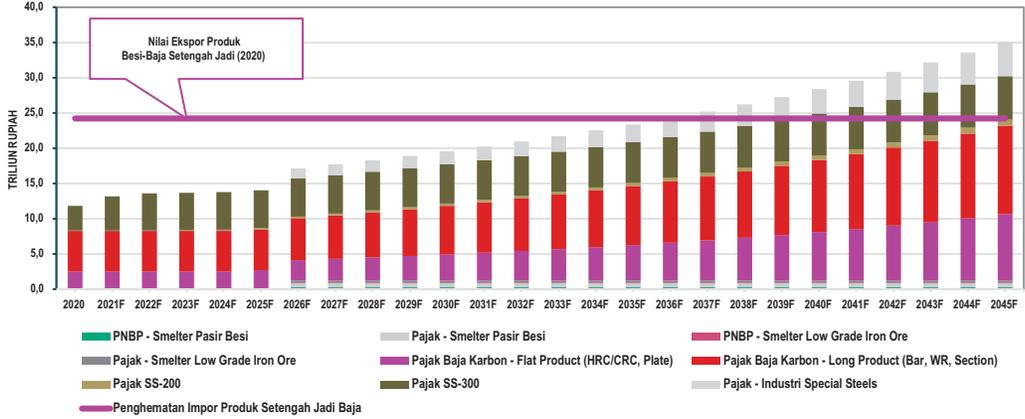
Rancangan peta jalan komoditas besi bagian 1.

Rancangan Peta Jalan Komoditas Besi Bagian-2

- ▶ 2021-2025
- ▶ 2026-2030
- ▶ 2031-2035
- ▶ 2036-2040
- ▶ 2041-2045



Rancangan peta jalan komoditas besi bagian 2.



Asumsi :

- HRC: USD 540 /ton
- Plate: USD 607 /ton
- CRC: USD 604 /ton
- Bar: USD 530 /ton
- WR: USD 570 /ton
- Section: USD 675 /ton
- Special Steels: USD ~4000 /ton
- 1 USD: Rp 14.500
- Pendapatan negara terdiri dari PNBP & pajak
- Pajak pendapatan: 25% Margin
- PNBP 2% Harga Jual

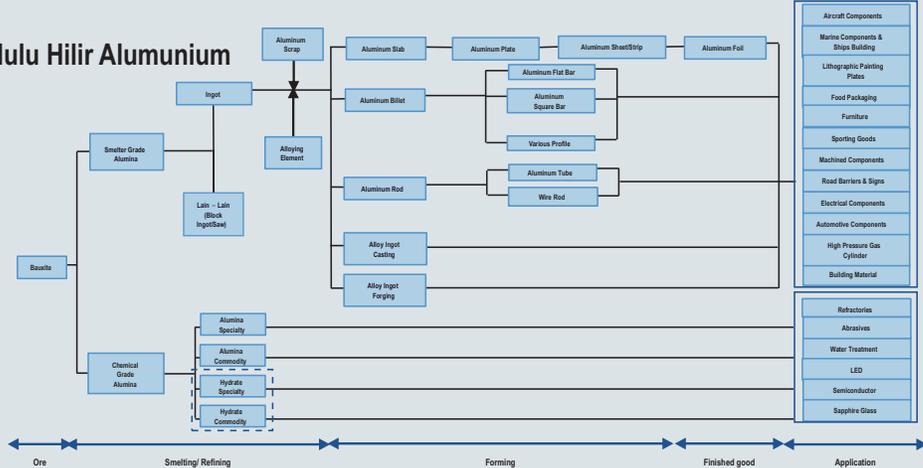
Potensi pendapatan dan penghematan negara.



Aluminium

Alumunium

Hulu Hilir Aluminium



- **Total Sumber Daya dan Cadangan Bauksit:** Sumber daya 5,5 miliar ton cadangan 3 miliar ton

Ringkasan

- Pabrik pengolahan dan pemurnian alumina yang telah beroperasi hanya 2 pabrik, dan pabrik peleburan aluminium yang telah beroperasi hanya sejumlah 1 pabrik. Terdapat 12 pabrik pemurnian alumina yang masih dalam tahap konstruksi dengan kapasitas input bijih bauksit mencapai lebih dari 35 juta ton per tahun.
- Secara umum, industri aluminium di Indonesia masih timpang. Hampir seluruh bauksit diekspor ke luar negeri, sedangkan bahan baku aluminium yang diperlukan untuk industri pembentukan dan manufaktur domestik diimpor dari luar negeri.
- Untuk menggenjot penyerapan produk alumina (SGA) yang menghasilkan produk aluminium, perlu optimasi fasilitas *unloading* PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum). Selain itu, diperlukan juga pengaturan tata niaga untuk mendorong pemenuhan kebutuhan bahan baku domestik, misal berupa *domestic market obligation* produk SGA yang dapat mengurangi impor SGA.
- Terdapat kekurangan sekitar 748 ribu ton logam aluminium yang diimpor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Dengan demikian, pendirian pabrik aluminium masih dimungkinkan untuk memenuhi kekurangan tersebut. Kebutuhan pabrik baru dengan kapasitas 3x250 ribu ton aluminium per tahun memerlukan biaya investasi sekitar USD 1 – 2 miliar.
- Program penambahan *smelter* aluminium baru serta infrastruktur energinya perlu dilakukan hingga mampu memenuhi kebutuhan aluminium primer di tahun 2045.
- Harga energi yang rendah (USD <5 cent/kWh) menjadi *technical barrier* khususnya untuk pendirian pabrik aluminium, sehingga pembangkit energi yang mampu secara ekonomi di antaranya adalah PLTA, PLTN, dan PLTU mulut tambang.
- Pemanfaatan sisa hasil pengolahan (*red mud*) industri pengolahan dan pemurnian alumina, perlu diupayakan untuk meminimalisasi dampak lingkungan dan risiko terkait penimbunan *red mud*.
- Penelitian terkait pemanfaatan *red mud* masih perlu ditingkatkan di antaranya untuk menghasilkan *mineral wool*, *pig iron*, dan *scandium*.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai 3,28 miliar USD pada tahun 2045.

Gambaran Industri Hulu

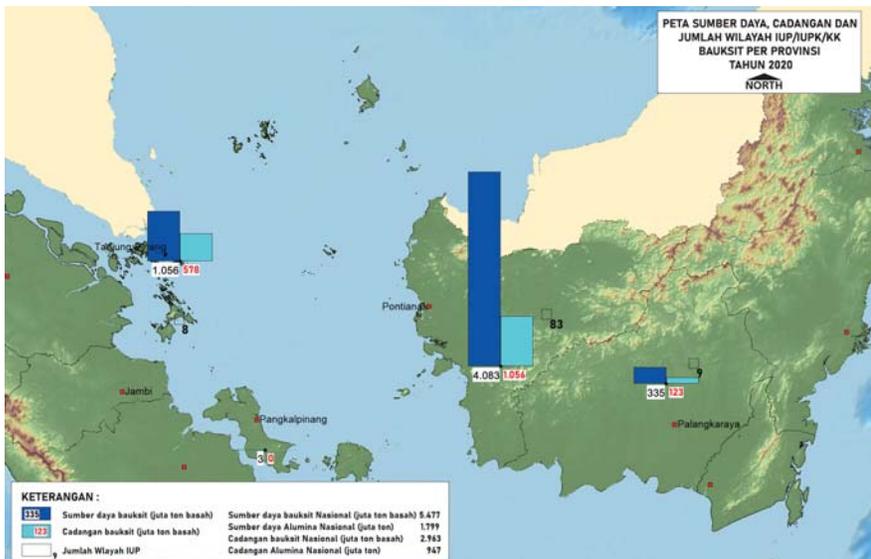
Sumber Daya dan Cadangan

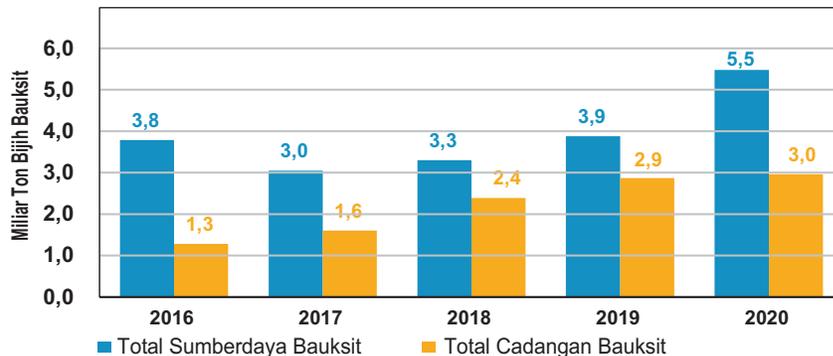
Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) tahun 2021, total sumber daya bauksit dunia adalah sekitar 55 miliar hingga 75 miliar ton dengan rincian di Afrika (32%), Oseania (23%), Amerika Selatan dan Karibia (21%), Asia (18%), dan lainnya (6%). Total cadangan dunia dilaporkan sejumlah 30 miliar ton bijih bauksit (*dry basis*) dengan jumlah cadangan di Indonesia sebesar 1,2 miliar ton.

USGS pada tahun 2021 juga melaporkan total produksi bauksit dan alumina dunia sebesar 371 juta ton bijih bauksit dan 136 juta ton alumina. Di Indonesia endapan bauksit biasanya ditemukan dalam keadaan masih bercampur dengan material lain misalnya silika dan *clay* (*crude bauxite*). Untuk mengolah bijih bauksit ini, perlu dilakukan pencucian (*washing*) terlebih dahulu agar diperoleh bauksit tercuci (*washed bauxite*) yang layak untuk diolah lebih lanjut.

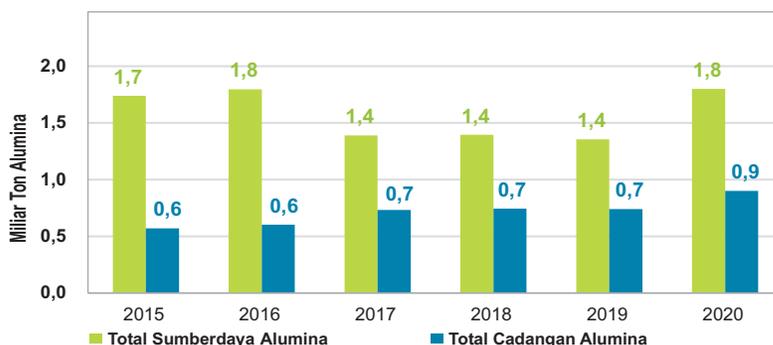
Dari bijih bauksit tersebut, alumina (Al_2O_3) merupakan komponen utama dari bijih yang akan diproduksi dari hasil pengolahan, baik sebagai *chemical grade alumina* (CGA) maupun *smelting grade alumina* (SGA). Oleh sebab itu, semakin tinggi kandungan alumina di dalam bijih bauksit, maka semakin tinggi kualitas bijih bauksit yang akan diolah.

Data neraca sumber daya dan cadangan aluminium tahun 2020 telah dilaporkan oleh Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) Badan Geologi Kementerian ESDM. Sumber utama dari data yang dilaporkan, berasal dari kegiatan pemutakhiran data-data dari laporan kegiatan badan usaha. Oleh karena itu, data untuk komoditas bauksit didapat dari 182 jumlah titik, di mana 21 di antaranya adalah data baru dan 56 data mutakhir tahun 2020. Sementara itu, Pada tahun 2020, total sumber daya dan cadangan alumina berjumlah sebesar 1,8 miliar ton dan 0,9 miliar ton.



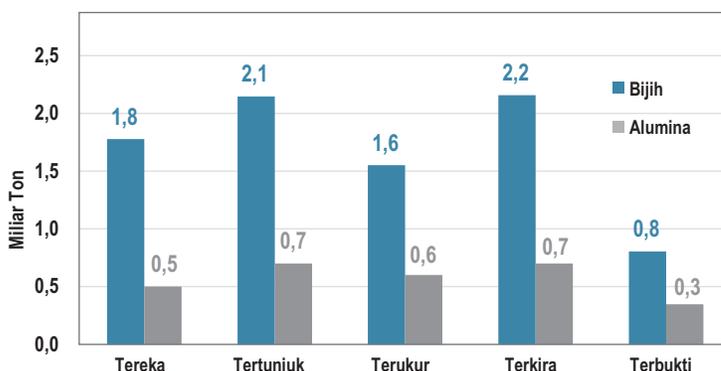


Sumber daya dan cadangan bauksit tahun 2016-2020



Sumber daya dan cadangan alumina tahun 2016-2020

Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya diklasifikasikan menjadi 4 jenis yaitu sumber daya hipotetik, tereka, tertunjuk dan terukur. Sementara itu, cadangan diklasifikasikan menjadi 2 jenis yaitu cadangan terkira dan terbukti.



Pengelompokkan sumber daya dan cadangan bijih bauksit dan alumina

Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa kendala dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral, antara lain dari segi kuantitas dari beberapa badan usaha hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi. Sementara dari segi kualitas belum semua data tersebut terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*).

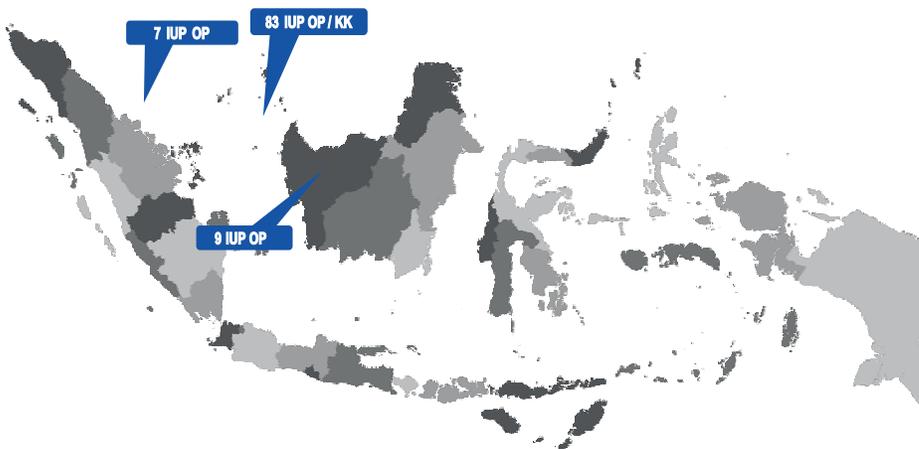
Perusahaan Tambang Bauksit

Berdasarkan karakteristik batuanannya, penambangan bauksit yang ada di Indonesia dilakukan menggunakan metode tambang terbuka dengan sistem strip mining. Tahapan penambangan bijih bauksit berlangsung melalui tahapan pembersihan lahan tambang (*land clearing*), pengupasan tanah pucuk (*top soil*), pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*), penggalian bijih bauksit, pengangkutan bijih bauksit, penyimpanan sementara di area penampungan (*stock-pile*), pencucian bijih bauksit, dan penyimpanan bauksit tercuci (*washed bauxite*).

Pada Juni 2021, Ditjen Minerba mencatat bahwa terdapat total 99 Izin Usaha Penambangan Operasi Produksi (IUP OP) dengan total wilayah sekitar 857 ribu hektare. Tujuh IUP OP berada di Kepulauan Riau, 83 di Kalimantan Barat, dan 9 di Kalimantan Tengah. Perusahaan yang memiliki izin IUP OP aktif yang memasok bijih bauksit ke pabrik pengolahan dan pemurnian bauksit adalah PT Citra Mineral Indonesia, PT Putra Alam Lestari, PT Duta Borneo Pratama, dan PT Antam Tbk UBPB Kalbar.

Izin	Pulau	Jumlah Izin	Luas Wilayah (Ha)
IUP OP	Kepulauan Riau	7	11.174
	Kalimantan Barat	83	835.540
	Kalimantan Tengah	9	11.258

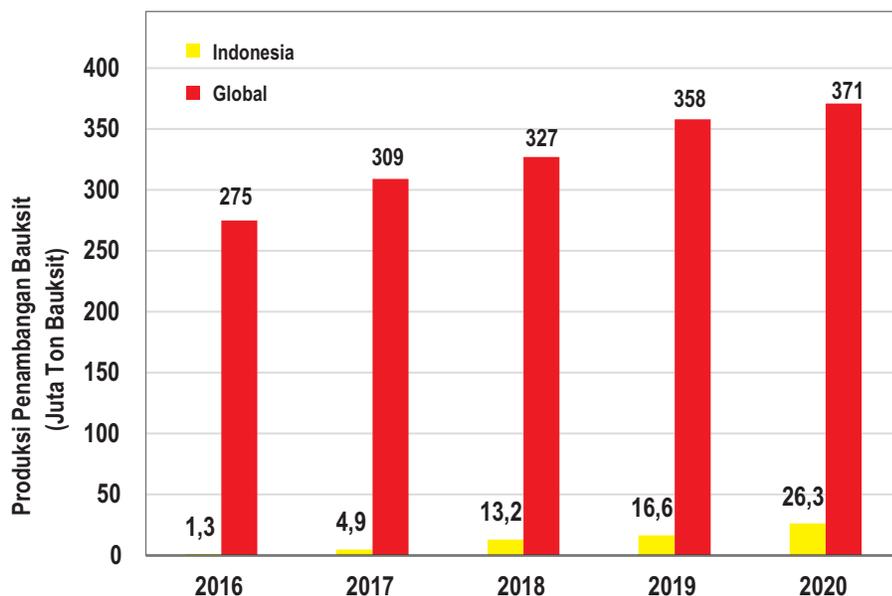
Sebaran perizinan tambang bauksit di Indonesia



Sebaran cadangan (ton bijih basah) dan izin aktif Izin Usaha Pertambangan/Kontak Karya (IUP/KK) untuk komoditas bauksit pada Juni 2021

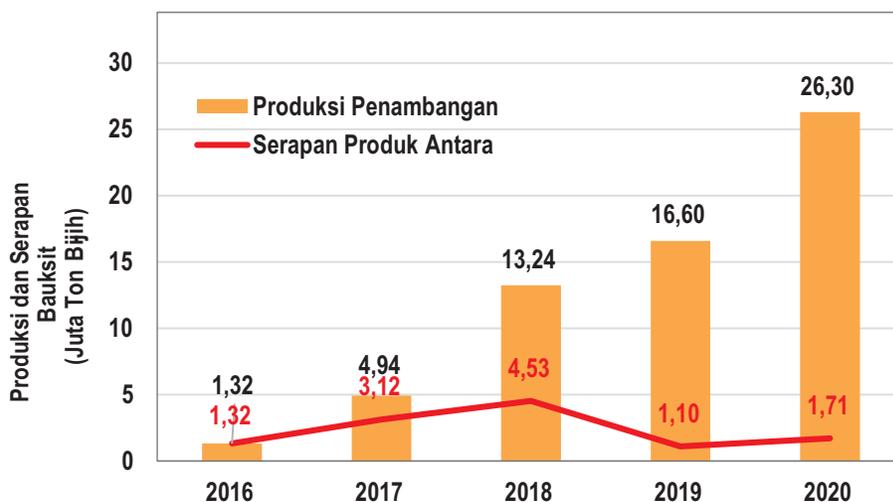
Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Produksi penambangan bauksit Indonesia berkisar 1,3 juta ton pada tahun 2016, meningkat pesat menjadi 25,9 juta ton pada tahun 2020. Jika dibandingkan dengan produksi penambangan bauksit dunia, produksi Indonesia menyumbang tidak lebih dari 1% selama periode 2016-2020.



Jumlah produksi penambangan bauksit dalam periode 2016–2020

Adapun produk yang dipertimbangkan dalam data ini adalah CGA (*chemical grade alumina*) dan SGA (*smelter grade alumina*).



Produksi dan serapan bauksit dalam periode 2016–2020

Pada tahun 2016 seluruh hasil produksi tambang dikonsumsi secara domestik. Produksi penambangan yang melebihi serapan domestik mulai terjadi pada tahun 2017 di mana terdapat selisih sebesar 1,82 juta ton bijih bauksit. Produksi penambangan mencapai puncaknya pada tahun 2020 dengan selisih terhadap serapan domestik sebesar 24,59 juta ton bijih bauksit. Gap antara produksi penambangan dan serapan di sektor produk antara mulai membesar pada tahun 2017 di mana relaksasi ekspor bijih ke luar negeri mulai diberlakukan kembali.

Manfaat Industri Hulu

Manfaat utama dari berdirinya industri hulu komoditas bauksit adalah untuk penyediaan bahan baku untuk industri hilir. Selain manfaat utama tersebut, terdapat juga manfaat lainnya yang didapat oleh negara, pemerintah daerah, masyarakat luas, dan khususnya masyarakat setempat.

Data yang dihimpun oleh Ditjen Minerba pada tahun 2021 menunjukkan industri penambangan bijih bauksit dan produk olahannya memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi negara baik dalam bentuk pajak dan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP). PNBP yang diterima negara pada tahun 2020 mencapai Rp 675 miliar, yang terdiri dari iuran tetap sebesar Rp 38 miliar dan royalti sebesar Rp 637 miliar. Nilai PNBP tersebut naik 2 kali lipat dibandingkan tahun 2019.

Industri pertambangan komoditas bauksit juga telah memberikan keuntungan kepada negara dalam hal investasi baik yang berasal dari Penanaman Modal Asing (PMA) maupun dari Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Sebagai contoh untuk komoditas bauksit, dapat dilihat besaran PMA dan PMDN untuk sektor pertambangan di provinsi Kalimantan Barat yang merupakan provinsi dengan jumlah cadangan dan IUP bauksit terbesar di Indonesia. Besaran realisasi PMA dan PMDN dalam sektor pertambangan di provinsi Kalimantan Barat pada tahun 2020 masing-masing dilaporkan mencapai Rp 15 miliar dan Rp 151 miliar rupiah.

Indikator lain dari manfaat industri hulu kepada daerah terkait dapat dilihat dari informasi terkait Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan dan penggalian terhadap pembentukan PDRB Kalimantan Barat relatif tinggi dan meningkat selama 5 tahun terakhir. Sementara itu, pada tahun 2020 sektor pertambangan dan penggalian telah menghasilkan nilai PDRB seri 2010 menurut lapangan usaha atas dasar harga berlaku sebesar Rp 14,99 triliun rupiah, atau berkontribusi sebesar 8,44% dari total PDRB Kalimantan Barat.

Manfaat lain dari keberadaan industri pertambangan komoditas mineral bauksit adalah kemampuannya dalam menyediakan lapangan pekerjaan dalam jumlah yang besar. Menurut data Ditjen Minerba 2020, pembangunan *refinery* alumina mampu menyerap 3.734 tenaga kerja dengan komposisi tenaga kerja asing sebanyak 10%

Perkembangan pembangunan *refinery* alumina juga meningkatkan tenaga kerja setiap tahunnya. Keberadaan industri pertambangan juga akan mendorong juga penciptaan lapangan kerja tidak langsung di sektor lainnya, misalnya seperti perumahan, fasilitas kesehatan, dan sektor penunjang lainnya.

Selain penyediaan lapangan pekerjaan, perusahaan pemegang IUP telah memberikan kontribusi lainnya dalam bentuk program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area penambangan, yang pada tahun 2020 realisasi PPM sebesar Rp 2,5 miliar. Nilai ini akan meningkat jika ada penambahan *refinery* alumina yang mulai beroperasi pada tahun 2023. ■

Gambaran Industri Hilir

Rantai Industri Aluminium

Logam aluminium (Al) dimanfaatkan manusia terutama karena memiliki ketahanan korosi yang baik, berat jenis yang rendah, serta konduktivitas listrik yang tinggi. Di Indonesia, logam aluminium umumnya digunakan untuk sektor transportasi seperti untuk badan, rangka, komponen pesawat terbang serta komponen otomotif.

Selain itu juga digunakan untuk keperluan transmisi elektrik, konstruksi bangunan, dan bungkus makanan serta minuman. Untuk keperluan transmisi elektrik, maka aluminium yang dikonsumsi untuk peralatan elektrik harus dalam keadaan kemurnian tinggi. Sedangkan untuk keperluan yang membutuhkan perbandingan kekuatan terhadap berat jenis atau *strength to weight* ratio yang tinggi, seperti yang diperlukan untuk badan, rangka dan komponen pesawat terbang serta komponen otomotif, maka aluminium perlu dipadu (*alloying*) dengan unsur-unsur lain membentuk berbagai paduan aluminium (*aluminium alloy*). Selain dari sumber primer, yaitu bauksit, aluminium yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan dapat diperoleh pula dari proses daur ulang terhadap aluminium bekas (*scrap*).

Industri hulu yang telah ada di Indonesia saat ini adalah industri pencucian bijih bauksit, industri pengolahan dan pemurnian alumina, industri peleburan aluminium. Industri pembentukan (*forming*) dan manufaktur yang mencakup pembuatan plat aluminium, *aluminium profile*, *aluminium foil*, lembaran aluminium pada dasarnya sudah ada di Indonesia meskipun kapasitasnya belum dapat mencukupi kebutuhan aluminium dalam negeri. Data yang tersedia menunjukkan bahwa industri hilir logam dan paduan logam aluminium masih belum signifikan terutama untuk keempat industri dengan tonase dan nilai impor tertinggi secara berurutan yaitu plat aluminium, *aluminium foil*, dan *scrap* aluminium.

Secara umum neraca perdagangan produk aluminium pada periode tahun 2017-2019 selalu negatif (nilai ekspor lebih kecil dari nilai impor), yaitu defisit sebesar USD 897 juta pada tahun 2017 hingga defisit sebesar USD 368 juta pada tahun 2019, dan baru pada tahun 2020 mengalami surplus sebesar USD 13,7 juta.

Meski demikian, surplus yang diperoleh utamanya berasal dari ekspor industri hulu dalam bentuk bijih bauksit yang menyumbang hampir 50% nilai ekspor. Hingga tahun 2020 nilai ekspor terbesar untuk produk aluminium berasal dari ekspor bijih bauksit dan alumina.

Analisis lebih lanjut terhadap data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan terdapat beberapa produk aluminium yang memberikan kontribusi negatif terhadap neraca perdagangan (nilai ekspor lebih kecil dari nilai impor), antara lain ingot aluminium dalam bentuk logam dan paduan aluminium, produk aluminium lembaran, serta *aluminium foil*. Pada tahun 2020, ketiga produk tersebut mencatat nilai neraca perdagangan sebesar minus USD 783 juta.

Berdasarkan neraca ekspor impor aluminium Indonesia dapat disimpulkan bahwa, sebagian industri hulu dari komoditas aluminium di Indonesia telah maju dengan pesat. Namun kapasitas industri peleburan aluminium di Indonesia belum dapat memenuhi kebutuhan industri pengolahan dan manufaktur itu sendiri.

Dengan kata lain, terjadi gap antara kemampuan produksi pabrik peleburan aluminium (PT Inalum) untuk menghasilkan logam aluminium dengan kebutuhan industri pengolahan dan manufaktur, sehingga menyebabkan tingginya impor dari produk-produk tersebut untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri.

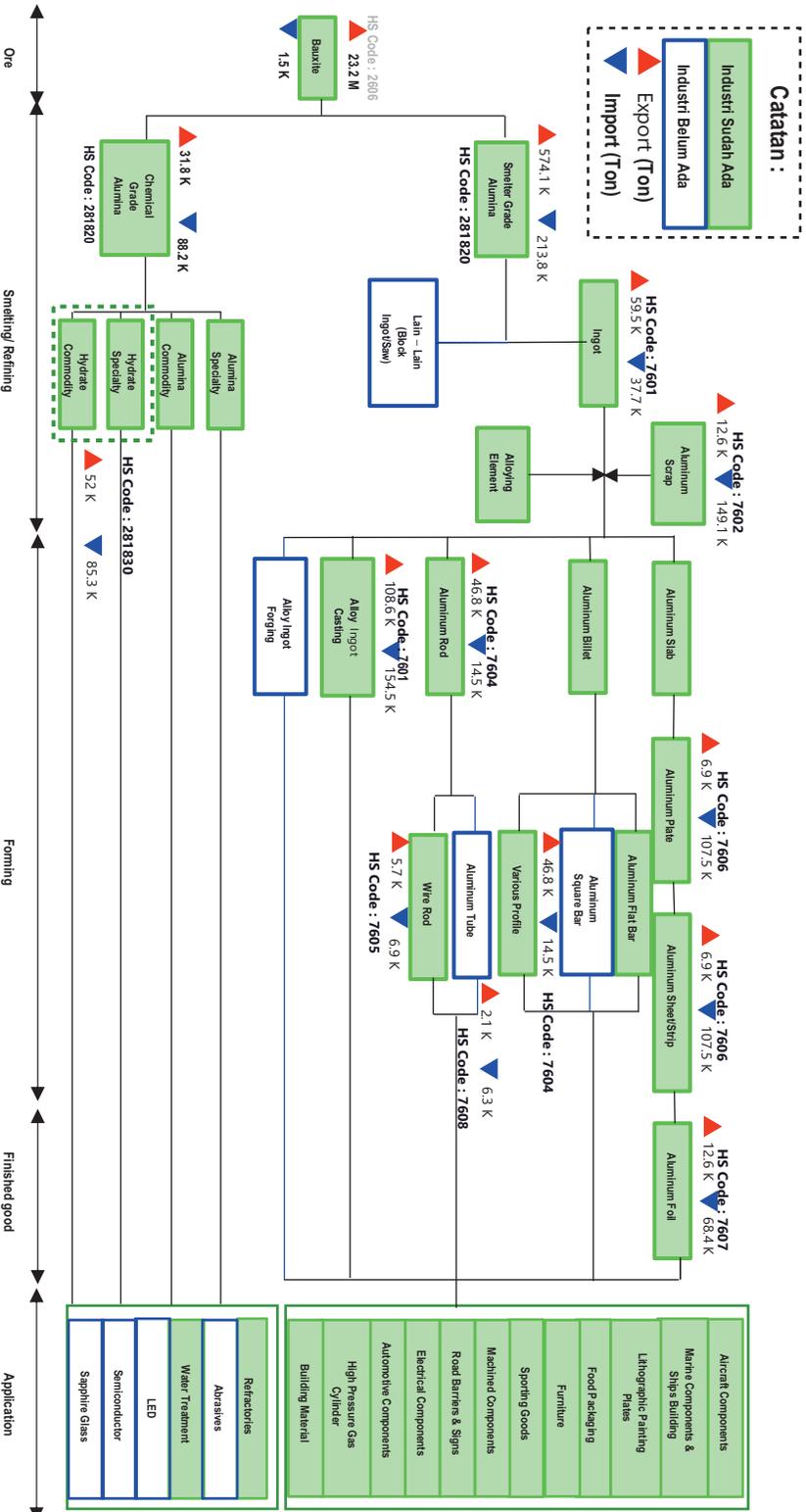
Pengembangan industri pengolahan dan pemurnian aluminium telah masuk sebagai salah satu industri prioritas dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Pada faktanya, target RIPIN belum semuanya tercapai, sebagai contoh produksi paduan logam aluminium yang merupakan target untuk periode 2020-2024 masih belum terealisasi, dan hingga tahun 2021 belum terdapat industri baru yang berencana untuk mengembangkannya selain PT Inalum.

Selain itu, industri logam aluminium untuk aplikasi dengan risiko tinggi, seperti komponen pesawat terbang dan perkapalan masih belum berkembang di Indonesia. Untuk jenis produk ini biasanya memerlukan lisensi khusus yang dapat diterima terutama oleh perusahaan pesawat terbang (Boeing, Air Bus, dll.), sehingga perusahaan seperti Alcan dari luar negeri masih mendominasi. Namun demikian, tidak menutup kemungkinan bahwa, beberapa perusahaan asing yang memiliki lisensi dalam pembuatan paduan aluminium dapat berinvestasi di Indonesia apabila iklim investasinya cukup kondusif dan kepastian pasokan dari hulu mulai dari sumber bahan baku (tambang) sangat terjamin.

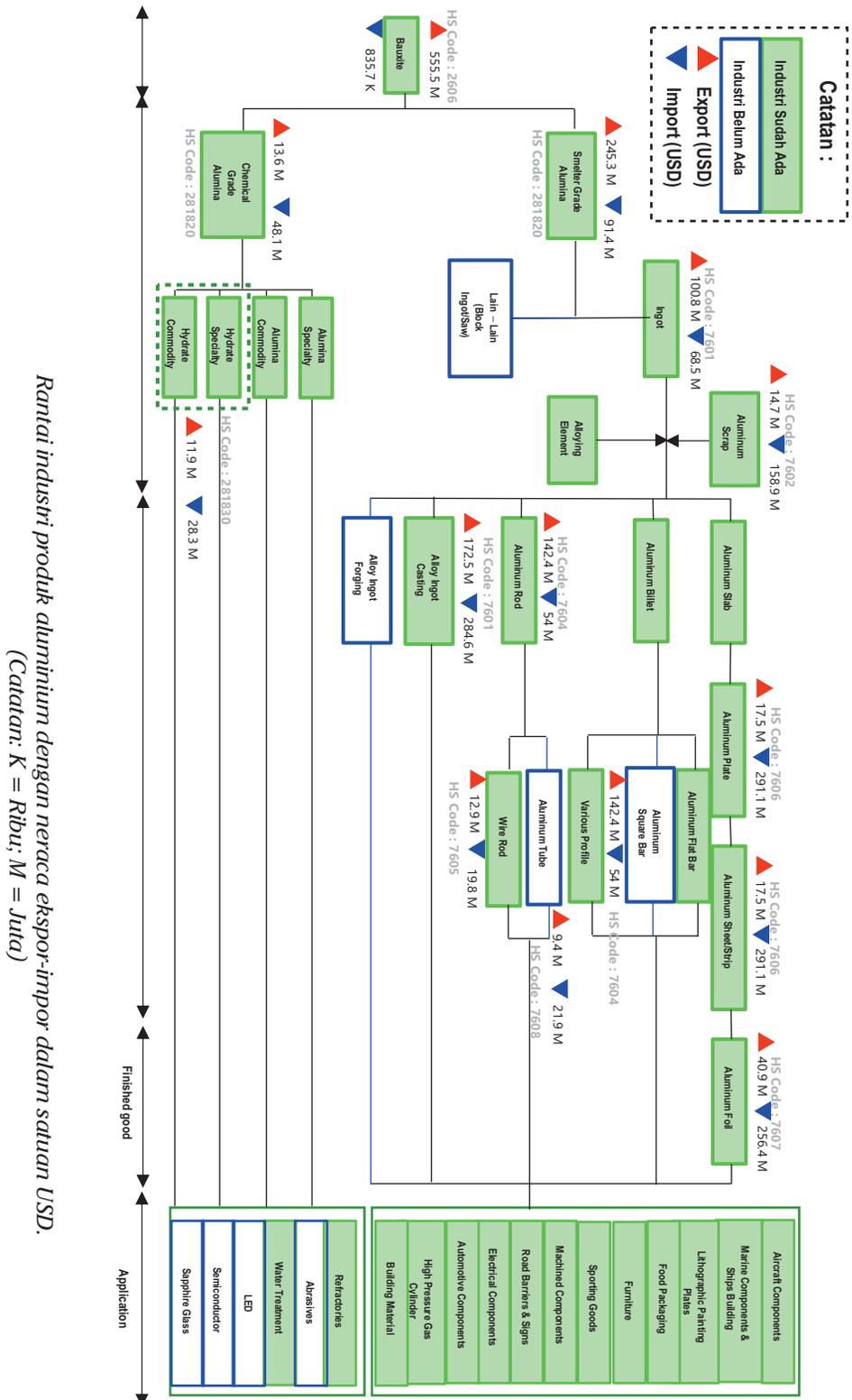
Adapun pohon industri komoditas bauksit di Indonesia yang dilengkapi dengan neraca ekspor impor dalam satuan ton dan USD secara berturut-turut disajikan pada gambar di bawah ini. Neraca ekspor-impor tersebut dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari BPS. Industri yang telah ada di Indonesia ditandai dengan kotak yang berwarna biru, sedangkan industri yang belum ada di Indonesia ditandai dengan kotak yang berwarna putih dengan garis berwarna merah.

Target RIPIN 2015-2035 untuk industri pengolahan dan pemurnian aluminium

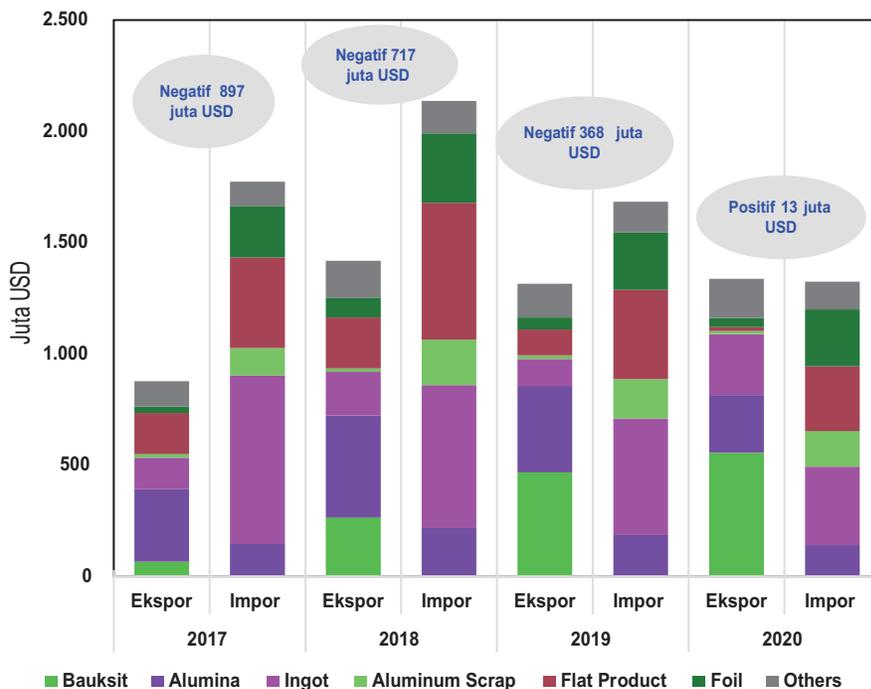
2015-2019	2020-2024	2025-2030
<ul style="list-style-type: none"> • Peleburan kelas alumina/<i>smelting grade alumina</i> (SGA) dan alumina kelas kimia/<i>chemical grade alumina</i> (CGA) • Logam dan paduan logam (<i>alloy</i>) aluminium, bilet dan slab aluminium 	<ul style="list-style-type: none"> • Logam dan paduan logam (<i>alloy</i>) aluminium 	<ul style="list-style-type: none"> • Logam aluminium dan paduan logam aluminium kemampuan tinggi (<i>advanced aluminium alloy</i>)



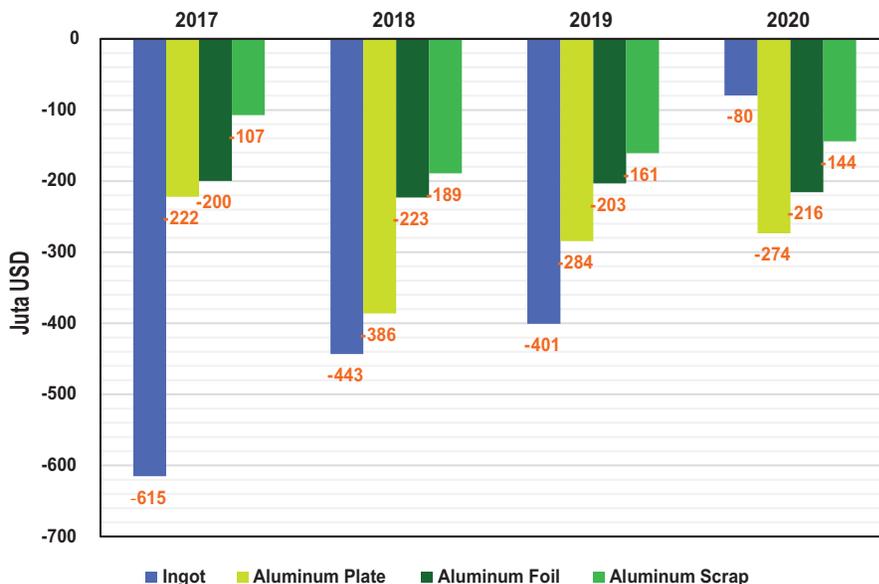
Rantai industri produk aluminium dengan neraca ekspor-impor dalam satuan Ton.
(Catatan: K = Ribu; M = Juta)



Rantai industri produk aluminium dengan neraca ekspor-impor dalam satuan USD.
(Catatan: K = Ribu; M = Juta)



Nilai ekspor-impor produk aluminium dalam USD selama periode 2017-2020 (positif = nilai ekspor lebih besar dari impor)



Produk aluminium dalam USD dengan neraca perdagangan yang memiliki nilai negatif selama periode 2017-2020 (negatif = nilai ekspor lebih kecil dari impor)

Produk Pengolahan Bauksit

Alumina Hidrat

Aluminium hidrat, atau sering disingkat sebagai hidrat Al (OH)₃, merupakan bahan kimia dasar berwarna putih, bisa dihasilkan baik dalam bentuk *cake* hasil proses filtering, maupun *dusty* yaitu hidrat *cake* yang telah dikeringkan sesuai dengan kebutuhan customer. Kadar air pada *cake* biasanya sekitar 15%, sedangkan dalam bentuk *dusty* sudah hampir 0%.



Serbuk alumina hidrat

Hidrat banyak digunakan sebagai bahan dasar beberapa industri kimia antara lain; koagulan, *filler*, keramik dan lainnya. Jenis koagulan yang utama yang menggunakan alumina sebagai bahan baku adalah alum sulfat dan PAC.

a. Tawas

Tawas merupakan senyawa molekuler Al₂(SO₄)₃ sebagai hasil dari reaksi alumina Al (OH)₃ dengan asam sulfat (H₂SO₄). Reaksi berlangsung pada sebuah reaktor khusus dengan temperatur sekitar 95°C dan tekanan kamar:



Tawas bisa diproduksi dalam dua bentuk (fasa), yakni fasa cairan (likuid) dan padat (kristalin). Pada fasa likuid, kandungan Al₂O₃ setara dengan 8%, sedangkan pada fasa kristalin kandungan Al₂O₃ adalah sekitar 16%. Densitas dari tawas adalah 1,6 dn pH sekitar 3,5. Tawas biasa digunakan sebagai bahan aktif untuk penjernih air (koagulan) dan bahan baku utama pada instalasi pengolahan air industri (*water treatment*).

b. Poly Aluminium Chloride (PAC)

Poly aluminium chloride (PAC) merupakan makromolekul (polimer) inorganik yang memiliki kinerja tinggi sebagai bahan penjernih (flokulan). Jenis polimer ini merupakan produk hidrolisis dari AlCl₃ dan Al(OH)₃, yang dipolimerisasi melalui gugus hidroksil. Formula dari polimer ini adalah:



PAC diproduksi dalam cairan (likuid) dengan kandungan Al₂O₃ yang setara dengan 8 – 12% dan memiliki berat jenis 1,2 – 1,25 serta pH sekitar 3,5. PAC banyak digunakan pada pengolahan air minum serta air industri. Polimer ini memiliki daya absorbansi yang tinggi terhadap ion timbal (Pb₂+), Krom (C₃+), racun logam berat serta *fluoride* (F⁻). Selain itu, polimer ini juga banyak digunakan untuk industri pengecoran logam, pembuatan kertas, penyamakan kulit, dan penggunaan lainnya.

Alumina

a. Bahan Baku Keramik

Sebagai bahan baku keramik, alumina digunakan untuk menghasilkan performa keramik yang lebih ringan, kuat dan lembut. Sedangkan pada bahan insulator, alumina ditambahkan dalam jumlah tertentu untuk menghasilkan insulator dengan sifat tahanan listrik seperti yang diinginkan. Pada bahan-bahan industri lain, seperti ebonit alumina ditambahkan untuk menghasilkan karakteristik kimia dan fisika yang telah ditentukan.

b. Calcined Alumina

Calcined alumina ini mempunyai kandungan alumina 99%, yang terdiri dari 93% alumina aktif dan 6% kandungan air campuran kimia. *Calcined alumina* merupakan produk akhir utama dari *bayer process*. *Calcined alumina* digunakan untuk berbagai keperluan antara lain:

1. Untuk peleburan (*smelting*), tipikal berukuran kasar dan sedang.
2. Untuk bata tahan api.
3. Untuk busi kendaraan digunakan *calcined alumina* dengan kadar soda yang rendah.
4. Untuk pembuatan gelas digunakan ukuran sedang dan halus serta kandungan soda yang rendah.
5. Untuk pembuatan cat.

c. Fused Alumina

Fused alumina putih mempunyai kandungan alumina sebanyak 99,5 – 99,9% dan diproduksi dari *calcined alumina* di dalam pemanas listrik. Sedangkan *fused alumina* coklat memiliki kandungan alumina sebanyak 94 – 97% dan diproduksi dari *calcined bauxite* di dalam pemanas listrik. *Fused alumina* ini digunakan dalam industri abrasif (alat pengampelas, penggosok, dan obat asah).

d. Tabular Alumina

Tabular alumina mempunyai kandungan alumina lebih dari 99,5% yang diproduksi dengan memanaskan alumina hidrat pada temperatur sedikit di bawah titik lebur (2.040 – 2.300°C), untuk mengubah alumina korundum ke dalam bentuk kristal berbentuk tablet yang amat keras dan padat. Alumina jenis ini terutama dipakai dalam refraktori.

e. Penggunaan Alumina

Lebih dari 90% alumina yang diproduksi global digunakan dalam produksi logam aluminium. Aluminium oksida digunakan dalam pembuatan bahan kimia pengelolaan air, seperti aluminium sulfat, polialuminium klorida, dan natrium aluminat. Adapun dalam jumlah yang besar, alumina digunakan dalam pembuatan zeolit, pelapisan pigmen titania, dan pemadam api. Alumina memiliki kekerasan 9 dalam skala Mohr, sehingga banyak digunakan sebagai bahan abrasif untuk menggantikan intan yang jauh lebih mahal.

Konstituen	Persen (%) Berat (sebagai oksida logam)
Al_2O_3	99,3 - 99,7
Na_2O	0,30 - 0,50
SiO_2	0,005 - 0,025
CaO	<0,005 - 0,040
Fe_2O_3	0,005 - 0,020
TiO_2	0,001 - 0,008
ZnO	<0,001 - 0,010
P_2O_5	<0,0001 - 0,0015
Ga_2O_3	<0,005 - 0,015
V_2O_5	<0,001 - 0,003
SO_3	<0,05 - 0,20

Kandungan senyawa kimia pada alumina

Alumina yang digunakan sebagai bahan kimia (*chemical grade alumina*) menempati porsi yang kecil dari total *output*. Produsen umumnya berkonsentrasi pada aluminium untuk industri metalurgi sebagai bagian inti dari bisnisnya, sehingga kekurangan alumina untuk pasar nonmetalurgi seringkali terjadi.

Kondisi Industri Hilir

Meskipun hasil olahan bijih bauksit dapat berupa alumina hidrat, CGA, dan SGA (yang selanjutnya diolah menjadi logam aluminium), sekitar 90% dari bijih bauksit diolah menjadi logam aluminium. Pada beberapa tambang bauksit di Indonesia, bijih bauksit yang ditambang dicuci untuk menghilangkan pengotor terutama lempung (*clay*) yang mengandung banyak silika sehingga dihasilkan *washed bauxite* yang kemudian diekspor ke luar negeri, terutama Jepang dan Tiongkok.

Jumlah ekspor *washed bauxite* ini pada tahun 2020 mencapai 23,21 juta ton. Di luar negeri, *washed bauxite* tersebut selanjutnya diolah melalui proses bayer untuk menghasilkan alumina hidrat dan dua jenis alumina, yaitu *smelting grade alumina* (SGA) dan *chemical grade alumina* (CGA). Di antara ketiga produk tersebut, SGA menempati porsi terbanyak (sekitar 90%). Produk SGA ini kemudian diolah lebih lanjut di pabrik peleburan di luar negeri untuk menghasilkan logam aluminium.

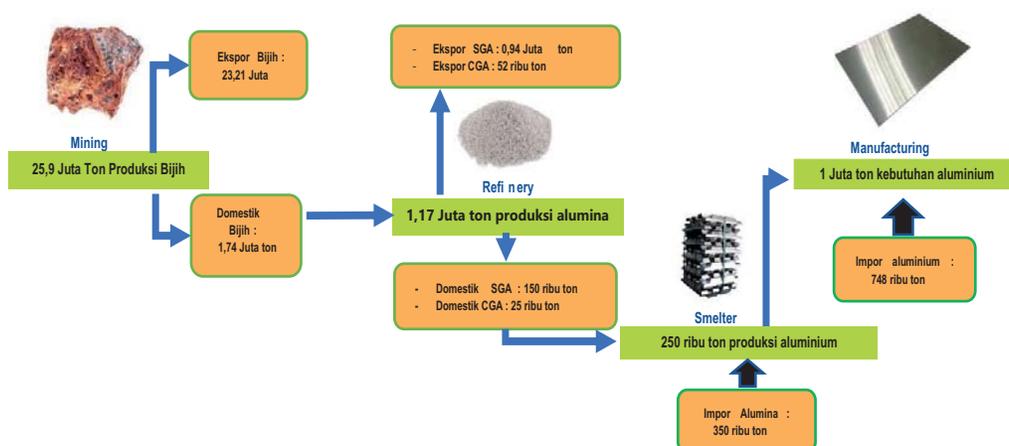
Sementara itu, satu-satunya pabrik yang menghasilkan logam aluminium di Indonesia (PT Inalum), masih melakukan impor SGA dari luar negeri (terutama Australia) sebagai bahan baku untuk pembuatan aluminium murni. Jumlah impor SGA yang dilakukan PT Inalum di tahun 2020 mencapai 350 ribu ton alumina, padahal di Indonesia telah berdiri dua pabrik pengolahan bauksit untuk menghasilkan alumina, yaitu PT Well Harvest Winning yang memproduksi SGA untuk memenuhi kebutuhan pabrik peleburan aluminium dan PT Indonesia Chemical Alumina yang memproduksi CGA untuk memenuhi segmen pasar di industri kimia dan keramik.

Meskipun rantai proses peningkatan nilai tambah bijih bauksit dinilai telah lengkap, akan tetapi pemenuhan kebutuhan dalam negeri masih belum dapat dilakukan sepenuhnya. Hal ini terlihat dari masih besarnya jumlah impor SGA dan aluminium murni untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Peningkatan nilai tambah perlu dilakukan di bagian hilir untuk memanfaatkan produk terutama CGA untuk berbagai keperluan. Produk aluminium murni berupa ingot dapat dimanfaatkan di dalam negeri untuk keperluan seperti bahan bangunan, aluminium foil, industri otomotif, komponen elektrik, dan lain-lain. Namun, untuk paduan-paduan aluminium kualitas tinggi seperti bahan baku material untuk pembuatan pesawat terbang masih diimpor dari luar negeri. Sementara itu, untuk berbagai keperluan di industri kimia, refraktori, isolator dan keramik, serbuk alumina masih harus diimpor dari luar negeri dengan jumlah yang besar.

Saat ini kebutuhan logam aluminium di Indonesia mencapai 1 juta ton. Terlihat jelas bahwa pada satu sisi Indonesia telah melakukan ekspor bijih aluminium atau bauksit. Namun demikian, jumlah impor produk antara, yaitu alumina dan logam aluminium dalam berbagai bentuk, seperti batangan, kawat, plat, dan lain-lain masih banyak yang harus dipenuhi dari luar negeri.

Hal ini menunjukkan bahwa prospek untuk mengolah bijih bauksit menjadi alumina, baik dalam bentuk SGA maupun CGA, untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri masih sangat besar. Selain itu, data tersebut juga menunjukkan bahwa meskipun pengolahan alumina menjadi aluminium telah dilakukan di dalam negeri, yaitu di Asahan, namun kebutuhan nasional akan aluminium belum terpenuhi dari pabrik ini, sehingga kekurangannya yang mencapai 750 ribu ton masih harus diimpor dari berbagai negara, termasuk dari Jepang, selain dari China, Bahrain, India dan Australia.



Rantai pasok aluminium tahun 2020

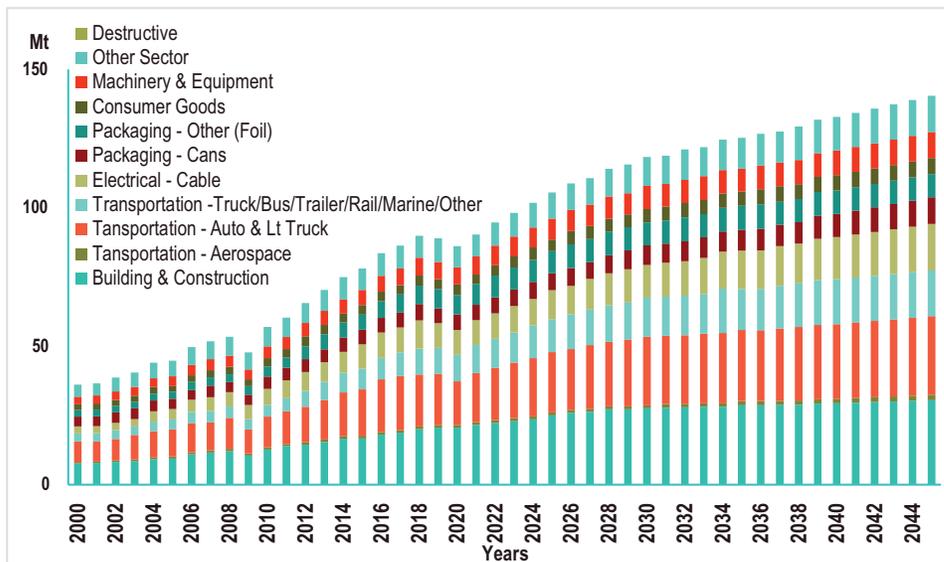
No	Nama Perusahaan	Tahap Pembangunan	Jenis Perizinan	Kapasitas Input Bijih (ton)	Komoditas Output	
					Jenis	Kapasitas (ton)
Refinery Alumina						
1	PT Berkah Pulau Bintang	Konstruksi		1.513.351	SGA	537.471
2	PT Bintang Alumina	Konstruksi		3.000.000*	SGA	1.000.000
3	PT Borneo Alumina Indonesia	Konstruksi		3.000.000	SGA	1.000.000
4	PT Dinamika Sejahtera Mandiri	Konstruksi		6.300.000	SGA	2.000.000
5	PT Kalbar Bumi Perkasa	Konstruksi		3.600.000	SGA	1.500.000
6	PT Laman Mining	Konstruksi		2.800.000	SGA	1.000.000
7	PT Parenggean Makmur Sejahtera	Konstruksi		3.000.000	CGA	1.000.000
8	PT Persada Pratama Cemerlang	Konstruksi		2.500.000	SGA	1.000.000
9	PT Quality Sukses Sejahtera	Konstruksi		2.600.000	SGA	900.000
10	PT Sumber Bumi Marau	Konstruksi		2.600.000	SGA	1.000.000
11	PT Tanjung Air Berani	Konstruksi		2.000.000	SGA	700.000
12	PT WHWAR (Ekspansi)	Konstruksi		4.000.000	SGA	1.000.000
TOTAL				36.931.351	1.000.000 CGA + 11.637.471 SGA	
Smelter Aluminium						
13	PT Inalum	Perencanaan		2.000.000*	Aluminium Ingot & Billet	1.000.000
TOTAL				2.000.000	1.000.000	

* Perkiraan kapasitas input berdasarkan data perusahaan lain yang sejenis

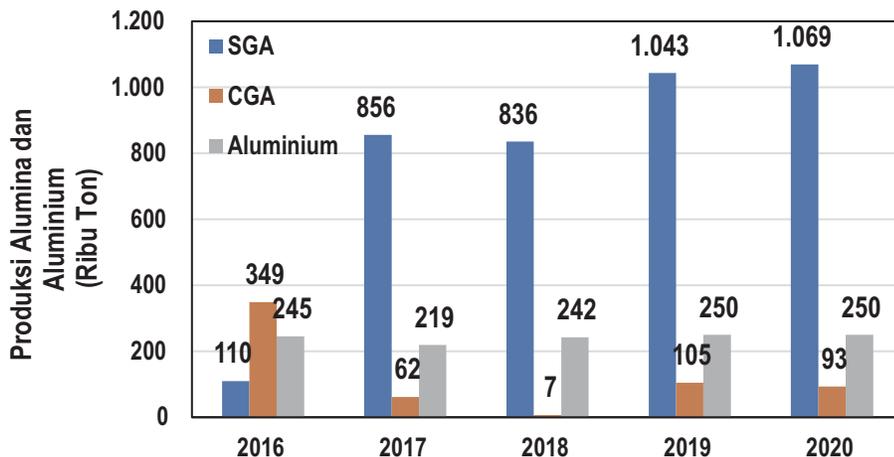
Pabrik pengolahan dan pemurnian alumina dan peleburan aluminium yang sedang dan akan dibangun berdasarkan data tahun 2021

Industri Hilir Aluminium Masa Depan

Industri hilir aluminium yang akan dibutuhkan di masa depan dapat dilihat berdasarkan proyeksi permintaan aluminium global. Sektor transportasi merupakan komoditas yang akan tetap diperlukan dan memiliki kecenderungan pertumbuhan yang stabil di masa depan. Selain itu, adanya transisi energi juga akan mendukung permintaan sektor elektrikal dan permesinan serta peralatan di masa depan.



Histori dan proyeksi aluminium periode 2000-2045



Jumlah produksi domestik smelter grade alumina, chemical grade alumina, dan logam aluminium (dalam ribu ton alumina/aluminium)

Industri yang memproduksi SGA dan CGA telah mulai berkembang di Indonesia. Secara total terdapat dua perusahaan pengolahan dan pemurnian (*refinery*) alumina dan satu perusahaan peleburan aluminium.

PT Indonesia Chemical Alumina, yang merupakan satu-satunya perusahaan yang memproduksi CGA dengan kapasitas 300 ribu ton per tahun, dan PT Well Harvest Winning juga merupakan satu-satunya perusahaan yang memproduksi SGA sampai tahun 2021 dengan kapasitas produksi mencapai 1 juta ton per tahun. Sementara itu, PT Inalum juga menjadi satu-satunya perusahaan yang memproduksi aluminium primer di Indonesia sampai saat ini dengan kapasitas produksi 250 ribu ton logam aluminium per tahun.

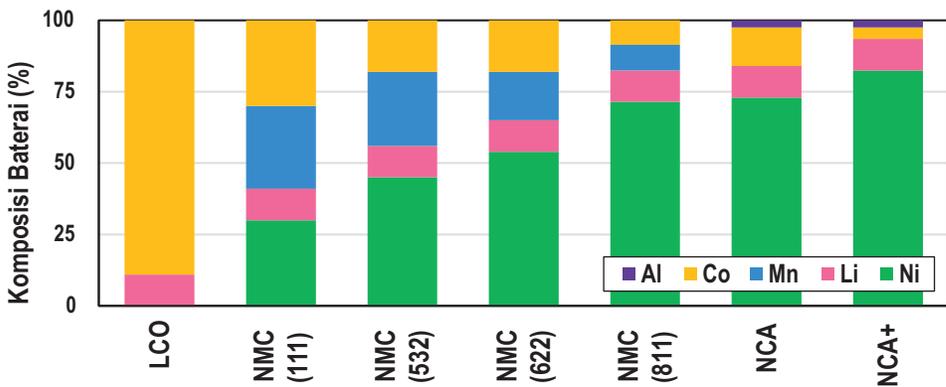
No.	Nama Perusahaan	Jenis Perizinan	Kapasitas Input Bijih / Raw Material (ton)	Komoditas Output	
				Jenis	Kapasitas (ton) *
Refinery Alumina					
1.	PT Indonesia Chemical Alumina		1.000.000	CGA	300.000
2.	PT Well Harvest Winning		3.564.000	SGA	1.000.000
TOTAL			4.564.000	300.000 CGA + 1.000.000 SGA	
Smelter Aluminium					
3.	PT Inalum		500.000	Aluminium Ingot & Billet	250.000
TOTAL			500.000	250.000	

* Kapasitas produksi dalam ton produk

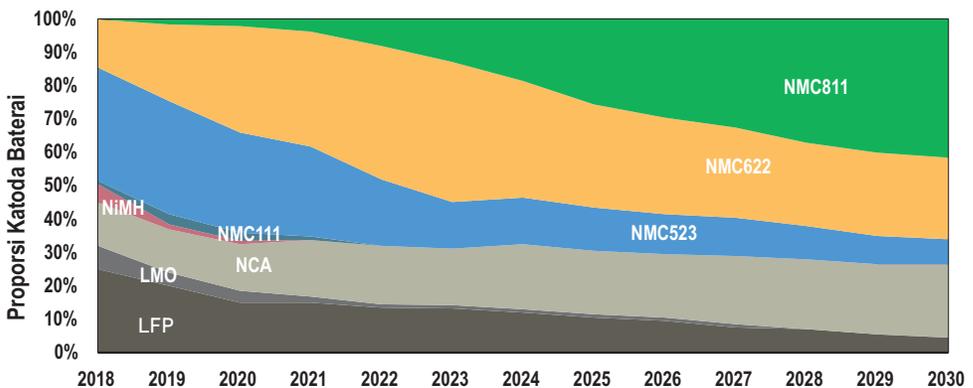
Pabrik pengolahan dan pemurnian (refinery) alumina dan peleburan aluminium yang telah beroperasi berdasarkan data tahun 2021.

Terdapat 13 pabrik yang akan dibangun di berbagai lokasi, antara lain; Karimun, Mempawah, Sanggau, Ketapang, Pontianak, dan Kotawaringin Timur. Produk yang dihasilkan beragam mulai dari SGA, CGA, hingga aluminium *ingot* dan *billet*. Perusahaan-perusahaan tersebut secara total akan mengonsumsi bijih bauksit tercuci dengan jumlah diperkirakan mencapai 36 juta ton bijih per tahunnya. Jumlah pabrik *refinery* alumina dan smelter aluminium di Indonesia masih terbatas oleh karenanya laju pertumbuhannya masih perlu ditingkatkan.

Baterai litium pada KBLBB merupakan salah satu komponen yang memiliki peranan yang sangat penting. Terdapat berbagai tipe baterai litium yang digunakan pada KBLBB yang diprediksi akan mendominasi, yaitu tipe NMC (*lithium nickel manganese oxide*), NCA (*lithium nickel cobalt aluminum oxide*) dan LFP (*lithium iron phosphate*), yang mana komposisi baterai litium NMC (811) dan NCA diprediksi akan banyak dipakai. Berdasarkan proyeksi 2020-2040, terdapat kecenderungan peningkatan penggunaan baterai litium dengan kandungan nikel pada katoda yang lebih dominan.



Komposisi berbagai tipe baterai litium

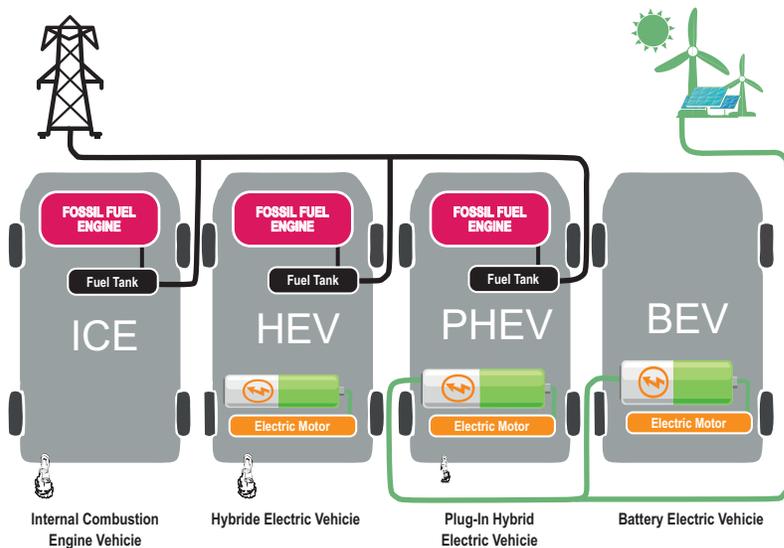


Proyeksi tipe katoda masa depan dalam periode 2018-2030

Aluminium dan logam dasar lainnya diperlukan dalam teknologi rendah karbon, salah satunya adalah pada pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT), seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Banyu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), dan lainnya.

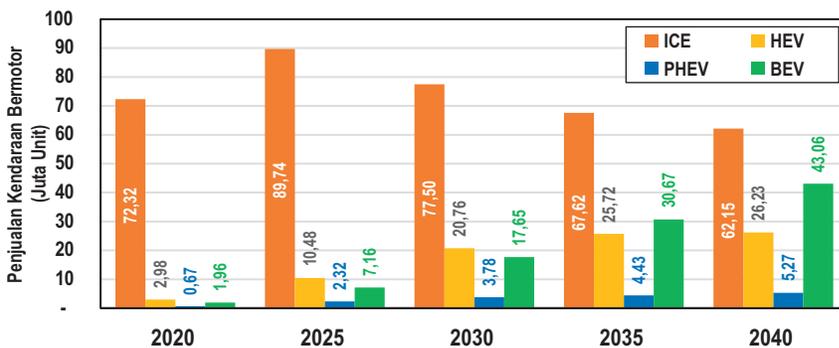
Industri lain yang diprediksi akan berkembang pesat adalah industri baterai dan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB), serta teknologi rendah karbon (*low carbon technologies*), seperti *wind power*, *solar panel*, *hydro*, *geothermal*, *energy storage*, *carbon capture storage*, dan lain sebagainya, yang mana aluminium dibutuhkan sebagai bahan pendukung diantaranya sebagai pengumpul arus pada katoda baterai, wadah atau kontainer baterai, serta rangka kendaraan dan struktur rangka konstruksi teknologi Energi Baru dan Terbarukan (EBT).

Peningkatan permintaan produk baterai litium didorong oleh perkembangan teknologi kendaraan bermotor, teknologi sistem penyimpanan energi, dan peralatan elektronik. Teknologi kendaraan bermotor terus dikembangkan untuk menggantikan mobil konvensional (*internal combustion engine, ICE*) agar didapatkan teknologi yang lebih ramah lingkungan.

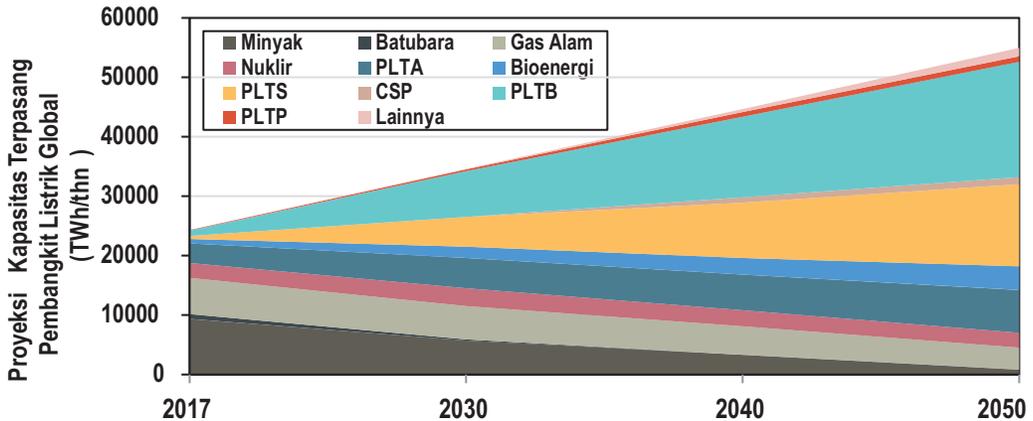


Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik

Pada tahun 2040 diprediksi BEV akan menguasai 31% dari pasar kendaraan bermotor. Selain BEV, penggunaan HEV dan PHEV juga akan mengalami peningkatan dimana masing-masing akan menguasai 19% dan 4% dari pasar kendaraan bermotor pada tahun 2040.

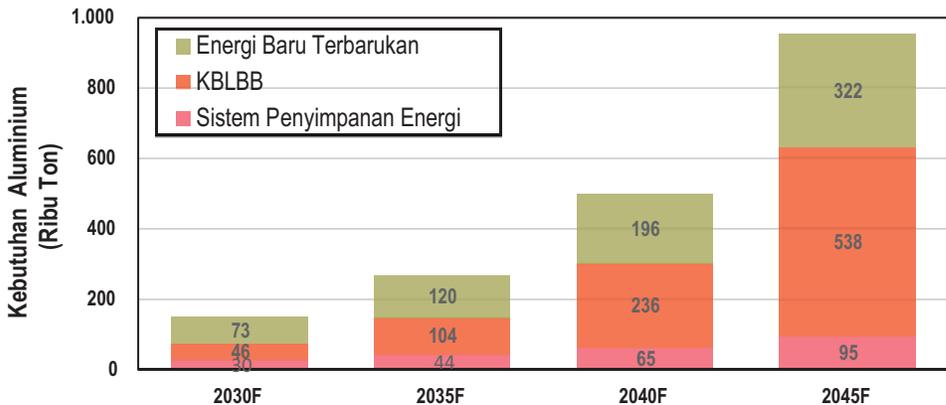


Proyeksi penjualan berbagai tipe kendaraan bermotor periode 2016-2040.



Proyeksi peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik Energi Baru Terbarukan (EBT) global dalam periode 2017-2050

Peningkatan penggunaan KBLBB, baterai, dan transisi EBT di Indonesia diproyeksikan akan meningkatkan kebutuhan aluminium hingga 0,94 juta ton pada tahun 2045.



Proyeksi kebutuhan aluminium untuk KBLBB, EBT, dan baterai periode 2020-2045

Selain industri baterai, KBLBB, dan EBT, aluminium masih tetap akan dibutuhkan pada industri otomotif konvensional, industri penerbangan, industri fabrikasi, dan manufaktur, serta industri konstruksi. Industri daur ulang logam aluminium dan logam lainnya juga diperkirakan akan tumbuh dengan pesat seiring berkembangnya teknologi rendah karbon (*low carbon technologies*).

Secara global kapasitas produksi alumina dan aluminium saat ini telah melebihi permintaan alumina dan aluminium. Kapasitas produksi global aluminium saat ini mencapai 66,3 juta ton per tahun sedangkan kebutuhan aluminium hanya 64,8 juta ton per tahun.

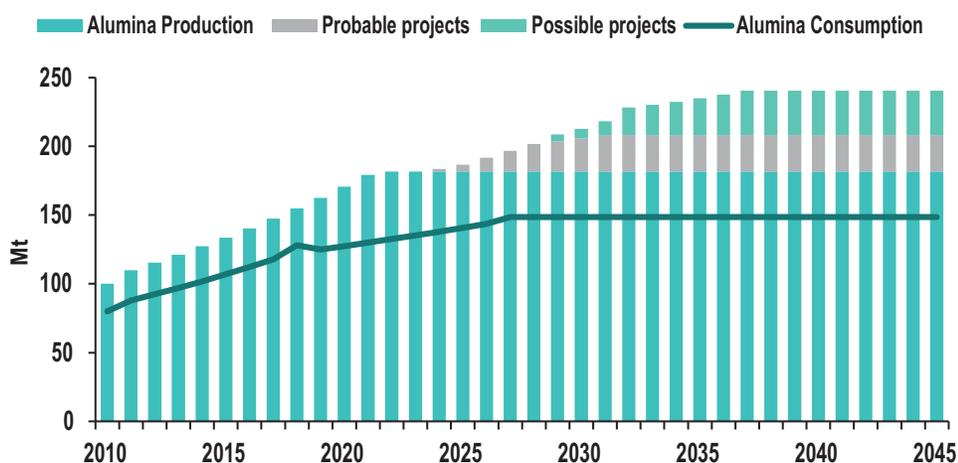
Hal yang sama juga dialami alumina yang mana kapasitas produksi alumina global diperkirakan akan tetap di atas kebutuhan (*oversupply*), meskipun dengan tingkat pemanfaatan *refinery* alumina mencapai 80-85% hingga tahun 2045. Sementara itu, konsumsi aluminium sekunder (*scrap*) untuk menggantikan aluminium primer juga diperkirakan akan meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan *low carbon technologies* atau EBT (untuk menekan dampak pemanasan global).

Porsi konsumsi aluminium sekunder diperkirakan mencapai 30% di tahun 2026 dan dapat mencapai hampir 45% di tahun 2045. Meskipun demikian, aluminium sekunder atau proses daur ulang aluminium masih memerlukan investasi penelitian dan pengembangan, yang besar untuk pengembangan teknologi pengumpulan, pemisahan, dan pemrosesan *scrap* aluminium sehingga peran aluminium primer masih sangat dibutuhkan dan belum tergantikan sepenuhnya.

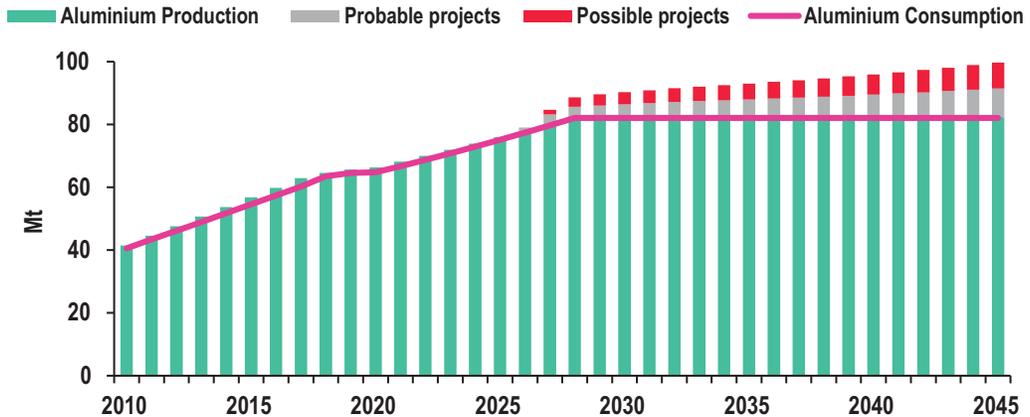
Dari segi permintaan, kebutuhan aluminium cenderung akan memiliki pertumbuhan yang stabil, terutama pada sektor transportasi. Peluang lainnya sebagai wadah sel baterai dan rangka untuk kendaraan listrik dapat meningkatkan kebutuhan aluminium di masa depan. Kemasan berbahan aluminium juga akan meningkat seiring dengan pengurangan penggunaan plastik, khususnya untuk produk minuman kemasan.

Tren ini diperkirakan akan meningkat secara signifikan dalam 10–15 tahun ke depan. Dari sektor elektrik, kabel aluminium akan semakin dibutuhkan untuk transmisi seiring dengan transisi EBT. Selain itu, penggunaan material ringan yang ramah lingkungan akan meningkat pada industri konstruksi, yang menyebabkan meningkatnya kebutuhan aluminium ekstrusi. *Flat product* dan aluminium lembaran akan mendominasi kebutuhan aluminium seiring dengan pertumbuhan industri otomotif dan bahan kemasan.

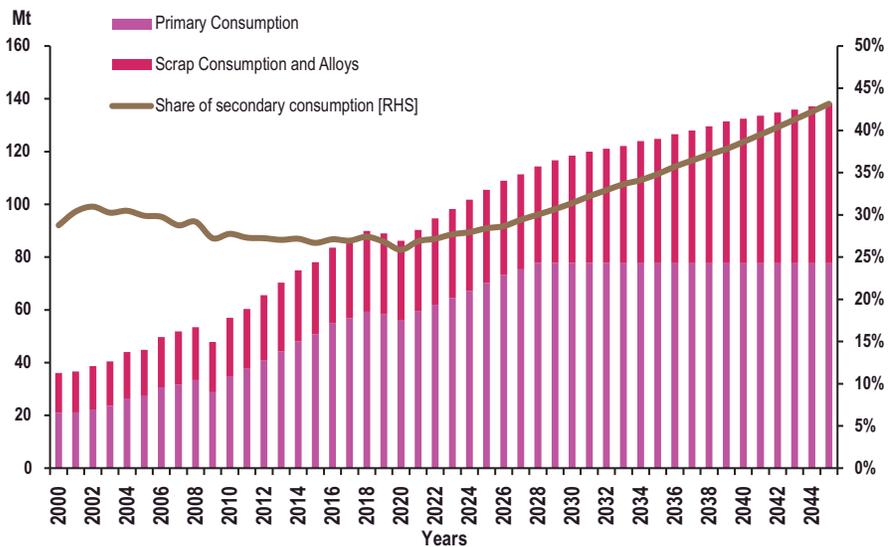
Melihat kondisi *supply* dan *demand* di atas, maka meskipun produksi aluminium saat ini telah *oversupply*, akan tetapi masih memiliki potensi peningkatan kebutuhan yang besar mengingat kebijakan dan tren global yang mana memberikan sentimen positif terhadap kebutuhan logam aluminium di masa depan.



Proyeksi supply and demand alumina global periode 2010-2045



Proyeksi supply and demand aluminium global periode 2010-2045



Proyeksi konsumsi global aluminium primer dan aluminium sekunder dalam periode 2000-2045

Manfaat Industri Hilir

Konsumsi aluminium global oleh industri hilir di negara-negara yang berpenghasilan tinggi (*high income countries*) memiliki ciri yang berbeda dengan negara-negara yang berpenghasilan rendah dan menengah. Pemakaian utama aluminium di negara-negara berpenghasilan tinggi terutama digunakan untuk sektor transportasi, sedangkan di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah, aluminium digunakan untuk sistem transmisi listrik, barang produksi dan konstruksi.

Produk alumina dan aluminium murni yang dihasilkan dapat digunakan untuk berbagai keperluan industri hilir, yaitu industri barang keramik maju (*advanced ceramic*) serta barang dari bahan baku logam aluminium. Hal ini pada dasarnya telah dilakukan di Indonesia, yang mana telah ada beberapa pabrik aluminium profil yang menghasilkan aluminium plat, batangan, pipa, profil untuk kusen, aluminium foil, dan sebagainya.

Sementara itu, beberapa industri keramik di Indonesia membutuhkan bahan alumina dari luar negeri sebagai bahan bakunya, sehingga produk pabrik pemurnian alumina yang akan didirikan di Indonesia dapat digunakan untuk mengisi pangsa pasar domestik yang selama ini didatangkan dari luar negeri dan juga untuk ekspor.

Potensi kebutuhan aluminium di Indonesia di masa mendatang diperkirakan akan semakin meningkat, melebihi kecepatan peningkatan kebutuhan rata-rata dunia 6%. Pertumbuhan kebutuhan aluminium di negara-negara maju, seperti Eropa dan Amerika Utara, termasuk Jepang dan Taiwan relatif stagnan. Keadaan berbeda terjadi di negara-negara yang berkembang seperti China, India, Brazil, Malaysia, termasuk Indonesia yang mengonsumsi aluminium dalam jumlah besar dan cenderung terus meningkat.

Dengan dilakukannya hilirisasi komoditas bauksit, salah satu dampak yang paling signifikan ialah sektor ekonomi. Dampak tersebut berkelanjutan dari industri hulu hingga hilir yang biasa disebut dengan *multiplier effect*. Adapun salah satu dampaknya, yaitu pembangunan pabrik pemurnian alumina dan *smelter* aluminium baru belum mampu meningkatkan nilai tambah yang signifikan baik dari kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) atau peningkatan tenaga kerja, apabila tidak diikuti dengan tumbuhnya industri turunan yang mampu menyerap seluruh produk *ingot* aluminium.

Dengan demikian, industri hilir sebagai konsumen *ingot* aluminium perlu meningkatkan kapasitas produksi dengan memperluas jangkauan pasar. Jika hal tersebut diterapkan, maka persoalan yang berkaitan dengan tingkat keekonomian dan isu ketenagakerjaan baik pada pabrik pemurnian alumina dan *smelter* aluminium maupun industri yang lebih hilir dapat teratasi.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diartikan bahwa perkembangan industri hilir aluminium tidak dapat terlepas dari kontribusi industri hulu dan antara sebagai penyedia bahan bakunya, yaitu alumina dan *ingot* aluminium. Oleh karena itu, konsep *multiplier effect* patut dijadikan sebagai acuan guna mempercepat pembangunan industri antara aluminium, agar dapat menghasilkan lebih banyak produk sehingga industri hilir juga dapat mengikutinya.

Selain berbagai manfaat ekonomi, pengembangan industri komoditas aluminium juga diharapkan dapat menciptakan hilirisasi yang berkelanjutan dan terintegrasi, dengan pengelolaan dan peningkatan nilai tambah komoditas tambang lainnya, serta pengelolaan energi yang pada ujungnya diarahkan untuk mendorong pertumbuhan industri nasional, yaitu untuk mendukung penyediaan bahan baku bagi industri manufaktur, transportasi, otomotif, bahan bangunan, penerbangan, dan sebagainya. Pengembangan industri hilir komoditas aluminium diharapkan akan memberikan manfaat berupa pembentukan daya saing nasional, serta meningkatkan kredibilitas dan kehormatan bangsa. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan terkait upaya pemanfaatan mineral bauksit, salah satunya adalah keterbatasan dalam ketersediaan dan validitas data. Keterbatasan terkait data informasi komoditas bauksit dapat ditemukan mulai dari data sumber daya dan cadangan, industri hulu, hingga industri hilir.

Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa permasalahan dan tantangan dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan bauksit. Dari segi kuantitas, hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi dari beberapa badan usaha. Sebagai contoh pada tahun 2020, pemutakhiran data komoditas bauksit hanya sekitar 31% dari jumlah titik yang tersedia.

Dari segi kualitas, tidak semua data yang dilaporkan telah terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*). Ketersediaan dan validasi data juga merupakan permasalahan yang ditemui di industri hilir aluminium. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain:

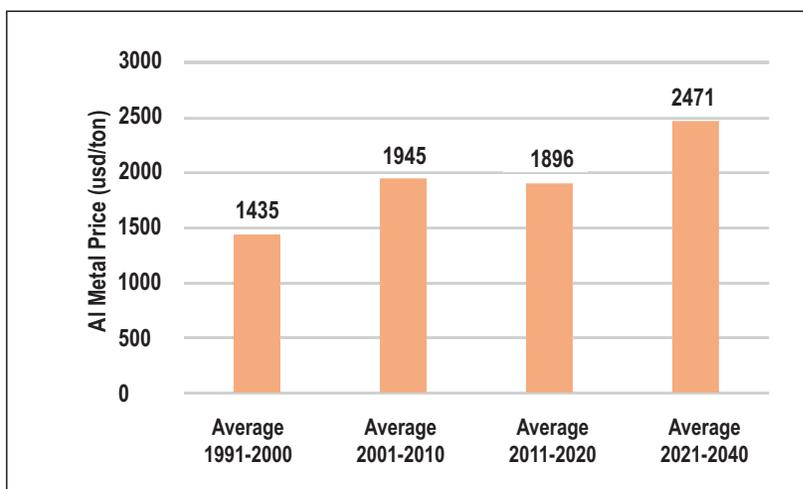
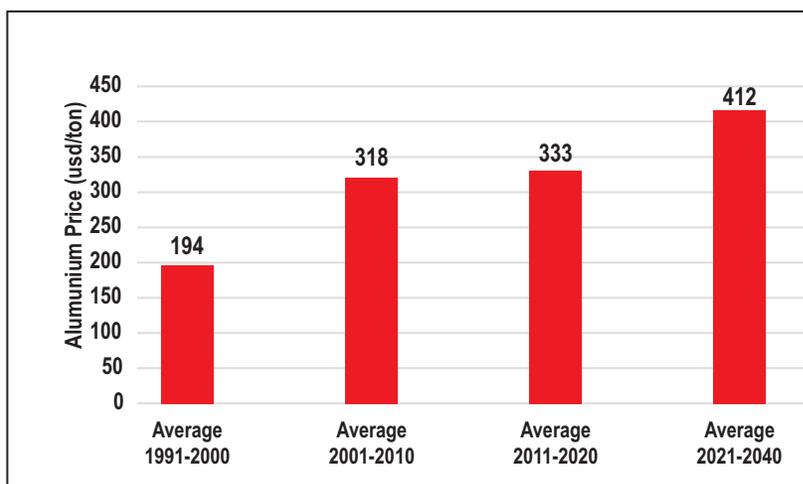
- Data industri hulu, dan industri hilir tidak terintegrasi akibat pengelolaan data yang melibatkan dua kementerian, yaitu Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) dan Kementerian Perindustrian (Kemenperin).
- Data perdagangan ekspor dan impor yang dilaporkan Badan Pusat Statistik (BPS) tidak tersedia untuk produk paduan aluminium seri tertentu atau bercampur dengan produk paduan aluminium seri lainnya.
- Data terperinci industri pembentukan, industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang terkait produk aluminium tidak tersedia atau tidak mudah diakses.

Keterbatasan ketersediaan dan validitas data tersebut menyebabkan pemetaan industri aluminium yang tidak holistik sehingga menyulitkan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan komoditas tersebut kedepannya.

Dinamika Harga dan Pasar

Aluminium merupakan salah satu logam strategis nonbesi yang banyak dibutuhkan untuk berbagai bidang aplikasi, terutama untuk komponen transportasi, konstruksi dan kelistrikan. Fluktuasi harga suatu komoditas, utamanya alumina dan aluminium dipengaruhi oleh kombinasi antara *supply-demand*. Peningkatan populasi manusia mengakibatkan peningkatan kebutuhan suplai yang berarti juga meningkatkan konsumsi aluminium sebagai salah satu logam utama. Selama tiga dekade terakhir, (*Homogeneous Mesoporous Alumina*) HMA alumina dan aluminium cenderung mengalami peningkatan.

Meski demikian, pada dua dekade terakhir harga rata-rata alumina relatif stabil di angka USD 300 per ton. Hal yang sama juga terjadi pada harga rata-rata aluminium dengan harga jual per ton yang relatif stabil berada di angka USD 1.890-2.000 pada dua dekade terakhir.



Harga alumina dan aluminium 1991-2040

Adapun rincian komponen biaya untuk produksi alumina terdiri dari biaya bahan dan material USD 118 per ton, bahan bakar USD 57 per ton, pemeliharaan dan suku cadang USD 11 per ton, royalti dan pajak USD 28 per ton serta komponen biaya lain yang masuk dalam biaya produksi sebesar USD 11 per ton. Sehingga total *net cash cost* dari pengolahan dan pemurnian sampai menjadi alumina di Indonesia adalah USD 213 per ton.

Sedangkan rata-rata net cash cost dunia nilainya USD 259 per ton yang berarti lebih tinggi daripada biaya produksi di Indonesia. Sedangkan untuk aluminium, total *net cash cost* Indonesia adalah sebesar USD 1.503 per ton, lebih rendah dibandingkan rata-rata *net cash cost* dunia yang nilainya USD 1.667 per ton.

No.	Komponen Biaya	Indonesia (\$/ton)	Rata-rata Dunia (\$/ton)
1	Biaya Bahan dan Material	118	
2	Biaya Bahan Bakar	57	
3	Biaya Pemeliharaan dan Suku Cadang	11	
4	Biaya Lain -lain (Biaya terkait Produksi)	11	
5	Royalti + Pajak	28	
Total Cash Cost		213	259

Total net cash cost alumina Indonesia vs rata-rata dunia

Komponen Biaya	Indonesia (\$/ton)	Rata-rata Dunia (\$/ton)
Total Cash Cost	1.503	1.667

Total net cash cost aluminium Indonesia vs rata-rata dunia

Limitasi Teknologi dan Infrastruktur

Dari sisi teknologi, pada dasarnya pencucian bauksit, pengolahan dan pemurnian alumina, dan *smelter* aluminium telah memiliki teknologi yang *mature* digunakan pada berbagai pabrik *refinery* alumina dan *smelter* aluminium di seluruh dunia. Bayer Process dan proses *Hall-Heroult* merupakan teknologi yang sudah baku untuk proses pengolahan dan pemurnian alumina serta peleburan aluminium.

Permasalahan utama yang membatasi utamanya berasal dari sisi infrastruktur. Ketersediaan infrastruktur yang dapat digunakan untuk pengembangan industri alumina dan aluminium pada kawasan yang dekat dengan keberadaan deposit bijih bauksit di Indonesia, khususnya di Kalimantan Barat relatif kurang. Padahal, infrastruktur merupakan salah satu komponen penting dalam menentukan biaya modal (*capital cost*) untuk pembangunan pabrik pemurnian alumina.

Biaya modal untuk pembangunan suatu alumina *refinery* tidak berdiri sendiri, tetapi saling berpengaruh. Di antaranya yang penting biaya modal ini dipengaruhi oleh beberapa parameter yaitu infrastruktur, sistem transportasi bahan baku dan produk serta kapasitas produksi. Karena biaya modal menjadi parameter yang penting untuk menentukan kelayakan pendirian suatu *refinery* alumina, maka ketersediaan infrastruktur akan menentukan keputusan pendirian suatu pabrik pemurnian alumina maupun peleburan aluminium. Tipikal biaya modal untuk pemurnian alumina adalah sebagai berikut:

- *Greenfield project*: USD 930 – 1100 per tahun per ton alumina (USD/AnntA).
- *Brownfield project*: USD 450 – 750 per tahun per ton alumina (USD/AnntA).

Perbedaan biaya modal untuk *greenfield project* dan *brownfield project* ini lebih banyak dipengaruhi oleh parameter infrastruktur dengan keperluan untuk infrastruktur sendiri adalah sekitar 40%. Jumlah ini termasuk signifikan dalam menentukan kelangsungan proyek atau kelayakannya.

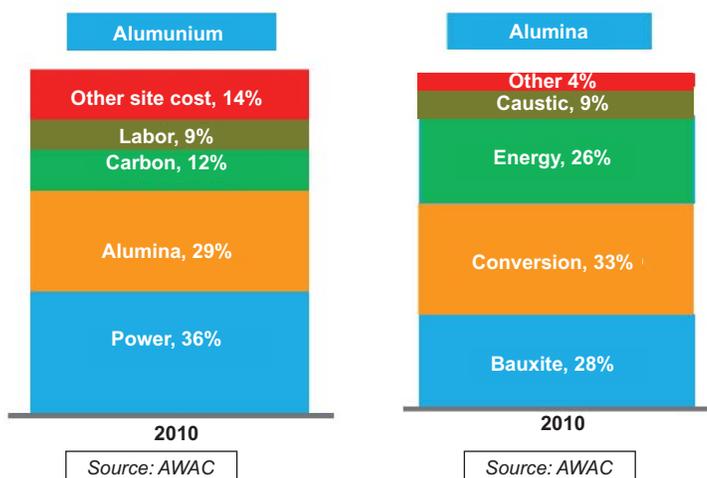
Melihat angka tersebut sebenarnya *brownfield project* lebih menarik. Namun demikian, baru ada satu pabrik alumina yang ada di Indonesia yang dapat dikembangkan kapasitasnya yaitu PT Well Harvest Winning.

Beberapa negara lain juga lebih memilih *brownfield project* untuk meningkatkan produksi alumina, dengan memanfaatkan *layout* dari pabrik alumina yang sudah ada, seperti Wagerup, Worsley, Alumar dan Alunorte.

Infrastruktur yang diperlukan untuk membangun fasilitas pemurnian alumina dapat dibagi menjadi dua, yaitu infrastruktur eksternal seperti pelabuhan dan prasarana transportasi, dan infrastruktur internal seperti fasilitas air, pengolahan limbah, fasilitas pembangkit energi, dan lain sebagainya.

Energi yang digunakan dalam pengoperasian pabrik pemurnian alumina mencapai kira-kira 26% dari biaya operasi, sedangkan di *smelter* aluminium kebutuhan energinya lebih besar mencakup 36% dari biaya operasi. Dengan demikian, ketersediaan energi untuk mendukung pendirian fasilitas pengolahan bijih bauksit baik untuk *refinery* maupun untuk *smelter* aluminium menjadi sangat penting.

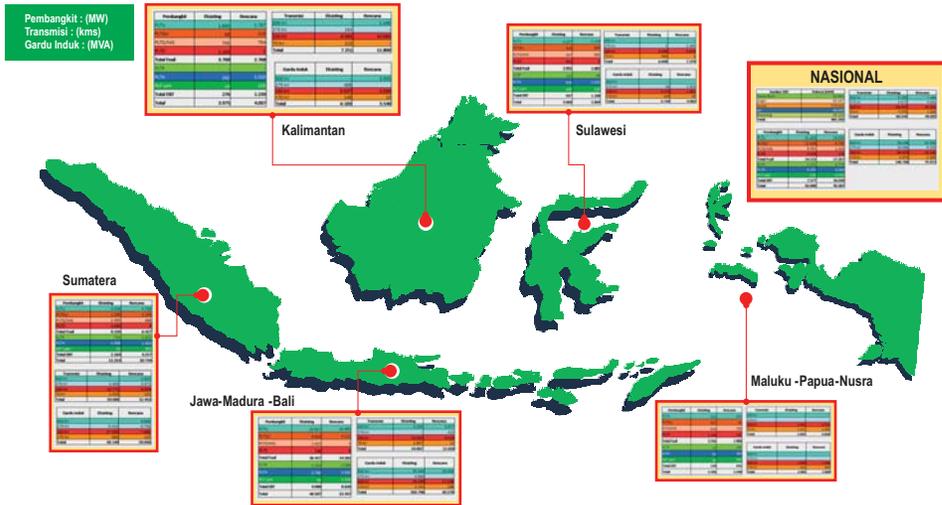
Harga energi yang rendah (<5 cent\$/kWh) menjadi *technical barrier*, khususnya untuk pendirian *smelter* aluminium sehingga pembangkit energi yang mampu secara ekonomi diantaranya adalah Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) mulut tambang.



Distribusi biaya operasi dalam smelter aluminium dan dalam pemurnian alumina

Energi listrik dari PLTA secara nasional memiliki potensi mencapai 94,5 GW yang tersebar di pulau Sumatera (21,3 GW), Jawa Madura Bali dan Nusa Tenggara (7,9 GW), Kalimantan (20,7 GW), Sulawesi (21,4 GW), dan Papua (22,9 GW). Di antaranya yang memiliki potensi menjadi sumber energi untuk memenuhi kebutuhan smelter aluminium adalah Provinsi Kalimantan Utara (11,2 GW), Sulawesi Tengah (12,8 GW), Papua (22,9 GW), Aceh (6,6 GW), Sumatera Utara (5 GW), dan Sumatera Barat (4,3 GW).

Meski demikian, perlu dilakukan kajian yang lebih detail mengenai ketersediaan debit sungai, kapasitas PLTA, jaringan transmisi, serta lokasi yang sesuai dan mampu memenuhi kebutuhan energi dari *smelter* aluminium. Selain PLTA, energi berbasis batu bara dianggap paling memungkinkan untuk menyediakan hal ini. Batubara yang diperlukan dapat diperoleh dari Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur, meskipun tidak menutup kemungkinan pula batubara dari Sumatera.



Sebaran eksisting dan rencana infrastruktur penyediaan tenaga listrik

Limitasi Pemodaln Usaha

Untuk pabrik pemurnian alumina dan *smelter* aluminium membutuhkan biaya investasi yang sangat besar, sehingga dibutuhkan pendanaan dari luar negeri juga. Untuk bisa mendapat pendanaan tersebut, suatu perusahaan harus memiliki *long term stable legal project*. Untuk mengatasinya, perlu adanya negosiasi dengan pemerintah untuk mendapatkan suatu kontrak jangka panjang.

Perlu diperhatikan pula mengenai *sovereign risk*, terutama dari risiko pada suatu negara dan juga kepastian hukum yang jelas, karena walaupun proyek yang secara teknis dan ekonomis *feasible*, tapi jika *sovereign risk* pada suatu wilayah tinggi, maka proses pencarian pinjaman dana akan menjadi kendala yang serius, disini perlu adanya kepastian hukum yang jelas.

Sponsor	<ul style="list-style-type: none"> - Berpengalaman dalam proyek sejenis - Alasan strategis - Kekuatan finansial - Sebuah proyek smelter membutuhkan komitmen ekuitas yang signifikan - Berpengalaman dalam mengembangkan proyek padat modal dan penggunaan modal pinjaman yang besar
Penataan/Pengaturan Konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> - Kontraktor dengan pengalaman yang signifikan dalam proyek serupa - Kontraktor dengan finansial yang kuat - Ada kemungkinan memerlukan dukungan penyelesaian dari pihak sponsor - Konfirmasi konsultan teknis terhadap viabilitas pengaturan konstruksi - Kontrak turnkey dengan harga tetap akan ideal untuk pembiayaan proyek dalam mengurangi resiko biaya berlebih - Jaminan kinerja dan ganti rugi
Teknik dan Operasi	<ul style="list-style-type: none"> - Teknologi mapan/terbukti - Desain yang dibuat berdasar operasi yang sudah ada akan dipandang menguntungkan - Operator dengan pengalaman yang relevan/sejenis - Konfirmasi konsultan Teknis terhadap kelangsungan hidup teknologi serta pengaturan operasi yang diusulkan

Hal-hal yang dipertimbangkan investor dalam pembangunan pabrik pemurnian dan pengolahan

Daya Saing	<ul style="list-style-type: none"> - Sangat penting bagi kreditur untuk mengetahui bahwa keekonomian proyek smelter bersifat kompetitif - Jika tidak kompetitif, maka proyek akan terkena risiko regulasi (risiko politik) yang pemberi pinjaman biasanya enggan untuk menanggungnya - Dalam situasi seperti itu, pemberi pinjaman memerlukan dukungan pemerintah / asuransi risiko politik karena perubahan yang merugikan dalam peraturan dapat mengakibatkan pemasok konsentrat menjual konsentrat ke kompetitor lainnya - Pemberi pinjaman umumnya enggan untuk membiayai proyek-proyek yang tidak komersial
Pasokan Bahan Baku	<ul style="list-style-type: none"> - Perjanjian jangka panjang untuk pemasokan bahan baku (setidaknya lebih dari jangka waktu hutang)-Pasar pasokan bahan baku di Indonesia - ada pasokan yang memadai di Indonesia - Kesepakatan dalam penyusunan formula untuk menentukan harga
Offtake Arrangement	<ul style="list-style-type: none"> - Perjanjian jangka panjang offtake dengan pembeli yang layak melakukan transaksi secara kredit - Harga didasarkan pada prinsip-prinsip pasar - hasil patokan kontrak tahunan tambang-smelter
Pasokan Energi / Pembangkit Listrik	<ul style="list-style-type: none"> - Perjanjian jangka panjang untuk power supply - Tenornya harus lebih lama daripada tenor hutang
Lingkungan dan Sosial	<ul style="list-style-type: none"> - Pembangunan smelter dilihat sebagai proyek yang sensitif terhadap isu lingkungan - Lakukan penyesuaian dengan standar lingkungan lokal dan internasional serta Prinsip Equator

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas bauksit diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri komoditas bauksit, agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal. Keseimbangan ketersediaan sumber daya/cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas bauksit harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi komoditas minerba. Dampak lingkungan akan menjadi salah satu faktor yang penting di masa depan dalam pertimbangan pemilihan teknologi.

Selama berlangsungnya proses pengolahan alumina, bauksit tercuci dilarutkan dalam larutan natrium hidroksida (NaOH) panas. Alumina yang terdapat dalam bijih bauksit akan larut, sedangkan pengotor berupa oksida logam terutama (*hematite* (Fe₂O₃) dan oksida lainnya yang tidak larut akan masuk ke dalam residu. Melalui proses pengentalan (*thickening*), endapan oksida logam ini dapat dipisahkan hingga berupa slurry residu dan berkadar air kira-kira 70%.

Residu bauksit ini selain memiliki pH tinggi ± 13,3 juga mengandung logam berat. Oleh karena itu, residu bauksit tersebut perlu diolah agar keberadaan pabrik pembuatan alumina hidrat tidak mencemari lingkungan sekitar.

Lumpur residu bauksit yang berasal dari proses pencucian dialirkan menuju unit filter. Melalui peralatan filter ini, selanjutnya residu bauksit dipisahkan dari filtratnya menjadi dalam bentuk padatan residu bauksit (*red mud cake*) dengan kandungan air sekitar 30%.

Padatan residu bauksit yang relatif kering ditransportasikan melalui *conveyor* dan ditampung di dalam *hopper*. Dari *hopper* ini selanjutnya residu bauksit yang terkumpul di *hopper* akan dibawa oleh *dump truck* menuju tempat penimbunan akhir di area pembuangan residu bauksit. Lumpur residu bauksit ini pada dasarnya mempunyai kandungan logam berat yang sebagian besar masuk ke dalam residu.

Composition	Solid	Unit	Liquid	Unit
Al ₂ O ₃	13	%	3	g/l
SiO ₂	10	%	0,02	g/l
Fe ₂ O ₃	53	%	0	g/l
TiO ₂	6	%	< 0,6	g/l
Na ₂ O	3	%	8	g/l
CaO	3	%	2	g/l
LOI	11	%	-	g/l
NaCl	0,5	%	0,4	g/l
CO ₂	0,2	%	-	g/l
SO ₃	-	%	0,4	g/l
TOC	0,2	%	< 0,8	g/l
P ₂ O ₅	0,1	%	< 0,03	g/l
V ₂ O ₅	0,2	%	< 0,03	g/l
F	0,01	%	0,03	g/l
Ga	0,01	%	0,02	g/l
As ₂ O ₃	0,01	%	< 0,02	g/l
<i>Particles</i>	4	μ	-	
<i>Size Density</i>	3,29	-	1,05	

Karakteristik residu bauksit

Logam	Lumpur residu bauksit (mg/l)	Padatan residu bauksit (mg/l)	Filtrat (mg/l)
Cr	0,03	0,05	0
Cu	0,0167	0,02	0,0118
Zn	0,3285	0,019	0,7927
Se	0,0024	0,004	0
Cd	0,0042	0,007	0,008
Hg	0,00012	0,0002	0
Pb	0,1628	0,1	0,257
MT/jam	87,3	54,9	32
MC (%)	69	35	100

Kandungan logam berat dalam padatan residu bauksit sesuai standar baku mutu nasional

Karena oksida-oksida lain seperti oksida besi (*hematite* (Fe_2O_3)), oksida titanium (TiO_2) tidak akan larut, maka *red mud* akan banyak mengandung oksida ini. Kumpulan partikel-partikel oksida ini akan dibuang (*waste*) sebagai *red mud* (berwarna merah karena banyak mengandung oksida besi). Tetapi oksida-oksida vanadium (V_2O_5), chromium (Cr_2O_3) dan gallium (Ga_2O_3) dapat larut dan menjadi pengotor. Oleh sebab itu kandungan oksida-oksida ini dalam bauksit harus sangat sedikit.

Adapun area yang akan menjadi penampungan *red mud* selanjutnya dapat direklamasi untuk ditanami dengan tumbuhan yang sesuai. Hal ini perlu dilakukan sambil menunggu usaha untuk memanfaatkan *red mud* secara ekonomis. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan *red mud*.



Penampungan red mud



Red mud dilihat dari dekat

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi terkait data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) – yang kemudian akan terampung dalam analisis SWOT (*SWOT analysis*) terkait pengembangan industri bauksit di Indonesia, yang kemudian digunakan untuk dalam penyusunan Grand Strategy Mineral dan Batubara yang berisi program-program utama, yang perlu dilakukan dalam pengembangan industri aluminium Indonesia hingga tahun 2045.

<p>Strength</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cash Cost</i> Indonesia Relatif Lebih Rendah dibandingkan Global 	<p>Weakness</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ekspor Bauksit Tinggi & Serapan Domestik masih Rendah 2. Sebagian Kebutuhan Alumina & Aluminium dalam Negeri dipenuhi melalui Impor 3. Infrastruktur & Rantai Pasok Industri Aluminium Belum Optimal 4. Data Lengkap Industri Aluminium Tidak Tersedia 5. Sisa Hasil Pengolahan mengandung Unsur-Unsur Berharga yang Belum Dimanfaatkan
<p>Opportunity</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Cadangan Bauksit Indonesia Berada di Posisi ke-6 Dunia 2. Terdapat <i>Refinery SGA</i> yang Sudah Terbangun & Direncanakan akan Bertambah 3. Terdapat Market Domestik untuk Aluminium 4. Peningkatan Kebutuhan Aluminium untuk Kendaraan Listrik dan EBT 5. Penggunaan Material Ringan dan Ramah Lingkungan 	<p>Threat</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Produksi Alumina dan Aluminium Global melebihi Permintaan 2. Perpindahan Menuju “Green” Aluminium dan Aluminium Sekunder 3. Terdapat Sisa Hasil Pengolahan dalam Jumlah Besar.

Analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (SWOT Analysis) terkait pengembangan industri aluminium Indonesia

<p>Opportunity:</p> <p>O1. Cadangan Bauksit Indonesia Berada di Posisi #1 Dunia</p> <p>O2. Terdapat Refinery SGA yang Sudah Terbangun & Direncanakan akan Bertambah</p> <p>O3. Terdapat Market Domestik untuk Aluminium</p> <p>O4. Peningkatan kebutuhan Aluminium untuk Kendaraan Listrik dan EBT</p> <p>O5. Penggunaan Material Ringan dan Ramah Lingkungan</p>	<p>Strength:</p> <p>S1. Cash Cost Indonesia Relatif Lebih Rendah dibandingkan Global</p>	<p>Weakness:</p> <p>W1. Ekspor Bauksit Tinggi & Sisa Pasok Domestik masih Rendah</p> <p>W2. Sebagian kebutuhan Alumina & Aluminium dalam Negeri dipenuhi melalui impor</p> <p>W3. Infrastruktur & Rantai Pasok Industri Aluminium Belum Optimal</p> <p>W4. Data Lengkap Industri Aluminium Tidak Tersedia</p> <p>W5. Sisa Hasil Pengolahan dengan unsur-unsur Berbahaya yang Belum Dimanfaatkan</p>
<p>Threat:</p> <p>T1. Produksi Alumina dan Aluminium Global melebihi Permintaan</p> <p>T2. Perpindahan Menuju "Green" Aluminium dan Aluminium Sekunder</p> <p>T3. Terdapat Sisa Hasil Pengolahan dalam Jumlah Besar.</p>	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri sel baterai (S1, O4) - (4a) 2. Pengembangan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri kendaraan listrik (S1, O4, O5) - (4b) 3. Pengembangan industri aluminium untuk EBT dan teknologi lainnya (S1, O4, O5) - (4c) 	<p>WO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kegiatan eksplorasi bauksit & peningkatan konversi sumberdaya menjadi cadangan (W1, O1) - (1a) 2. Percepatan operasi pabrik refinery alumina untuk mengolah bauksit domestik (W1, W2, O1, O2) - (2a) 3. Peningkatan penyerapan domestik produk alumina (SGA) dan pengaturan tata niaga (efisiensi tata niaga bijih – SGA – aluminium yang terintegrasi) (W2, W3, O2) - (2b) 4. Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur (W4, O3) - (3a) 5. Substitusi impor hasil industri fabrikasi dan peningkatan TKDN (W2, O3) - (3b) 6. Pemakaian hasil produk domestik untuk industri otomotif, konstruksi, kabel & pesawat terbang dalam negeri (W2, O3) - (5a)
<p>Threat:</p> <p>T1. Produksi Alumina dan Aluminium Global melebihi Permintaan</p> <p>T2. Perpindahan Menuju "Green" Aluminium dan Aluminium Sekunder</p> <p>T3. Terdapat Sisa Hasil Pengolahan dalam Jumlah Besar.</p>	<p>ST:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku aluminium (serta perlu dipertajam peraturan untuk melindungi smelter Al dalam negeri) (S1, T1) - (2c) 	<p>WT:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemanfaatan sisa hasil pengolahan pabrik refinery (Red Mud) (W5, T3) - (2d) 2. Pengembangan sistem koleksi, sortir, pemrosesan scrap aluminium & pengembangan industri aluminium sekunder (W5, T2) - (5b)

Matriks TOWS komoditas aluminium Indonesia

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas aluminium saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun lima usulan program utama terkait pengembangan komoditas aluminium Indonesia, yaitu:

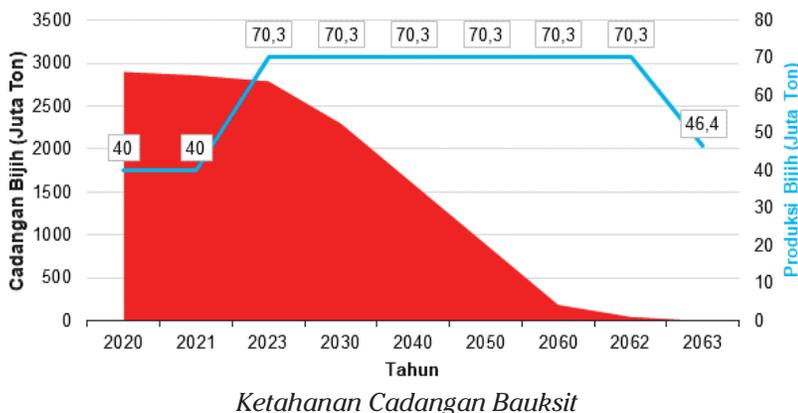
- Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
- Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
- Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
- Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan pencanangan sistem daur ulang.

Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri aluminium mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi/manufaktur, hingga daur ulang.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

Ketahanan cadangan suatu komoditas mineral dan batubara mempertimbangkan ketiga aspek penting sebagai berikut, yaitu ketersediaannya dari sumber (hulu), keterjangkauannya untuk kebutuhan konsumsi industri, dan keberlanjutannya untuk masa yang akan datang. Indonesia memiliki total cadangan bijih bauksit baik terkira dan terbukti yang sangat besar yaitu 2,9 miliar ton, yang merupakan 4% cadangan global pada tahun 2020.

Jika diasumsikan, tidak ada penambahan cadangan dan konsumsi bijih mencapai tingkat maksimum ketika semua *refinery* alumina yang direncanakan telah terbangun dan beroperasi seluruhnya (produksi bauksit mencapai 70,3 juta ton per tahun setara dengan 40,5 juta ton bauksit tercuci/*washed bauxite* per tahun), maka bijih bauksit akan habis dalam waktu 42 tahun hingga tahun 2063..



Kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan oleh masing-masing badan usaha perlu didorong untuk meningkatkan umur cadangan bijih bauksit. Dengan asumsi 40% sumber daya dari bijih saat ini yang berjumlah sekitar 2,2 miliar ton dikonversi menjadi cadangan dalam kurun waktu 2022 hingga 2041, diharapkan terdapat peningkatan cadangan sebesar 550 juta ton aluminium pada akhir tahun 2041 atau sekitar 27,5 juta ton aluminium per tahun.

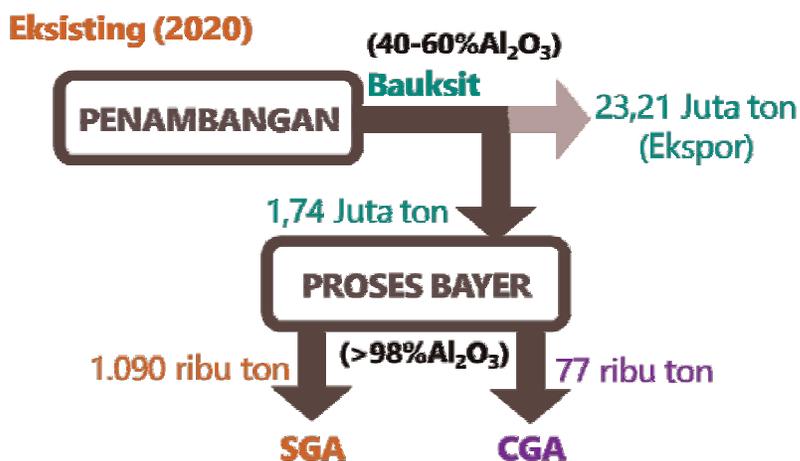
Berbagai faktor penguah (*modifying factor*) tentunya akan mempengaruhi kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan, antara lain faktor-faktor penanaman, pengolahan dan pemurnian, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, serta peraturan pemerintah

Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

Meskipun hasil olahan bijih bauksit dapat bervariasi yaitu dapat berupa alumina hidrat, SGA, dan CGA. Namun, kira-kira 90% dari bijih bauksit diolah menjadi logam aluminium. Oleh sebab itu, memperhatikan kondisi industri logam aluminium di dalam negeri menjadi penting untuk mempertimbangkan level minimum yang perlu diterapkan untuk usaha peningkatan nilai tambah bijih bauksit di Indonesia.

Hingga saat ini, baru terdapat dua pabrik pemurnian alumina yang telah beroperasi, yaitu PT Indonesia Chemical Alumina dan PT Well Harvest Winning dengan kapasitas input bijih bauksit sebesar 4.564.000 ton per tahun. Di samping itu, terdapat 12 pabrik pemurnian alumina yang masih dalam tahap konstruksi dengan kapasitas input bijih bauksit mencapai lebih dari 35 juta ton per tahun.

Dengan dibangunnya 12 pabrik pemurnian alumina baru tersebut, diharapkan dapat menyerap seluruh bijih bauksit yang diproduksi sehingga produksi alumina dalam negeri pun dapat ditingkatkan hingga keseluruhan mencapai 13,9 juta ton, dengan rincian 1,3 juta ton berupa produk CGA dan 12,6 juta ton berupa SGA. Pengembangan fasilitas pengolahan dan pemurnian alumina pada kapasitas maksimum diharapkan dapat berpotensi memberikan PNBPN sebesar USD 321 juta (Rp 4,6 triliun) dan pajak senilai USD 1,1 miliar (Rp 16,4 triliun) setiap tahun.



Neraca material pengolahan bauksit tahun 2020

a. Peningkatan Penyerapan Domestik SGA dan Pengaturan Tata Niaga

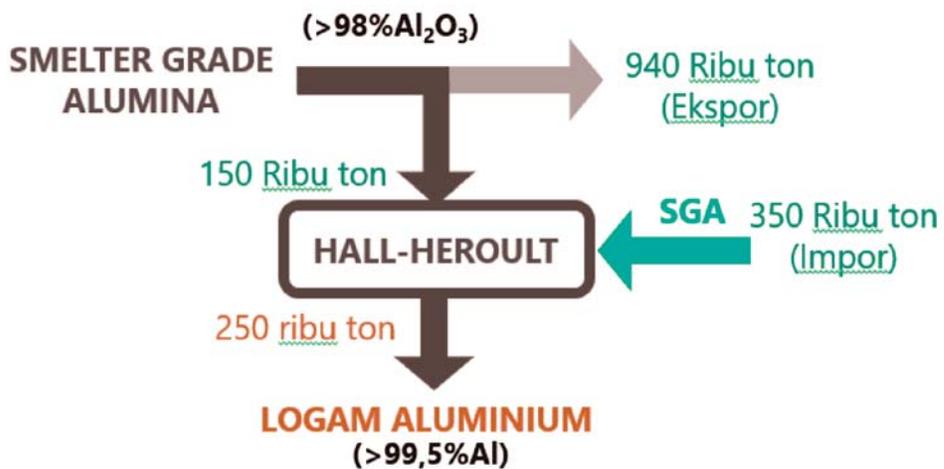
Saat ini, di Indonesia hanya memiliki satu *smelter* aluminium yang beroperasi, yaitu PT Inalum dengan total kebutuhan bahan baku SGA sebesar 500.000 ton per tahun. Berdasarkan neraca material tahun 2020, terdapat 1.090.000 ton SGA yang diproduksi, dengan rincian 940 ribu ton diekspor, dan 150 ribu ton yang diolah di dalam negeri. Sementara itu, PT Inalum sendiri masih mengimpor 350 ribu ton SGA untuk memenuhi kebutuhannya.

Penyerapan domestik SGA belum dapat dilakukan dengan optimal karena masalah teknis, yang mana fasilitas *unloading* di PT Inalum tidak dapat melayani kapal-kapal bertonase kecil, sehingga menjadikan proses *unloading* tidak efisien.

Sementara itu, pengiriman bahan baku yang dilakukan dari industri pemurnian alumina domestik dalam bentuk jumbo bag tidak kompatibel dengan fasilitas *unloading* eksisting PT Inalum, ditambah dengan fasilitas pelabuhan yang dimiliki juga tidak mampu mengakomodasi kapal dengan ukuran besar. Oleh karena itu, optimasi fasilitas *unloading* PT Inalum diperlukan untuk dapat menyerap SGA lokal.

Selain itu, diperlukan juga pengaturan tata niaga untuk mendorong pemenuhan kebutuhan bahan baku domestik, misal berupa *domestic market obligation* produk SGA yang dapat mengurangi impor SGA. Apabila berjalan dengan baik, substitusi impor SGA ini berpotensi dapat mengurangi nilai impor hingga USD 91,4 juta (Rp 1,3 triliun) per tahunnya.

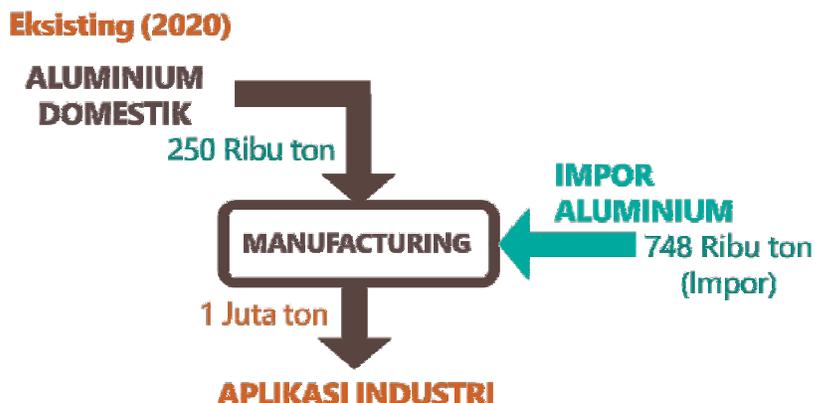
Eksisting (2020)



Neraca material pengolahan SGA menjadi aluminium tahun 2020

b. Substitusi Impor dan Pemenuhan Kebutuhan Bahan Baku Aluminium

Kebutuhan nasional logam aluminium pada tahun 2020 mencapai 1 juta ton. Dengan kapasitas produksi PT Inalum saat ini sebesar 250.000 ton per tahun, terdapat kekurangan sekitar 748 ribu ton logam aluminium yang diimpor untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.



Neraca material logam aluminium saat ini

Aluminium yang diproduksi dari proses pembuatan aluminium primer yaitu melalui proses *Hall-Heroult*, seperti yang terdapat di PT Inalum, produk akhirnya berupa *ingot aluminium*. *Ingot aluminium* ini bersama dengan *scrap aluminium* (aluminium sekunder), merupakan bahan baku untuk produk yang lebih hilir dalam bentuk *aluminium rod*, *aluminium sheet*, dan lain-lain.

Aluminium dalam bentuk seperti ini selanjutnya dapat digunakan dalam aplikasi, misalnya pada bangunan, kendaraan, kemasan makanan dan minuman, dan lain-lain. Selain dalam bentuk *ingot*, aluminium primer yang dihasilkan dari *smelter* dapat dibentuk dalam keadaan *billet* maupun *slab* untuk memungkinkan pembentukan yang lebih mudah untuk menghasilkan bentuk-bentuk produk yang lebih hilir seperti *aluminium profile* atau *plat aluminium*.

Kapasitas pabrik pengolahan bentuk aluminium menjadi semi *fabricated* (seperti *aluminium profile*, kawat, plat dan lain-lain) di Indonesia saat ini kira-kira sebesar 624 ribu ton per tahun, sehingga impor dari luar negeri dalam bentuk aluminium *billet* dan *slab* sangat besar. Meskipun pengolahan alumina menjadi aluminium telah dilakukan di dalam negeri, yaitu di Asahan, tetapi kebutuhan nasional akan aluminium belum terpenuhi dari pabrik ini, sehingga kekurangannya masih harus diimpor.

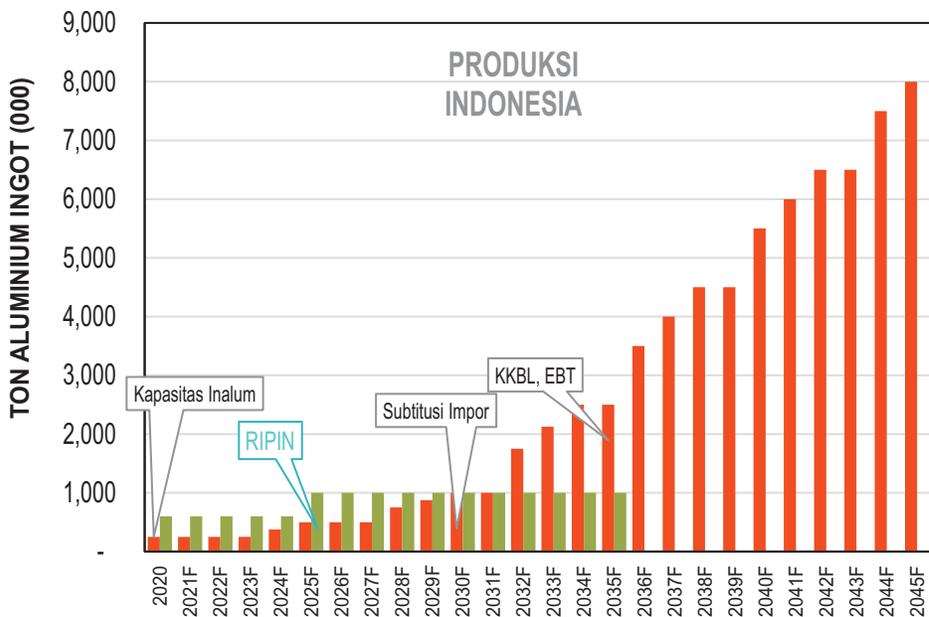
Hal ini menunjukkan prospek pengolahan alumina menjadi logam aluminium yang cukup baik, serta pengolahan lebih lanjut menjadi bermacam bentuk produk yang dapat digunakan di Indonesia. Dengan kata lain, pendirian *smelter* aluminium masih dimungkinkan untuk memenuhi kekurangan logam aluminium di Indonesia yang berjumlah kurang lebih 750 ribu ton per tahun. Kebutuhan *smelter* baru dengan kapasitas 3x250 ribu ton aluminium per tahun, memerlukan biaya investasi sekitar USD 1–2 miliar.

Peningkatan produksi logam aluminium sudah tercantum dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) dengan target pemenuhan bahan baku hingga 2 juta ton di tahun 2035. Dengan adanya pembangunan 12 *refinery alumina* baru dengan total output sebesar 12,6 juta sudah dapat memenuhi kebutuhan SGA sebagai input untuk *smelter* saat ini dan *smelter* baru nantinya.

Adanya kebutuhan sel baterai, kendaraan listrik, dan energi baru terbarukan, serta proyeksi kebutuhan aluminium konvensional lainnya yang meningkat 10% setiap tahunnya, menyebabkan kebutuhan logam aluminium Indonesia diprediksi mencapai 11 juta ton di tahun 2045.

Berdasarkan hal tersebut, dengan asumsi 30% kebutuhan akan dipenuhi dari industri daur ulang (aluminium sekunder), maka target produksi logam aluminium untuk pemenuhan kebutuhan domestik di tahun 2045 adalah 8 juta ton. Masih terdapat kekurangan *refinery alumina* dengan *output* lebih kurang 4 juta ton agar total output di tahun 2045 mencapai 16,6 juta ton SGA.

Dengan asumsi program penambahan 3x250 ribu ton *smelter aluminium* baru dapat berjalan dengan baik, maka masih terdapat kekurangan sebesar 7 juta ton atau 28 kali kapasitas *smelter* yang ada saat ini (250.000 ton per tahun) untuk mencapai target produksi logam aluminium di tahun 2045. Oleh karena itu, program penambahan *smelter aluminium* baru serta infrastruktur energinya masih tetap perlu dilakukan hingga memenuhi kebutuhan aluminium primer di tahun 2045.



Proyeksi produksi aluminium Indonesia

c. Pemanfaatan Sisa Hasil Pengolahan Pabrik Pemurnian (Red Mud)

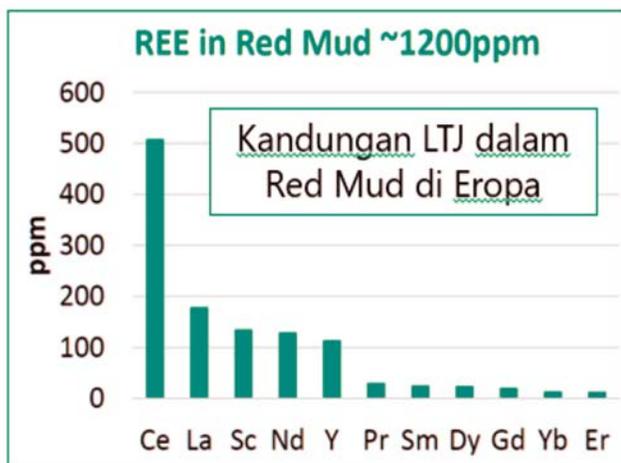
Pabrik *refinery alumina* selain menghasilkan alumina sebagai produk, juga akan menghasilkan sisa hasil pengolahan berupa *red mud*. Sekitar 0,8 – 1,5 ton *red mud* dihasilkan untuk setiap ton alumina yang diproduksi.

Data dari Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwa 1,17 juta ton alumina diproduksi pada tahun 2020. Artinya, terdapat sekitar 1,75 juta ton *red mud* dihasilkan pada tahun 2020.

Red mud memiliki ukuran partikel yang sangat halus (rata-rata 4,9 μm) dengan alkalinitas yang tinggi (pH = 10 – 12,5), dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Penimbunan *red mud* dalam bentuk yang terkadang dapat mengalami kegagalan dan dapat mengancam lingkungan dan keamanan area sekitar.

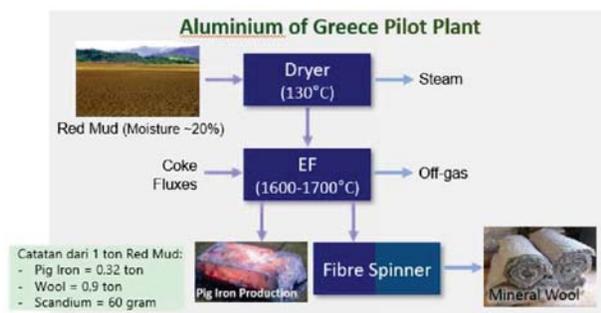
Pemanfaatan *red mud* merupakan salah satu solusi untuk meminimalisasi dampak lingkungan dan risiko terkait penimbunan *red mud*. Namun, penelitian terkait pemanfaatan *red mud* ini masih perlu ditingkatkan.

Terdapat sekitar 1.200 ppm logam tanah jarang (LTJ) dengan kandungan terbanyak cerium (Ce) mencapai 500 ppm, lanthanum (La) sekitar 180 ppm, scandium (Sc) dan neodymium (Nd) sekitar 120 ppm, dan yttrium (Y) sekitar 110 ppm, serta LTJ lainnya dalam jumlah yang kecil. Sementara itu, untuk kandungan LTJ dalam *red mud* di Indonesia sendiri diperkirakan mengandung scandium (Sc) sekitar 60 ppm.

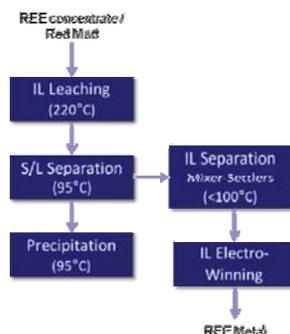


Kandungan LTJ dalam red mud.

Salah satu pemanfaatan *red mud* yang telah dilakukan di Yunani dalam skala *pilot* adalah menghasilkan *mineral wool*, *pig iron*, dan *scandium*. Dengan menggunakan asumsi rasio alumina dan *red mud* yang dihasilkan adalah 1:1, maka *red mud* yang dihasilkan pada tahun 2045 mencapai 19,2 juta ton per tahun. Dengan proses pengolahan *red mud* tersebut, akan diperoleh produk di antaranya *pig iron* sebesar 6,15 juta ton, *mineral wool* sebesar 17,28 juta ton, dan scandium sebesar 1.152 ton.

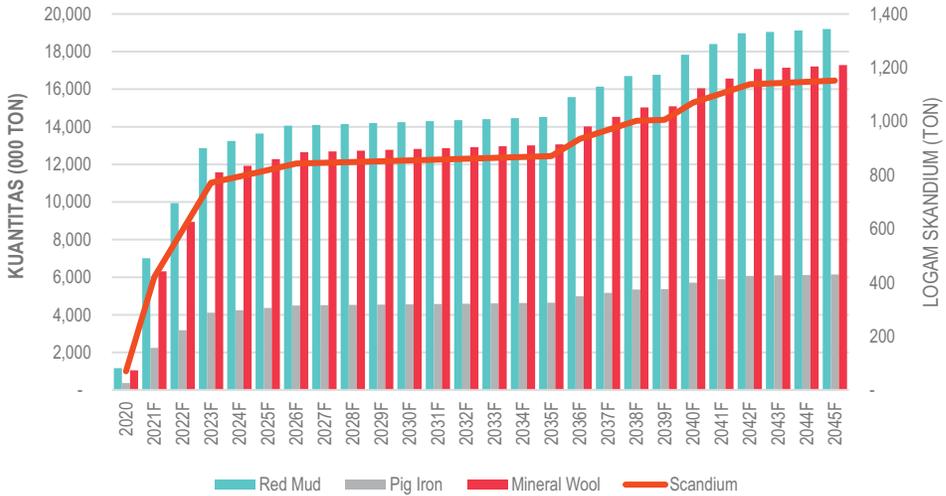


(a)



(b)

Diagram alir pengolahan *red mud*. (a) menghasilkan *pig iron* dan *mineral wool*. (b) menghasilkan LTJ scandium

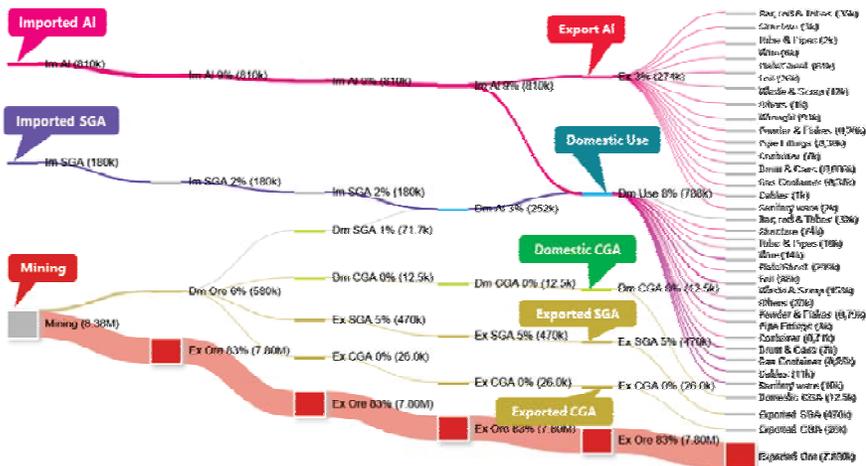


Proyeksi produk hasil pemanfaatan red mud

Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur sudah pernah dilakukan berdasarkan data lampau. Berdasarkan data kementerian ESDM tahun 2012–2013 dan data BPS tahun 2018, terdapat sekitar 7,8 juta ton logam aluminium yang diekspor dalam bentuk bauksit dan sekitar 470 ribu ton logam aluminium diekspor dalam bentuk SGA.

Konsumsi domestik produk hilir logam aluminium terbesar adalah produk *plate/sheet* sebesar 300 ribu ton. Ekspor produk hilir logam aluminium terbesar adalah produk *wrought* sebesar 93 ribu ton. Pemutakhiran data perlu dilakukan secara berkala terutama terkait aliran internal aluminium di dalam negeri sehingga kondisi industri hulu hingga hilir aluminium dapat terpetakan dengan baik.

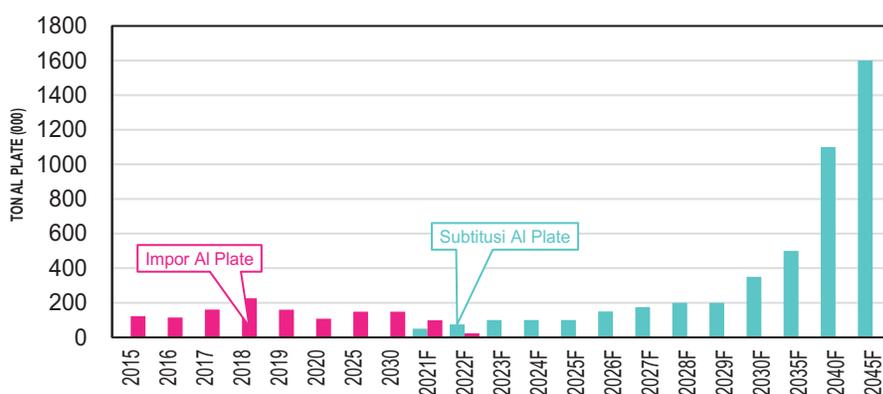


Aliran material (material flow) aluminium Indonesia tahun 2013

a. Substitusi Impor Hasil Industri Fabrikasi dan Peningkatan TKDN

Pengembangan industri fabrikasi aluminium diperlukan untuk mengurangi nilai impor yang mencapai USD 890 juta (Rp 12,7 triliun) pada tahun 2020. Nilai impor komoditas aluminium didominasi oleh produk dari industri fabrikasi dan manufaktur terutama aluminium plat/lembaran. Oleh karena itu, diperlukan pembangunan pabrik plat/lembaran aluminium sebagai langkah substitusi impor.

Selain itu, perlu dipersiapkan juga peraturan untuk melindungi smelter aluminium dalam negeri karena pasokan global aluminium jangka panjang diprediksi akan surplus. Oleh karena itu, perlu dipersiapkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk produk aluminium yang belum ada sebagai proteksi untuk membendung masuknya produk impor yang tidak sesuai dengan standar.



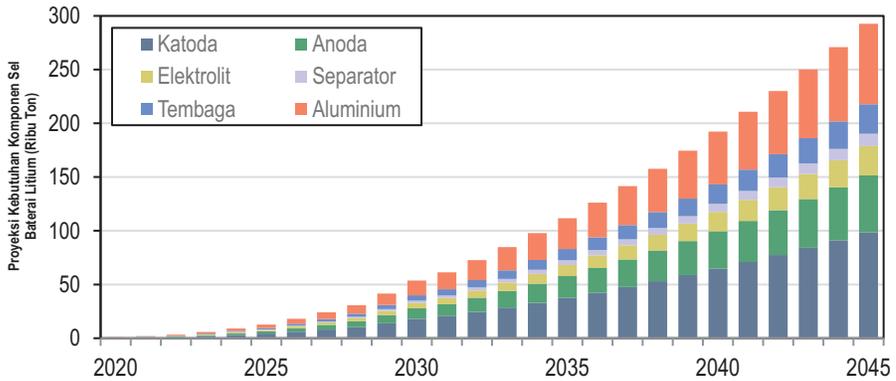
Proyeksi penambahan industri plat aluminium untuk substitusi impor

b. Pengembangan Industri Aluminium Sebagai Bahan Pendukung Industri Sel Baterai

Salah satu bahan baku pendukung untuk industri sel baterai adalah aluminium. Aluminium digunakan sebagai pengumpul arus pada bagian katoda dan sebagai wadah kontainer untuk sel baterai itu sendiri. Kebutuhan sel baterai *domestik* untuk kendaraan listrik pada tahun 2045 diprediksi mencapai 220 ribu ton. Dengan melihat kebutuhan domestik baterai litium hingga tahun 2045, terdapat potensi pembangunan industri baterai litium dengan kapasitas sekitar 68-70 GWh untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Penggunaan aluminium pada baterai mencapai 25-30% dari berat total sel baterai, salah satu bahan pendukung terbanyak setelah katoda baterai. Dengan demikian, apabila akan dibangun pabrik sel baterai untuk memenuhi kebutuhan kendaraan listrik dan sistem penyimpanan energi di tahun 2045, maka total kebutuhan aluminium untuk industri sel baterai diperkirakan mencapai 75 ribu ton.

Hal lain yang perlu diperhatikan terkait pengembangan industri baterai litium, adalah penyediaan komponen penyusun lain dari sel baterai dan adanya market untuk menyerap sel baterai yang dihasilkan. Aliansi global dengan perusahaan dalam dan luar negeri diperlukan untuk memastikan ketersediaan bahan baku lain untuk produksi dan pasar.

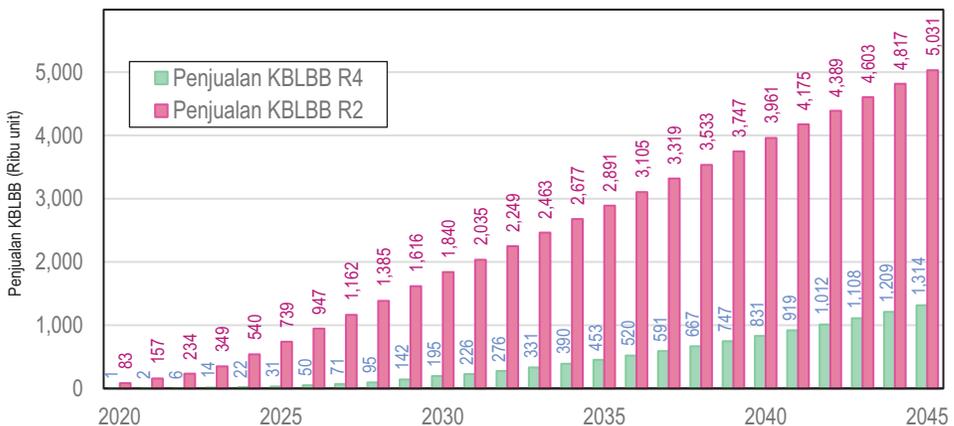


Estimasi kebutuhan komponen penyusun sel baterai dan kapasitas yang dapat dihasilkan

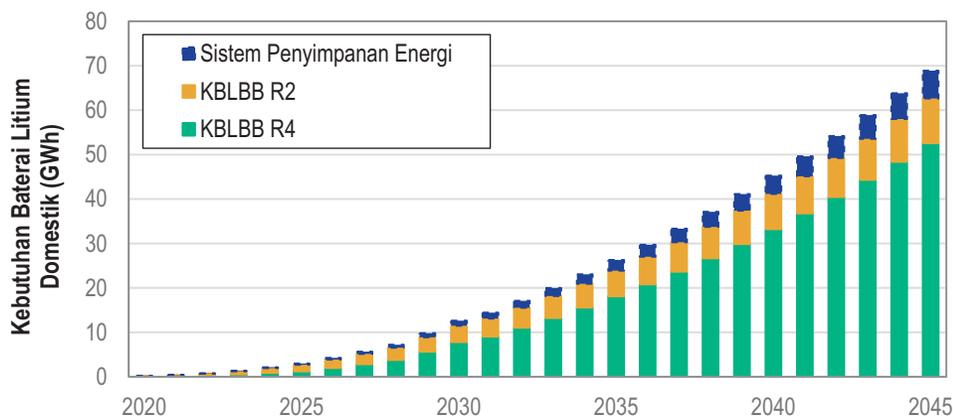
c. Pengembangan Industri Aluminium sebagai Bahan Pendukung Industri Kendaraan Listrik

Pengembangan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB), semestinya terintegrasi dengan pengelolaan dan peningkatan nilai tambah komoditas tambang lainnya, terutama logam-logam yang mendukung industri kendaraan listrik seperti nikel, kobalt, tembaga, dan aluminium. Percepatan implementasi KBLBB di Indonesia telah diupayakan salah satunya dengan penerbitan Perpres Nomor 55 Tahun 2019.

Transisi pengimplementasian kendaraan berbasis baterai di Indonesia dari kendaraan konvensional akan sangat bergantung pada aspek kebijakan pemerintah, infrastruktur pengisian daya, industri/rantai pasok, kesadaran masyarakat serta pasokan ketersediaan mobil listrik. Proyeksi penjualan KBLBB roda 4 dan KBLBB roda 2 diperkirakan akan meningkat hampir eksponensial, sehingga akan menyebabkan peningkatan kebutuhan baterai litium domestik. Dengan skenario penjualan KBLBB tersebut, maka kebutuhan aluminium untuk industri kendaraan listrik pada tahun 2045 adalah sebesar 286 ribu ton.



Proyeksi penjualan domestik KBLBB roda 4 dan roda 2

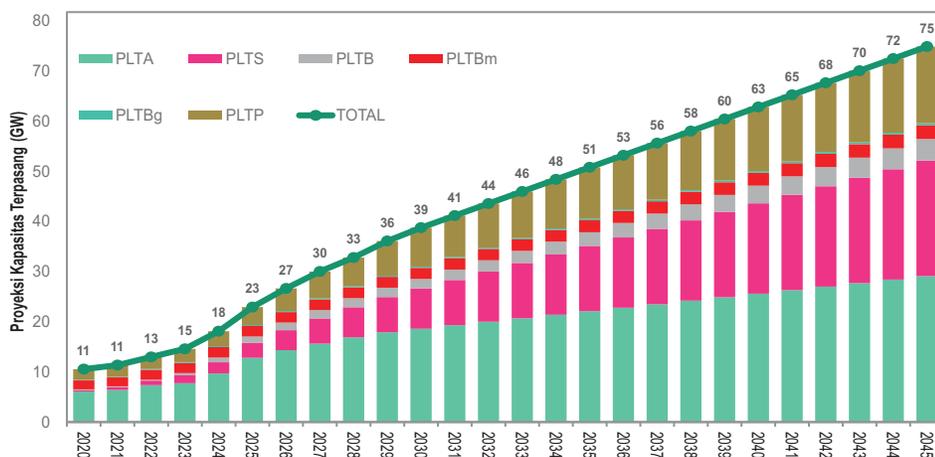


Proyeksi kebutuhan baterai litium domestik untuk KBLBB roda 4 dan roda 2.

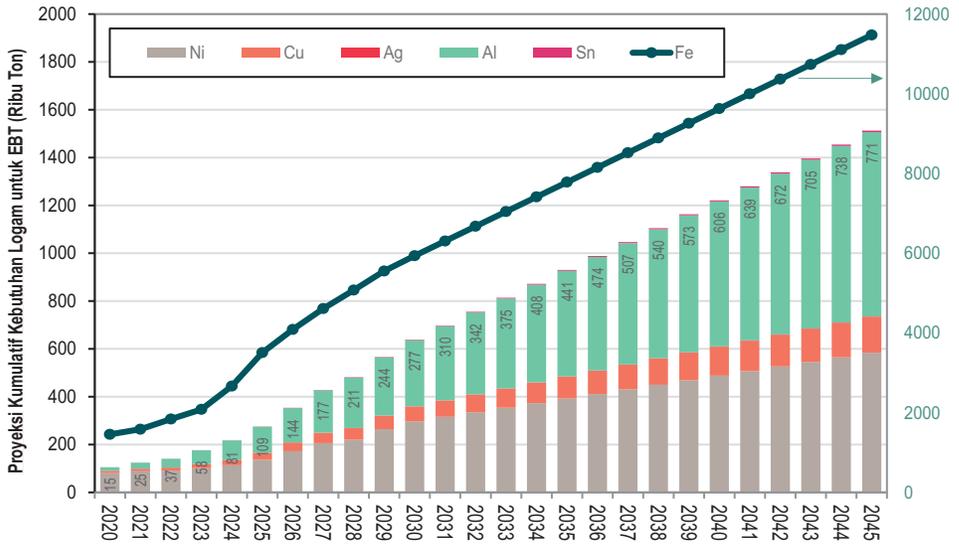
d. Pengembangan Industri Aluminium untuk EBT dan Teknologi Lainnya

Renewable energy masih akan menjadi tren global dan akan memerlukan pasokan komoditas aluminium dalam jumlah yang signifikan. Rencana penambahan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru Terbarukan (PLT EBT) di Indonesia sampai dengan 2045 ditargetkan sebesar 74,8 GW.

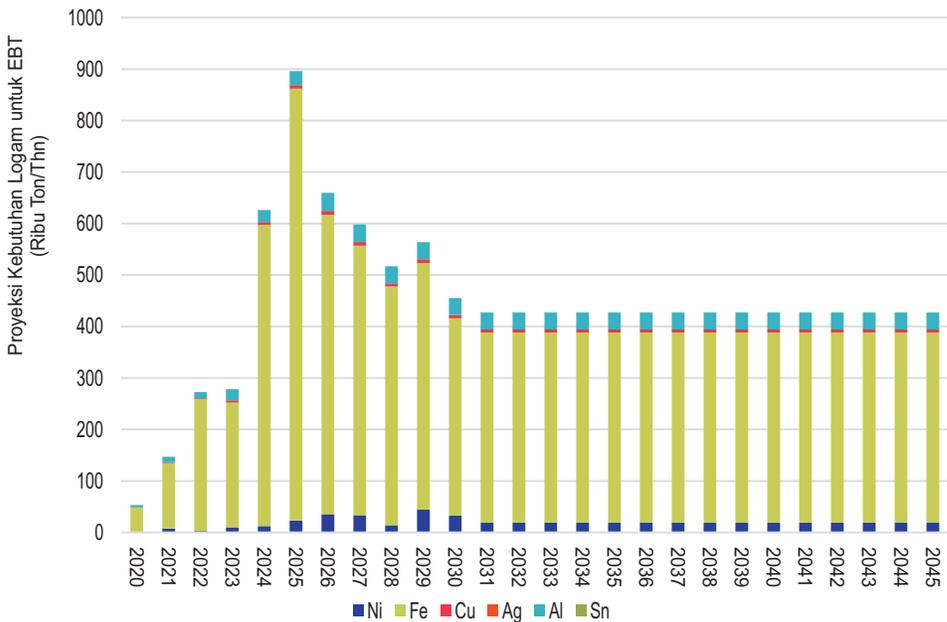
Dengan target sebesar itu, kebutuhan kumulatif logam aluminium untuk pembangkit listrik EBT pada tahun 2045 diperkirakan mencapai 717 ribu ton. Kebutuhan kumulatif tersebut setara dengan kebutuhan sekitar 33 ribu ton aluminium per tahun. Dengan demikian, total kebutuhan aluminium untuk industri kendaraan listrik, sel baterai, dan EBT diperkirakan sekitar 394 ribu ton di tahun 2045.



Proyeksi kapasitas terpasang PLT EBT di Indonesia



Proyeksi kebutuhan logam untuk pengembangan PLT EBT dalam periode 2020-2045



Prediksi kebutuhan logam pertahun untuk pengembangan pembangkit listrik EBT dalam periode 2020-2045

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanangan Sistem Daur Ulang

RIPIN 2020-2035 menargetkan adanya pengembangan industri pesawat terbang propeler, komponen pesawat, dan perkapalan. Dengan demikian, potensi konsumsi aluminium untuk industri ini diperkirakan besar, walaupun jumlah pastinya belum diketahui.

Selain itu, kebutuhan aluminium di luar industri kendaraan listrik, sel baterai, dan EBT pada tahun 2020 adalah sebesar 1 juta ton dengan pertumbuhan 10% per tahun. Artinya, bahwa kebutuhan aluminium akan mencapai 10,8 juta ton di tahun 2045.

Total konsumsi aluminium dalam negeri akan mencapai angka 11,8 juta ton di tahun 2045, sehingga produk aluminium domestik diharapkan dapat diserap dengan baik untuk memenuhi kebutuhan pada sektor-sektor tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat potensi yang sangat besar untuk pengembangan industri pengolahan bauksit menjadi industri antara dan industri yang lebih hilir.

a. Pengembangan Sistem Koleksi, Sortir, Pemrosesan Scrap Aluminium dan Pengembangan Industri Aluminium Sekunder

Penggunaan aluminium sekunder (*scrap*) akan meningkat seiring dengan kebijakan *low carbon technologies*. Daur ulang aluminium (aluminium sekunder) akan menjadi tren global yang mana diproyeksikan mencapai 45% dari total produksi aluminium global.

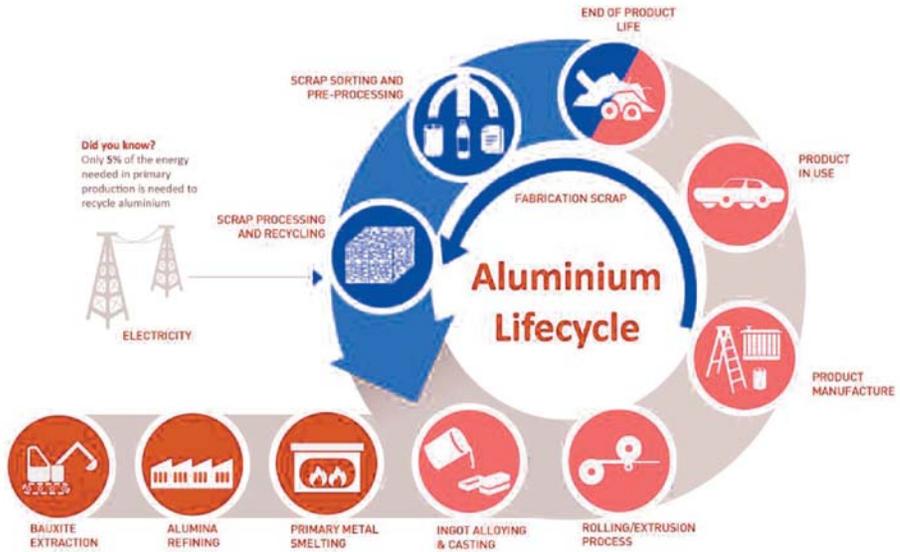
Berbagai keuntungan produksi aluminium sekunder dibandingkan produksi aluminium primer, antara lain:

- Kebutuhan energi 15 kali lebih rendah
- Limbah yang dihasilkan 7 kali lebih rendah
- Emisi yang dihasilkan 20 kali lebih rendah
- Biaya investasi pabrik aluminium sekunder hanya 10% dari pabrik aluminium primer

Pada dasarnya, rantai proses daur ulang yang harus dibangun untuk mengembangkan aluminium sekunder meliputi:

- Proses pengumpulan (*collection*)
- Perlakuan awal (*pre-processing*)
- Pemrosesan akhir baik secara fisik maupun kimiawi (*end-processing*)

Pemrosesan *scrap* aluminium cukup sederhana yaitu dengan melakukan pelelehan yang dilakukan dengan menggunakan *tanur reverberatory*. Tahapan yang paling sulit dan menentukan keberhasilan daur ulang dari aluminium adalah: (i) tahapan pengumpulan untuk memastikan pasokan scrap yang berkelanjutan; dan (ii) tahapan perlakuan awal untuk meminimalisasi kontaminan dan untuk menghindari pencampuran paduan Al yang berbeda komposisi.



Siklus daur ulang aluminium

Seiring dengan kebijakan *low carbon technologies* dan *green aluminium* yang gencar dipromosikan secara global, serta proyeksi pertumbuhan produksi aluminium sekunder yang akan meningkat hingga 45% dari total produksi aluminium global pada tahun 2045, maka pengembangan sistem koleksi, sortir, dan pemrosesan scrap aluminium serta pengembangan industri aluminium sekunder, diharapkan dapat berjalan dengan baik dan terintegrasi agar mampu memenuhi bahan baku produk-produk aluminium *medium-end* dan *low-end* di dalam negeri, bahkan diharapkan produk aluminium sekunder akan mampu memenuhi bahan baku produk aluminium *high-end*, seperti badan kendaraan listrik dan badan pesawat terbang untuk industri dalam negeri. Pengembangan industri aluminium sekunder diharapkan dapat memenuhi 30% kebutuhan bahan baku aluminium di tahun 2045, yaitu sebesar 3,3 juta ton. ■

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas aluminium telah disusun berdasarkan lima program utama yang telah diusulkan, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan tersebut memberikan petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target di tiap program turunan di tiap program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045.

a. Program 1 - Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Peningkatan kegiatan eksplorasi bauksit dan konversi sumberdaya menjadi cadangan (hingga 2045).
 - ii. Relaksasi ekspor bijih bauksit terbatas (hingga 2023).
 - iii. Evaluasi dan pembatasan kembali ekspor bauksit (hingga 2045).
- Fase 2-5 (2026-2030)
 - i. Updating data sum berdaya dan cadangan bauksit (hingga 2045).
 - ii. Evaluasi dan pembatasan kembali ekspor bauksit (hingga 2045).

b. Program 2 - Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian:

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Terbangun 12 refinery baru termasuk ekspansi PT Well Harvest Winning sebesar 1 juta ton per tahun, tersedia fasilitas fiskal dan insentif pajak, optimalisasi fasilitas unloading PT Inalum untuk SGA lokal, penambahan 1 *smelter aluminium* di Kalimantan Utara, dan pembangunan PLTA terkait.
 - ii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk pemanfaatan sisa hasil pengolahan *refinery alumina*.
 - iii. Monitoring dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian (hingga 2045).
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Kebijakan kewajiban penggunaan bahan baku dalam negeri.
 - ii. *Feasibility study 2 smelter aluminium*, perizinan dan pendanaan (*financing*) 2 *smelter aluminium*, konstruksi 2 *smelter aluminium*, dan produksi 2 *smelter aluminium*.
 - iii. Implementasi pemanfaatan sisa hasil pengolahan *refinery alumina (red mud)*.

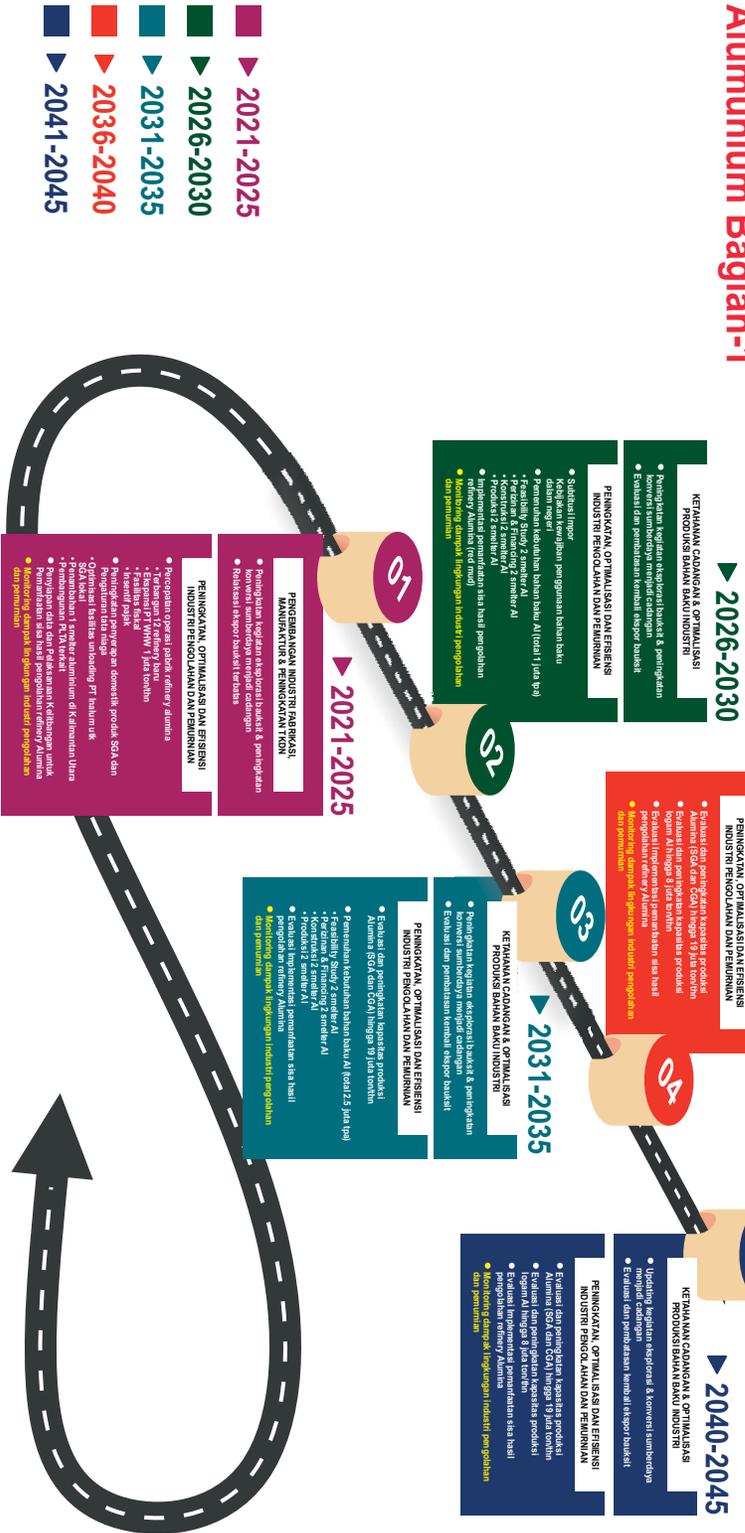
- Fase 3 (2031-2035)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi alumina (SGA dan CGA) hingga 19 juta ton per tahun (hingga 2045).
 - ii. *Feasibility study 2 smelter aluminium*, perizinan dan pendanaan (*financing*) 2 *smelter aluminium*, konstruksi 2 *smelter aluminium*, dan produksi 2 *smelter aluminium*.
 - iii. Evaluasi implementasi pemanfaatan sisa hasil pengolahan *refinery alumina* (hingga 2045).
- Fase 4 (2036-2040)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi logam aluminium hingga 8 juta ton/tahun (hingga 2045).

c. Program 3 - Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Pemetaan industri antara fabrikasi dan manufaktur.
 - ii. Kajian tata aturan dalam rangka substitusi impor industri fabrikasi dan peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN).
 - iii. Kajian *supply and demand dan feasibility study* untuk persiapan pengembangan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri baterai, kendaraan listrik, dan Energi Baru Terbarukan (EBT).
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Verifikasi dan updating data industri antara, fabrikasi, dan manufaktur secara berkala (hingga 2045).
 - ii. Pembuatan Standar Nasional Indonesia (SNI) produk aluminium peralatan rumah tangga untuk melindungi produk produk lokal dan membendung masuknya produk impor yang tidak sesuai standar.
 - iii. Pembangunan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri baterai, kendaraan listrik, dan EBT dengan kapasitas 92,5 ribu ton.
- Fase 3 (2031-2035)
 - i. Evaluasi dan pembuatan tata aturan lanjutan dalam rangka substitusi impor industri fabrikasi dan peningkatan TKDN (hingga 2045).
 - ii. Pembangunan industri aluminium sebagai bahan pendukung industri baterai, kendaraan listrik, dan EBT dengan kapasitas total 165 ribu ton.
- Fase 4 (2036-2040):
 - i. Evaluasi implementasi pengembangan industri aluminium untuk industri pesawat terbang dalam negeri (hingga 2045).
 - ii. Pembangunan fasilitas sorting dan pemrosesan *scrap* aluminium.
- **Fase 5 (2041-2045)**
 - i. Pembangunan fasilitas sorting dan pemrosesan *scrap* aluminium (30% total kebutuhan aluminium dalam negeri).

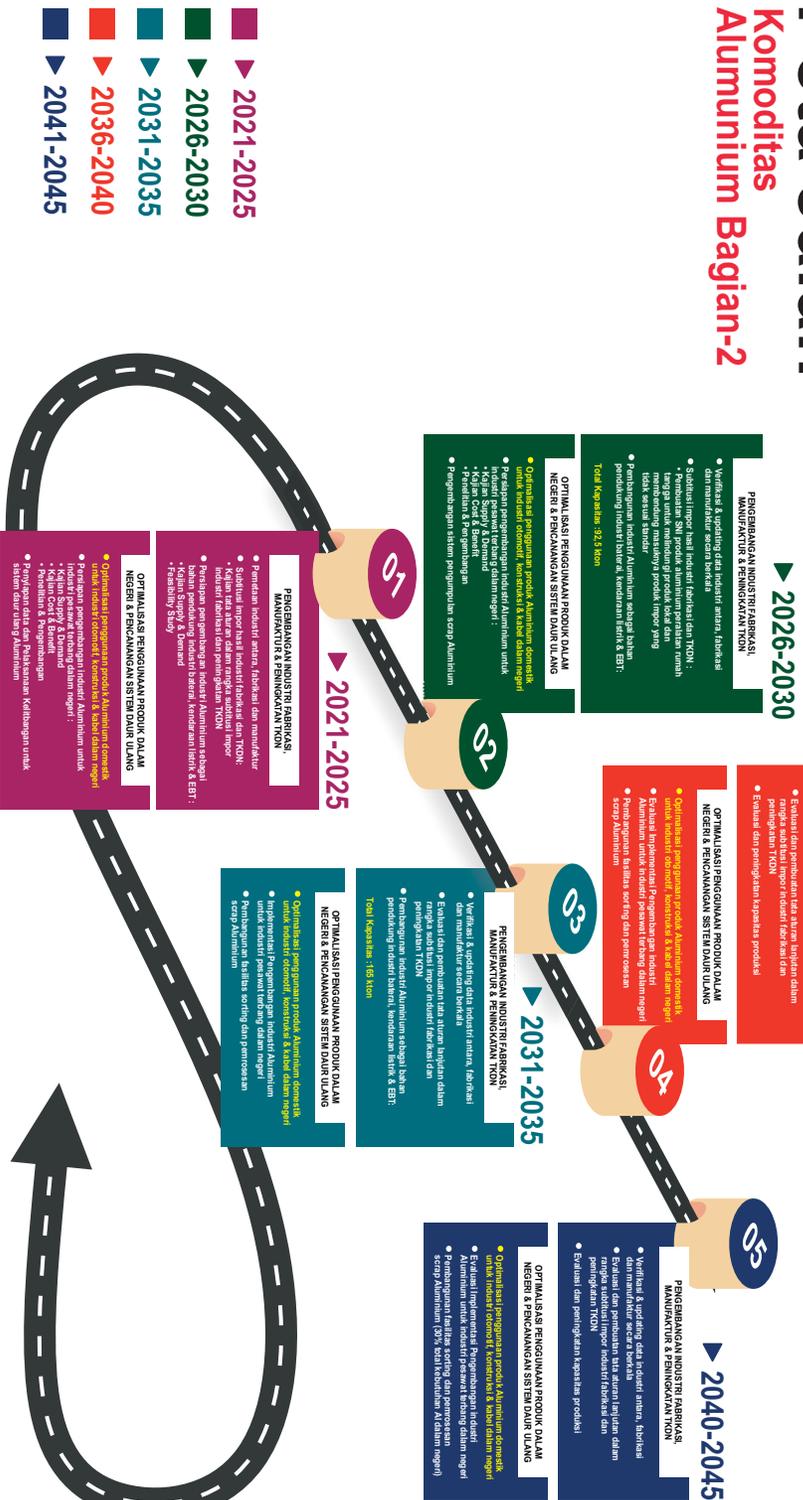
Perlu dicatat bahwa estimasi pendapatan negara yang disajikan hanya mempertimbangkan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak perusahaan. Estimasi tersebut belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh setiap perusahaan. ■

Rancangan Peta Jalan Komoditas Aluminium Bagian-1



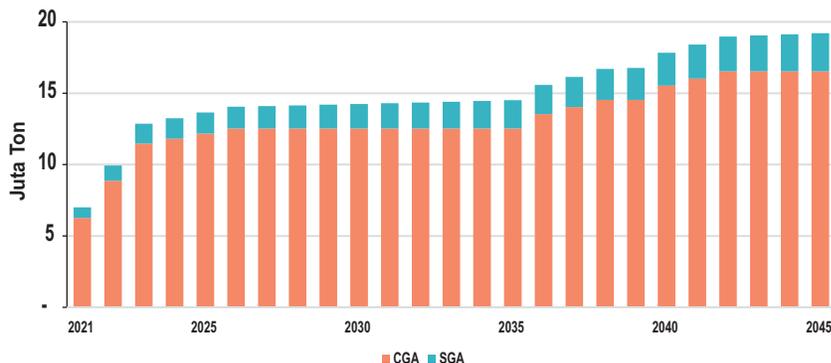
Rancangan peta jalan komoditas Aluminium bagian 1

Rancangan Peta Jalan Komoditas Aluminium Bagian-2

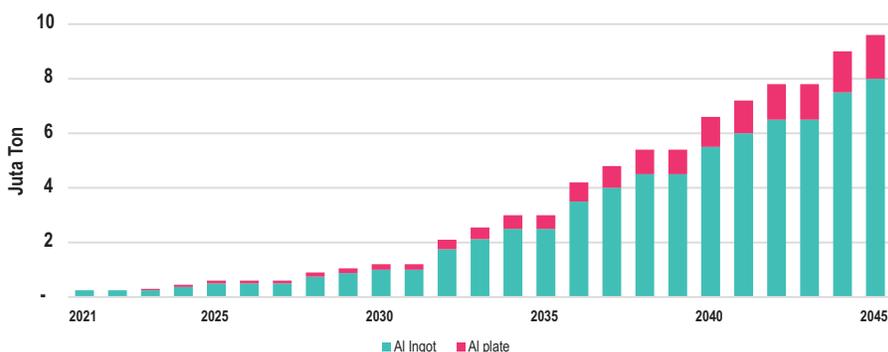


Rancangan peta jalan komoditas Aluminium bagian 2

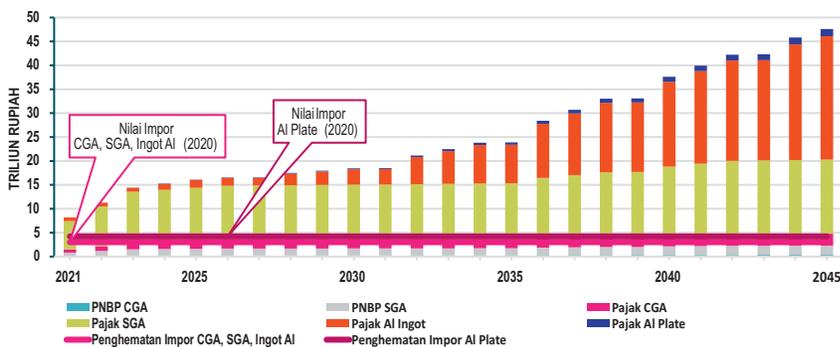
■ Aluminium



Proyeksi produksi industri hulu komoditas bauksit



Proyeksi produksi industri antara dan hilir komoditas aluminium



Estimasi pendapatan negara dari pengembangan industri hulu, antara, dan hilir komoditas aluminium

	CGA	SGA	Al Ingot	Al Plate
Harga	333 usd/ton	333 usd/ton	1.896 usd/ton	2.700 usd/ton
EBITDA	80%	80%	48%	10%
Royalti	3%	3%	3%	-
Pajak Perusahaan	25%	25%	25%	25%

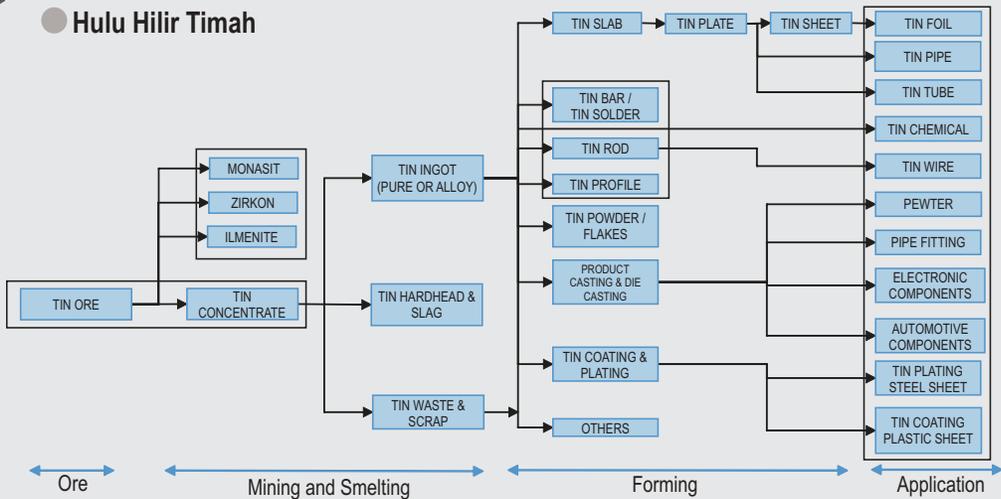
Asumsi yang digunakan dalam mengestimasi pendapatan negara dari pengembangan industri komoditas aluminium



Timah

Timah

Hulu Hilir Timah



Total Sumber Daya dan Cadangan

Timah:

Sumber daya 2,76 juta ton
cadangan 2,72 juta ton



Ringkasan

- Indonesia mengekspor sebagian besar tin ingot hingga 98,04%, hanya sekitar 1,96% yang diserap oleh industri dalam negeri. Hal ini menunjukkan bahwa industri antara dan hilir di Indonesia belum berkembang dengan baik.
- Teknologi pengolahan dan pemurnian bijih timah tipe primer dan SHPP timah saat ini masih belum dikuasai.
- Perlu diupayakan regulasi yang mendukung eksplorasi dan eksploitasi kembali area bekas tambang rakyat, sehingga mineral timah dan mineral ikutannya dapat diambil dan diolah secara optimal.
- Perlu dikembangkan teknologi penambangan *offshore* yang mampu melakukan penambangan pada kedalaman lebih dari 50 meter di bawah permukaan laut.
- Tata niaga khusus juga perlu diberlakukan untuk industri hulu hingga hilir yang terintegrasi agar mendapatkan harga bahan baku yang kompetitif, sehingga produk turunan timah Indonesia dapat bersaing di kancah perdagangan Internasional.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 3,79 triliun pada tahun 2045.

Gambaran Industri Hulu

Sumber Daya dan Cadangan

Indonesia merupakan negara dengan cadangan timah kedua terbesar di dunia. Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) pada 2021, Indonesia memiliki potensi cadangan timah sebesar 800 ribu ton logam timah atau sekitar 17% dari total cadangan timah dunia yang berjumlah 4,3 juta ton logam timah. Hal tersebut menunjukkan bahwa Indonesia memiliki peran penting dalam penyediaan bahan baku timah global, dan menunjukkan juga bahwa komoditas timah Indonesia memiliki potensi strategis untuk terus dikembangkan demi meningkatkan daya saing bangsa.

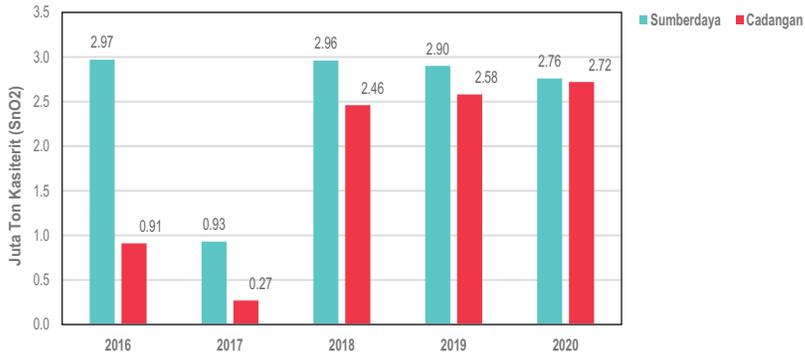
Pada tahun 2016, Indonesia tercatat memiliki sumber daya timah sebanyak 2,97 juta ton kasiterit dan total cadangan berjumlah 0,91 juta ton kasiterit. Pada tahun 2017, mengalami penurunan yang signifikan dengan sumber daya berjumlah 0,93 juta ton kasiterit dan cadangan 0,27 juta ton kasiterit.

Kemudian pada tahun 2018 hingga 2020 jumlah sumber daya dan cadangan meningkat kembali dan hampir selalu stabil di atas 2 juta ton kasiterit. Pada tahun 2020, jumlah sumber daya dan total cadangan Indonesia tercatat berjumlah 2,76 juta ton kasiterit dan 2,72 juta ton kasiterit.

Data sumber daya dan cadangan timah di Indonesia memiliki permasalahan, yaitu masih terdapat beberapa pemegang IUP yang tidak melaporkan data sumber daya dan cadangannya. Dari 358 jumlah titik yang tersedia untuk komoditas timah, hanya terdapat 144 data yang termutakhirkan dan 17 data baru. Berdasarkan data tahun 2020 dan skema produksi dari Ditjen Minerba Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, yang dilaporkan dalam dokumen Etalase Minerba Peluang Komoditas Timah Indonesia, cadangan timah diestimasi akan habis dalam 26 tahun yaitu pada tahun 2046.

Sumber daya dan cadangan timah di Indonesia, tersebar di Kepulauan Bangka Belitung, Kepulauan Riau, Riau dan Kalimantan Barat. Cadangan timah Indonesia, sebagian besar terpusat di Kepulauan Bangka Belitung.

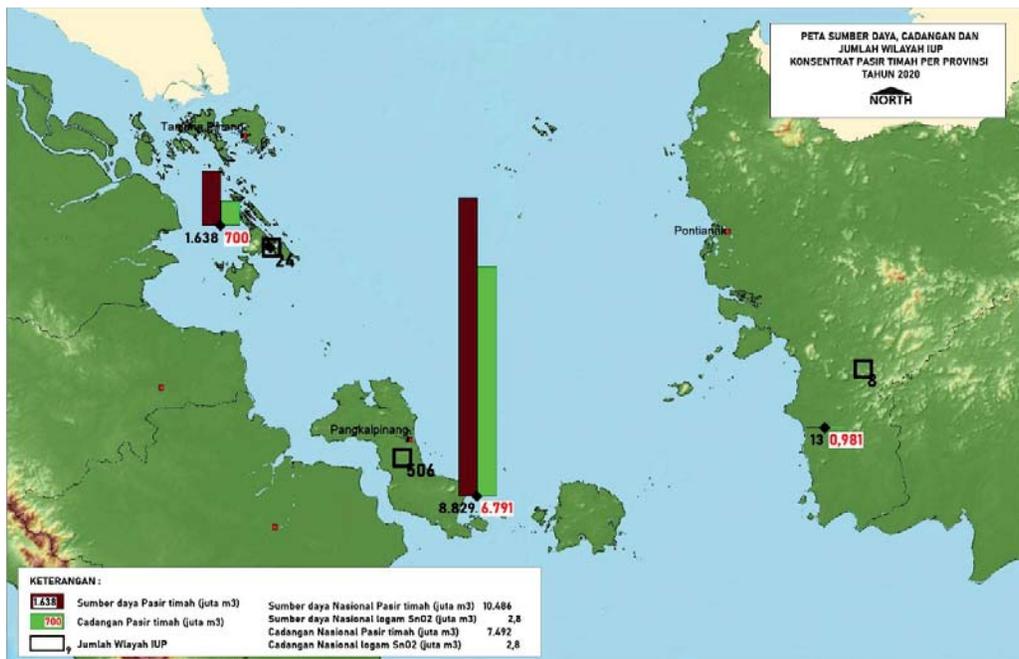
Bijih timah di Indonesia, sebagian besar berupa endapan timah aluvial atau disebut juga endapan timah sekunder, namun saat ini bijih timah primer juga mulai dimanfaatkan. Mineral utama dalam bijih timah adalah *kasiterit* (SnO_2), meskipun sebagian kecil dapat dihasilkan juga dari sulfida seperti stinit, silindrit, frankeit, kanfeldit dan tealit. Pada bijih timah terdapat juga mineral-mineral berupa pirit, kuarsa, zirkon, ilmenit, galena, bismut, arsenik, stibnit, kalkopirit, xenotim dan monasit yang merupakan mineral ikutan.



Sumber daya dan cadangan timah Indonesia secara historis dari tahun 2015-2020



Sebaran cadangan dan izin minerba aktif (IUP) untuk komoditas timah berdasarkan data 2021



Perusahaan Tambang Timah

Berdasarkan catatan Ditjen Minerba, luas wilayah tambang timah Indonesia tahun 2020 adalah 968.027 hektare dan izin operasi produksi perusahaan tambang timah berjumlah 537 Izin Usaha Pertambangan (IUP).

IUP Eksplorasi perusahaan tambang timah berjumlah 2 dan IUP Operasi Produksi (OP) berjumlah 527. Seluruh lokasi IUP tersebut tersebar di beberapa provinsi, yaitu di Kalimantan Barat terdapat 8 IUP OP, di Riau dan Kepulauan Riau terdapat 1 IUP Eksplorasi dan 24 IUP OP. Sementara itu, jumlah IUP terbanyak berada di Kepulauan Bangka Belitung dengan jumlah IUP eksplorasi 1 dan IUP OP 495. Berdasarkan laporan dari Ditjen Minerba, hanya terdapat 25 IUP saja yang telah dimanfaatkan, sehingga masih terdapat 504 IUP yang dapat dikembangkan lebih lanjut oleh investor.

Provinsi	Eksplorasi	Operasi Produksi	Total
Riau & Kepulauan Riau	1	24	25
Kepulauan Bangka Belitung	1	495	496
Kalimantan Barat		8	8
Total	2	527	529

Daftar IUP komoditas timah berdasarkan data bulan Juni 2021

Keberadaan sumber timah yang terkandung di wilayah Indonesia sudah diketahui dan dikuasai oleh berbagai negara yang berbeda sejak zaman dahulu. Pada masa penjajahan Belanda, pertambangan timah yang berlokasi di Pulau Belitung dan Singkep, dikelola oleh beberapa perusahaan yaitu Bangka Tin Winning Bedrijf (BTW), Gemeenschappelijke Mijnbouw Maatschappij Biliton (GMB), dan NV. Singkep Tin Exploitatie Maatschappij (NV. SITEM).

Setelah kemerdekaan Indonesia, ketiga perusahaan tersebut diambil alih oleh Pemerintah Indonesia dan diubah menjadi perusahaan milik negara, yang saat ini dikenal sebagai PT Timah Tbk yang merupakan produsen sekaligus eksportir timah terbesar di Indonesia yang berdiri sejak 2 Agustus 1976.

Bidang usaha PT Timah Tbk meliputi kegiatan eksplorasi, penambangan, peleburan dan pengolahan hingga pemasaran dan distribusi komoditas timah. Berdasarkan laporan tahunan PT Timah, total IUP yang dimiliki oleh PT Timah pada Desember 2020 sebanyak 127 IUP, dengan total luas wilayah tambang sekitar 473 ribu hektare.

Lokasi pertambangan timah terluas berada di Kepulauan Bangka Belitung dengan luas pertambangan onshore 288 ribu hektare dan luas area pertambangan offshore 140 ribu hektare. Sedangkan lokasi lainnya berada di Riau dan Kepulauan Riau dengan luas wilayah pertambangan *offshore* 45 ribu hektare.

Kondisi saat ini, untuk penambangan laut hanya dapat dilakukan sampai kedalaman maksimal 50 meter di bawah permukaan laut, sehingga pemanfaatan penambangan laut dalam (kedalaman lebih dari 50 meter) perlu dikaji terkait teknologi penambangan dan dampaknya terhadap lingkungan.

No	Lokasi	Jumlah IUP	Luas Wilayah (ha)		
			Darat	Laut	Total
1	Lintas Kabupaten di Bangka Belitung	11	88.492	28.491	116.983
2	Lintas Provinsi Riau dan Kepulauan Riau	1	0	19.594	19.594
3	Bangka	20	62.068	19.756	81.824
4	Bangka Barat	45	48.786	41.109	89.895
5	Bangka Selatan	18	23.907	14.358	38.265
6	Bangka Tengah	8	21.845	5.039	26.884
7	Belitung	9	13.263	0	13.263
8	Belitung Timur	9	30.355	30.910	61.265
9	Provinsi Riau	2	0	6.540	6.540
10	Karimun	4	0	18.875	18.875
Total		127	288.716	184.672	473.388

IUP yang dimiliki oleh PT Timah dan luas wilayahnya tahun 2020

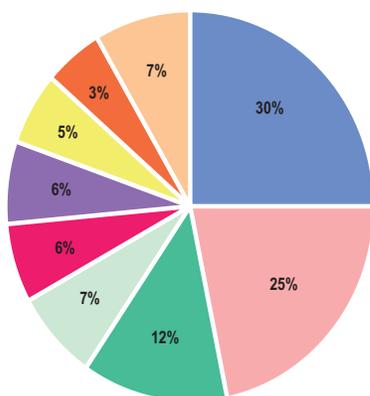
Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Indonesia memiliki peran penting dalam pemenuhan kebutuhan timah global. Indonesia merupakan negara dengan produksi penambangan timah terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok.

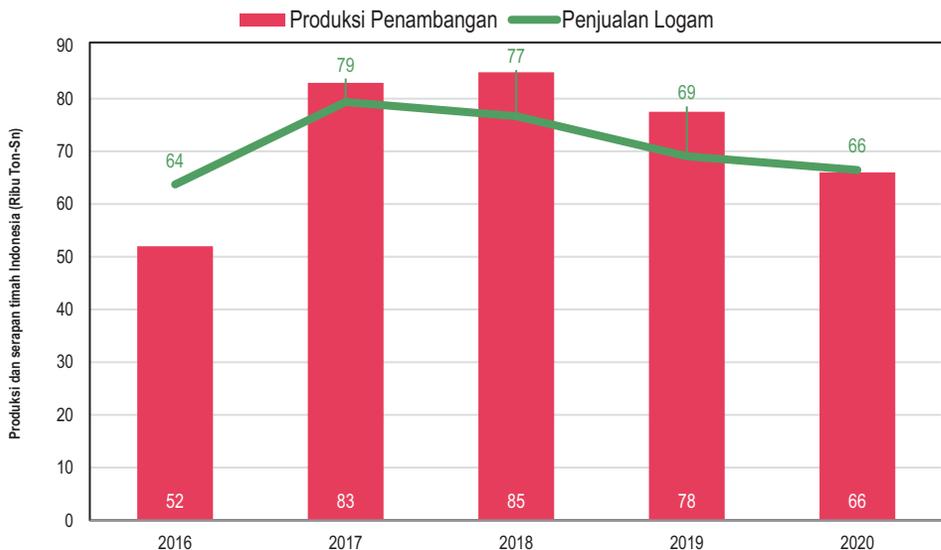
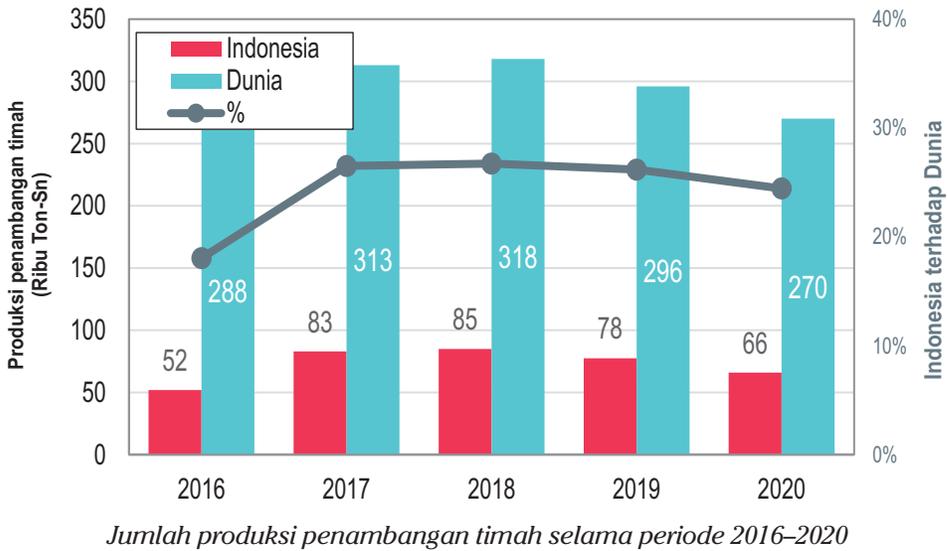
Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) tahun 2021, persentase produksi penambangan timah Tiongkok terhadap total penambangan timah global adalah 30%. Indonesia berada di posisi kedua dengan persentase penambangan timah terhadap global sebesar 25% yang kemudian disusul oleh Myanmar, Peru dan Kongo dengan persentase masing-masing sebesar 12%, 7% dan 6%.

Produksi penambangan timah Indonesia pada tahun 2016 sebanyak 52 ribu ton logam. Pada periode 2017 hingga 2019, produksi penambangan timah Indonesia stabil pada kisaran angka 78 dan 85 ribu ton timah (Sn). Produksi penambangan timah Indonesia kemudian sedikit menurun pada tahun 2020 menjadi sekitar 66 ribu ton logam. Penambangan timah Indonesia secara konsisten berkontribusi pada besaran 20% hingga 30% terhadap penambangan timah dunia.

Pada tahun 2016, jumlah penjualan logam timah melebihi jumlah produksi tambang yang dilaporkan oleh USGS. Selama periode 2017 dan 2020, serapan timah berdasarkan jumlah penjualan logam timah selalu di atas 85% dari produksi penambangan timah.



Produksi penambangan timah global pada tahun 2020



Manfaat Industri Hulu

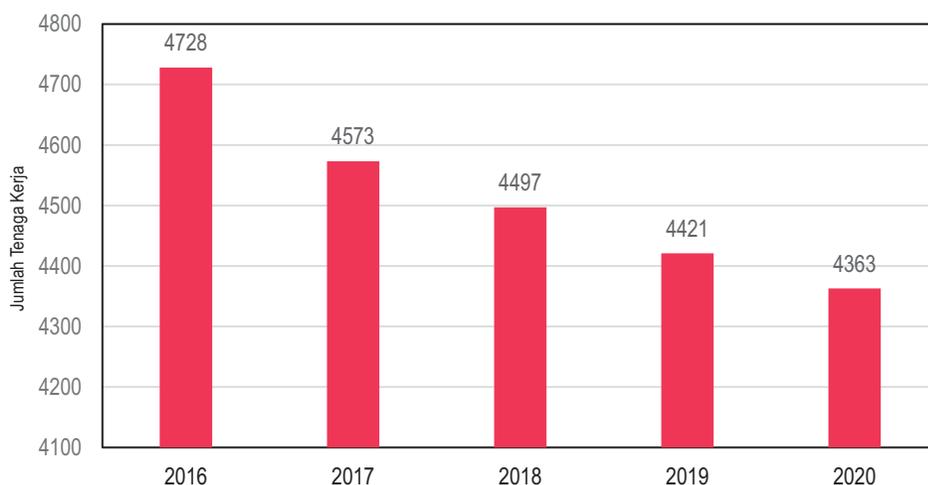
Industri hulu komoditas timah memberikan manfaat positif, baik terhadap penyerapan tenaga kerja, pendapatan negara, jumlah investasi, maupun dalam program pengembangan pemberdayaan masyarakat. Data-data yang didapat, sebagian besar merupakan kombinasi dari data industri hulu dan antara komoditas timah.

Serapan tenaga kerja pada industri komoditas timah mengalami penurunan dari tahun 2016 hingga 2020. Pada tahun 2016, serapan tenaga kerja berjumlah 4.728 orang, dan pada tahun 2020 nilainya menjadi 4.363 orang.

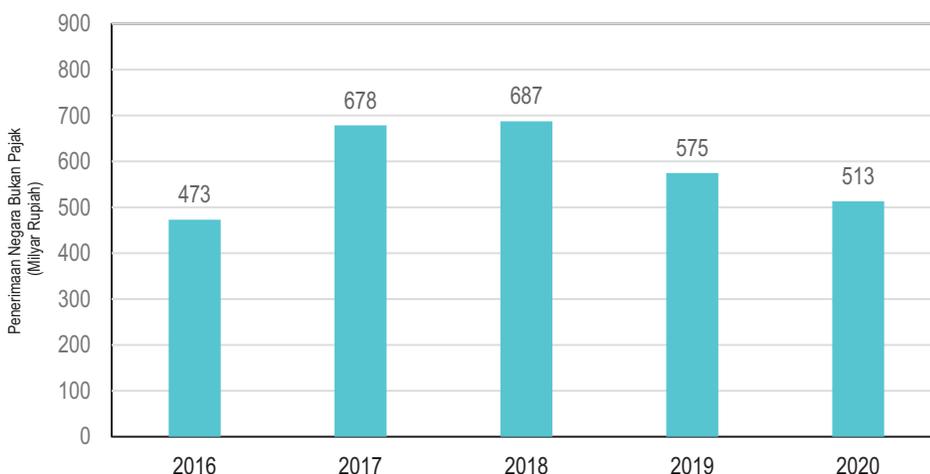
Untuk realisasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP), nilainya cenderung fluktuatif yakni mencapai maksimum sebesar Rp 687 miliar pada tahun 2018. Nilai realisasi PNBP komoditas timah pada tahun 2020 menurun menjadi Rp 513 miliar.

Nilai realisasi investasi sama halnya dengan nilai realisasi PNBP yang mengalami peningkatan dari tahun 2016 ke 2017 dan mengalami penurunan yang signifikan pada tahun 2019. Nilai realisasi investasi berjumlah USD 42,2 juta pada tahun 2016 dan menjadi USD 50,3 juta pada tahun 2017.

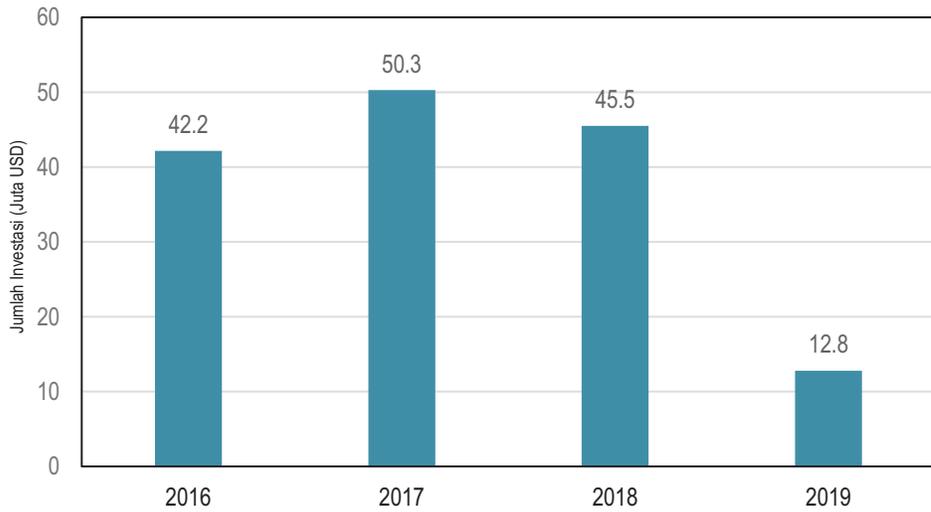
Kemudian pada tahun 2018 dan 2019, menurun berturut-turut menjadi USD 45,5 juta dan USD 12,8 juta. Walaupun nilai realisasi PNBP dan investasi mengalami penurunan, nilai realisasi PPM secara konsisten mengalami peningkatan. Nilai realisasi Pengembangan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) mengalami peningkatan dari sejumlah Rp 4 miliar pada tahun 2016, menjadi sekitar Rp 33 miliar pada tahun 2019 dan 2020.



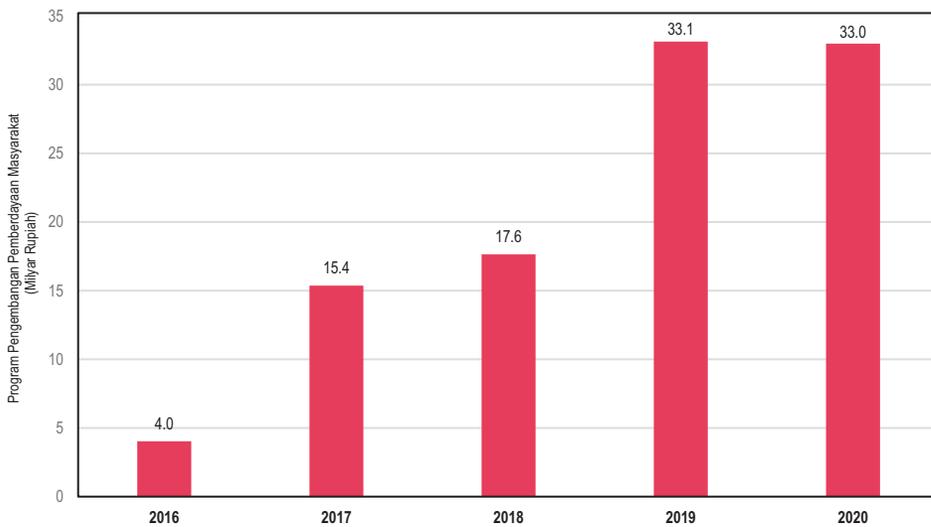
Serapan tenaga kerja industri timah selama periode 2016-2020



Realisasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) komoditas timah selama periode 2016-2020



Realisasi investasi pada komoditas timah selama periode 2016-2019



Realisasi program Pengembangan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) industri timah

Gambaran Industri Hilir

Rantai Industri Timah

Timah yang memiliki simbol kimia Sn (Latin: *stannum*), merupakan logam berwarna putih keperakan dengan titik leleh 327,5 °C dan titik didih 1.740 °C pada tekanan atmosfer. Timah merupakan logam yang mudah dibentuk, memiliki kekerasan yang rendah, serta berat jenis yang hanya 7,3 g/cm³, umum digunakan sebagai logam, paduan, atau senyawa untuk keperluan berbagai jenis industri.

Timah dapat dipadukan dengan tembaga untuk membuat logam perunggu. Timah dapat juga dipadukan dengan logam lain, seperti timbal untuk membuat solder. Sifat timah yang anti korosif atau tahan karat, membuatnya sering digunakan sebagai bahan pelapis logam lain seperti seng, timbal, besi dan baja.

Aplikasi timah sebagai bahan pelapis banyak digunakan sebagai pelapisan baja untuk keperluan industri otomotif, pembungkus makanan, pelapis kaleng, pelindung kontainer, dan pelapis pipa yang terbuat dari logam lainnya. Berdasarkan kegunaannya tersebut, sebagian besar turunan pertama produk timah berupa solder dan *tin plate*.

Timah juga mempunyai sifat konduktivitas panas dan listrik yang tinggi, sehingga memiliki peran dalam mendukung produk-produk teknologi mutakhir. Beberapa penggunaan timah yang mendukung produk teknologi mutakhir di antaranya, sebagai solder untuk komponen elektronik, bahan produksi layar LCD, bahan layar smartphone, dan sensor cahaya.

Sebagai contoh, perpaduan antara indium oksida dengan timah oksida, dinamakan sebagai *indium tin oxide* (ITO), merupakan salah satu jenis kaca oksida transparan dan konduktif (lebih dikenal sebagai *transparent conducting oxides* (TCO)) yang paling populer digunakan sebagai komponen pembuatan gelas kaca pada layar smartphone. Selain itu, produk hilir lainnya yang menggunakan bahan baku timah adalah produk kemasan, konstruksi, dan transportasi.

Industri penambangan dan peleburan timah telah beroperasi di Indonesia, namun industri mineral ikutannya (monasit, zirkon, dan ilmenit) masih belum terbangun secara komersial. Sebagian industri hilir yang telah ada di Indonesia adalah industri *tin bar/tin solder*, *tin plate* dan *tin coating and plating*. Sedangkan yang belum ada adalah *tin slab*, *tin rod*, *tin profile*, *tin powder/flakes* dan produk *casting/die casting*.

Penggunaan akhir logam timah umumnya adalah untuk aplikasi *tin foil*, *tin pipe*, *tin tube*, *tin chemical*, *tin wire*, *pewter*, *pipe fitting*, *electronic components*, *automotive components*, *tin plating steel sheet* dan *tin coating plastic sheet*.

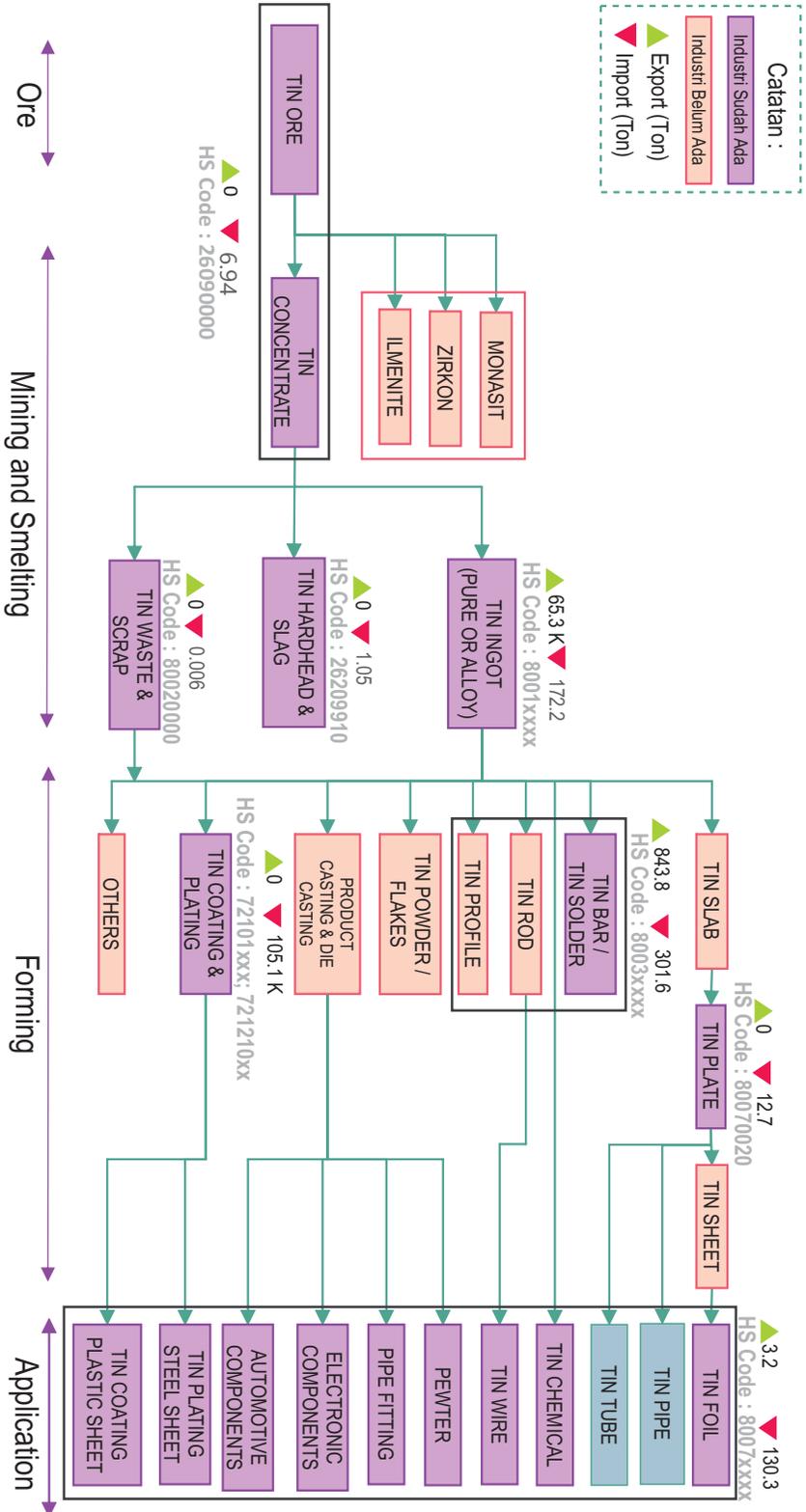
Industri pemurnian bijih timah di Indonesia telah mampu menghasilkan logam timah dengan kemurnian yang baik dan menyuplai terhadap kebutuhan logam timah dunia. Hingga saat ini, Indonesia secara konsisten telah menjadi produsen logam timah terbesar kedua di dunia.

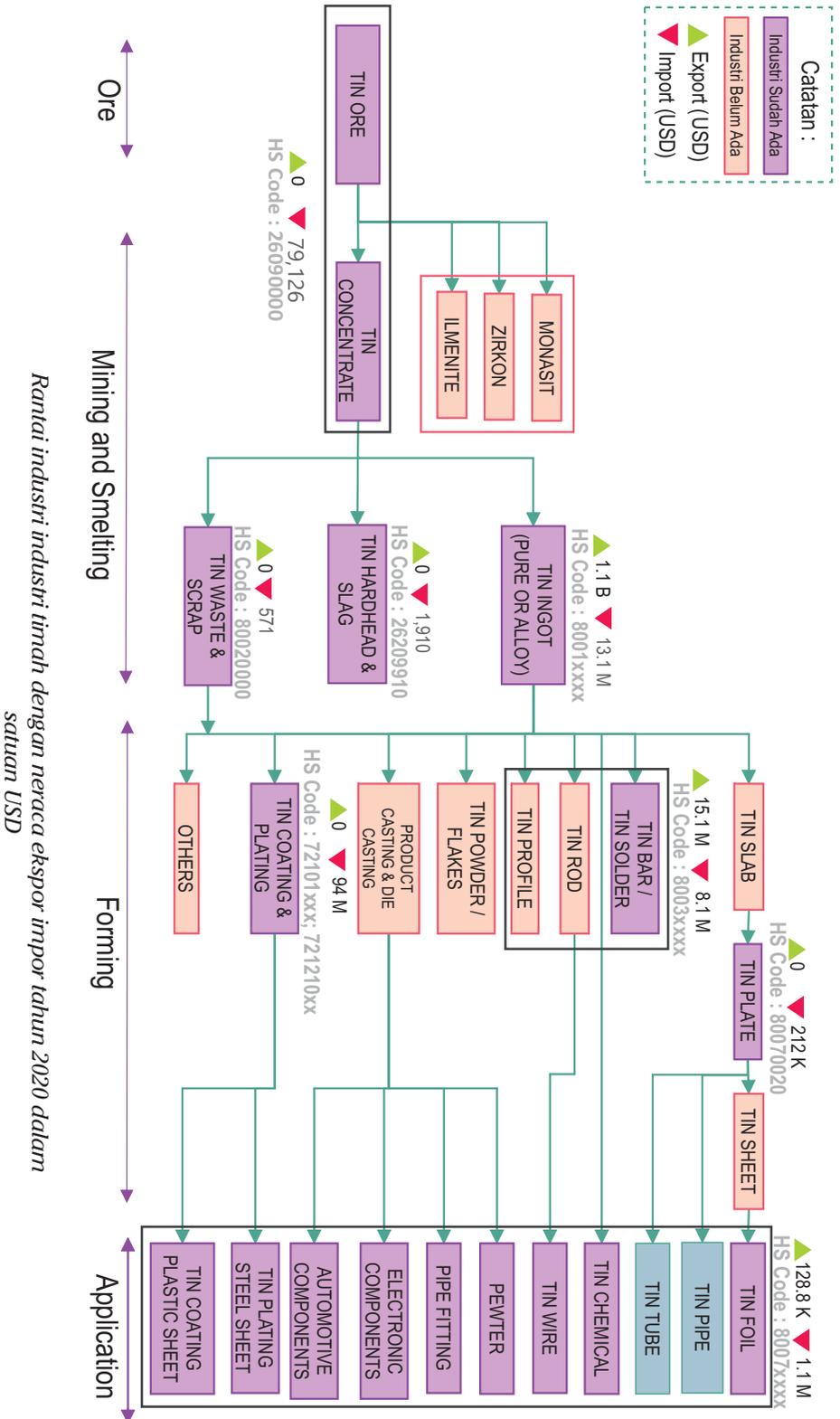
Pada tahun 2020, Indonesia mampu mengeksport 65,3 ribu ton tin ingot dengan nilai setara dengan USD 1,1 miliar.

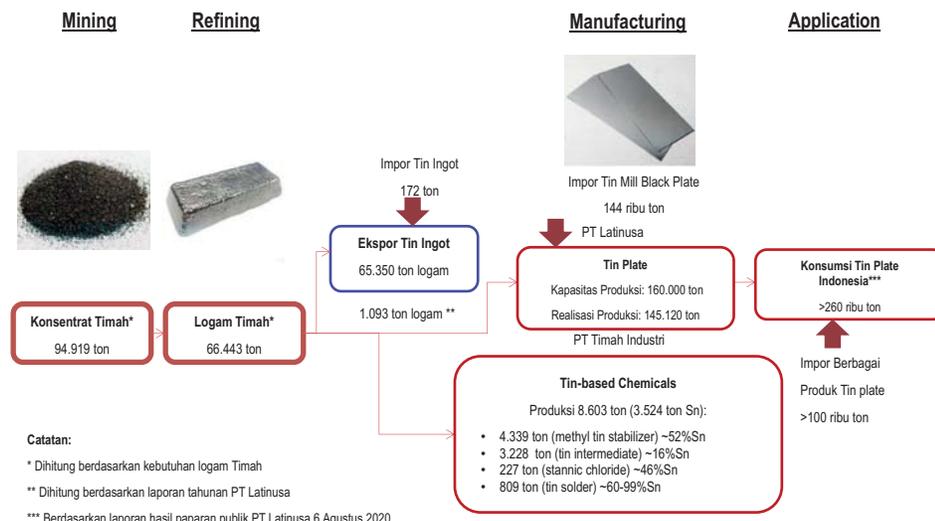
Hal ini mengindikasikan industri pemurnian logam timah di Indonesia telah berkembang dengan baik. Namun, perlu diingat bahwa penyerapan logam timah untuk industri timah domestik masih harus ditingkatkan.

Industri hilir komoditas timah seperti *tin plate*, *tin bar*, *tin solder*, *tin coating* dan *tin plating* masih belum berkembang dengan baik di Indonesia seperti dapat dilihat dari jumlah ekspor yang lebih sedikit dari jumlah impornya. Bahkan beberapa industri komoditas timah seperti *tin slab*, *tin sheet*, *tin rod*, *tin profile*, *tin powder*, dan lainnya masih belum terbangun di Indonesia. ■

Rantai industri produk timah dengan neraca ekspor impor tahun 2020 dalam satuan ton







Rantai pasok komoditas timah berdasarkan data pada tahun 2020

Konsentrat timah yang diproduksi di Indonesia pada tahun 2020 adalah 94.919 ton konsentrat (asumsi mengandung 70% Sn), dari hasil pengolahan dan pemurnian dengan jumlah bijih tersebut dihasilkan logam timah sekitar 66.443 ton. Sekitar 98,04% dari hasil produksi logam timah tersebut, diekspor ke luar negeri dan kurang dari 1,96% sisanya dijual di pasar domestik untuk kebutuhan industri antara dan manufaktur.

Indonesia juga mengimpor tin ingot sebanyak 172 ton. Logam timah yang dijual domestik, sebagian besar diserap oleh PT Timah Industri untuk industri *tin based chemical* dan *tin solder* sekitar 3.524 ton. Sisanya diserap oleh PT Latinusa untuk industri *tin plate*.

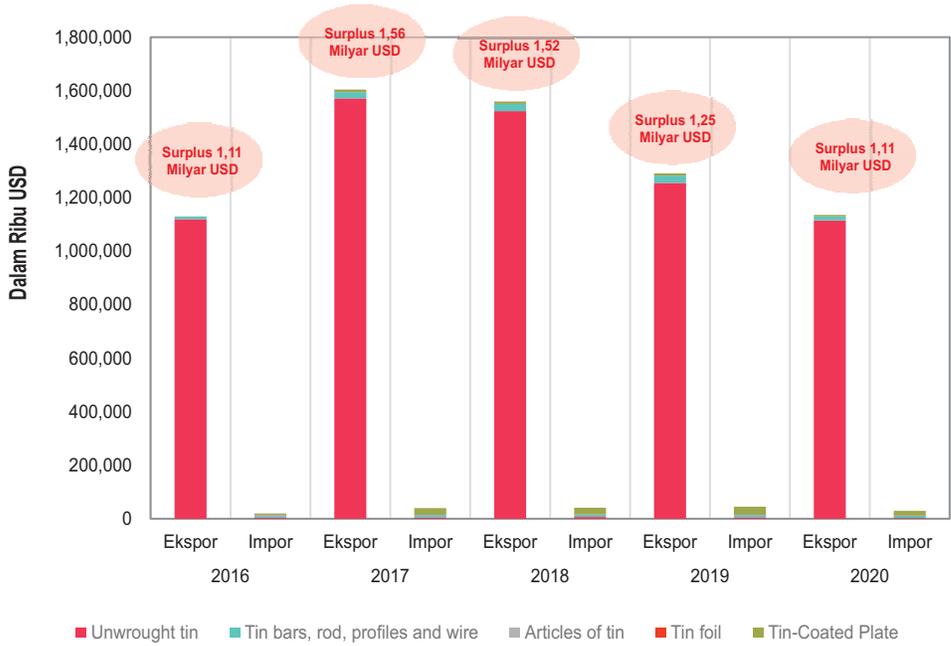
PT Latinusa masih mengimpor bahan baku *tin plate* yaitu *tin mill black plate* (TMBP) sekitar 144 ribu ton dari luar negeri pada tahun 2020. Nilai realisasi produksi dari PT Latinusa dilaporkan sebesar 145.120 ton tin plate atau sekitar 90,7% dari total kapasitas produksi 160.000 ton.

Pada tahun 2020, penguasaan pangsa pasar *tin plate* Indonesia oleh PT Latinusa dilaporkan sebesar 60% yang mengindikasikan bahwa kebutuhan total *tin plate* Indonesia mencapai lebih dari 260 ribu ton. Namun angka impor *tin plate* dan produk turunannya, berdasarkan data BPS, hanya tercatat sekitar 8 ribu ton pada tahun 2020.

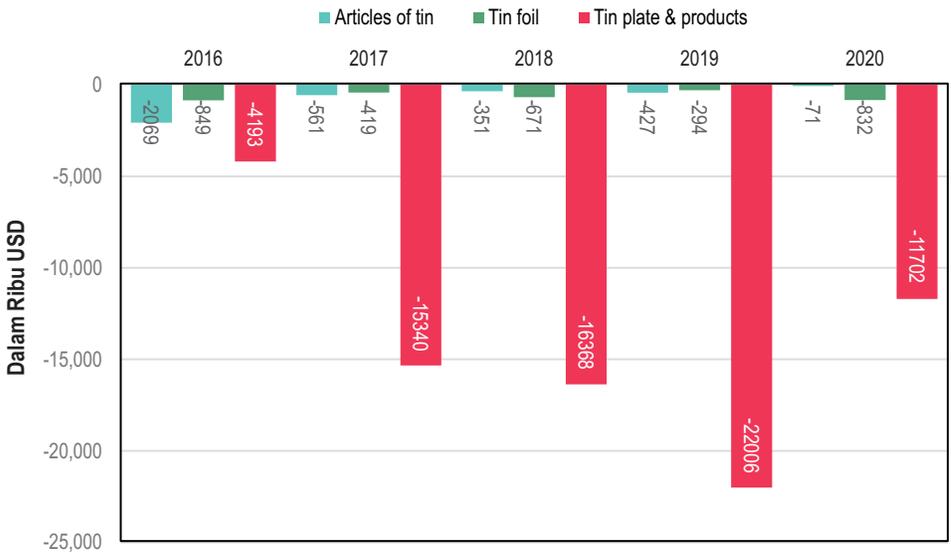
Komoditas timah Indonesia dari tahun 2015-2020 secara keseluruhan mengalami surplus USD 1,11– USD 1,56 dengan komposisi ekspor terbesar pada *unwrought tin*. Hanya sebagian kecil nilai ekspor dari *tin bar*, *tin rod*, *tin profile*, *tin wire*, *tin foil*, dan *tin coated plate*. Jumlah impor Indonesia pada tahun 2015-2020 sebagian besar adalah untuk *tin bar*, *tin rod*, *tin profile*, *tin wire*, *articles of tin*, *tin foil*, dan *tin coated plate*.

Defisit tertinggi dari komoditas timah Indonesia pada tahun 2020 adalah *articles of tin* dengan nilai defisit USD -71 ribu, *tin foil* dengan nilai defisitnya USD -832 ribu, dan *tin plate* dengan nilai defisit sekitar USD -12 juta.

Industri hulu dan antara komoditas timah di Indonesia telah berkembang dengan baik. Namun industri hilir komoditas timah masih belum berkembang dengan baik. Hal ini terlihat jelas dari tingginya nilai ekspor produk antara *unwrought tin* dan masih terdapatnya impor produk hilir timah dalam jumlah yang signifikan.



Nilai ekspor-impor produk timah dalam USD selama periode 2015-2020 (positif = nilai ekspor lebih besar dari impor)



Produk timah dalam USD dengan neraca perdagangan yang memiliki nilai negatif selama periode 2017-2020 (negatif = nilai ekspor lebih kecil dari impor)

Kondisi Industri Hilir

Sebagaimana ditunjukkan pada pohon industri timah di atas, bijih timah diolah dan dimurnikan untuk menghasilkan produk antara berupa logam timah berbentuk ingot. Bijih timah pertama-tama dikonsentrasi terlebih dahulu untuk mendapatkan konsentrat dengan kadar 40-70% Sn. Konsentrat timah kemudian diproses melalui jalur pirometalurgi atau peleburan pada temperatur tinggi untuk menghasilkan timah kasar, yang dapat dilakukan baik dengan menggunakan *reverberatory furnace*, *electric furnace*, dan *ausmelt furnace*.

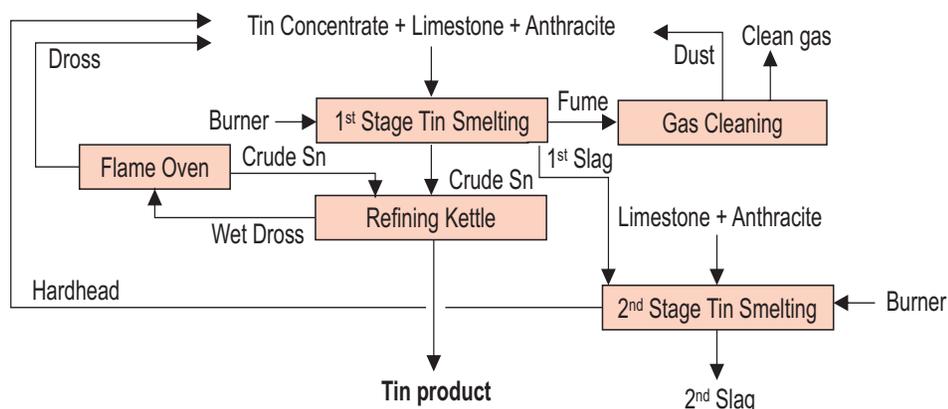


Diagram alir sederhana proses di Reverberatory Furnace untuk memproduksi logam timah

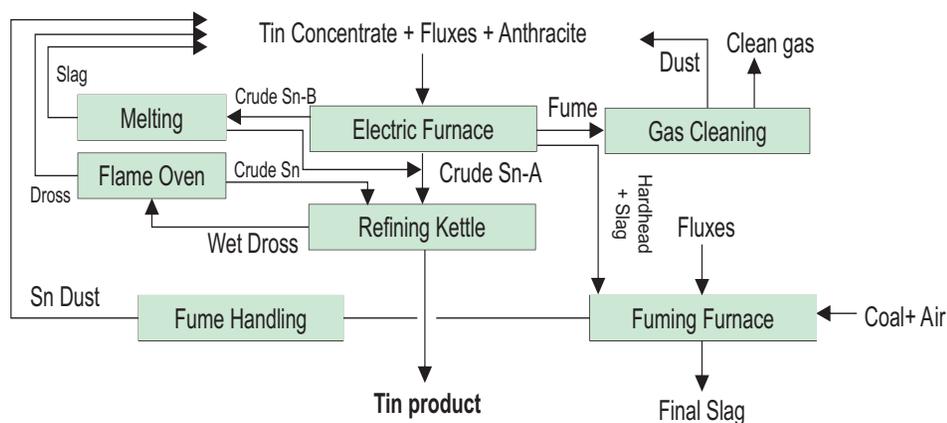


Diagram alir sederhana proses di Electric Furnace untuk memproduksi logam timah

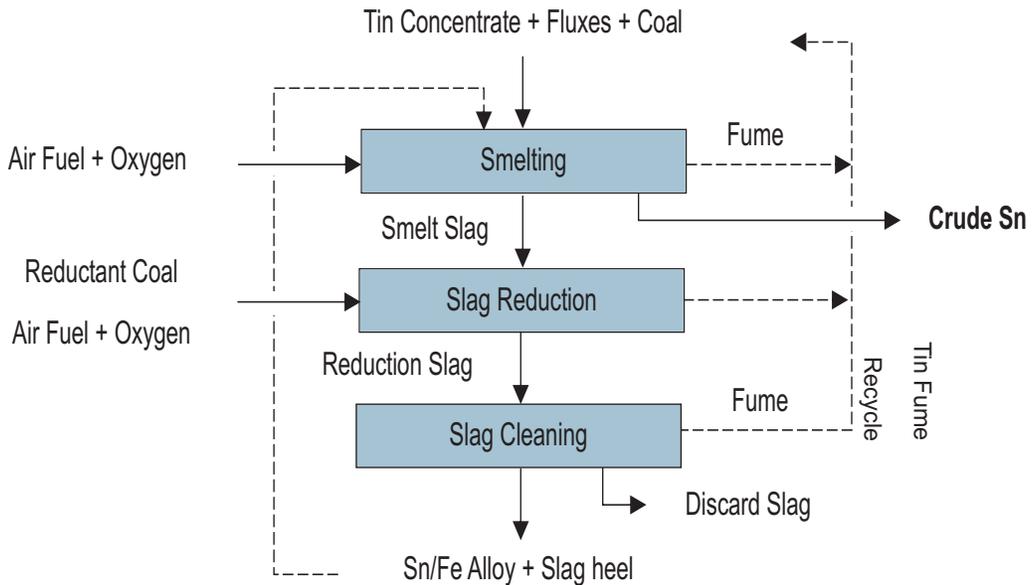


Diagram alir sederhana prosesi di Ausmelt Furnace untuk memproduksi logam timah kasar

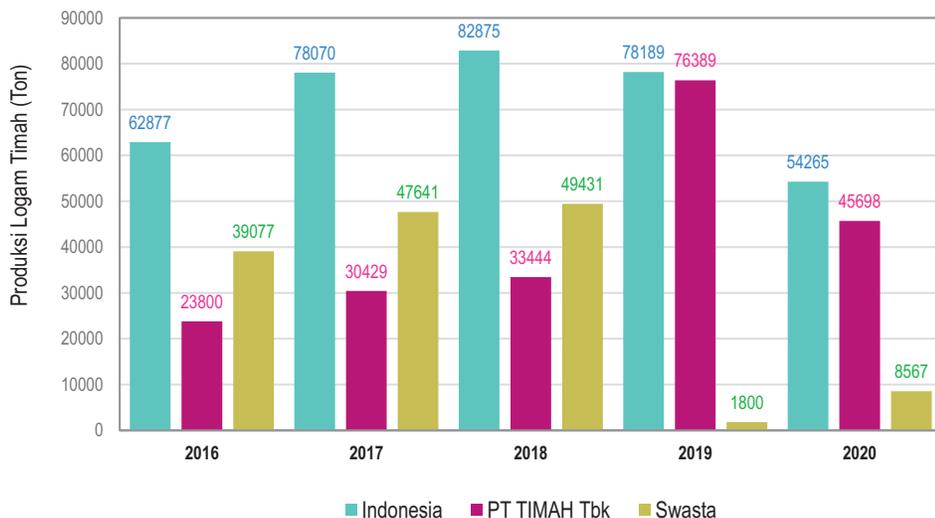
Proses peleburan konsentrat timah, secara umum dibagi dalam dua proses besar, yaitu proses peleburan (*smelting*) dan pemurnian (*refining*). Secara prinsip, kasiterit (SnO_2) pada proses peleburan akan direduksi secara karbotermik: $\text{SnO}_2 + 2\text{CO} = \text{Sn} + 2\text{CO}_2$.

Masalah kimia utama dalam mengolah kasiterit adalah keberadaan besi. Sehingga, proses peleburan umumnya dilakukan dalam beberapa tahapan untuk memisahkan timah dan besi secara bertahap. Proses peleburan akan menghasilkan timah kasar (*crude Sn*) yang tidak saling larut dengan lelehan (terak) yang akan mengandung pengotor-pengotor yang tidak tereduksi.

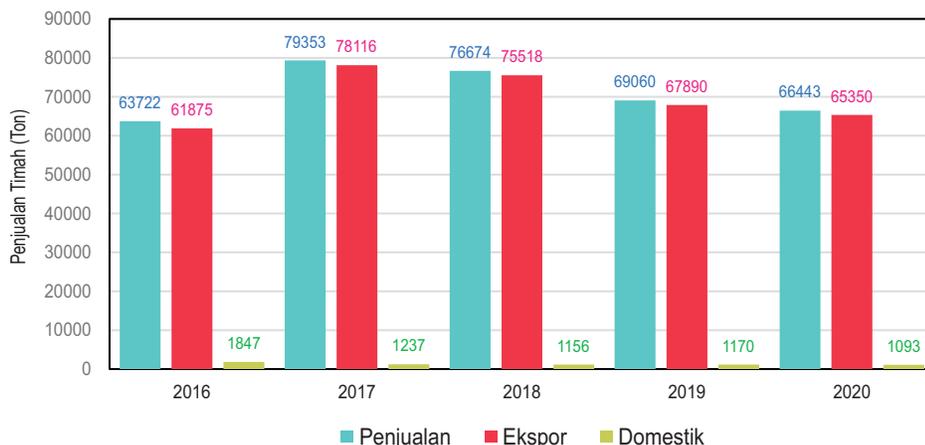
Pada proses pemurnian, *crude tin* yang masih mengandung pengotor seperti As, Pb, Ag, Fe, Cu dan Sb dimurnikan melalui berbagai proses seperti *pyro-refining* dan *electrolytic refining*. Kombinasi proses pemurnian yang diperlukan, dipilih berdasarkan kebutuhan spesifikasi kemurnian logam timah akhir yang diharapkan.

Secara umum, porsi produksi logam timah antara tahun 2016 dan 2018 didominasi oleh perusahaan swasta. Namun pada tahun 2019 dan 2020, hampir semua logam timah berasal dari PT Timah Tbk karena beberapa IUP swasta tidak mendapatkan persetujuan Rencana Kerja Anggaran dan Biaya (RKAB). Juga tidak memiliki *competent person* (CP) untuk validasi data sumber daya dan cadangan, sehingga menurut ketentuan yang berlaku tidak diperbolehkan melakukan penambangan.

Jumlah penjualan total logam timah sempat mencapai puncaknya sebesar 79 ribu ton pada tahun 2017. Jumlah penjualan kemudian berangsur-angsur menurun mulai dari tahun 2018 hingga tahun 2020. Sebagian besar penjualan di atas 97% ditujukan untuk pasar ekspor, sementara kurang dari 3% ditujukan untuk pasar domestik.



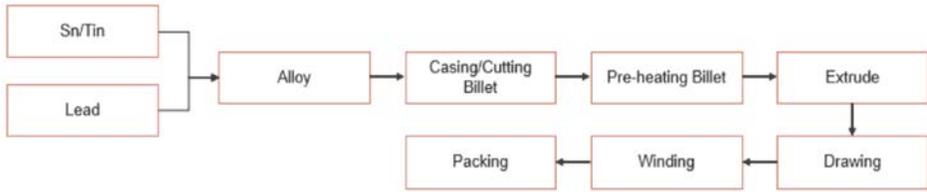
Porsi produksi logam timah Indonesia oleh PT Timah Tbk dan perusahaan swasta selama periode 2016-2020



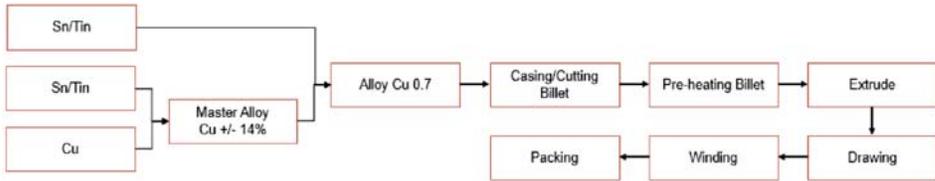
Porsi penjualan timah Indonesia selama periode 2016-2020

Salah satu industri hilir utama dari logam timah adalah industri pembuatan *tin solder*. Terdapat dua jenis solder yakni Sn-Pb *solder wire* dan *bar*, serta *Pb-free solder wire* dan *bar*. Keberadaan dari *Pb-free solder* didorong oleh isu terkait dampak negatif timbal terhadap lingkungan. Secara umum, proses produksi kedua jenis *solder* ini relatif sama. Adapun perbedaan antara proses produksi keduanya adalah pada tahap awal pembentukan *alloy*.

Pada proses produksi Sn-Pb *solder*, paduan didapat dari pencampuran timah dan timbal. Sementara itu pembentukan paduan pada *Pb-free solder*, sama sekali tidak menggunakan timbal. Salah satu contoh *Pb-free solder* adalah solder dengan kandungan tembaga sebesar 0,7%. Tahapan selanjutnya dalam pembuatan Sn-Pb *solder* dan *Pb-free solder* yaitu tahap *extrude* dan *drawing* yang berfungsi untuk mengecilkan diameter paduan, lalu tahap *winding* yang merupakan tahap penggulungan menjadi *spool*, dan terakhir tahap *packing*.



Skema produksi solder Sn-Pb solder wire dan bar

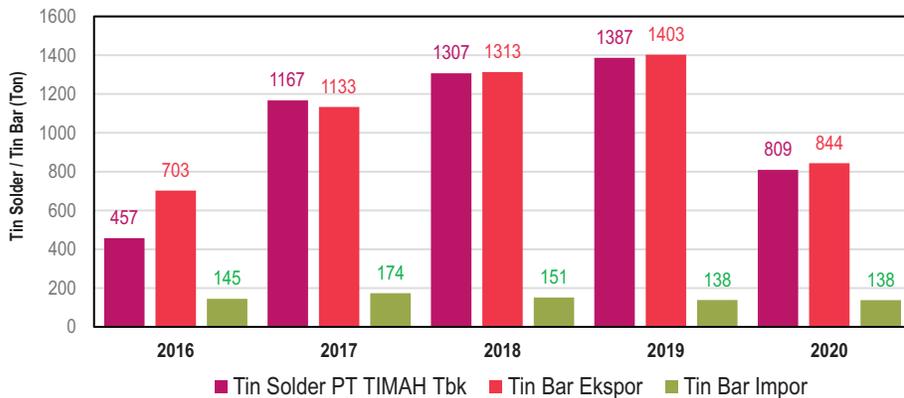


Skema produksi solder bebas timbal atau lead free solder

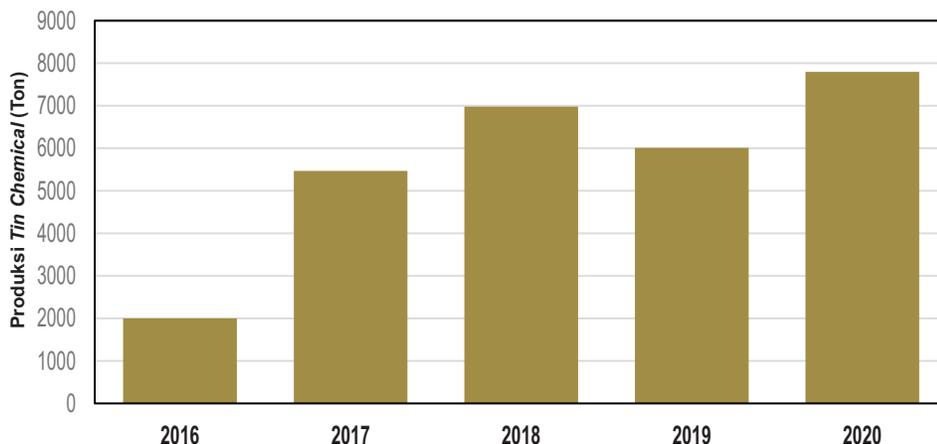
Produksi tin solder PT Timah Tbk meningkat dari 457 ton pada tahun 2016 menjadi 1.387 ton pada tahun 2019, lalu mengalami penurunan menjadi 809 ton pada tahun 2020. Berbagai merek dagang produk tin solder yang diproduksi oleh PT Timah Tbk antara lain Bankaesa Sn Pb 6337, Bankaesa SnCu 3, Bankaesa SnCu 0.7, dan Bankaesa SnAg 3 Cu 0.5. Angka ekspor *tin bar* untuk solder bergerak, mengikuti produksi tin solder oleh PT Timah Tbk, sementara angka impor *tin bar* untuk solder cenderung stabil di angka 138 – 174 ton.

Industri hilir lain dari komoditas timah adalah industri *tin based chemical*. Angka produksi *tin chemical* terus meningkat dari sekitar 2 ribu ton pada tahun 2016 menjadi sekitar 8 ribu ton pada tahun 2020. Adapun yang termasuk produk *tin chemical* antara lain adalah *methyl tin stabilizer*, *tin intermediate*, dan *stannic chloride*.

Berbagai merek dagang produk *tin chemical* yang diproduksi oleh PT Timah Tbk antara lain Bankastab MT-620, Bankastab MT-520, Tinchem 181 FS, Tinchem 191 F, Tinchem191, Tinchem 192 F, Tinchem 186 FD, Tinchem 185 FD, Tinchem 185 VN, dan Bankastannic.



Produksi tin solder oleh PT Timah Tbk dan perdagangan ekspor-impor tin bar untuk solder selama periode 2016-2020

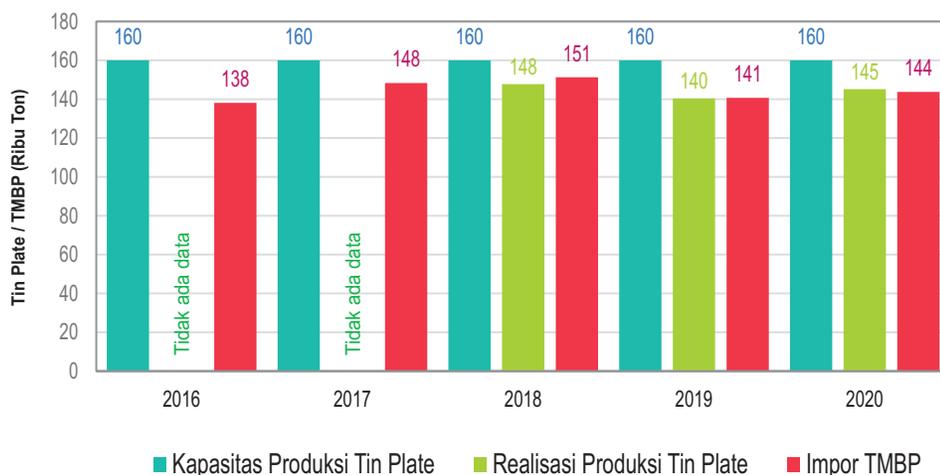


Produksi tin chemical oleh PT Timah Tbk selama periode 2016-2020

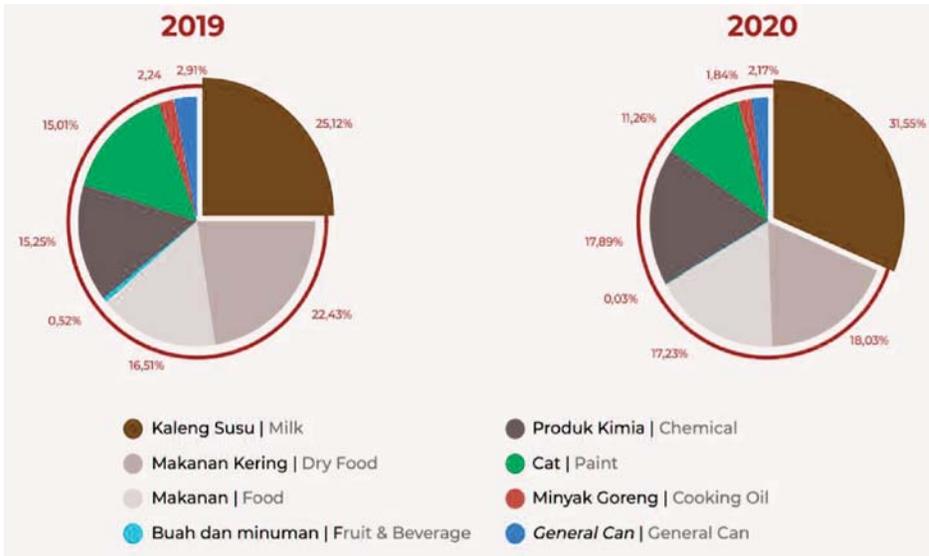
Industri penting timah lainnya adalah industri *tin plate* yang merupakan bahan baku industri pelapis dan kemasan. Proses produksi *tin plate* dibagi menjadi 2 lini produksi utama, yaitu tahap pelapisan dan tahap pemotongan.

Pada tahap pelapisan, bahan baku *tin mill black plate* (TMBP) dilapisi timah dengan menggunakan mesin *electrolytic tinning line* (ETL). Pada tahap pemotongan, gulungan tin plate dipotong sesuai dengan spesifikasi pemesanan dari masing-masing pelanggan.

PT. Latinusa merupakan satu-satunya produsen *tin plate* dalam negeri. Realisasi produksi tin plate dan impor bahan baku TMBP selama periode 2016-2020 cenderung konstan antara 138-151 ribu ton.



Kapasitas dan realisasi produksi tin plate oleh PT Latinusa dan impor bahan baku TMBP selama periode 2016-2020



Segmentasi pasar tin plate yang diproduksi oleh PT Latinusa Tbk

Dapat dilihat bahwa aplikasi *tin plate* selalu didominasi untuk aplikasi kemasan kaleng susu, makanan, makanan kering, produk kimia, dan cat. Logam timah belum masuk kedalam salah satu industri prioritas Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015–2035. Tetapi monasit yang merupakan salah satu mineral ikutan dari SHPP bijih timah, sudah termasuk ke dalam salah satu industri prioritas RIPIN. Monasit merupakan konsentrat yang mengandung berbagai macam logam tanah jarang.

Jika mengacu pada target RIPIN, tahun 2015-2019 seharusnya sudah ada industri dalam bidang konsentrat logam tanah jarang. Kemudian pada tahun 2020-2024, seharusnya sudah mulai dibangun industri penghasil logam tanah jarang. Kemudian pada tahun 2025-2035, akan dilanjutkan dengan pembangunan industri logam tanah jarang untuk komponen elektronik. Namun jika melihat status hingga tahun 2021, target pembangunan industri logam tanah jarang belum tercapai.

2015-2019	2020 2024	2025-2035
<ul style="list-style-type: none"> Konsentrat Logam Tanah Jarang 	<ul style="list-style-type: none"> Logam Tanah Jarang 	<ul style="list-style-type: none"> Logam Tanah Jarang untuk Komponen Elektronik Logam Tanah Jarang Bahan Bakar Nuklir

Target RIPIN 2015-2035 untuk Industri Pengolahan dan Pemurnian Logam Tanah Jarang

Manfaat Industri Hilir

Pengembangan industri hilir komoditas timah akan memberikan manfaat bagi negara, salah satunya penerimaan negara berupa pajak. Sebagai contoh, PT Timah Tbk melaporkan besaran pajak penghasilan badan sebesar Rp 452 miliar pada tahun 2020, sementara PT Latinusa melaporkan kontribusi pajak sebesar Rp 13 miliar pada tahun 2020.

Selain dari manfaat ekonomi, industri hilir komoditas timah juga memberi manfaat berupa pembukaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat. Industri hilir tin plate di PT Latinusa misalnya, berdasarkan data tahun 2020 pihaknya mempekerjakan karyawan sejumlah 251 orang.

Selain berbagai contoh manfaat yang telah disebutkan di atas, pengembangan industri hilir komoditas timah diharapkan dapat menciptakan hilirisasi yang berkelanjutan dan terintegrasi yang mendukung kekuatan industri dalam negeri. Pengembangan industri hilir komoditas timah juga diharapkan akan memberikan manfaat berupa pembentukan daya saing nasional, serta meningkatkan kredibilitas dan kehormatan bangsa.

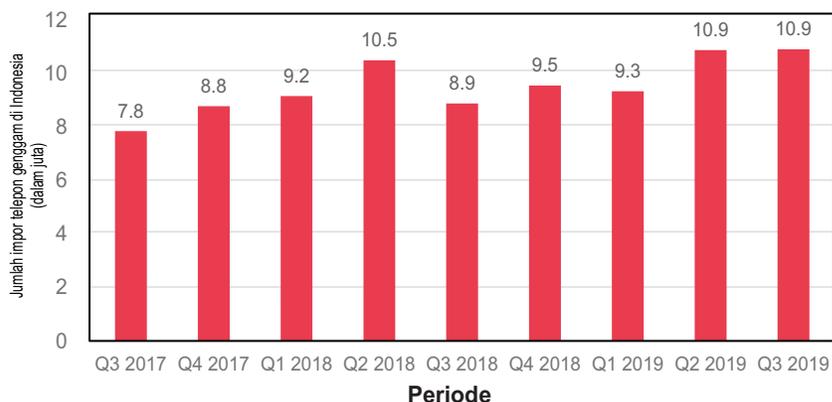
Industri Hilir Timah Masa Depan

Aplikasi logam timah secara global, berdasarkan data pada tahun 2020 antara lain 50% untuk *tin solder*, 17% untuk *tin chemical*, 13 % *tin plate*, 7% baterai, 5% paduan tembaga, dan 8 % aplikasi lainnya. Penggunaan logam timah dalam aplikasi-aplikasi tersebut akan tetap ditemui di masa mendatang.

Selain itu, terdapat beberapa perkembangan teknologi yang akan mendorong lebih lanjut penggunaan timah dan logam ikutan timah, antara lain perkembangan teknologi pada sektor elektronik, sektor kendaraan listrik, dan sektor energi.

Berkembangnya sektor elektronik mendorong peningkatan permintaan terhadap industri turunan timah, khususnya untuk industri *tin solder*. Contoh perkembangan dalam sektor elektronik adalah peningkatan jumlah pengguna telepon genggam.

Di Indonesia, peningkatan pengguna telepon genggam dapat dilihat dari angka impor telepon genggam yang terus mengalami kenaikan. Pada kuartal ketiga tahun 2017, jumlah impor telepon genggam Indonesia mencapai 7,8 juta unit. Kemudian pada kuartal yang sama sampai 2019, jumlah impor telepon genggam terus mengalami kenaikan secara berturut-turut sebesar 8,9 juta unit dan 10,9 juta unit.

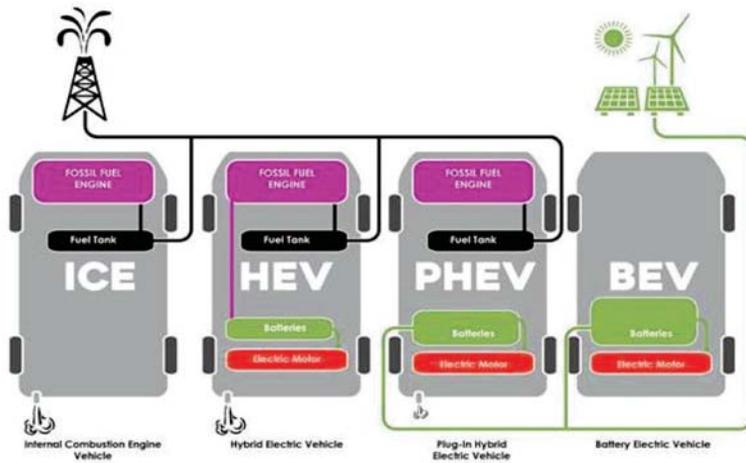


Historis jumlah impor telepon genggam Indonesia

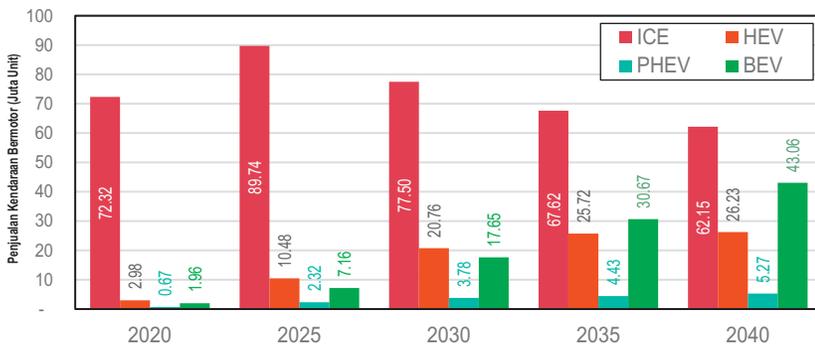
Industri hilir komoditas timah lainnya yang diprediksi akan terus berkembang adalah industri oksida tanah jarang atau *rare earth oxide*. Peningkatan permintaan oksida tanah jarang tersebut, salah satunya didorong karena perkembangan teknologi kendaraan bermotor berbasis listrik, di mana oksida tanah jarang merupakan salah satu bahan baku untuk membuat magnet yang digunakan pada motor listrik.

Teknologi kendaraan bermotor berbasis listrik terus dikembangkan untuk menggantikan mobil konvensional (*internal combustion engine*, ICE) agar lebih ramah lingkungan. Berbagai tipe kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB) telah dikembangkan antara lain *hybrid electric vehicle* (HEV), *plug-in hybrid electric vehicle* (PHEV), dan *battery electric vehicles* (BEV).

Pada tahun 2040, BEV diprediksi akan menguasai 31% dari pasar kendaraan bermotor. Selain BEV, penggunaan HEV dan PHEV juga akan mengalami peningkatan di mana masing-masing akan menguasai 19% dan 4% dari pasar kendaraan bermotor pada tahun 2040.



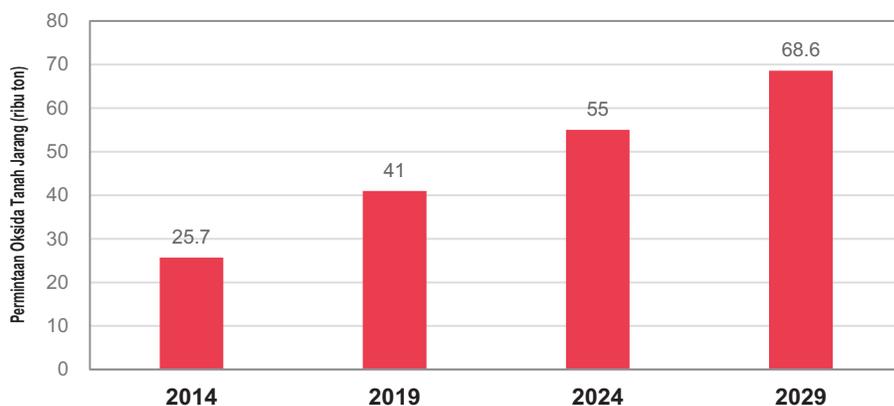
Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik



Proyeksi penjualan berbagai kendaraan bermotor dalam periode 2020-2040

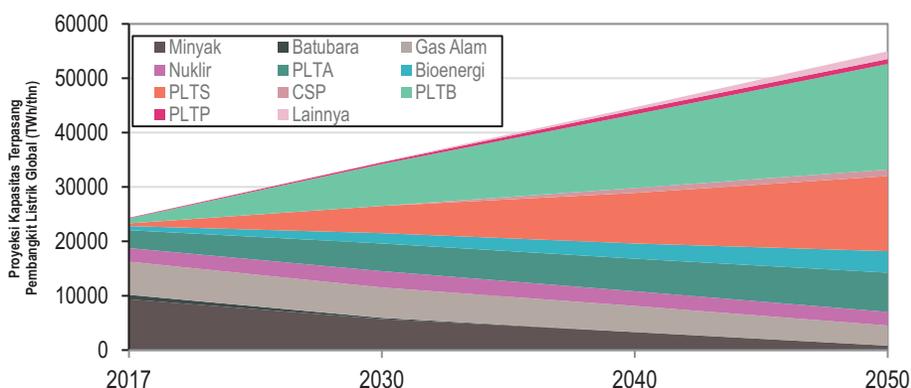
Magnet pada KBLBB merupakan salah satu komponen yang sangat penting. Magnet merupakan komponen yang berfungsi sebagai penggerak pada motor KBLBB. Beberapa jenis logam tanah jarang yang biasa digunakan untuk bahan baku magnet adalah *neodinium* (nd), *praseodimium* (pr), *disprosium* (dy), *samarium* (sm) dan *serium* (Ce).

Oksida dari logam-logam tanah jarang tersebut diprediksi kebutuhannya akan mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan produksi KBLBB. Data tahun 2014 menunjukkan kebutuhan oksida tanah jarang untuk magnet sebesar 25,7 ribu ton, kemudian pada tahun 2019 mengalami peningkatan menjadi 41 ribu ton. Pada tahun 2024, diperkirakan kebutuhan oksida tanah jarang untuk magnet akan naik sekitar 6% dari tahun 2019 mencapai 55 ribu ton, dan akan terus mengalami peningkatan hingga 68,6 ribu ton pada tahun 2029.



Proyeksi kebutuhan oksida tanah jarang untuk aplikasi magnet

Logam timah dan berbagai logam lainnya juga akan diperlukan dalam sektor Energi Baru Terbarukan (EBT). Contohnya pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) kebutuhan timah pada solar panel adalah sekitar 275-400 ton per gigawatt. Diperkirakan kontribusi penggunaan EBT akan meningkat dari 25% pada tahun 2017 menjadi 86% pada tahun 2050.



Histori dan proyeksi peningkatan kapasitas terpasang pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) global dalam periode 2017-2050

Meningkatnya penggunaan timah pada berbagai aplikasi akan meningkatkan jumlah limbah yang mengandung timah. Sistem daur ulang yang optimum perlu dikembangkan ke depannya, agar sumber timah sekunder dalam bentuk limbah tersebut dapat diolah, sehingga bisa didapat manfaat ekonominya, serta dapat mengurangi jumlah dan dampak negatifnya terhadap lingkungan. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan dalam upaya pemanfaatan mineral timah. Salah satu permasalahan yang ada pada komoditas timah adalah pengumpulan dan validasi data yang belum optimal.

Permasalahan ketersediaan dan validasi data, ditemukan mulai dari ketersediaan sumber daya dan cadangan, industri hulu, industri antara, hingga industri hilir. Sebagai contoh, di sektor sumber daya dan cadangan, total terdapat 358 lokasi potensi mineral logam timah, namun hanya 144 lokasi yang berhasil dimutakhirkan dan 17 lokasi baru yang berhasil didokumentasikan pada tahun 2020.

Di sektor antara dan hilir, tidak terdapat database nasional yang memetakan rantai pasok produk turunan timah dalam negeri. Permasalahan ketersediaan dan validitas data pada komoditas timah dapat menyebabkan pemetaan industri timah dan mineral-mineral ikutannya menjadi tidak holistik sehingga menyulitkan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan komoditas tersebut pada masa yang akan datang. Permasalahan terkait dengan data yang dihadapi pada komoditas timah antara lain:

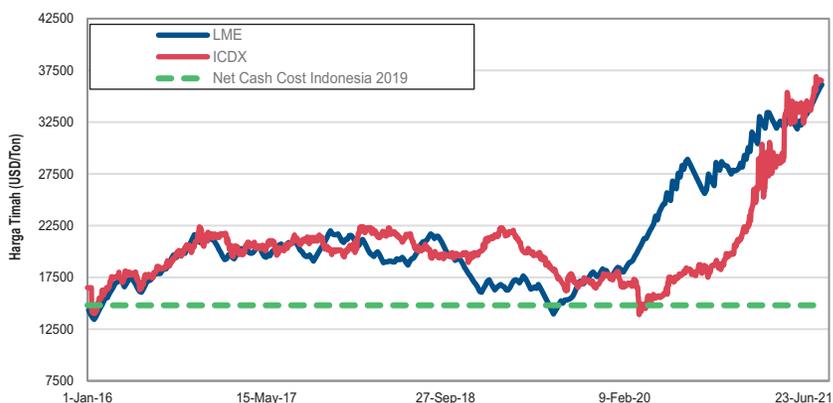
- a. Belum adanya data yang rinci terkait sumber daya dan cadangan bijih timah primer dan bijih timah aluvial.
- b. Belum adanya data yang rinci terkait sumber daya dan cadangan mineral-mineral ikutan timah seperti zirkon, ilmenit dan monasit.
- c. Masih banyak pemilik IUP yang belum melaporkan data sumber daya dan cadangan timah dan mineral-mineral ikutannya.
- d. Data industri hulu, antara, dan industri hilir tidak terintegrasi akibat pengelolaan data yang melibatkan dua kementerian, yaitu KESDM dan Kemenperin.
- e. Data perdagangan ekspor dan impor yang dilaporkan Badan Pusat Statistik (BPS) tidak tersedia untuk semua produk dan tidak terperinci.
- f. Data lengkap industri pembentukan, industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang produk timah dan mineral ikutannya tidak tersedia atau tidak mudah diakses.

Dinamika Harga dan Pasar

Mulai tahun 2018 sampai dengan sekarang, harga Mineral Logam Acuan (HMA) timah ditetapkan berdasarkan publikasi *Indonesia Commodity & Derivatives Exchange* (ICDX) dan *Jakarta Futures Exchange* (JFX) pada hari penjualan. Besaran *net cash cost* Indonesia yang dilaporkan pada tahun 2019 adalah sebesar USD 14.765 per ton yang terdiri dari komponen lain, biaya penambangan USD 12.336 per ton, biaya pengolahan dan pemurnian USD 1.381 per ton, penyusutan USD 626 per ton, dan royalti USD 423 per ton.

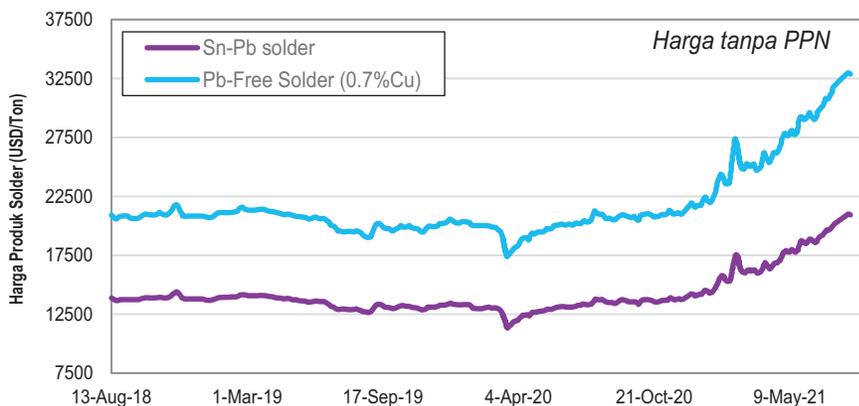
Logam timah sempat berada pada harga terendah di bawah besarnya *net cash cost* hingga USD 12.500 per ton pada bulan Januari 2016, dan sekitar bulan Juli 2019 sampai Februari 2020. Di luar periode tersebut, harga logam timah umumnya tinggi di atas USD 15.000 per ton.

Bahkan sejak Februari 2020 terus mengalami peningkatan mencapai sekitar USD 36.000 per ton sampai bulan Juni 2021. Perubahan harga logam timah tidak dapat diprediksi secara akurat. Sebagai contoh, *World Bank Group* memprediksi harga logam timah meningkat secara moderat dari USD 23.000 per ton hingga USD 25.000 per ton selama periode 2022 hingga 2035. Namun pada kenyataannya, harga logam timah saat ini telah jauh di atas harga proyeksi tersebut.



Harga timah berdasarkan London Metal Exchange (LME) dan Indonesia Commodity and Derivatives Exchange (ICDX) selama periode 2016–2021

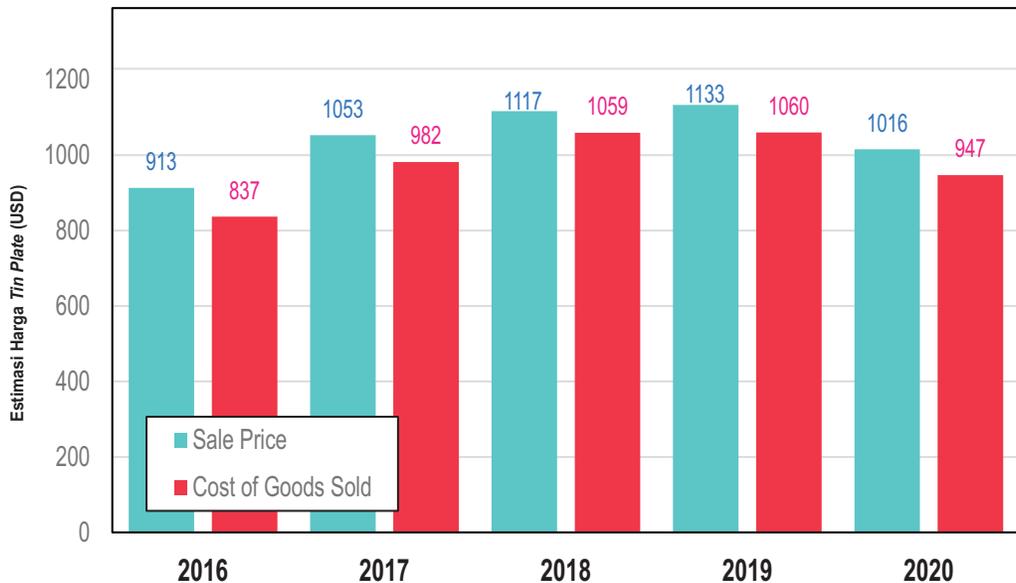
Harga solder bebas Pb berkisar USD 7.000 per ton di atas harga solder Sn-Pb. Pada periode Agustus 2018 hingga Oktober 2020, harga kedua jenis solder tersebut relatif stabil. Setelah periode Oktober 2020, harga kedua solder tersebut meningkat mengikuti kenaikan harga logam timah. Pada bulan Juni 2021, harga solder Sn-Pb dan solder bebas Pb (0,7% Cu) masing-masing mencapai USD 20.900 per ton dan USD 32.872 per ton.



Harga solder berdasarkan Shanghai Metal Markets (SMM) selama periode 2016–2021

Selama periode 2016 dan 2020, harga penjualan produk *tin plate* berdasarkan laporan keuangan PT Latinusa Tbk berfluktuasi antara 913 hingga USD 1133 per ton. Harga penjualan tersebut berada dalam rentang harga penjualan ekspor *tin plate* produksi Tiongkok yang berkisar antara USD 850 per ton hingga USD 1250 per ton pada tahun 2015-2018).

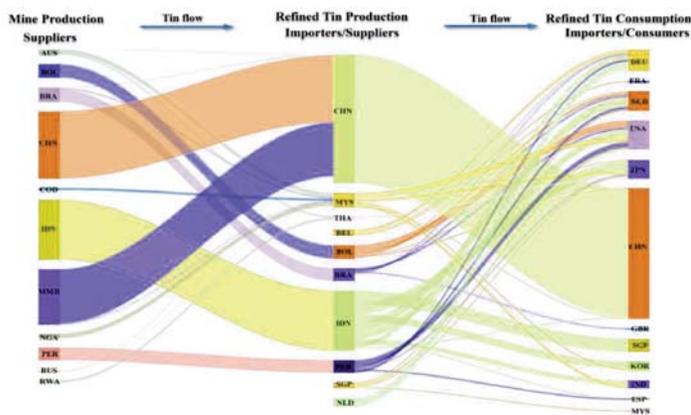
Harga biaya pokok produksi *tin plate* PT Latinusa Tbk tidak berbeda jauh dengan harga penjualannya, yaitu sekitar 91–95% dari harga penjualan. Harga pokok penjualan *tin plate* tersebut diperkirakan berada dalam kisaran harga produksi tin plate berbagai perusahaan dunia yang memiliki nilai rata-rata sekitar USD 1.100 per ton.



Harga tin plate berdasarkan laporan keuangan PT Latinusa Tbk selama periode 2016–2021

Secara global, kebutuhan timah disuplai dari operasi penambangan di Tiongkok, Indonesia, dan Myanmar. Tiongkok dan Indonesia mendominasi produksi logam timah global. Konsumsi logam timah global didominasi oleh Tiongkok, sementara konsumsi logam timah di Indonesia masih sangat rendah. Beberapa pokok penting terkait aspek harga dan pasar dalam upaya pengembangan industri timah di Indonesia, antara lain:

- Harga logam timah di masa lalu cenderung stabil dan telah meningkat secara berkelanjutan mulai Oktober 2020. Tidak terdapat proyeksi yang pasti terkait harga timah di masa depan.
- Walaupun Indonesia merupakan salah satu produsen utama logam timah, namun konsumsi logam timah domestik masih sangat rendah.
- Peranan Tiongkok dalam suplai dan konsumsi timah global sangat dominan



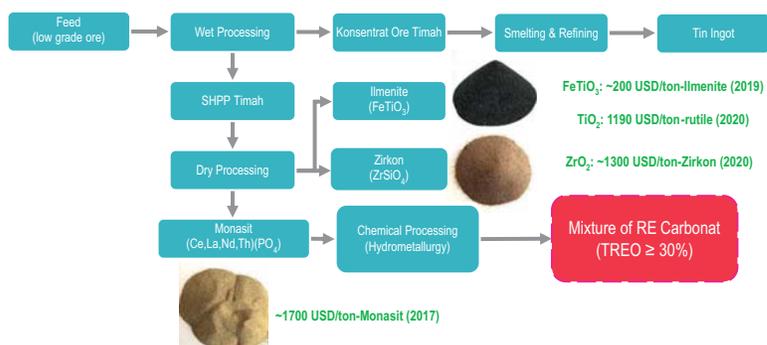
Jaringan aliran timah mulai dari produksi penambangan timah, produksi logam timah, hingga konsumsi logam timah secara global

Teknologi dan Infrastruktur

Terdapat potensi peningkatan cadangan dari penambangan laut dalam dan bijih timah primer serta potensi ekonomi yang besar dari mineral ikutan timah. Namun perlu penyesuaian dan pengembangan teknologi terkait pengolahan dan pemurnian bijih timah primer dan mineral-mineral ikutannya.

Penambangan pada aluvial lepas pantai saat ini menggunakan kapal keruk dan Kapal Isap Produksi (KIP). Kapal keruk yang saat ini digunakan oleh PT Timah merupakan kapal keruk berjenis bucket line dredges dengan kemampuan gali 15-50 meter di bawah permukaan laut. Kapal Isap Produksi (KIP) yang saat ini digunakan PT Timah memiliki kemampuan gali hingga 25 meter di bawah permukaan laut. Diperlukan pengembangan teknologi penambangan laut dalam (kedalaman lebih dari 60 meter) dalam upaya memperpanjang umur cadangan tambang timah.

Pemanfaatan bijih timah primer perlu ditingkatkan, mengingat potensi sumber dayanya yang cukup menjanjikan. Bijih timah primer memiliki karakteristik yang berbeda dengan timah aluvial. Bijih timah primer memiliki pengotor yang lebih banyak dibandingkan tipe aluvial. Oleh karenanya, diperlukan pengembangan atau penyesuaian teknologi untuk mengolah bijih timah primer ini. Teknologi yang perlu dikembangkan mulai dari teknologi penambangan, teknologi pengolahan mineral, hingga teknologi peleburan.



Berbagai potensi mineral ikutan dari SHPP pengolahan timah

Pemrosesan bijih timah akan menghasilkan sisa hasil pengolahan dan pemurnian (SHPP) yang mengandung mineral-mineral ikutan berharga. Gambaran umum pengolahan timah beserta mineral ikutan yang dihasilkan ditunjukkan pada gambar di atas.

SHPP timah yang mengandung mineral berharga berupa ilmenit, zirkon dan monasit yang sampai saat ini masih belum dimanfaatkan secara optimal. Monasit berpotensi untuk diolah lebih lanjut agar menghasilkan oksida atau logam tanah.

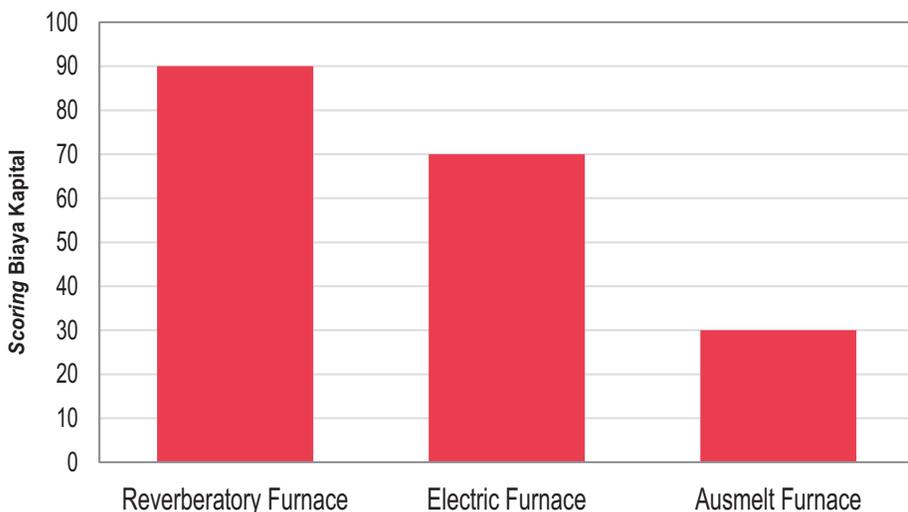
Mineral ikutan ilmenit jika diolah lebih lanjut maka akan menghasilkan titanium dioksida (TiO_2) maupun logam titanium. Sementara, mineral ikutan zirkon jika diolah lebih lanjut maka akan menjadi berbagai produk turunan berupa silikat, oksida, maupun logam.

Terdapat beberapa hal penting terkait aspek teknologi dalam pengembangan industri timah di Indonesia, di antaranya:

- Terdapat potensi yang signifikan terkait bijih timah primer, sehingga diperlukan penguasaan teknologi penambangan, pengolahan, dan pemurnian.
- Diperlukan penguasaan teknologi penambangan laut dalam (kedalaman lebih 60 meter) dalam upaya memperpanjang umur cadangan tambang timah.
- Diperlukan juga penguasaan teknologi pemrosesan mineral-mineral ikutan timah seperti monasit, ilmenite, dan zirkon.

Pemodalan Usaha

Industri pengolahan dan pemurnian logam merupakan industri yang membutuhkan investasi besar dengan risiko yang juga besar. Gambar di bawah menunjukkan estimasi perbandingan hasil scoring biaya kapital yang diperlukan untuk pembangunan pabrik dengan teknologi *reverberatory furnace*, *electric furnace*, dan *ausmelt furnace* berdasarkan kajian yang dilakukan oleh LAPI ITB pada tahun 2017.



Hasil scoring biaya kapital pabrik peleburan timah dengan berbagai teknologi

Penilaian yang tinggi menandakan besaran kapital yang terjangkau atau rendah. Dapat dilihat bahwa teknologi yang paling efektif dari segi biaya kapital adalah teknologi *reverberatory furnace*, yang diikuti oleh teknologi *electric furnace*. Sementara itu, teknologi *ausmelt furnace* merupakan teknologi dengan biaya kapital tertinggi. PT Timah Tbk saat ini sedang melakukan pembangunan fasilitas peleburan timah dengan teknologi *ausmelt furnace* dengan kapasitas produksi sebesar 40.000 ton per tahun timah kasar.

Pembangunan fasilitas peleburan ini dilakukan untuk menjawab tantangan terkait rendahnya perolehan timah pada peleburan saat ini dan semakin variatifnya karakteristik bijih timah dari lokasi penambangan. Fasilitas peleburan teknologi *ausmelt furnace* memerlukan biaya investasi sebesar USD 80 juta dan diharapkan akan mulai beroperasi pada tahun 2022.

Terdapat beberapa hal penting terkait aspek pemodalannya dalam pengembangan industri timah di Indonesia, di antaranya:

- Penyesuaian teknologi diperlukan untuk menjawab tantangan teknis yang terdapat pada industri timah di Indonesia.
- Penyesuaian teknologi tersebut akan memerlukan investasi yang cukup signifikan.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas timah, sangat diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri komoditas timah, agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal dan berkelanjutan. Keseimbangan ketersediaan sumber daya/cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas timah, harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Berdasarkan data cadangan tahun 2020 yang berjumlah 2,23 juta ton dan dengan skema laju produksi dari Ditjen Minerba Kementerian ESDM, maka umur cadangan timah Indonesia hanya sekitar 26 tahun lagi, yaitu akan habis pada tahun 2046.

Permasalahan ketahanan sumber daya dan cadangan komoditas timah salah satunya terkait keberadaan tambang rakyat. Tentunya tidak terdapat aspek perencanaan dalam aktifitas tambang rakyat, terlebih tambang rakyat menggunakan metode pengolahan sederhana dengan perolehan yang rendah sehingga masih terdapat mineral timah dan mineral ikutan yang tidak dimanfaatkan di bekas area tambang rakyat.

Walaupun terdapat potensi mineral timah dan mineral ikutan di area bekas tambang rakyat, belum terdapat regulasi yang mendukung upaya eksplorasi dan eksploitasi kembali mineral timah dan mineral ikutan di area bekas tambang rakyat tersebut.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi komoditas timah. Penambangan dan pengolahan komoditas timah juga memiliki dampak terhadap lingkungan di sekitarnya, baik dari bekas penambangan di darat maupun di lingkungan perairan akibat penambangan lepas pantai.

Penambangan timah di darat, jika tidak dilakukan pengontrolan dapat mengganggu ekosistem di sekitar area penambangan darat. Sementara penambangan timah lepas pantai yang tidak terkontrol, berdampak terhadap lingkungan perairan laut, seperti rusaknya terumbu karang dan timbulnya laut yang kotor dan keruh, sehingga mengurangi potensi ikan dan produk laut lainnya di wilayah penambangan tersebut.

Proses penambangan yang tidak terkontrol dengan baik umumnya ditemukan pada aktifitas penambangan ilegal oleh rakyat. Mereka menggunakan metode sederhana yang tidak dilengkapi dengan pengetahuan teknologi dan pengalaman yang memadai, sehingga mengakibatkan kerusakan di lingkungan sekitar secara masif.

Beberapa hal penting terkait keberlanjutan dan dampak lingkungan dari pengembangan industri timah di Indonesia, antara lain:

- Ketahanan sumber daya dan cadangan bijih timah harus diperhatikan untuk keberlanjutan industri timah.
- Penggunaan teknologi yang ramah lingkungan harus diupayakan untuk mengurangi dampak negatif industri timah terhadap lingkungan.

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi terkait data sumber daya dan cadangan kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi, telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) (SWOT analysis) terutama bagi perusahaan dalam negeri terkait pengembangan industri timah di Indonesia.

<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Indonesia Merupakan Salah Satu Eksportir Timah Terbesar Di Dunia 2. Cash Cost Produksi Timah Lebih Rendah Dibandingkan Rata-Rata Negara Lain 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 98,5% Produksi Timah Indonesia Diekspor, hanya 1,5% Diserap Domestik 2. Sebagian Kebutuhan Timah dalam Negeri dipenuhi melalui Impor 3. Data Lengkap Industri Timah Tidak Tersedia 4. Potensi Imenit, Zirkon dan LTJ sebagai Sisa Hasil Pengolahan & Pemurnian (SHPP) Timah Belum Termanfaatkan 5. Infrastruktur & Rantai Pasok Industri Timah Belum Optimal
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Indonesia Memiliki Cadangan Timah Terbesar ke 2 di Dunia 2. Terdapat Market Domestik untuk Timah 3. Pertumbuhan Permintaan LTJ 4. Peningkatan Kebutuhan Elektronik seiring Peningkatan Jumlah Penduduk Indonesia 5. Penambangan laut dalam (>50 m dibawah permukaan laut) 	<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Potensi adanya sisa hasil pengolahan ke alam. Perpindahan dari Bijih Timah Aluvial ke Bijih Timah Primer 2. Penambangan laut dalam (>50 m dibawah permukaan laut) 3. Peningkatan Limbah Elektronik 4. Sumberdaya Timah yang Tidak Terbaharukan

Analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (SWOT Analysis) terkait pengembangan industri timah Indonesia

Hasil analisis pada tabel di atas, kemudian digunakan dalam penyusunan Grand Strategy Mineral Timah yang berisi program-program utama yang perlu dilakukan dalam pengembangan industri timah Indonesia hingga tahun 2045.

	<p>Strength:</p> <p>S1. Indonesia Merupakan Salah Satu Eksportir Timah Terbesar Di Dunia</p> <p>S2. Cash Cost Produksi Timah Lebih Rendah Dibandingkan Rata-Rata Negara Lain</p>	<p>Weakness:</p> <p>W1. 98,5% Produksi Timah Indonesia Diekspor, hanya 1,5% Diserap Domestik</p> <p>W2. Sebagian Kebutuhan Timah dalam Negeri dipenuhi melalui impor</p> <p>W3. Data Lengkap Industri Timah Tidak Tersedia</p> <p>W4. Potensi Iminit, Zirkon dan LTJ sebagai Sisa Hasil Pengolahan & Pemurnian (SHPP) Timah Belum dimanfaatkan</p> <p>W5. Infrastruktur & Rantai Pasok Industri Timah Belum Optimal.</p>
<p>Opportunity:</p> <p>O1. Indonesia Memiliki Cadangan Timah Terbesar ke 2 di Dunia</p> <p>O2. Terdapat Market Domestik untuk Timah</p> <p>O3. Pertumbuhan Permintaan LTJ</p> <p>O4. Peningkatan Kebutuhan Elektronik seiring Peningkatan Jumlah Penduduk Indonesia</p> <p>O5. Penambangan laut dalam (>50 m dibawah permukaan laut)</p>	<p>SO:</p> <p>1. Pengembangan teknologi dan optimalisasi penambangan laut dalam > 50 m (<i>Deep sea tin mining</i>) (S1, O5)-(1c)</p>	<p>WO:</p> <p>1. Updating data sumberdaya dan cadangan bijih timah dan mineral ikutan timah (W3, O1)-(1a)</p> <p>2. Peningkatan penyerapan domestik produk timah dan pengaturan tata niaga (W1, W5, O1)-(2a)</p> <p>3. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku timah (W2, O2)-(2b)</p> <p>4. Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur (W3, O2)-(3a)</p> <p>5. Substitusi impor hasil industri fabrikasi dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri (W2, O2)-(3b)</p> <p>6. Pengembangan industri monasit (W4, O3)-(3c)</p> <p>7. Pengembangan industri iminit (W4, O3)-(3d)</p> <p>8. Pengembangan industri zirkon (W4, O3)-(3e)</p> <p>9. Pemakaian hasil produk timah domestik untuk industri elektronik dalam negeri (W2, W5, O4)-(4a)</p>
<p>Threat:</p> <p>T1. Perpindahan dari Bijih Timah Aluvial ke Bijih Timah Primer</p> <p>T2. Peningkatan Limbah Elektronik</p> <p>T3. Sumberdaya Timah yang Tidak Terbaharukan</p>	<p>ST:</p> <p>1. Pengembangan teknologi dan optimalisasi pengolahan bijih tipe primer (<i>Hard rock tin processing</i>) (S1, S2, T1)-(1b)</p> <p>2. Penyesuaian teknologi pengolahan bijih tipe primer (S1, S2, T1)-(2c)</p>	<p>WT:</p> <p>1. Pengembangan sistem koleksi, sortir, pemrosesan scrap barang elektronik dan pengembangan industri timah sekunder (W5, T2, T3)-(4b)</p>

Matris TOWS komoditas timah Indonesia

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas timah saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun 4 usulan program utama terkait pengembangan komoditas timah Indonesia, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

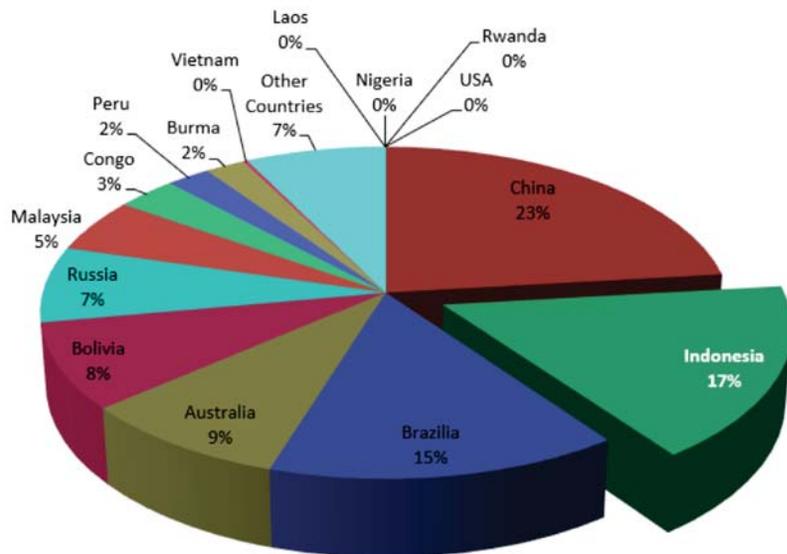
Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri timah, mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi / manufaktur, hingga daur ulang.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

Ketahanan cadangan komoditas mineral khususnya timah yang dimaksud pada bagian ini, mempertimbangkan beberapa aspek penting, yaitu ketersediaan sumber, keterjangkauan untuk kebutuhan industri dan keberlanjutannya pada masa yang akan datang. Pada tahun 2020, Indonesia memiliki cadangan timah terbesar kedua di dunia yaitu sekitar 17% dari total cadangan timah dunia. Umur cadangan timah Indonesia akan sangat bergantung pada tingkat produksi logam timah.

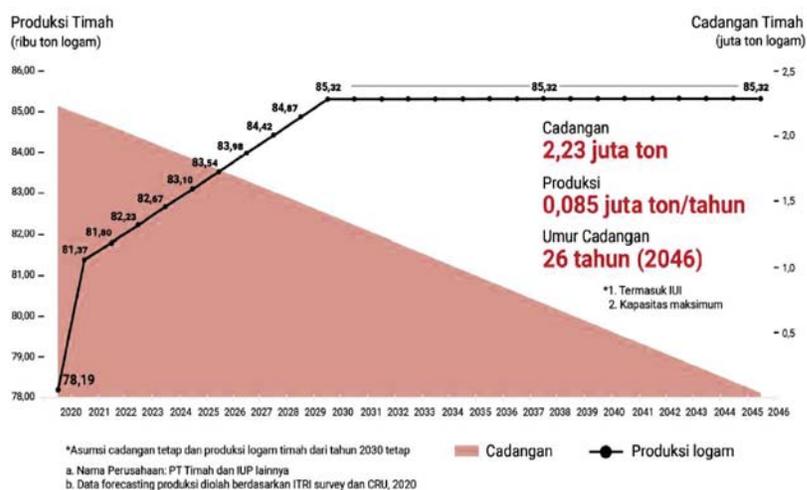
Jika diasumsikan, tidak ada penambahan cadangan dan konsumsi bijih timah, berdasar pada proyeksi Ditjen Minerba, maka cadangan bijih timah Indonesia diprediksi akan habis dalam 26 tahun mendatang, yaitu pada tahun 2046. Terkait umur cadangan yang berdasarkan proyeksi Ditjen Minerba yang tidak dapat bertahan lama, maka kegiatan pemutakhiran data sumber daya dan cadangan bijih timah harus ditingkatkan.

Sampai saat ini, tidak semua IUP tambang timah melaporkan data sumber daya dan cadangannya. Sehingga jumlah sumber daya dan cadangan timah aktual yang dimiliki Indonesia tidak diketahui dengan pasti.



Source: Data Cadangan diolah dari data publish USGS Tahun 2020

Cadangan timah dunia 2020



Skema ketahanan cadangan timah Indonesia

Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan pemutakhiran data sumber daya dan cadangan adalah dengan mewajibkan semua IUP untuk melakukan pelaporan data secara berkala, serta memberlakukan standarisasi pelaporan sumber daya dan cadangan mineral timah dan mineral ikutannya. Kewajiban pemutakhiran data dan standarisasi pelaporan sumber daya dan cadangan mineral timah dan mineral ikutannya, dapat dibuat dalam bentuk peraturan yang mengikat terhadap setiap pemilik IUP timah. Penegakkan peraturan tersebut dan pemberian sanksi terkait dapat dilakukan secara bertahap.

Hal lainnya ialah terdapat potensi keberadaan mineral timah serta mineral ikutannya di area bekas tambang rakyat. Tambang rakyat menggunakan metode penambangan dan pengolahan yang sederhana dengan perolehan yang rendah, sehingga diperkirakan sisa hasil pengolahan dan pemurnian (SHPP) di area tersebut, masih memiliki potensi keterdapatn mineral timah dan mineral ikutannya yang mungkin dapat dimanfaatkan secara ekonomis.

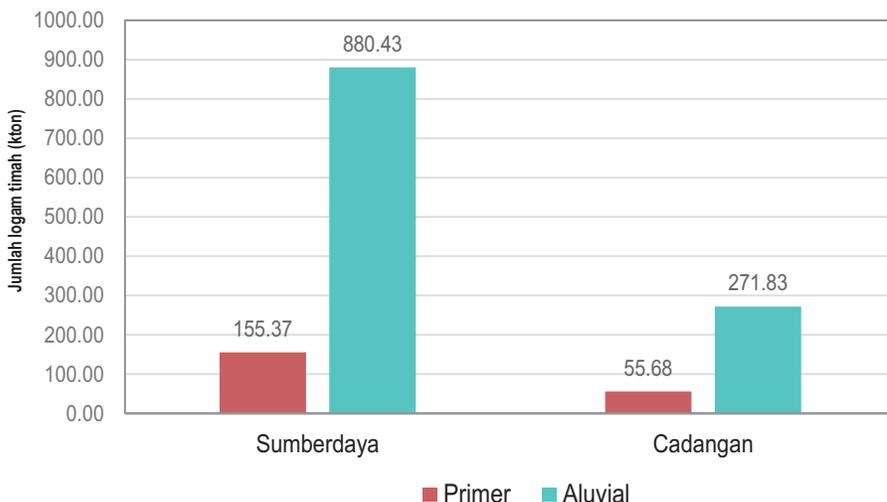
Langkah awal untuk memanfaatkan bekas tambang rakyat adalah dengan membuat regulasi yang mendukung eksplorasi dan eksploitasi kembali area bekas tambang rakyat tersebut, sehingga mineral timah dan mineral ikutannya yang terdapat di area tersebut, dapat diambil dan diolah secara optimal. Langkah ini juga merupakan langkah konservasi mineral timah karena akan membantu pemenuhan kebutuhan bijih timah dari area bekas tambang sehingga mengurangi eksploitasi di area tambang baru.

a. Pengembangan Teknologi Dan Optimalisasi Pengolahan Bijih Tipe Primer (*Hard Rock Tin Processing*)

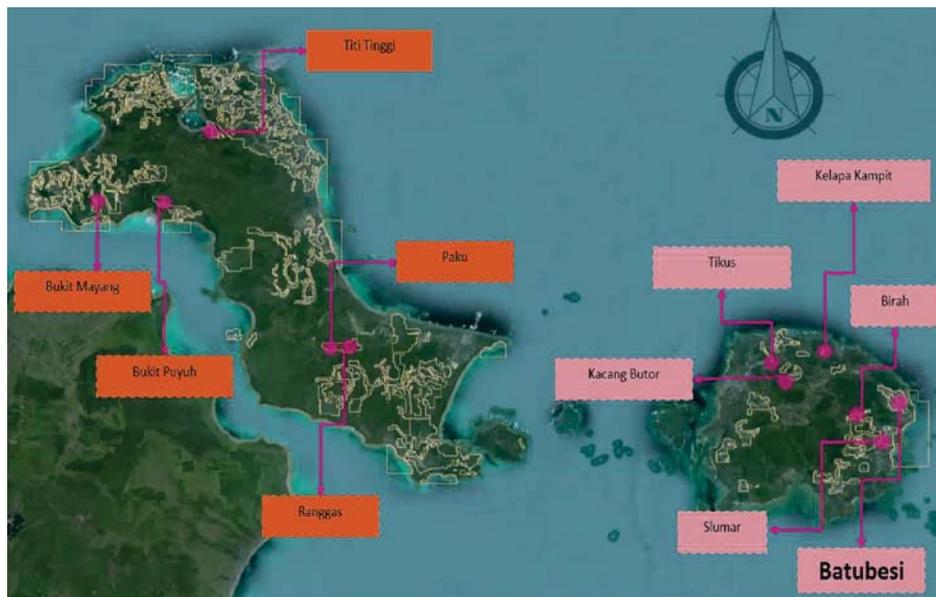
Terdapat dua tipe bijih timah, yaitu timah primer (*hard rock*) dan timah aluvial (*placer*). Berdasarkan data dari PT Timah Tbk, pada tahun 2019 Indonesia memiliki sumber daya bijih timah primer sebanyak 155 ribu ton. Jumlah ini memang jauh lebih sedikit dari bijih timah aluvial yang berjumlah 880 ribu ton. Pada tahun yang sama, data cadangan bijih timah primer juga lebih sedikit dari bijih timah aluvial, masing-masing secara berturut-turut mencapai 56 ribu ton dan 272 ribu ton.

Bijih timah primer memiliki karakteristik yang berbeda dengan tipe aluvial, sehingga memerlukan metode penambangan dan pengolahan yang berbeda. Jumlah sumber daya dan cadangan bijih timah primer yang lebih sedikit dari bijih timah aluvial, kemungkinan disebabkan belum dilakukan eksplorasi yang difokuskan khusus untuk bijih timah primer.

Kegiatan eksplorasi sumber daya bijih timah primer saat ini telah mulai dilakukan oleh PT Timah Tbk. Kegiatan eksploitasi cadangan bijih timah primer juga telah dilakukan oleh PT Timah Tbk dengan menggunakan metode penambangan open pit di area Batu Besi.



Sumber daya dan cadangan timah berdasarkan jenis tahun 2019



Area target penambangan bijih timah primer

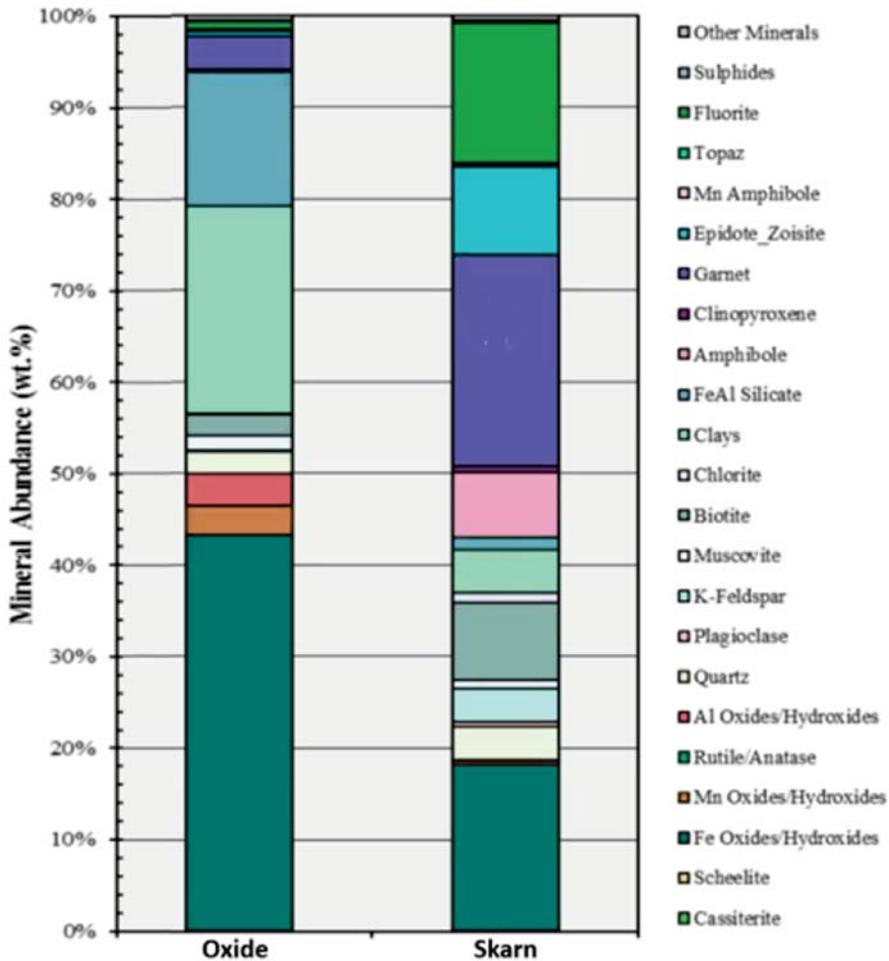


Proyek penambangan open pit bijih timah primer di PT Timah

Selain metode penambangan yang berbeda dengan bijih timah sekunder, metode pemrosesannya bijih timah primer juga berbeda karena bijih timah primer memiliki pengotor yang lebih banyak dari bijih timah aluvial.

Bijih timah primer dapat dikategorikan sebagai bijih oksida dan bijih skarn. Bijih oksida didominasi oleh mineral oksida/hidroksida, lempung, dan besi alumina silikat. Sementara bijih skarn didominasi oleh mineral garnet, besi oksida/hidroksida, dan florit.

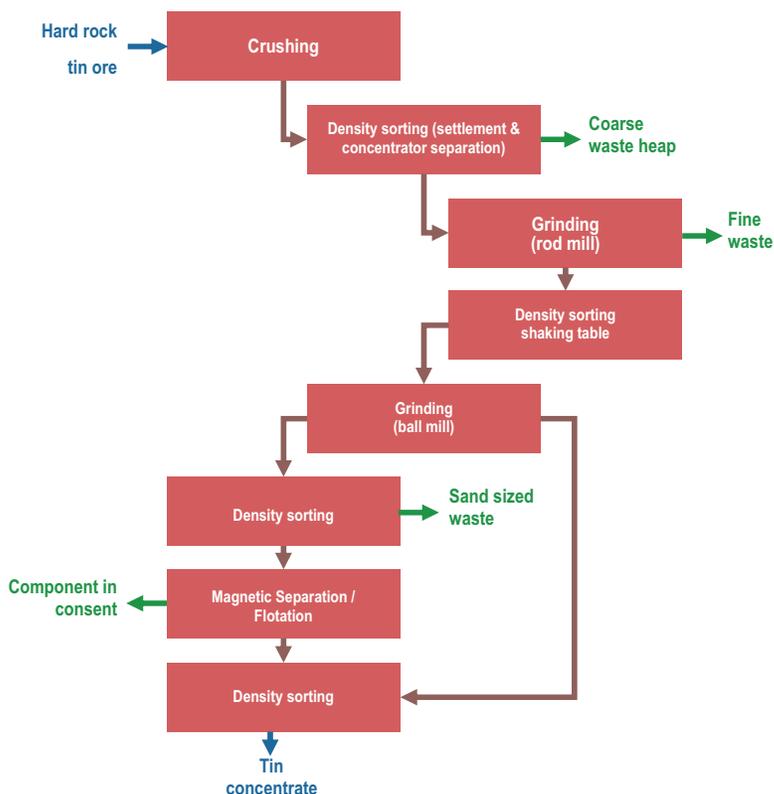
Timah pada kedua bijih tersebut, seluruhnya terkandung dalam mineral kasiterit. Untuk mengoptimalkan pemanfaatan bijih timah primer, maka perlu dilakukan modifikasi teknologi yang telah ada sehingga bijih timah tipe primer bisa diolah.



Karakteristik bijih timah primer di PT Timah

Pengolahan bijih timah primer memerlukan berbagai tahapan pengecilan ukuran dan konsentrasi. Di PT Timah Tbk, proses pengolahan bijih timah primer dilakukan pertama-tama dengan memperkecil dan mengatur ukuran butirannya dengan menggunakan *ballmill* dan *classifier*.

Ukuran butiran yang telah halus dan seragam, kemudian diumpankan dengan *distribution box* menuju rangkaian alat yang terdiri dari 36 buah *shaking table*. Namun masih terdapat beberapa permasalahan, antara lain produk konsentrat kandungan timah masih rendah +8% Sn dan perolehan logam timah yang rendah sekitar 25%. Oleh karena itu, program penelitian dan pengembangan teknologi pengolahan bijih timah primer Indonesia perlu didorong agar pemanfaatan bijih timah primer yang lebih optimum segera tercapai.



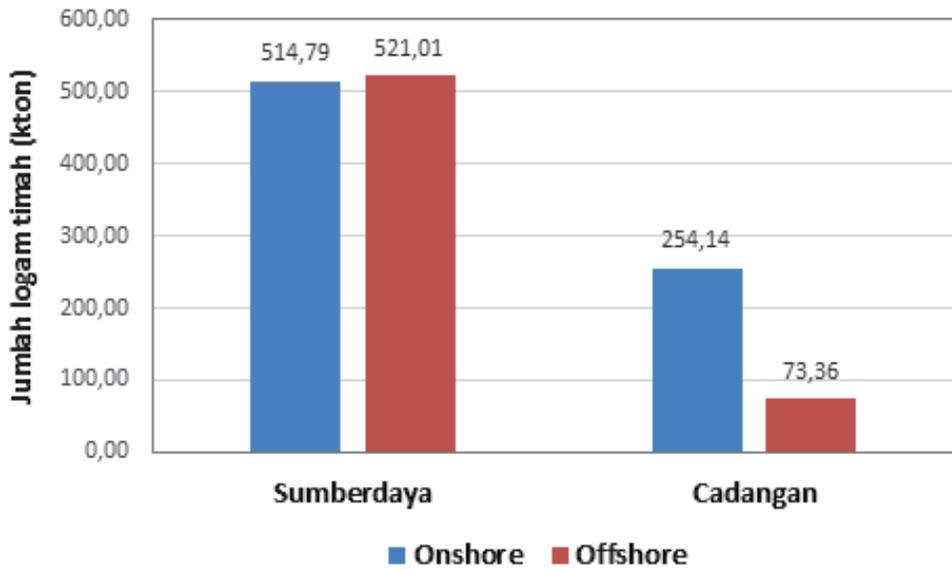
Metode pengolahan bijih timah primer secara umum

b. Pengembangan Teknologi dan Optimalisasi Penambangan Laut Dalam Lebih dari 50 Meter (Deep Sea Tin Mining)

Dalam menghasilkan timah, bijih timah aluvial didapat dengan menggunakan berbagai metode penambangan yang bergantung pada lokasi sumber bijihnya. PT Timah Tbk menggunakan metode semprot untuk penambangan aluvial darat. PT Timah juga menggunakan kapal keruk dan kapal isap produksi untuk melakukan penambangan lepas pantai atau *offshore*.

Berdasarkan data *Mining Industry Indonesia* (MIND ID) tahun 2019, sumber daya *offshore* timah Indonesia mencapai 521 ribu ton. Jumlah tersebut lebih besar daripada sumber daya *onshore* yang jumlahnya mencapai 514 ribu ton. Sementara itu, jumlah cadangan *offshore* pada tahun yang sama adalah 74 ribu ton dan jumlah cadangan *onshore* adalah 254 ribu ton. Saat ini, penambangan laut belum berlangsung secara optimal karena kemampuan Kapal Isap Produksi (KIP) yang dimiliki PT Timah, hanya mampu melakukan penambangan sampai kedalaman 25 meter.

Sementara kapal keruk bucket line dredges hanya mampu melakukan penambangan pada kedalaman 15 sampai 50 meter di bawah permukaan laut. Akibatnya, cadangan timah yang berada pada kedalaman lebih dari 50 meter di bawah permukaan laut tersebut belum dapat dimanfaatkan. Padahal, sumber daya timah laut atau *offshore* sangat potensial untuk dieksplorasi dan dieksploitasi lebih lanjut.



Sumber daya dan cadangan timah berdasarkan lokasi tahun 2019

Dalam memanfaatkan cadangan *offshore* timah pada kedalaman lebih dari 50 meter di bawah permukaan laut, maka pengembangan teknologi penambangan laut dalam harus segera dilakukan. Teknologi penambangan dengan *bucket wheel dredges* atau *KIP-bore hole mining*, perlu didorong karena memiliki kemampuan melakukan penambangan melebihi 50 meter di bawah permukaan laut. Seiring dengan penggunaan teknologi penambangan laut dalam tersebut, aspek dampak lingkungannya juga perlu diperhatikan dan diminimalisir.

Kapal Bucket Wheel Dredges



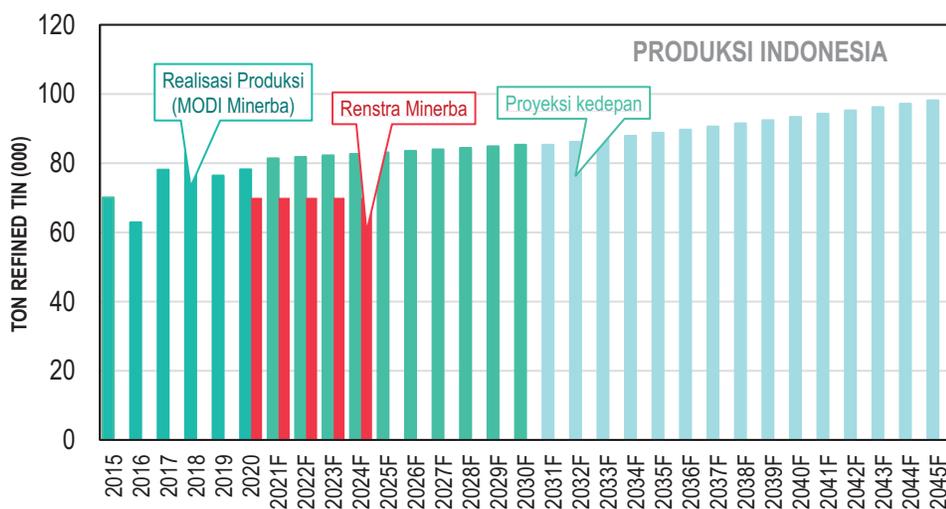
Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

Berdasarkan Rencana Strategis (Renstra) Minerba, produksi logam timah hasil pemurnian Indonesia dari tahun 2020 hingga 2024 diproyeksikan konstan pada angka 70 ribu ton per tahun. secara aktual, produksi logam timah Indonesia pada tahun 2020 telah melampaui target dengan realisasi produksi logam timah sekitar 78 ribu ton.

Produksi logam timah Indonesia diproyeksikan akan terus meningkat hingga mencapai 85 ribu ton pada tahun 2030. Dengan melanjutkan tren dari proyeksi Ditjen Minerba, maka pada tahun 2045 produksi logam timah Indonesia diproyeksikan mencapai 98 ribu ton per tahun.

Proyeksi produksi timah yang signifikan hingga menempatkan Indonesia sebagai produsen timah terbesar kedua di dunia setelah Tiongkok, belum disertai dengan serapan yang sepadan oleh industri domestik. Serapan logam timah oleh industri domestik hanya sekitar 1,5% saja. Sedangkan sisanya yaitu sekitar 98,5% diekspor ke luar negeri.

Hal ini menyebabkan keberlangsungan industri timah Indonesia sangat tergantung pada harga timah dunia. Apabila harga timah dunia jatuh, maka industri timah Indonesia akan mengalami guncangan yang signifikan sehingga mengancam keberlanjutan industri timah nasional. Upaya yang harus dilakukan untuk meningkatkan penyerapan logam timah domestik adalah dengan meningkatkan kapasitas dan jumlah industri hilir dari komoditas timah dalam negeri.



Proyeksi produksi timah Indonesia

Tata niaga khusus untuk industri hulu dan hilir timah yang terintegrasi juga diperlukan, untuk meningkatkan penyerapan produk timah domestik. Saat ini, transaksi logam timah antara industri hulu dan hilir dilakukan melalui lembaga pertukaran *Indonesia Commodity and Derivatives Exchange (ICDX)* atau *Jakarta Futures Exchange (JFX)*, di mana dalam melakukan transaksi terdapat biaya tambahan (biaya transaksi) sehingga biaya beli bahan baku timah menjadi lebih tinggi jika dibandingkan dengan membeli langsung pada perusahaan smelter timah.

Salah satu contoh permasalahan tata niaga ini adalah pada industri *tin solder* yang terintegrasi dengan industri *smelter* timah. Tetapi dalam menyediakan bahan baku, kurang bisa mendapatkan harga material yang kompetitif karena adanya keharusan pembelian melalui bursa. Padahal jika dibandingkan dengan kondisi di luar negeri, produsen sering kali mendapatkan material dengan harga di bawah harga pasar internasional dengan bekerja sama secara langsung dengan industri *smelter* timah.

a. Substitusi Impor dan Pemenuhan Kebutuhan Bahan Baku Timah

Meski Indonesia merupakan eksportir logam timah terbesar kedua di dunia, tetapi beberapa kebutuhan industri seperti bahan baku, masih impor dari luar negeri. Berdasarkan data BPS tahun 2020, setidaknya terdapat 5 produk timah yang masih diimpor dari luar negeri dengan total nilai impor mencapai 616 ton atau senilai USD 13 juta (Rp 188 Miliar).

Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku timah dapat meningkatkan ketahanan industri timah nasional. Substitusi impor bahan baku timah dapat dilakukan dengan mengembangkan industri antara dan hilir komoditas timah di dalam negeri, sehingga serapan timah domestik akan meningkat dan ketergantungan pengembangan industri timah Indonesia terhadap luar negeri dapat diminimalisir.

Code	Product Label	Import (2020)	
		Net Weight (kg)	USD (1000)
8001	Unwrought tin, not alloyed	32,907	661
8001	Unwrought tin alloys	139,330	2,468
8003	Tin Bar for Soldering	137,759	3,264
8003	Tin bars, rod, profiles and wire	163,858	4,795
8007	Other	142,931	1,315

Data impor komoditas timah Indonesia 2020

b. Penyesuaian Teknologi untuk Pengolahan Bijih Tipe Primer

Bijih timah primer memiliki karakteristik yang berbeda dan memiliki pengotor yang relatif lebih tinggi dari pada endapan bijih timah aluvial, sehingga dalam pemanfaatannya diperlukan pengembangan teknologi atau penyesuaian teknologi. Salah satu upaya yang dilakukan PT Timah Tbk untuk menjawab tantangan terkait perubahan karakteristik bijih timah dari lokasi penambangan, adalah dengan membangun fasilitas peleburan timah dengan teknologi *ausmelt furnace*.

Teknologi *reverberatory furnace* yang dipakai saat ini memiliki beberapa kekurangan, antara lain memerlukan umpan dengan kualitas yang baik, proses pengadukan dilakukan secara manual, waktu peleburan relatif lama. Teknologi ini juga memiliki kelemahan dalam hal penanganan dan peleburan kembali material sirkulasi (*backlog*), seperti terak I dan *hardhead*, di mana diperlukan *stockpile* dan energi yang relatif lebih besar, karena *backlog* dikeluarkan dan didinginkan.

Teknologi *ausmelt furnace* yang sedang dibangun diklaim memiliki beberapa keunggulan, antara lain pengadukan terjadi dengan baik di dalam tanur *ausmelt* akibat penghembusan gas melalui *top submerged lance*, besi dapat dikeluarkan dari *backlog* tanpa menghasilkan *hardhead*, eliminasi *stockpile* dari terak yang dihasilkan dari peleburan tahap I. Hal ini terjadi karena terak I langsung diproses dalam keadaan leleh tanpa harus mendinginkan terak terlebih dahulu, sehingga dapat menghemat energi untuk peleburan terak.

Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

Industri hilir dari turunan logam timah dan industri dari sisa hasil pengolahan dan pemurnian (SHPP) timah, memiliki potensi yang sangat besar untuk dikembangkan di Indonesia. Salah satu industri turunan timah yang telah ada di Indonesia saat ini adalah industri *tin solder*, *tin chemical*, dan *tin plate*.

Walaupun sudah terdapat industri turunan tersebut, sebagian bahan bakunya masih diimpor dari luar negeri dan masih banyak industri hilir logam timah yang masih belum terbangun di Indonesia seperti industri *tin powder*, *tin pipe*, dan lain-lain. Hal ini mengindikasikan bahwa masih banyak peluang pengembangan industri turunan logam timah tersebut di dalam negeri.

Selain dari logam timah, pengolahan konsentrat timah juga menghasilkan beberapa mineral berharga dari sisa hasil pengolahan dan pemurnian timah seperti monasit, ilmenit, dan zirkon. Monasit memiliki kandungan logam tanah jarang yang dapat dimanfaatkan untuk industri material maju. Ilmenit memiliki kandungan titanium yang dapat dimanfaatkan untuk industri berbasis titanium. Pengolahan zirkon juga memiliki potensi keekonomian yang cukup menjanjikan. Industri pengolahan dari SHPP tersebut, saat ini belum berkembang di Indonesia sehingga menjadi tantangan dan peluang yang besar untuk dikembangkan di dalam negeri pada masa yang akan datang.

Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur industri komoditas timah diperlukan untuk melihat gambaran secara menyeluruh. Pemetaan juga bermanfaat dalam menentukan kebijakan yang tepat terhadap pengembangan setiap industri turunan logam timah dan SHPP.

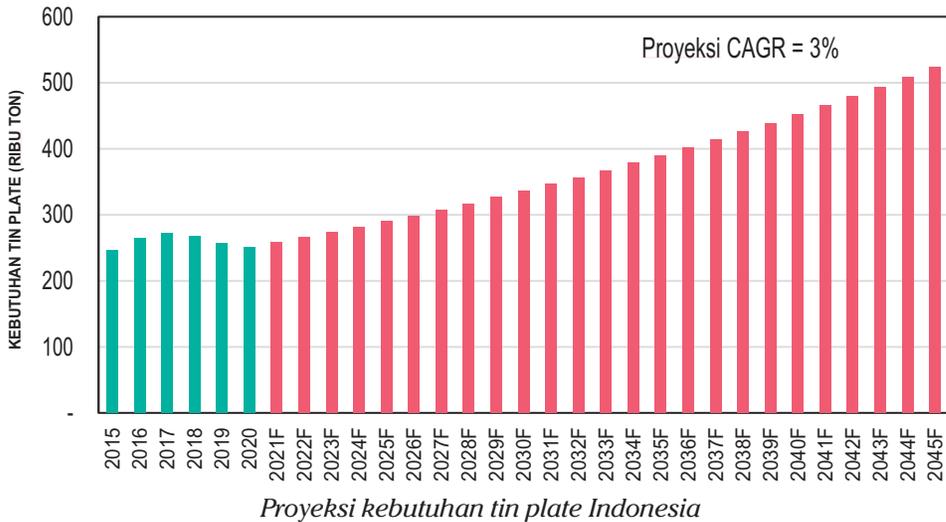
Pemetaan industri antara, fabrikasi dan manufaktur yang dapat diakses saat ini, hanya berdasarkan pohon industri yang dilengkapi dengan data nilai ekspor impor. Oleh karenanya, pemetaan yang lebih terintegrasi dari hulu sampai hilir harus dilakukan antar lintas Kementerian ESDM dan Kementerian Perindustrian.

Hal ini dilakukan agar gambaran rantai pasok industri komoditas logam timah dan SHPP dapat terlihat secara utuh. Selain itu agar penentuan kebijakan dalam pengembangan setiap industri turunan logam timah dan SHPP dapat diambil dengan tepat sesuai kebutuhan dan urgensinya.

a. Substitusi Impor Hasil Industri Fabrikasi dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

Beberapa industri hilir komoditas timah masih mengimpor beberapa bahan baku dan produk turunan timah. Salah satu contohnya adalah bahan baku industri tin plate yang masih mengimpor *tin mill black plate*.

Pada tahun 2020, Indonesia mengimpor sekitar 144 ribu ton *tin mill black plate* untuk memenuhi kebutuhan industri tin plate dalam negeri. Selain dari bahan baku tin plate, Indonesia juga terindikasi masih mengimpor produk tin plate itu sendiri dengan jumlah yang signifikan yaitu lebih dari 100 ribu ton



Realisasi produksi tin plate pada tahun 2020 mencapai 145 ribu ton, sementara total permintaan tin plate mencapai 260 ribu ton. Impor *tin plate* diperkirakan sekitar 44% dari total kebutuhan *tin plate* domestik. Pada tahun-tahun berikutnya, kebutuhan terhadap *tin plate* diperkirakan akan terus meningkat. Oleh karenanya, pada tahun 2045, kebutuhan *tin plate* domestik akan lebih dari 500 ribu ton.

Apabila kemampuan kapasitas produksi industri *tin plate* domestik tidak mengalami peningkatan, maka nilai impor akan terus meningkat hingga tahun 2045. Sehingga diperlukan upaya untuk mensubstitusi nilai impor tersebut dengan membangun pabrik *tin plate* baru atau meningkatkan kapasitas produksi pabrik *tin plate* yang telah ada.

b. Pengembangan Industri Pengolahan Monasit

Monasit merupakan salah satu sisa hasil pengolahan dan pemurnian (SHPP) bijih timah yang mengandung logam tanah jarang (LTJ). Monasit, dengan rumus kimia (REE,Th) posfit (PO_3), mengandung 31,5% serium oksida (CeO_2); 13,2% lantanum oksida (La_2O_3); 11% neodimium oksida (Nd_2O_3); 3,9% itrium oksida (Y_2O_3); 2,98% praseodymium (Pr_6O_{11}); 1,98% gadolinium oksida (Gd_2O_3); dan 1,96% samarium oksida (Sm_2O_3).

Industri logam tanah jarang merupakan salah satu industri yang masuk ke dalam prioritas Rencana Induk Pengembangan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Kebutuhan akan logam tanah jarang secara global dan produksi monasit Indonesia diperkirakan akan terus meningkat. Prediksi kebutuhan unsur tanah jarang dalam bentuk oksida (*rare earth oxide: REO*), berdasarkan aplikasinya secara global, pada periode 2014-2029 akan terus meningkat.

Kebutuhan terbesar dari REO sejak tahun 2014 hingga 2029 adalah untuk aplikasi magnet. Hal ini didorong oleh perkembangan industri mobil listrik di dunia yang menggunakan magnet sebagai komponen utama pada mesin penggeraknya.

Estimasi peningkatan produksi monasit dari sisa hasil pengolahan dan pemurnian bijih timah, didasarkan pada asumsi bahwa dalam bijih timah mengandung 0,95% monasit, dan produksi timah terus meningkat berdasarkan proyeksi produksi logam timah dari Ditjen Minerba hingga tahun 2045.

Application	Main Res	Demand (kt REO)				Five-year CAGR		
		2014	2019	2024	2029	2014-19	2019-24	2024-29
Batteries	La, Ce	6.7	9.9	9.1	6.4	8.00%	-1.70%	-6.80%
Catalysts	La, Ce	26	28.9	32.1	31.6	2.10%	2.10%	-0.30%
Ceramics	Y, Ce, Pr, Nd	4	5.5	6	6.6	6.50%	1.90%	1.90%
Glass	Ce, La, Er	9.3	10.4	10.9	11.4	2.20%	0.90%	0.80%
Magnets	Nd, Pr, Dy, Sm, Ce	25.7	41	55	68.6	9.80%	6.00%	4.50%
Metallurgy	Mischmetal	9.5	11.4	11.9	12.2	3.60%	0.80%	0.50%
Phosphors	Y, Eu, HREE	3.7	1.2	1	1	-20.30%	-3.60%	0.90%
Pigments	Pr	0.8	0.6	0.7	0.9	-6.20%	3.60%	3.90%
Polishing	Ce, La	14.5	18.6	19.5	20.1	5.10%	0.90%	0.60%
Others	REEs	7.4	12.1	17.7	22.8	10.30%	8.00%	5.20%
Total		107.6	139.6	163.9	181.6	5.30%	3.30%	2.10%

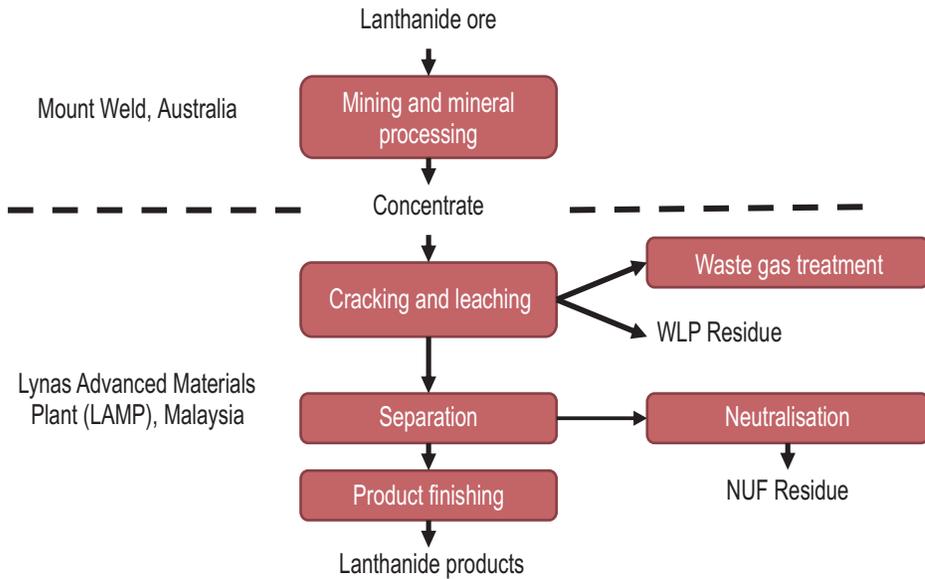
Histori dan proyeksi kebutuhan REO untuk berbagai aplikasi

Asumsi : Komposisi bijih timah mengandung 31,7% Kasiterit, 0,95% Monasit, 4,3% Zirkon dan 8,3% Ilmenit



Estimasi produksi monasit Indonesia

Peningkatan produksi monasit dalam negeri, jika tidak diiringi dengan adanya industri pengolahan, maka potensi besar dari monasit tersebut akan hilang. Karena itu, dibutuhkan pengembangan teknologi dan industri pengolahan serta produk turunan dari monasit. Salah satu contoh teknologi pengolahan monasit menjadi REO yang telah diaplikasikan skala industri adalah teknologi dari LAMP (*Lynas Advanced Materials Plant*).



Teknologi pengolahan monasit menjadi REO LAMP

Lynas memproduksi REO dari mineral monasit dan menghasilkan NdPr-oksida, Ce-karbonat, Ce-oksida, LaCe-karbonat dan LaCe-oksida, serta SEG-oksida. Proses pertama yaitu penambangan dan pengolahan mineral hingga menjadi konsentrat dilakukan di Mount Weld, Australia.

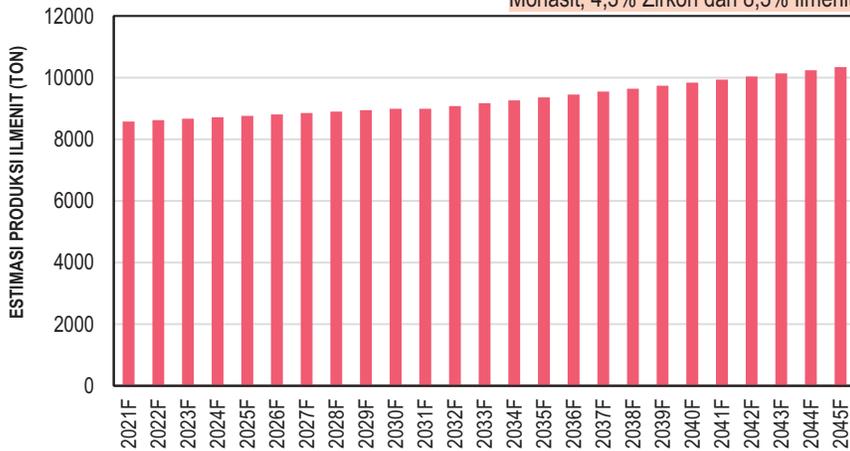
Selanjutnya, konsentrat tersebut dibawa ke LAMP di Malaysia untuk dilakukan proses pengolahan berikutnya. Di LAMP, konsentrat REO diproses *cracking* dan *leaching* yang dilanjutkan dengan proses *separation* dan *finishing*, sehingga menghasilkan REO. Kapasitas produksi yang diolah di Lynas adalah 22.000 tpa TREO dengan kadar thorium (Th) yang dikelola Lynas sekitar 0,16%.

c. Pengembangan Industri Pengolahan Ilmenit

Ilmenit merupakan mineral SHPP bijih timah yang mengandung titanium dan memiliki potensi keekonomian yang besar. Pada tahun 2021, produksi ilmenit sekitar 8200 ton per tahun dan diprediksi akan meningkat di atas 10.000 ton per tahun pada 2045. Proyeksi ini diasumsikan dengan komposisi bijih timah mengandung sekitar 8.3% ilmenit. Hal ini juga berdasarkan proyeksi produksi logam timah dari Ditjen Minerba yang diteruskan hingga tahun 2045. Ilmenit (FeTiO_3) tanpa diolah, memiliki nilai jual sekitar USD 200 per ton (tahun 2019) dan jika diolah dengan berbagai skema, maka memiliki nilai tambah yang cukup signifikan.

Sebagai contoh, jika ilmenit dilakukan *thermal decomposition*, kemudian dilanjutkan dengan sulphate TiO_2 process maka akan menghasilkan TiO_2 white pigment dengan kadar $\text{TiO}_2 < 98\%$ yang memiliki nilai jual sekitar USD 3000 per ton. Estimasi peningkatan produksi ilmenit, serta potensi keekonomian yang cukup besar dari hasil pengolahannya, menunjukkan bahwa pengembangan industri pengolahan ilmenit memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan pada masa yang akan datang.

Asumsi : Komposisi bijih timah mengandung 31,7% Kasiterit, 0,95% Monasit, 4,3% Zirkon dan 8,3% Ilmenit



Estimasi produksi ilmenit Indonesia

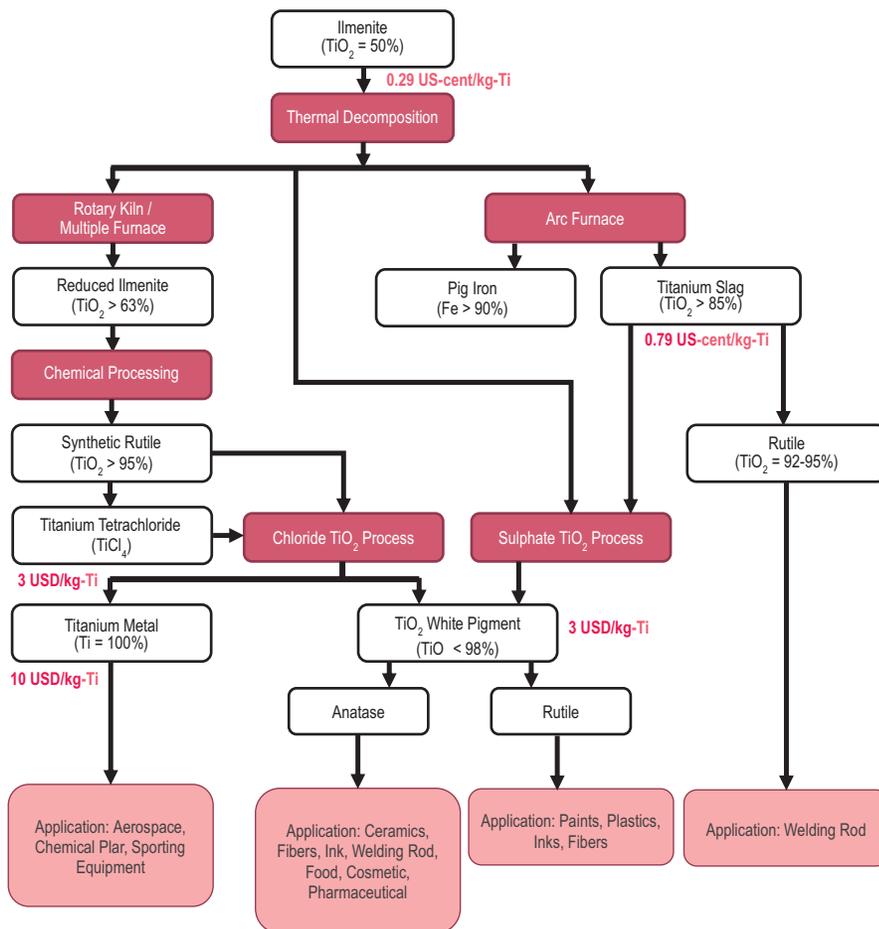


Diagram pengolahan ilmenit dan aplikasinya

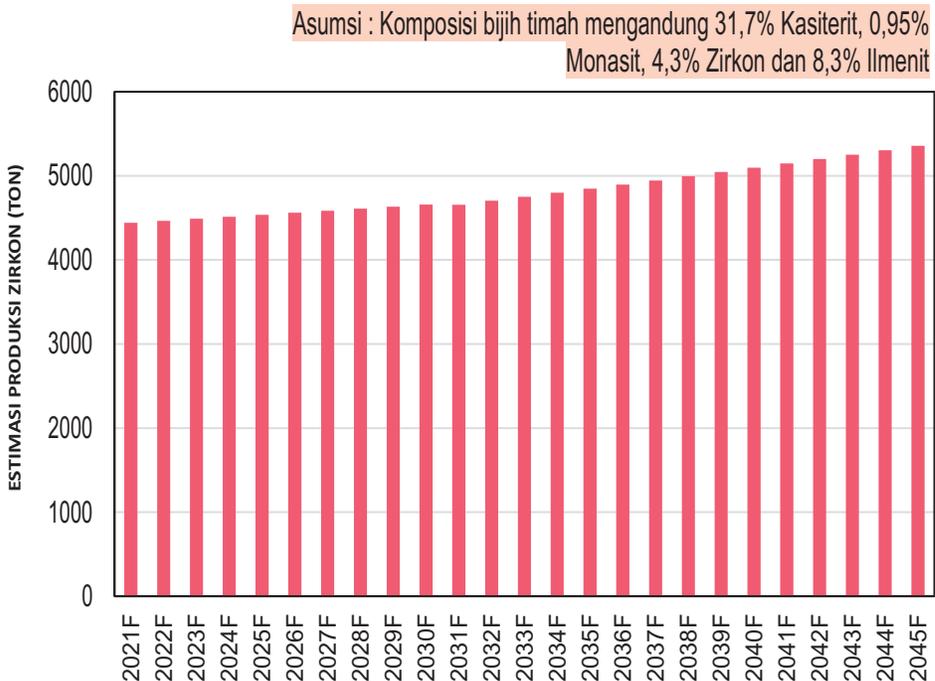
d. Pengembangan Industri Pengolahan Zirkon

Zirkon merupakan mineral yang terkandung dalam SHPP timah yang produksinya diproyeksikan akan meningkat. Proyeksi tersebut dihitung berdasarkan asumsi komposisi bijih timah yang mengandung sekitar 4,3% zirkon dan berdasarkan proyeksi produksi logam timah dari Ditjen Minerba hingga tahun 2045.

Produksi mineral zirkon pada 2021, sekitar 4.500 ton dan akan terus meningkat hingga mencapai sekitar 5.300 ton pada tahun 2045. Zirkon yang memiliki rumus kimia ZrO_2 , memiliki nilai jual mencapai USD 1300 per ton pada tahun 2020. Zirkon dapat diolah lebih lanjut menjadi berbagai produk untuk berbagai aplikasi seperti. Zirkon, apabila dilakukan proses milling akan menghasilkan zirkonium silikat ($ZrSiO_4$) dengan kadar zirkonium dioksida (ZrO_2) lebih dari 64%. Senyawa tersebut akan menghasilkan aplikasi *Frit, Refractory dan Foundry*.

Apabila dilakukan *chemical processing*, dapat menghasilkan *zirconium chemical* (ZOC, ZBS, ZOH, etc) atau *chem precipitated ZrO_2* dengan kadar ZrO_2 lebih dari 99% yang memiliki aplikasi sebagai *refractories, catalyst, electronic, pigment, metal extrusion dies, engineering ceramic dan abrasive material*.

Berbagai proses lainnya dapat dilakukan untuk menghasilkan spesifikasi zirkon serta aplikasi yang berbeda. Berdasarkan hal-hal tersebut, maka dapat dilihat bahwa industri pengolahan zirkon memiliki potensi yang sangat baik untuk dikembangkan lebih lanjut di Indonesia.



Estimasi produksi zirkon Indonesia

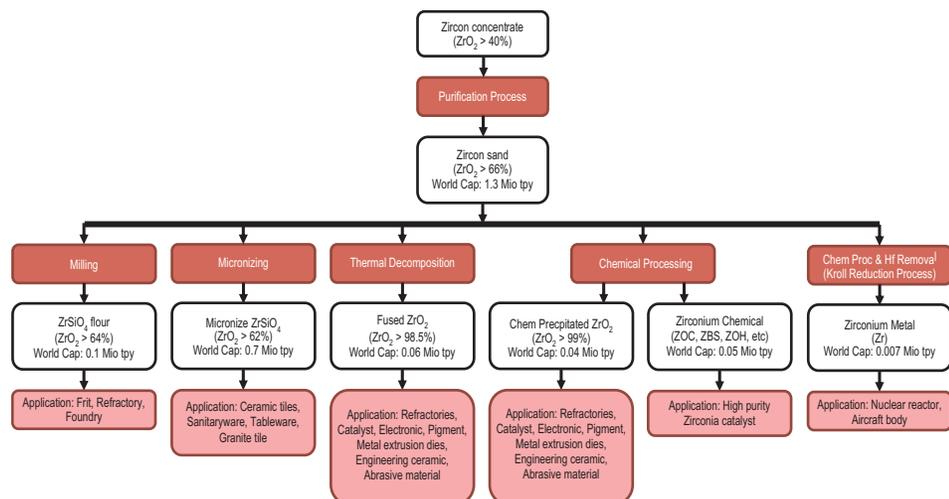


Diagram pengolahan zirkon dan aplikasinya

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanangan Sistem Daur Ulang

Jumlah penduduk Indonesia yang cukup besar menjadi potensi bisnis yang baik bagi produsen elektronik. Namun, sebagian besar produk dan bahan baku barang elektronik tersebut masih impor dari luar negeri, termasuk di antaranya kebutuhan tin solder.

Saat ini, produsen elektronik domestik cenderung memilih produk solder pabrikan luar negeri, meski pabrikan dalam negeri memiliki spesifikasi yang sama. Hal ini terjadi karena untuk menembus pasar industri elektronik tersebut, produk tin solder harus lulus berbagai uji yang dipersyaratkan oleh industri elektronik tersebut.

Oleh karenanya, diperlukan upaya agar industri *tin solder* domestik dapat memenuhi persyaratan uji yang telah ditetapkan agar dapat menembus pasar industri elektronik. Upaya lain yang dapat dilakukan adalah dukungan dari pemerintah untuk meningkatkan serapan dari industri *tin solder* nasional melalui pengaturan tata niaga yang tepat. Dibutuhkan juga regulasi dan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk produk *tin solder*. Regulasi yang dapat memberikan insentif terhadap pengembangan industri *tin solder* nasional sangat diharapkan. SNI untuk *tin solder* dalam negeri juga diperlukan untuk mengurangi masuknya produk *solder* impor, sehingga bisa meningkatkan serapan produk solder domestik.

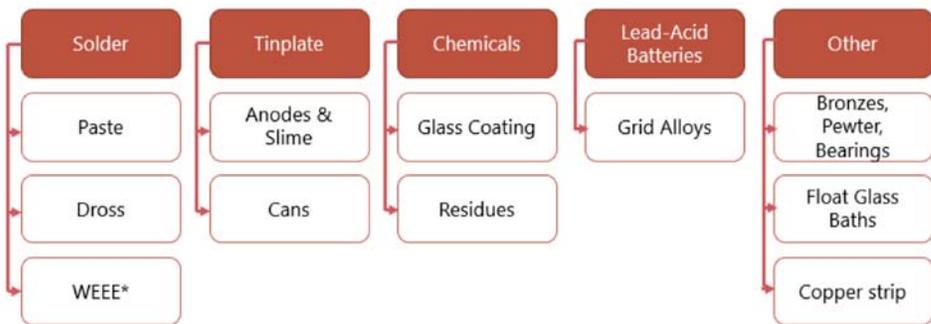
a. Pengembangan Sistem Koleksi, Sortir, Pemrosesan *Scrap* Barang Elektronik dan Pengembangan Industri Timah Sekunder

Meningkatnya penggunaan elektronik, serta berbagai teknologi yang menggunakan timah, dapat menyebabkan peningkatan limbah timah itu sendiri. Bertambahnya jumlah limbah tersebut sebenarnya bisa dimanfaatkan menjadi timah sekunder. Beberapa contoh limbah mengandung timah yang dapat dijadikan sebagai sumber timah sekunder adalah *paste*, *dross*, dan sampah elektronik (*waste from electrical and electronic equipment/WEEE*) dari aplikasi solder serta *anodes*, *slimes* dan *cans* dari industri *tin plate*.

Limbah-limbah tersebut, jika tidak diolah dengan baik, maka akan semakin menumpuk dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Terdapat potensi yang besar untuk memanfaatkan limbah-limbah tersebut sebagai sumber timah sekunder yang dapat dimanfaatkan kembali dan memiliki nilai keekonomian.

Saat ini, secara global 30% timah diproduksi dari sumber timah daur ulang. Karenanya, Indonesia juga perlu untuk mulai mengembangkan sistem sortir dan daur ulang limbah yang mengandung timah sebagai sumber timah sekunder.

Permasalahan lainnya adalah beberapa *scrap* saat ini masih dikategorikan sebagai limbah B3. Sebagai contoh, *solder dross* saat ini masih dikategorikan sebagai limbah B3, sehingga tidak dapat dipergunakan sebagai sumber timah sekunder. Karena itu, dalam pengembangan sistem daur ulang, perlu ada pengkajian lebih lanjut terkait pengkategorian limbah B3 yang masih mengandung timah. Selain itu, perlu disusun regulasi sehingga limbah mengandung timah dapat dimanfaatkan sebagai sumber timah sekunder. Teknologi sortir dan daur ulang juga perlu dikembangkan untuk memproses sumber timah sekunder ini.



Sumber timah habis pakai untuk daur ulang

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas timah telah disusun untuk keempat program utama sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan tersebut memberi petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target di tiap program turunan dalam masing-masing program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan, mulai dari 2021 hingga 2045. Rancangan peta jalan yang telah dibuat terdiri dari beberapa fase sebagai berikut:

a. Program 1 - Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

- Fase 1: 2021-2025
 - I. Penegakan kewajiban pelaporan sumber daya dan cadangan timah beserta mineral ikutannya.
 - ii. Pengembangan regulasi yang mendukung eksplorasi dan eksploitasi kembali SHPP di area bekas tambang rakyat.
 - iii. Pengembangan teknologi dan optimalisasi pengolahan bijih tipe primer (*hard rock tin processing*).
 - iv. Pengembangan teknologi penambangan laut kedalaman lebih dari 50 meter sebagai upaya untuk meningkatkan keberlanjutan umur tambang.
- Fase 2-5: 2026-2045
 - i. Updating penegakan kewajiban pelaporan signal data *converter* (SDC) timah beserta mineral ikutannya oleh perusahaan.
 - ii. Updating regulasi yang mendukung eksplorasi dan exploitasi kembali SHPP di area bekas tambang rakyat.
 - iii. Pengembangan regulasi yang mendukung eksplorasi dan eksploitasi kembali SHPP di area bekas tambang rakyat.
 - iv. Peningkatan kapasitas produksi bijih tipe primer.
 - v. Peningkatan produksi bijih dari penambangan laut kedalaman lebih dari 50 meter.

b. Program 2 - Peningkatan, Optimalisasi, dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

- Fase 1: 2021-2025
 - i. Peningkatan produksi tin ingot sehingga kapasitas produksi lebih dari 78.000 ton.
 - ii. Peningkatan penyerapan domestik produk timah dan pengaturan tata niaga (hingga 2045).
 - iii. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku timah (hingga 2045).
 - iv. Penyesuaian teknologi pengolahan bijih tipe primer.
- Fase 2: 2026-2030
 - i. Peningkatan produksi tin ingot sehingga kapasitas produksi lebih dari 83.000 ton.
 - ii. Penerapan teknologi pengolahan bijih tipe primer.
- Fase 3: 2031-2035
 - i. Peningkatan produksi tin ingot sehingga kapasitas produksi lebih dari 85.000 ton.
 - ii. Peningkatan produksi logam timah dari bijih tipe primer (hingga 2045).
- Fase 4: 2036-2040
 - i. Peningkatan produksi tin ingot sehingga kapasitas produksi lebih dari 88.000 ton.
- Fase 5: 2041-2045
 - i. Peningkatan produksi tin ingot sehingga kapasitas produksi lebih dari 95.000 ton.

c. Program 3 - Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur dan Peningkatan TKDN

- Fase 1: 2021-2025
 - i. Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur (hingga 2045).
 - ii. Substitusi impor hasil industri fabrikasi dan peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) (hingga 2045).
 - iii. Kajian peningkatan kapasitas produksi *tin plate*.
 - iv. Persiapan pengembangan industri pengolahan monasit.
 - v. Persiapan pengembangan industri pengolahan zirkon.
 - vi. Persiapan pengembangan industri pengolahan ilmenit.
- Fase 2: 2026-2030
 - i. Implementasi peningkatan kapasitas produksi *tin plate* lebih dari 298.000 Ton.
 - ii. Pembangunan industri pengolahan monasit.
 - iii. Pembangunan industri pengolahan dan pemurnian zirkon.
 - iv. Pembangunan industri pengolahan dan pemurnian ilmenit.
- Fase 3: 2031-2035
 - i. Implementasi peningkatan kapasitas produksi tin plate lebih dari 346.000 ton.
 - ii. Peningkatan kapasitas produksi pengolahan monasit (hingga 2045).
 - iii. Peningkatan kapasitas produksi pengolahan zirkon (hingga 2045).
 - iv. Peningkatan kapasitas produksi pengolahan ilmenit (hingga 2045).

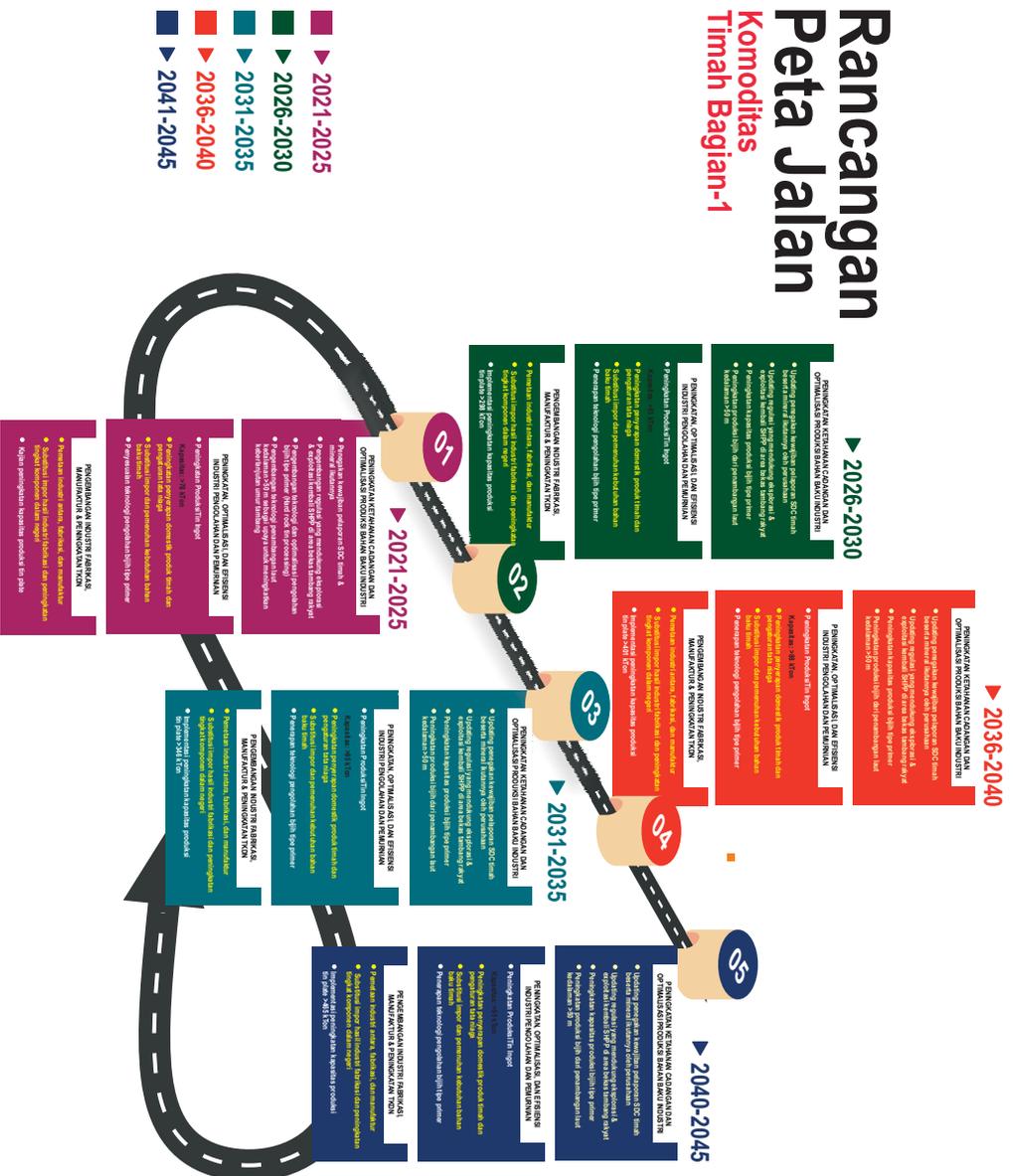
- Fase 4: 2036-2040
 - i. Implementasi peningkatan kapasitas produksi *tin plate* lebih dari 410.000 ton.
- Fase 5: 2041-2045
 - i. Implementasi peningkatan kapasitas produksi *tin plate* lebih dari 465.000 ton.

d. Program 4. Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

- Fase 1: 2021-2025
 - i. Penyusunan dan pembuatan regulasi serta SNI produk *tin solder* untuk meningkatkan serapan produk *solder* nasional.
 - ii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk sistem koleksi, sortir dan pemrosesan *scrap* barang elektronik untuk pemanfaatan timah sekunder.
- Fase 2: 2026-2030
 - i. Pemakaian hasil produk timah domestik untuk industri elektronik dalam negeri (hingga 2045).
 - ii. Pembangunan sistem pengumpulan *scrap* barang elektronik.
- Fase 3: 2031-2035
 - i. Pembangunan fasilitas *sorting* dan pemrosesan pemrosesan *scrap* barang elektronik untuk pemanfaatan timah sekunder.
- Fase 4-5: 2036-2045
 - i. Peningkatan kapasitas fasilitas daur ulang.

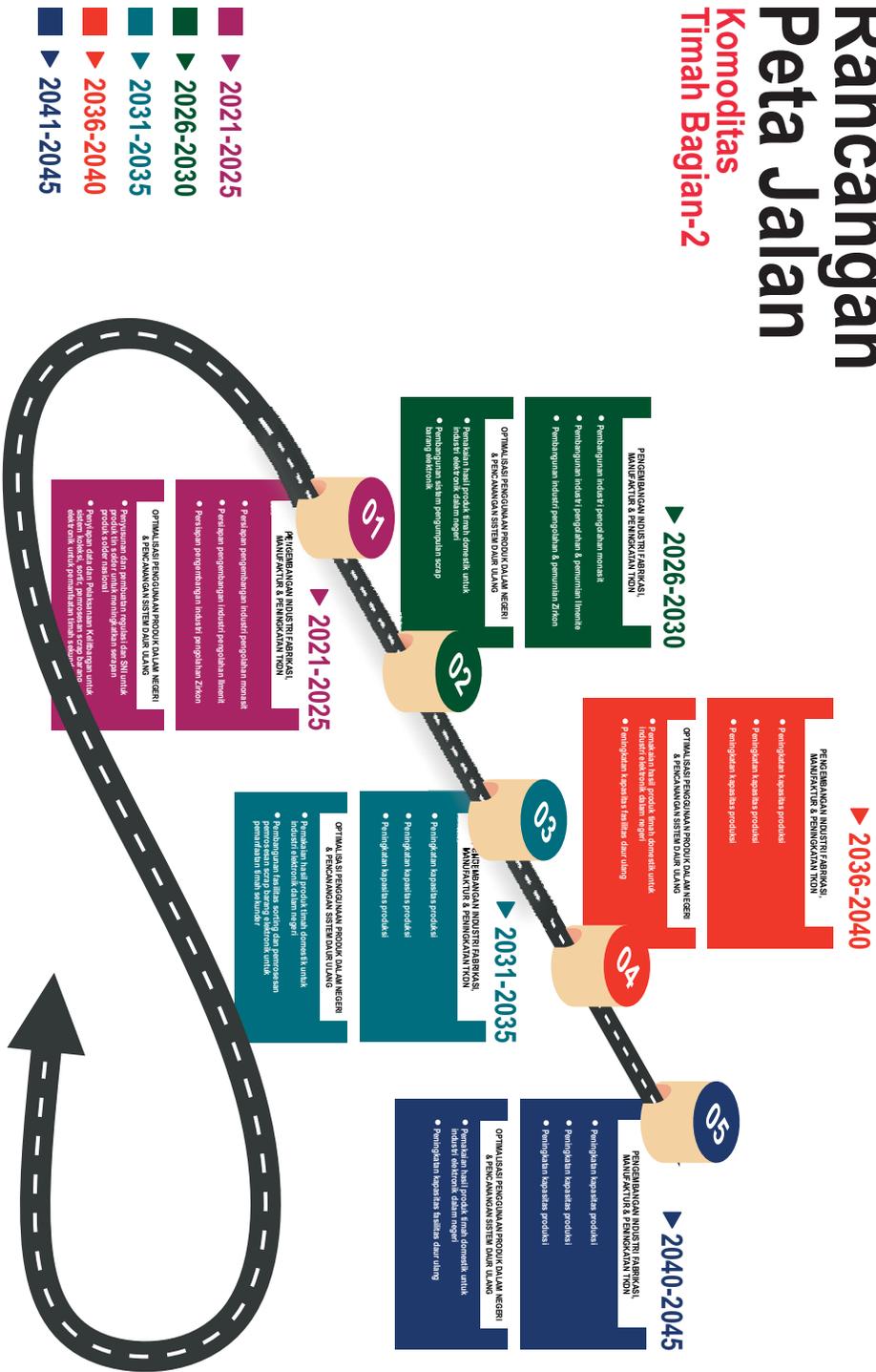
Perlu dicatat, bahwa estimasi pendapatan negara yang disajikan, hanya mempertimbangkan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak perusahaan. Estimasi tersebut juga belum mempertimbangkan produk-produk dari mineral ikutan timah, kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

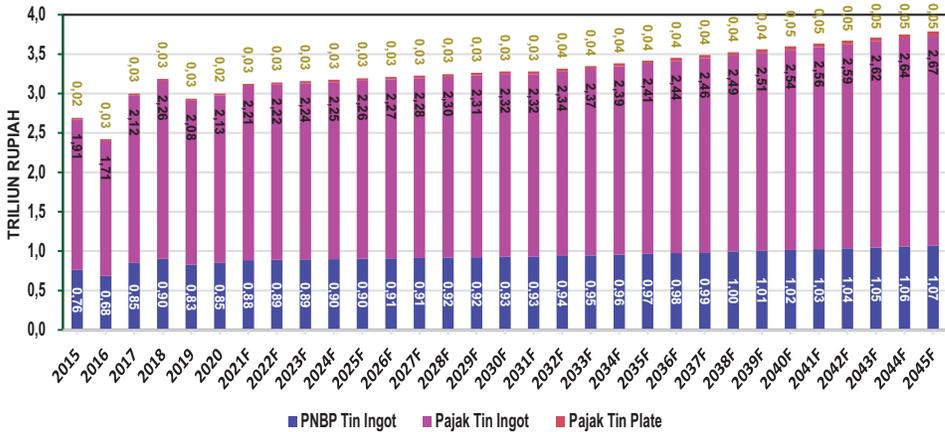
Rancangan Peta Jalan Komoditas Timah Bagian-1



Rancangan Peta Jalan

Komoditas Timah Bagian-2





Estimasi pendapatan negara dari pengembangan industri hulu, antara dan hilir komoditas timah.

	Tin Ingot	Tin Plate
Harga	25,000 usd/ton	11,000 usd/ton
EBITDA	30%	2,5
Royalti	3%	—
Pajak Perusahaan	25%	25%

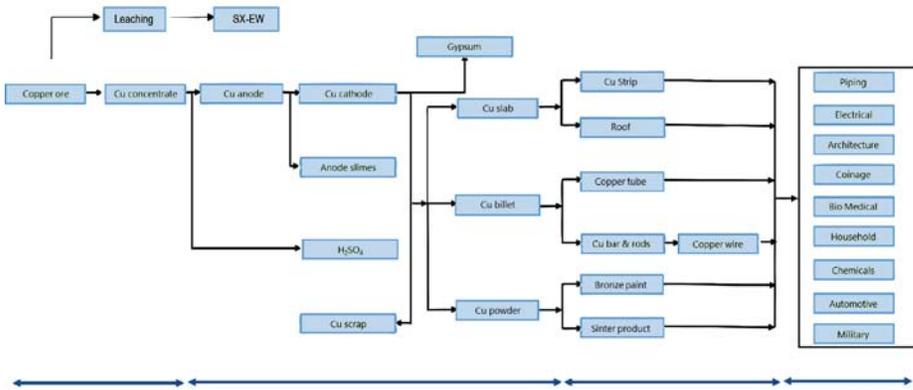
Asumsi yang digunakan dalam mengestimasi pendapatan negara dari pengembangan industri komoditas timah.



Tembaga

Tembaga

Hulu Hilir Tembaga



Total Sumber Daya dan Cadangan



Tembaga:

Sumber daya 16 miliar ton
cadangan 3 miliar ton

Ringkasan

- Mulai tahun 2025, Indonesia diproyeksikan tidak lagi mengimpor katoda tembaga karena kapasitas produksinya yang meningkat seiring dengan penambahan pabrik ekstraksi baru. Pada tahun 2039, direncanakan tidak ada lagi ekspor katoda tembaga.
- Total kapasitas serapan katoda tembaga untuk kabel dan konduktor mencapai 430 ribu ton. Biji tembaga yang diproduksi di Indonesia pada tahun 2020 adalah 72 juta ton, yang menghasilkan 2,2 juta ton konsentrat dengan kadar Cu sebesar 20%. Sebanyak 1,2 juta konsentrat tembaga atau sekitar 53 % diekspor
- Industri manufaktur yang bergerak di bidang kelistrikan utamanya memproduksi berbagai jenis kabel terdiri dari *low voltage/building wire cable*, *bare conductor*, *medium voltage UGC*, dan *high voltage*.
- Diperlukan pembangunan pabrik pengolahan lumpur anoda.
- Pemerintah mencanangkan program optimalisasi penggunaan produk dalam negeri, dan penancangan sistem daur ulang dengan mengembangkan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan skrep tembaga.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 14,5 triliun pada tahun 2045.

Gambaran Industri Hulu

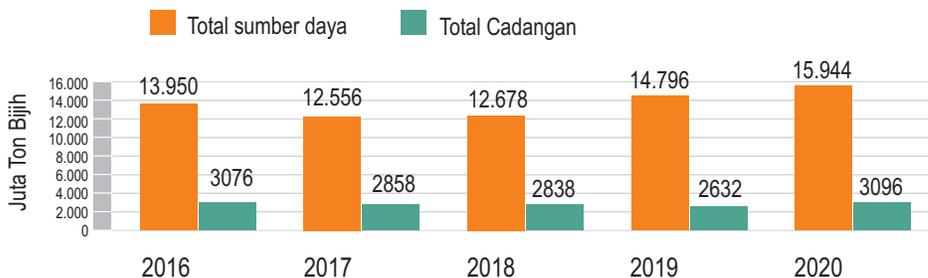
Sumber Daya dan Cadangan

Indonesia merupakan negara dengan cadangan tembaga terbesar ketujuh di dunia. Berdasarkan laporan *the United States of Geological Survey* (USGS) pada 2021, Indonesia memiliki potensi cadangan tembaga sebesar 28 juta metrik ton atau sekitar 3,21% dari total cadangan tembaga dunia yang berjumlah 870 juta ton. Hal tersebut menunjukkan bahwa tembaga Indonesia memiliki potensi strategis untuk terus dikembangkan demi meningkatkan daya saing bangsa.

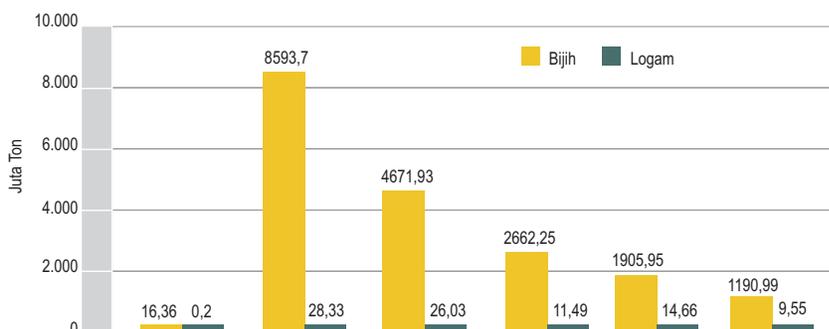
Tembaga sering ditemukan dalam bentuk mineral tembaga-besi sulfida (CuFeS_2) dan tembaga sulfida (Cu_2S). *Ore body* (massa bijih yang terkandung dalam batuan/ tanah hasil penambangan) memiliki konsentrasi mineral tembaga yang tergolong rendah. Secara umum, *ore* atau bijih memiliki kandungan sekitar 1-2% tembaga. Pada tahun 2016, total sumber daya dan total cadangan bijih tembaga secara berturut-turut berkisar pada angka 13,9 miliar ton dan 3,1 miliar ton. Sedangkan pada tahun 2020, terjadi peningkatan dengan total sumber daya sebanyak 16 miliar ton, sedangkan total cadangan tetap pada angka 3,1 miliar ton. Jumlah yang tergolong tidak jauh berbeda tersebut dikarenakan terus dilakukannya eksplorasi untuk pendataan lebih jauh terkait potensi cadangan tembaga yang baru.

Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya diklasifikasikan menjadi empat jenis; sumber daya hipotetik, sumber daya tereka, sumber daya tertunjuk, dan sumber daya terukur. Sementara itu, berdasarkan tingkat keyakinan dengan parameter lain, cadangan diklasifikasikan menjadi cadangan terkira dan cadangan terbukti.

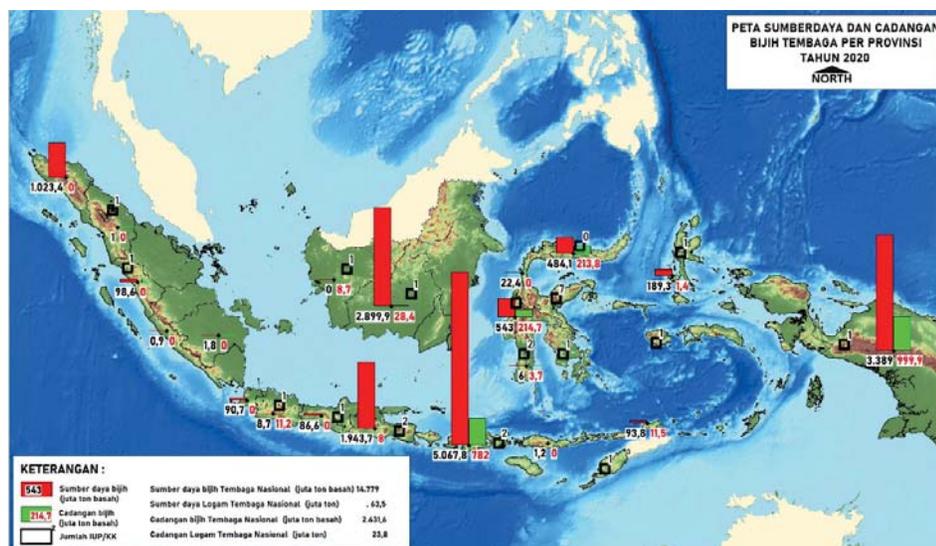
Pada tahun 2020, total cadangan terbukti untuk bijih dan logam tembaga tergolong ekonomis jika dilakukan penambangan adalah 1,2 miliar ton dan 9,6 juta ton. Jika diasumsikan produksi bijih tembaga nasional stabil pada angka 129 juta ton per tahun, maka cadangan bijih tembaga nasional diperkirakan akan berumur 23 tahun dan akan habis pada tahun 2043 dengan memperhitungkan adanya ekspansi pabrik yang mulai pada tahun 2039 untuk memenuhi kebutuhan industri manufaktur.



Total Sumber Daya dan Cadangan Tembaga Indonesia



Data Sumber Daya dan Cadangan Tembaga Indonesia Tahun 2020.



Perusahaan Tambang Tembaga

Ditjen Minerba mencatat, pada tahun 2020 produksi konsentrat nasional sebesar 2,2 juta ton, produksi katoda tembaga nasional berjumlah 268 ribu ton dan izin operasi produksi perusahaan tambang tembaga sebanyak 24 baik itu IUP (izin Usaha Pertambangan), IUPK (Izin Usaha Pertambangan Khusus, maupun KK (Kontrak Karya).

Di Indonesia, terdapat 2 pabrik ekstraksi tembaga yang telah beroperasi, yaitu PT Smelting Gresik dan PT Batutua Tembaga Raya. Konsentrat tembaga yang diolah pada kedua pabrik ekstraksi tembaga tersebut dipasok oleh tiga perusahaan dengan izin IUP OP (Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi) dan KK, yaitu PT Freeport Indonesia (PT FI), PT Amman Mineral Nusa Tenggara (PT AMNT) dan PT Batutua Kharisma Permai. Oleh sebab itu, saat ini terdapat 21 IUP OP yang berpotensi dapat dikembangkan oleh investor untuk membangun pabrik ekstraksi dan pemurnian tembaga.

Pada Juni 2021, Ditjen Minerba mencatat terdapat 18 izin aktif yang terdiri dari satu IUP/KK Eksplorasi dan 17 IUP/KK OP dengan total wilayah sekitar 57,315 ribu hektare. IUP Eksplorasi berada di Jawa Tengah, sementara IUP/KK OP tersebar di berbagai provinsi, yaitu dua di Jawa Timur, lima di Sulawesi Tengah, bersama provinsi

lain untuk satu IUP OP/KK, dan masing-masing satu di semua provinsi dengan 1 IUP OP sesuai urutannya (merujuk pada tabel di bawah).

Daftar IUP/IUPK dan luas wilayah tambang tembaga di Indonesia disajikan pada berikut ini. Wilayah Indonesia Tengah merupakan wilayah dengan potensi tembaga yang cukup strategis jika dibandingkan dengan wilayah lainnya.

Izin	Provinsi	Jumlah Izin	Luas Wilayah (Ha)
IUP Eksplorasi	Jawa Tengah	1	3.929
IUP OP	Jawa Timur	2	1.155
	Jawa Barat	1	2.340
	Kalimantan Tengah	1	8.315
	Kalimantan Barat	1	142
	Maluku	1	2.733
	Nusa Tenggara Timur	1	196
	Sulawesi Selatan	1	10.000
	Sulawesi Barat	1	1.351
	Sulawesi Tengah	5	19.118
	Sulawesi Tenggara	1	928
	Sumatera Barat	1	6.745
	Sumatera Utara	1	363

Jumlah IUP/IUPK OP dan Luas Wilayah Tambang pada Setiap Provinsi di Indonesia

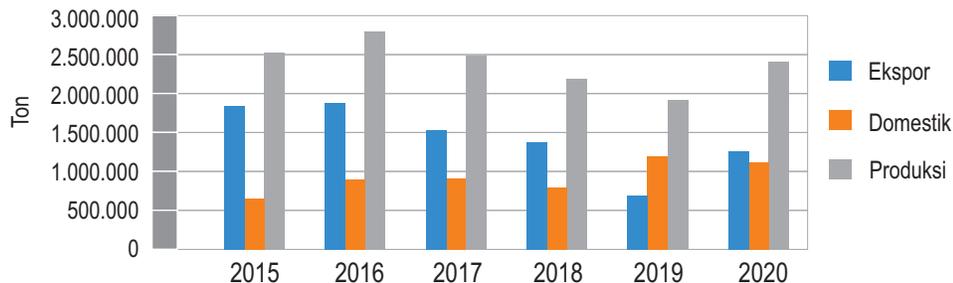
Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Tembaga murni dihasilkan dari bijih tembaga melalui rangkaian proses konsentrasi, ekstraksi dan pemurnian. Bijih tembaga yang dikonsentrasi disebut sebagai konsentrat tembaga. Konsentrat tembaga kemudian akan diekstraksi melalui jalur pirometalurgi untuk menghasilkan anoda tembaga yang selanjutnya dimurnikan menjadi katoda tembaga. Untuk bijih kadar rendah ataupun bijih oksida diproses melalui jalur hidrometalurgi. Bijih tersebut akan diolah dengan cara *leaching* dilanjutkan dengan proses *Solvent Extraction-Electrowinning* (SX-EW) yang menghasilkan produk akhir katoda tembaga. Katoda tembaga akan diolah lebih lanjut pada proses manufaktur untuk digunakan sesuai kebutuhan industri.

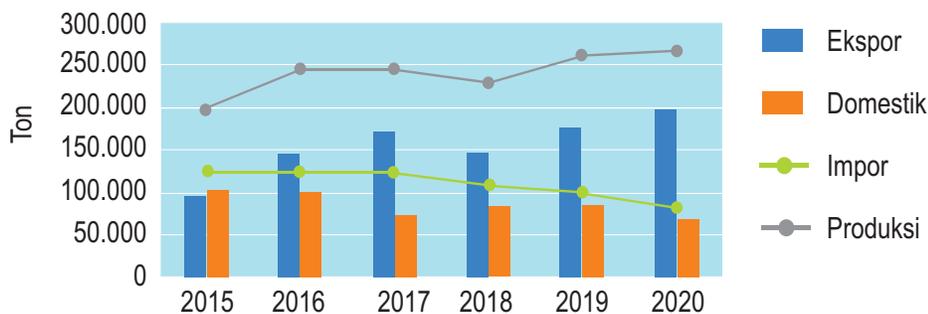
Sebagian konsentrat tembaga masih diekspor karena belum terbangunnya *smelter* baru PT AMNT dan PTFI. Produksi konsentrat tahun 2019 oleh PTFI mengalami penurunan sehingga PT Smelting Gresik mengalami penurunan pasokan bahan baku produksi tembaga. Sedangkan katoda tembaga masih belum terserap semuanya oleh industri hilir dalam negeri.

Adanya kerja sama dengan jangka waktu tertentu antara industri manufaktur dengan industri penghasil katoda tembaga luar negeri, merupakan salah satu faktor yang menyebabkan aktivitas impor masih berlangsung. Oleh sebab itu, diperlukan penambahan kapasitas produksi dan/atau pembangunan pabrik baru yang memproduksi katoda tembaga, serta perlu adanya kebijakan yang mengutamakan pemenuhan kebutuhan katoda tembaga domestik sebelum melakukan kegiatan ekspor. Selain itu, diperlukan juga pemenuhan kriteria tertentu seperti kadar Cu dalam katoda tembaga atau pembuatan Standar Nasional Indonesia (SNI), sehingga dapat mempercepat penyerapan katoda tembaga dalam negeri.

■ Tembaga



Neraca Produksi, Ekspor dan Impor Konsentrat Tembaga



Neraca Produksi, Katoda Tembaga Nasional

Manfaat Industri Hulu

Industri hulu memberikan dampak baik terhadap penyerapan tenaga kerja, pendapatan negara dan program pengembangan dan pemberdayaan masyarakat. Penyerapan tenaga kerja pabrik peleburan dan pemurnian tembaga dengan kapasitas 260.000 hingga 300.000 ton Cu per tahun, akan berkisar 500 personil tenaga tetap dan 1.000-1.500 tenaga tidak tetap. Menurut data Ditjen Minerba pada 2021, pembangunan *smelter* akan mampu menyerap 35.000 tenaga kerja.

Pada tahun 2020 jumlah serapan tenaga kerja komoditas ini adalah 9.227 TKI dan 154 TKA. Kemudian, total tenaga kerja PT FI (plus subkontraktor) sebanyak 26.629 TKI dan 666 TKA. Tingginya jumlah TKA tentunya harus disertai dengan kewajiban perusahaan untuk melaksanakan alih pengetahuan dari TKA kepada TKI.

Keberadaan industri pertambangan juga akan mendorong penciptaan lapangan kerja tidak langsung disektor lainnya, seperti perumahan, fasilitas kesehatan, dan sektor penunjang lainnya. Dikutip dari data Dirjen Minerba pada tahun 2021, tenaga kerja Indonesia dan tenaga kerja asing untuk pertambangan komoditas tembaga yang dirangkum bersamaan pada komoditas emas dan perak pada akhir tahun 2020 dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Data TKA dan TKI Komoditas Pertambangan Emas, Perak, dan Tembaga



Selain penyediaan lapangan pekerjaan, perusahaan pemegang izin tambang telah memberikan kontribusi lainnya dalam bentuk Program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area penambangan. Ditjen Minerba melaporkan jumlah dana PPM dari Provinsi Kalimantan Tengah dan Maluku masing-masing mencapai 27,93 dan 7,2 miliar rupiah pada tahun 2020.

Data yang terhimpun pada tahun 2021 menunjukkan industri penambangan bijih tembaga dan produk olahannya memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi negara, baik dalam bentuk pajak dan pemasukan dari PNBPN dalam bentuk royalti yang diterima negara pada tahun 2020 mencapai Rp 1,53 triliun.

Industri pertambangan komoditas tembaga juga telah memberikan keuntungan kepada negara dalam hal investasi, baik yang berasal dari Penanaman Modal Asing (PMA) maupun dari Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Sebagai contoh untuk komoditas tembaga, dapat dilihat besaran PMA dan PMDN untuk sektor pertambangan di Provinsi Sulawesi Tengah yang merupakan daerah dengan jumlah cadangan dan IUP tembaga terbesar di Indonesia. Besaran realisasi PMA dan PMDN dalam sektor pertambangan di provinsi Sulawesi Tengah pada tahun 2020 dilaporkan mencapai Rp 215,47 miliar.

Indikator lain dari manfaat industri hulu kepada daerah terkait dapat dilihat dari informasi Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan dan penggalian terhadap pembentukan PDRB Sulawesi Tengah relatif tinggi dan meningkat selama lima tahun terakhir. Pada tahun 2020 sektor pertambangan dan penggalian telah menghasilkan nilai PDRB atas dasar harga berlaku sebesar Rp 17,98 triliun, atau berkontribusi sebesar 13,40% dari total PDRB Sulawesi Tenggara sebesar Rp 134,15 triliun. ■

Gambaran Industri Hilir

Rantai Industri Tembaga

Sedangkan industri hilir tembaga yang telah ada di Indonesia adalah *Cu bar*, *Cu rod* dan *Cu wire* yang belum ada adalah *Cu strip*, *Cu tube*, *Cu roof*, *bronze paint* dan *sinter product*. Logam tembaga di Indonesia pada umumnya digunakan pada aplikasi *piping*, *electrical*, *architecture*, *coinage*, *bio*, *households*, *chemicals*, *automotive* dan *military*. Dapat dilihat bahwa nilai ekspor konsentrat dan katoda tembaga cukup besar, yang nilainya pada tahun 2020 secara berturut-turut sebesar USD 2,4 miliar dan USD 1,2 miliar.

Bijih tembaga yang diproduksi di Indonesia pada tahun 2020 adalah 72.000.000 ton. Kemudian bijih tersebut dilakukan proses konsentrasi yang menghasilkan 2.200.000 ton konsentrat dengan kadar Cu 20%. Sebanyak 1.176.765 ton konsentrat tembaga diekspor atau sekitar 53,45%. Sedangkan sisanya, yaitu 1.064.879 ton atau sekitar 46,55% diolah di dalam negeri.

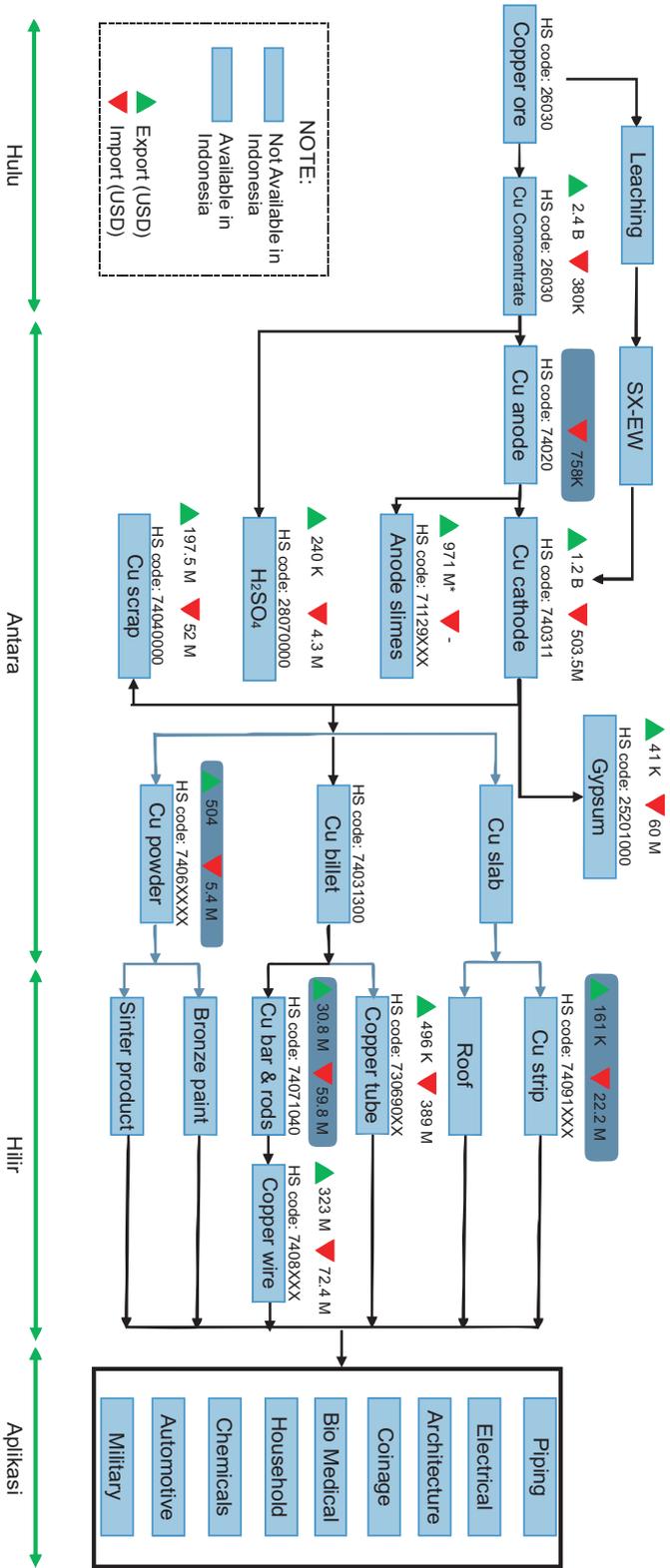
Adapun hasil dari proses pengolahan dan pemurnian yang dilakukan di PT Smelting Gresik dengan jumlah konsentrat tersebut menghasilkan katoda tembaga sebanyak 268.600 ton, dengan rincian 197.534 ton atau sekitar 74% diekspor, dan sebanyak 71.066 ton katoda tembaga atau sekitar 26% untuk konsumsi dalam negeri.

Berdasarkan data dari berbagai sumber menyebutkan bahwa konsumsi katoda tembaga domestik untuk berbagai sektor industri fabrikasi/manufaktur pada 2020 ialah 362.360 ton. Sehingga pemenuhan kekurangan kebutuhan katoda tembaga yang hanya 71.066 ton adalah dengan melakukan impor sebanyak 291.894 ton. Dua perusahaan pengekspor katoda tembaga adalah PT Smelting Gresik dan PT Batutua Tembaga Raya.

Pada tahun 2020, produksi konsentrat tembaga berjumlah 2,2 juta ton dimana 1 juta ton diserap pada pasar domestik dan 1,2 juta ton diekspor ke luar negeri. Permintaan dalam negeri menurun pada tahun 2020, sedangkan produksi katoda berjumlah sebesar 268 ribu ton dimana 198 ribu ton diekspor dan 71 ribu ton diserap di dalam negeri. Penyerapan dalam negeri yang rendah disebabkan oleh menurunnya produksi industri hilir dalam negeri akibat pandemi Covid-19. Di sisi lain, katoda tembaga juga diimpor ke Indonesia sebanyak 291.894 ton.

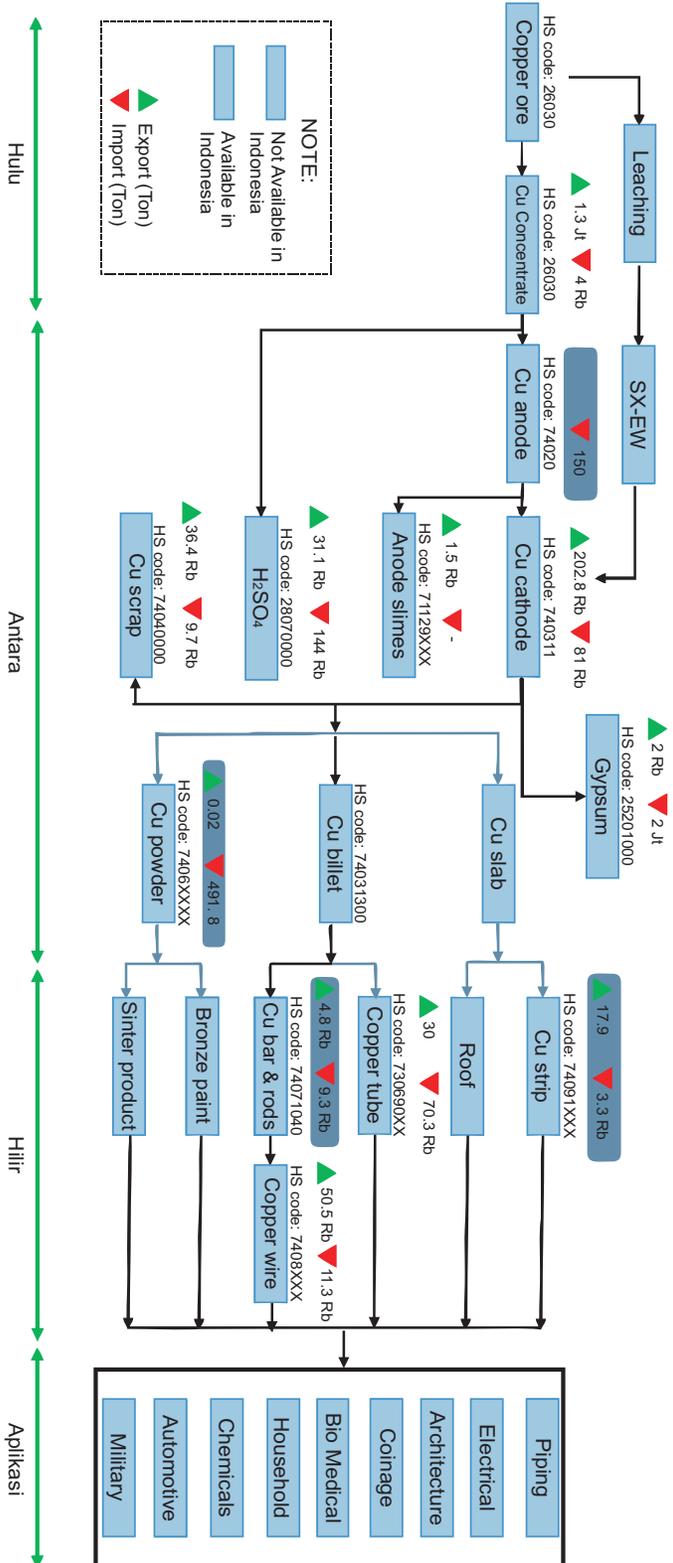
Adanya ekspor disaat melakukan impor katoda tembaga mengindikasikan bahwa ada permasalahan lain seperti *single supplier*, metode pembayaran dan lainnya yang perlu diperdalam lebih lanjut sehingga dapat memperbaiki neraca perdagangan. Karena saat ini pabrik di Indonesia yang memproduksi katoda tembaga sudah mampu memenuhi kebutuhan domestik. Tiga negara terbesar importir katoda tembaga dari Indonesia adalah Thailand, Malaysia, dan Vietnam.

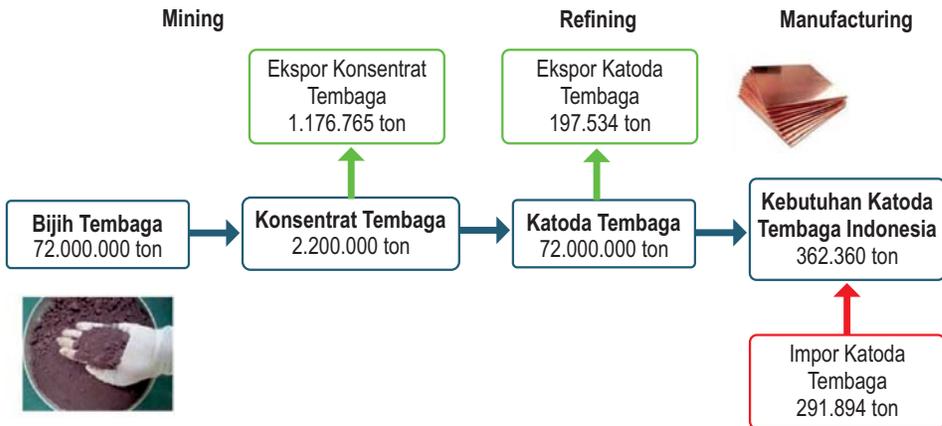
Industri yang telah ada di Indonesia disajikan pada infografis di bawah ini, ditandai dengan kotak yang berwarna hijau sedangkan industri yang belum ada di Indonesia ditandai dengan kotak yang berwarna putih. Industri antara tembaga yang telah ada di Indonesia adalah *Cu cathode*, sedangkan yang belum ada adalah *Cu billet*, *Cu slab*, dan *Cu powder*.



Rantai Industri Komoditas Tembaga dalam Satuan Ton pada Tahun 2020

Rantai Industri Komoditas Tembaga dalam Satuan USD pada Tahun 2020





Supply-demand Komoditas Tembaga Indonesia (2020)

Kondisi Terkini Industri Hilir

Proses pengolahan dan pemurnian tembaga dapat dilakukan melalui 2 jalur proses, yaitu pirometalurgi dan hidrometalurgi. Proses pirometalurgi merupakan proses pengolahan dan pemurnian tembaga dengan menggunakan temperatur tinggi. Sementara itu, proses hidrometalurgi merupakan proses pengolahan dan pemurnian tembaga dengan menggunakan larutan pengekstrak. Penerapan jalur proses pengolahan dan pemurnian tembaga disesuaikan dengan jenis dan kadar mineral tembaga didalam bijih atau konsentrat.

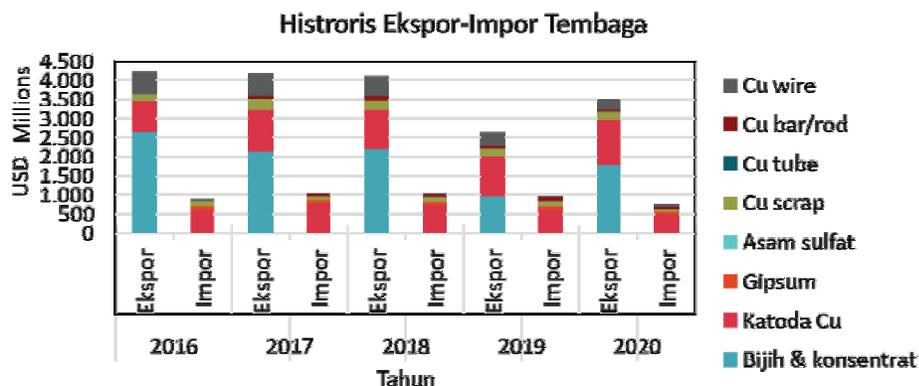
Proses pirometalurgi cocok digunakan dalam memproses konsentrat sulfida yang mengandung logam mulia Au dan Ag. Suasana peleburan yang oksidatif akan membentuk lelehan matte Cu_2S-FeS yang mengakibatkan logam-logam mulia ikut terlarut ke dalamnya. Selanjutnya, logam-logam mulia akan terpisah saat pemurnian tembaga dengan menerapkan proses elektrolisis dan akan menjadi lumpur anoda.

Sementara itu, proses hidrometalurgi cocok digunakan dalam memproses bijih tembaga oksida atau sulfida kadar rendah. Dengan menggunakan larutan asam sulfat, logam tembaga pada bijih akan terlarut. Selanjutnya, larutan dengan kadar Cu yang cukup diumpungkan ke dalam sel *electrowinning* untuk diendapkan dengan proses elektrodposisi. Tembaga yang diperoleh dari proses *electrowinning* sudah murni dan dapat langsung dipasarkan.

No	Jenis Pemrosesan	Teknologi
1	Pirometalurgi	Mitsubishi
		Teknologi Flash Smelting (Atlantic Copper)
		Teknologi Flash Smelting & Converting Outotec
		Teknologi Direct Blister Flash Smelting Outotec
		Outotec Ausmelt Smelting & Converting
		Proses ISASMELT
		Inco Flash Smelting
2	Hidrometalurgi	Insitu
		Heap
		VAT
		Agitation

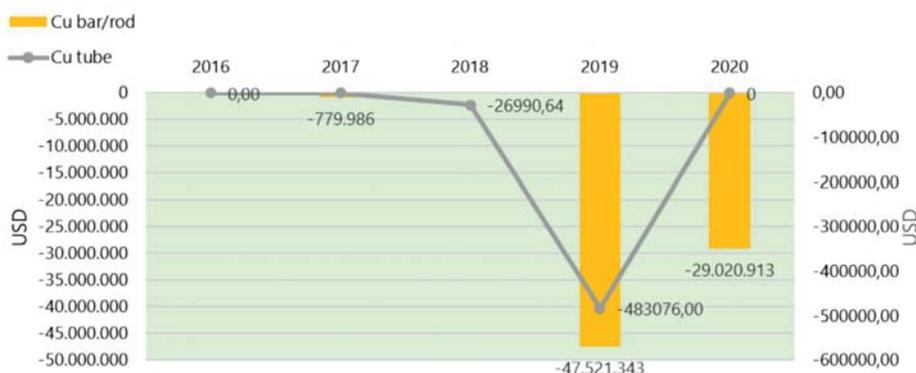
Teknologi Pengolahan dan Pemurnian Tembaga

Berdasarkan data di bawah ini, dapat diketahui bahwa neraca ekspor impor komoditas tembaga di Indonesia selalu mengalami surplus dengan tingkat tertingginya pada tahun 2018. Namun secara umum, penyumbang surplus ekspor terbesar dalam kurun waktu lima tahun tersebut adalah ekspor konsentrat. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih kurangnya jumlah industri yang dapat mendorong terlaksananya hilirisasi mineral tembaga, sehingga bijih maupun konsentrat tembaga dijual ke luar negeri tanpa melalui proses pengolahan lebih lanjut. Sehingga berdampak pada melambatnya perkembangan industri antara dan manufaktur.



Ekspor dan Impor Komoditas Tembaga pada Kurun Waktu 2016 hingga 2020

Pada tahun 2016 hingga 2020, puncak defisit terjadi pada komoditas *copper tube* dan *copper bar/rod*. Nilai defisit tersebut didapatkan dari hasil pengurangan antara ekspor terhadap impor untuk produk yang sama. Puncak defisit tertinggi pada komoditas tembaga dalam kurun waktu lima tahun adalah *Cu bar/rod*.



Top Defisit (2016-2020)

Berdasarkan data dari beberapa sumber, total kapasitas serapan katoda tembaga untuk kabel dan konduktor mencapai 430.000 MT. Adapun industri manufaktur yang bergerak dibidang kelistrikan utamanya untuk memproduksi berbagai jenis kabel yang diilustrasikan pada gambar berikut ini, terdiri dari:

- a. *Low voltage/ Building Wire Cable (Cu)* : 45 pabrik
- b. *Bare conductor Al & Cu* : 25 pabrik
- c. *Medium Voltage UGC (Al & Cu)* : 11 pabrik
- d. *High Voltage (Al & Cu)* : 8 pabrik



Ilustrasi Berbagai Jenis Kabel

Industri kabel Indonesia saat ini yang banyak dibutuhkan ialah untuk memproduksi *low voltage/building wire cable*. Karena angka kebutuhan suplai kelistrikan mengalami peningkatan, utamanya untuk listrik daya rendah seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan permintaan. Namun sebagian *copper cathode* yang dibutuhkan untuk bahan baku pembuatan kabel masih banyak diimpor. Diprediksi pada tahun 2024 Indonesia dapat menutup selisih impor *copper cathode* dengan terbangunnya *smelter* PT FI, PT AMNT, dan berproduksinya PT Kalimantan Surya Kencana. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan kapasitas produksi pada industri fabrikasi yang dapat menambah surplus neraca perdagangan negara karena menurunnya angka impor.

Secara total terdapat tiga perusahaan *smelter* tembaga yang sedang beroperasi. Adapun, daftar perusahaan *smelter* tembaga yang masih dalam tahap pembangunan dan perencanaan dirangkum pada tabel berikut dalam satuan tpy (ton per tahun):

No	Nama Perusahaan	Input		Komoditas Ouput	
		Jenis	Kapasitas (ton)	Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Batutua Tembaga Raya	Bijih Tembaga	1.400.000	<i>Copper cathode</i>	25.000
2	PT Smelting Gresik	Konsentrat Tembaga	1.000.000	<i>Copper cathode</i>	300.000

Perusahaan Pengolahan dan Pemurnian yang Telah Beroperasi Berdasarkan Data Tahun

No	Nama Perusahaan	Input		Komoditas Ouput	
		Jenis	Kapasitas (ton)	Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Amman Mineral Nusa Tenggara	Bijih Tembaga	-	-	300.000
2	PT Freeport Indonesia	Konsentrat Tembaga	2.000.000	<i>Copper cathode</i>	550.000
3	PT Kalimantan Surya Kencana	-	-	<i>Copper cathode</i>	25.000

Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Tembaga yang Sedang dan Akan Dibangun Berdasarkan Data Tahun 2021 (Total Kapasitas 875.000 tpy).

Logam tembaga merupakan salah satu komoditas logam yang termasuk sebagai prioritas pengembangan industri dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Tembaga tergolong sebagai komoditas dalam klaster industri pengolahan dan pemurnian logam dasar bukan besi. Pada tahun 2015-2019, RIPIN menyebutkan bahwa industri harus sudah dapat memproduksi katoda tembaga dan *copper/brass sheet*. Namun, realisasinya hanya terpenuhi untuk produksi katoda tembaga.

Sedangkan proyeksi untuk tahun 2020-2024 difokuskan pada industri penghasil paduan logam tembaga dan *copper/brass sheet*. Kedua sektor industri tersebut masih belum ada penyediannya di Indonesia. Sehingga dapat menjadi salah satu tantangan dan kesempatan untuk membangun industri hilir seiring dengan peningkatan produksi katoda tembaga.

Tahap akhir RIPIN, yaitu pada tahun 2025-2035 akan berfokus pada pembangunan industri di sektor hilir berupa produksi *copper wire* dan komponen kelistrikan. Merujuk pada gambar di bawah ini, saat ini Indonesia memiliki industri yang memproduksi *copper wire*. Sehingga proyeksi RIPIN tersebut dapat ditafsirkan sebagai peningkatan kapasitas produksinya seiring dengan meningkatnya kebutuhan pasar.

NO	INDUSTRI PRIORITAS	JENIS INDUSTRI		
		2015-2019	2020-2024	2025-2035
9	INDUSTRI LOGAM DASAR DAN BAHAN GALIAN BUKAN LOGAM	Industri Pengolahan dan Pemurnian Besi dan Baja Dasar		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Iron ore pellet 2. Lumps 3. Fines 4. Sponge iron 5. Pig iron dan besi cor 6. Nickel Pig Iron 7. Ferronickel 8. Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) Baja untuk keperluan Khusus (antara lain untuk Kesehatan, pertahanan, Otomotif) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Slab, Billet, Bloom 2. Hot Rolled Coils (HRC), Hot Rolled Plate (HRP), Cold Rolled Coils (CRC), Wire rod 3. Profile, bar, wire 4. Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) 5. Baja tahan karat (<i>stainless steel long and flat products</i>) 6. Baja untuk keperluan khusus (antara lain untuk kesehatan, pertahanan, otomotif) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seamless pipe 2. Paduan besi (<i>ferro alloy</i>) 3. Baja tahan karat dekoratif 4. Baja untuk keperluan khusus (antara lain untuk kesehatan, pertahanan, otomotif)
		Industri Pengolahan dan Pemurnian Logam Dasar Bukan Besi		
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Alumina SGA (<i>Smelter Grade Alumina</i>) dan Alumina CGA (<i>Chemical Grade Alumina</i>) 2. Aluminium, Aluminium alloy, billet, dan slab 3. Nickel matte 4. Tembaga katoda 5. Copper/Brass Sheet 6. Nickel Hydroxide 7. Fe Ni Sponge, Luppen Fe Ni, dan Nugget Fe Ni 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aluminium dan advanced Aluminium alloy 2. Mixed Hydroxide Precipitate (MSP), Sulfide Precipitate (MSP), Nickel Metal 3. Paduan tembaga (<i>copper alloy</i>) 4. Copper/Brass Sheet 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aluminium dan advanced Aluminium alloy 2. Nickel Electrolytic, Nickel Sulfate, Nickel Chloride 3. Kawat tembaga dan komponen elektronik
Industri Logam Mulia, Tanah Jarang (Rare Earth), dan Bahan Baku Nuklir				
		<ol style="list-style-type: none"> 1. Logam mulia 2. konsentrat logam tanah jarang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Logam mulia untuk dekorasi dan perhiasan 2. Logam tanah jarang 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Logam mulia untuk komponen elektronik 2. Logam tanah jarang untuk komponen elektronik 3. Logam tanah Bahan bakar nuklir

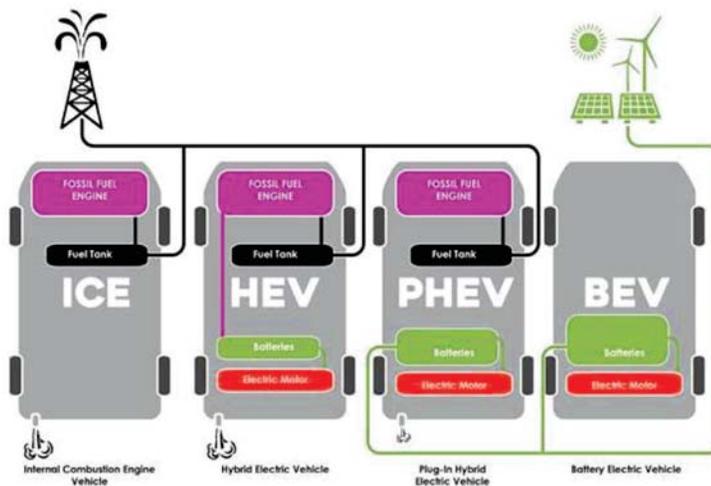
Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035

Industri Hilir Tembaga Masa Depan

Salah satu industri manufaktur utama yang menyerap katoda tembaga adalah industri kabel. Rasio sektor kelistrikan selalu menjadi yang tertinggi hingga tahun 2045 karena berbanding lurus dengan kenaikan tingkat kebutuhan suplai listrik seiring dengan peningkatan populasi penduduk. Adapun beberapa kesimpulan dan usulan terhadap produk tembaga untuk industri kabel Indonesia, di antaranya :

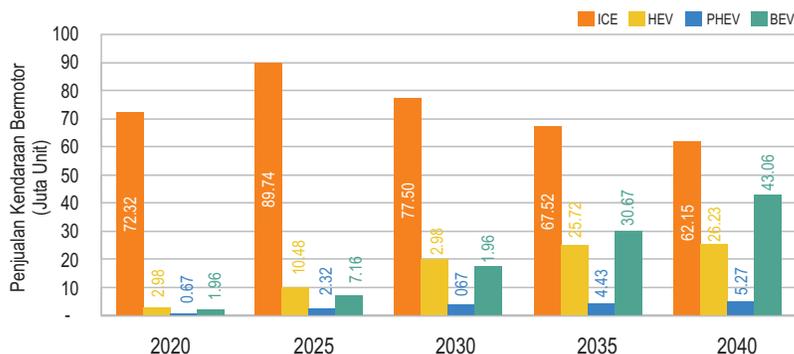
- Industri kabel dalam negeri sudah mempunyai kapasitas yang cukup untuk memenuhi kebutuhan kabel tembaga di dalam negeri. Namun masih dipenuhi oleh impor katoda tembaga untuk menutupi kekurangan suplai katoda tembaga dalam negeri.
- Kapasitas produksi *rod* tembaga dari pabrik kabel telah dapat memenuhi kebutuhan semua pabrikan kabel tembaga yang ada di dalam negeri. Sehingga diperlukan keseluruhan data untuk industri antara (*smelter*) dan industri hilir agar produk yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan industri hilir.
- Perlu peningkatan kapasitas produksi katoda tembaga di dalam negeri agar mengurangi impor.
- Dukungan dan perlindungan pemerintah sangat dibutuhkan untuk ekspansi produk turunan tembaga pada industri kabel. Dengan adanya payung hukum yang dapat memberikan jaminan terkait segala kebutuhan guna meningkatkan kapasitas produksi, maka industri kabel sebagai penyerap terbesar katoda tembaga dapat terlaksana.

Poin-poin di atas bertujuan untuk menjamin dan mempercepat pembangunan sektor industri kabel atau kelistrikan. Jika persoalan dalam sektor ini dapat terpecahkan, maka fokus pemecahan masalah akan berpindah pada sektor industri selanjutnya, yaitu Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) dan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru Terbarukan (PLT EBT). Teknologi kendaraan bermotor listrik terus dikembangkan untuk menggantikan mobil konvensional *internal combustion engine* (ICE) agar didapatkan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Berbagai tipe KBLBB telah dikembangkan antara lain *hybrid electric vehicle* (HEV), *plug-in hybrid electric vehicle* (PHEV), dan *battery electric vehicles* (BEV).



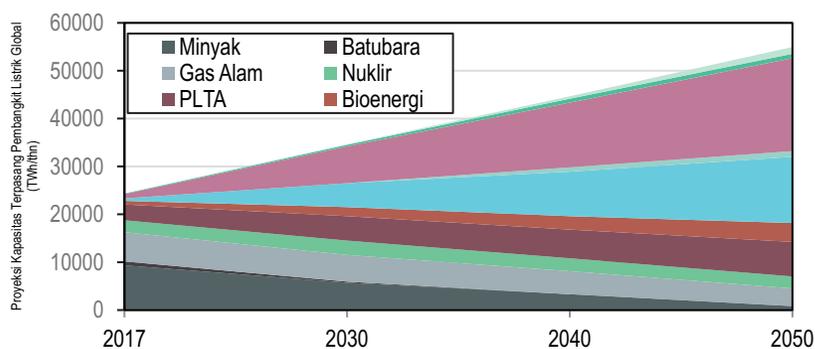
Berbagai Teknologi Kendaraan Bermotor Listrik

Pada tahun 2040 diprediksi BEV akan menguasai 31% dari pasar kendaraan bermotor. Selain BEV, penggunaan HEV dan PHEV juga akan mengalami peningkatan di mana masing-masing akan menguasai 19% dan 4% dari pasar kendaraan bermotor pada tahun 2040.



Proyeksi Penjualan Berbagai Kendaraan Bermotor pada Periode 2020-2040

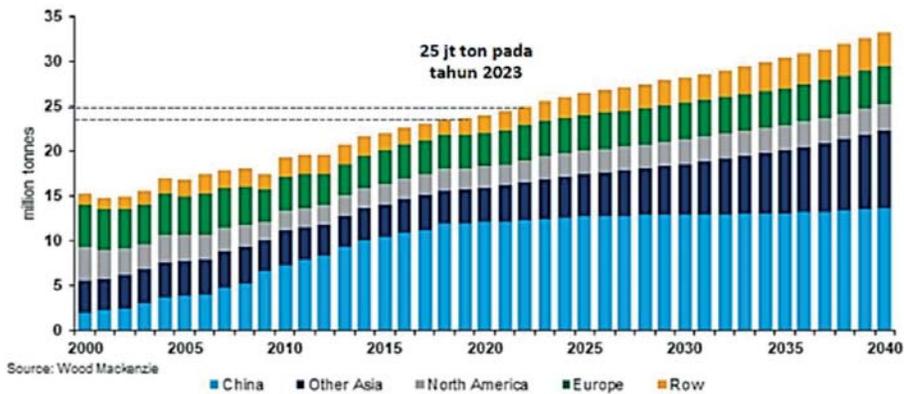
Tembaga dan logam dasar lainnya juga diperlukan dalam teknologi rendah karbon (*low carbon technologies*) salah satunya adalah PLT EBT, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), dan lainnya. Diperkirakan kontribusi penggunaan EBT akan meningkat dari 25% pada tahun 2017 menjadi 86% pada tahun 2050.



Proyeksi Peningkatan Kapasitas Terpasang PLT EBT Global pada Periode 2017-2050

Tembaga sebagai salah satu logam utama penyusun komponen KBLBB perlu diperhatikan untuk menjamin ketersediaan suplai. Pemanfaatan energi listrik untuk dapat membangkitkan kendaraan tersebut menjadi salah satu faktor yang mendorong dibutuhkannya percepatan pembangunan industri terkait agar siap menghadapi tantangan zaman. Selain itu, peningkatan PLT EBT yang diproyeksikan cukup signifikan pada tahun 2035 juga menjadi faktor pendorong lainnya.

Proyeksi konsumsi tembaga dunia hingga tahun 2040 mengindikasikan bahwa terjadi tren positif atau peningkatan kebutuhan tembaga dunia, seiring dengan perkembangan teknologi dan peningkatan populasi manusia. Adapun kenaikan rata-rata konsumsi tembaga dunia mencapai angka 1,7%. Sehingga hal tersebut dapat dijadikan salah satu acuan agar tembaga Indonesia siap menghadapi tantangan zaman.



Proyeksi Konsumsi Tembaga Dunia Hingga Tahun 2024

Manfaat Industri Hilir

Dengan dilakukannya hilirisasi komoditas tembaga, salah satu dampak yang paling signifikan ialah sektor ekonomi. Dampak tersebut berkelanjutan dari industri hulu hingga hilir yang biasa disebut dengan *multiplier effect*. Salah satu dampaknya yaitu, pembangunan *smelter* tembaga baru belum mampu meningkatkan nilai tambah yang signifikan, baik dari kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) ataupun peningkatan tenaga kerja apabila tidak diikuti dengan tumbuhnya industri turunan yang mampu menyerap seluruh produk katoda tembaga. Sehingga industri hilir sebagai konsumen katoda tembaga perlu meningkatkan kapasitas produksinya dengan memperluas jangkauan pasar. Jika hal tersebut diterapkan, maka persoalan yang berkaitan dengan tingkat keekonomian dan isu ketenagakerjaan baik pada pabrik *smelter* tembaga maupun industri hilir dapat ditangani.

Apabila seluruh produk diserap di dalam negeri maka akan terjadi lompatan dampak ekonomi dari peningkatan nilai tambah di dalam negeri, yaitu:

- Meningkatnya kontribusi nilai tambah terhadap PDB sebesar USD 6,8 miliar/tahun.
- Menyerap 22.500 tenaga kerja baru.
- Penerimaan negara dari pajak meningkat hingga USD 682 juta/tahun (lebih besar dua kali lipat dibanding subsidi sektor tambang di *smelter* baru).
- Menyedikan bahan baku untuk industri ikutan seperti pabrik pupuk dan pabrik semen. Dengan adanya tambahan suplai bahan baku untuk industri pupuk, yaitu asam sulfat dan industri semen yang menyerap terak, maka akan dapat meningkatkan kapasitas produksi industri hilir tersebut. Sehingga tingkat keekonomian akan meningkat untuk berbagai sektor terkait.

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat diartikan bahwa perkembangan industri hilir tembaga tidak dapat terlepas dari kontribusi industri hulu dan antara sebagai penyedia bahan bakunya, yaitu katoda tembaga. Oleh karena itu, konsep *multiplier effect* patut dijadikan acuan guna mempercepat pembangunan industri antara tembaga agar dapat menghasilkan lebih banyak katoda tembaga dan *by-product*, sehingga industri hilir juga dapat mengikutinya. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Salah satu permasalahan pada komoditas tembaga adalah pengumpulan dan validasi data yang belum optimal. Keterbatasan terkait data informasi komoditas tembaga dapat ditemukan mulai dari data sumber daya dan cadangan, industri hulu, hingga industri hilir. Terkait sumber daya dan cadangan, Badan Geologi Kementerian ESDM melaporkan bahwa terdapat beberapa permasalahan dan tantangan dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral. Dari segi kuantitas, hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi dari sejumlah badan usaha.

Validitas data yang kurang baik pada komoditas tembaga dapat menyebabkan terhambat atau kurang akuratnya pembuatan kebijakan dan rencana-rencana kedepan untuk komoditas tembaga serta komoditas lain yang menjadi asosiasi mineralnya, terutama *platinum group metal* (PGM) yang masih ada dalam lumpur anoda. Permasalahan terkait data yang dihadapi pada komoditas tembaga antara lain:

- Masih banyak pemilik IUP yang belum melaporkan data sumber daya dan cadangan tembaga dan potensi mineral-mineral ikutannya.
- Data lengkap industri tembaga tidak tersedia.
- Belum adanya data yang rinci terkait sumber daya dan cadangan bijih tembaga dan potensi mineral ikutannya (PGM).
- Data terkait potensi mineral ikutan dalam tembaga yang tergolong dalam PGM belum ada.
- Data terperinci industri pembentukan, industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang terkait produk tembaga tidak tersedia atau tidak mudah diakses.
- Data terperinci jenis produk tembaga yang diekspor, diimpor, dan dikonsumsi di dalam negeri tidak tersedia atau tidak mudah diakses.

Terdapat banyak tambang rakyat yang perlu didata terkait penggunaan sumber daya dan cadangan tembaga, sebagai sumber primer dari tambang emas rakyat.

Dinamika Harga dan Pasar

Tembaga merupakan salah satu logam strategis nonbesi yang banyak dibutuhkan di berbagai bidang aplikasi, terutama untuk komponen kelistrikan. Fluktuasi harga tembaga dipengaruhi oleh kombinasi antara *supply-demand*. Peningkatan populasi manusia mengakibatkan peningkatan kebutuhan suplai energi, yang berarti juga meningkatkan konsumsi tembaga sebagai salah satu logam utama penyusunnya.

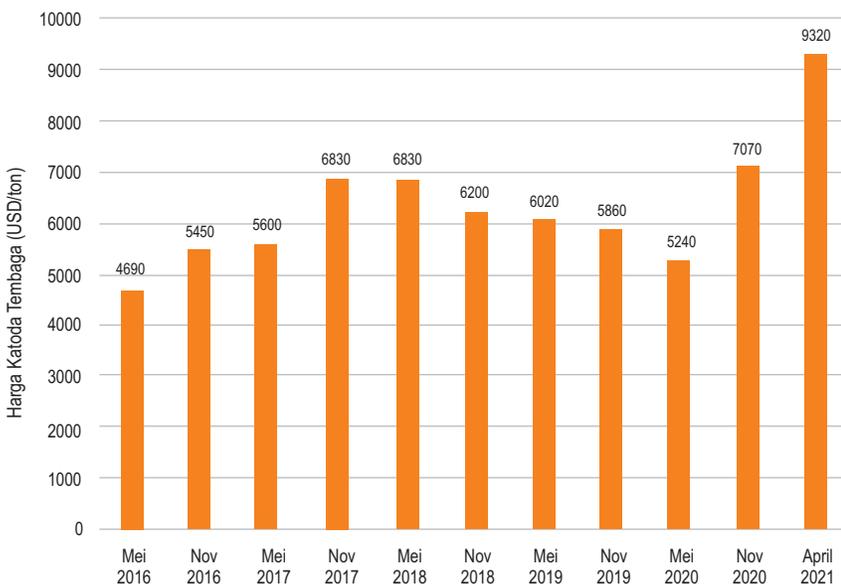
Konsep ekonomi sederhana menjelaskan bahwa semakin tinggi tingkat permintaan untuk suplai barang yang sama, maka akan meningkatkan harga jual seiring dengan meningkatnya kebutuhan, namun dengan jumlah pasokan yang tetap. Sehingga hal tersebut juga dipengaruhi oleh tingkat kebutuhan maupun kondisi per-

ekonomian secara global. Fluktuasi harga komoditas tembaga dunia menyebutkan bahwa, Harga Mineral Acuan (HMA) katoda tembaga dunia cenderung mengalami peningkatan mulai dari Mei 2016 hingga April 2021 yang ditetapkan berdasarkan publikasi LME, COMEX dan CME Group pada hari penjualan.

HMA katoda tembaga cenderung meningkat mulai dari Mei 2016 hingga Mei 2018 yang berkisar pada rentang USD 4.690-6.820 per ton. Selanjutnya, HMA katoda tembaga mengalami penurunan pada dua tahun berikutnya dari Mei 2018 hingga Mei 2020 menyentuh angka USD 5.240 per ton. Namun, dapat dilihat kembali kenaikan HMA yang cukup tajam hanya dalam periode satu tahun dari akhir Mei 2020 hingga April 2021 dengan nilai mencapai USD 9.320 per ton. Hal tersebut disebabkan oleh pandemi Covid-19 yang membuat situasi ekonomi dunia memburuk.

Banyak negara di dunia yang menurunkan jumlah produksinya bahkan menutup sementara pabrik peleburan tembaga karena situasi tersebut. China sebagai salah satu penyumbang dan konsumen katoda tembaga terbesar di dunia menjadi penentu dalam perang dagang tersebut. Pada awal Juni 2020 hingga saat ini, harga jual katoda tembaga dunia mengalami peningkatan tajam seiring dengan meningkatnya permintaan, namun dengan kapasitas produksi katoda tembaga yang belum maksimal.

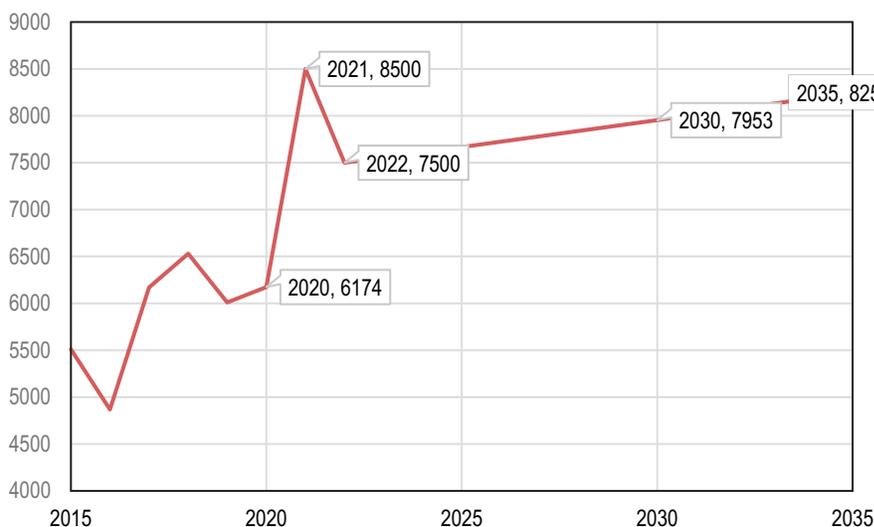
Data dapat dilihat dari gambar di bawah ini, yang menyebutkan bahwa HMA katoda tembaga pada November 2020 dan April 2021 secara berurutan ialah USD 7.070 per ton dan USD 9.320 per ton. Angka tersebut cenderung cukup fantastis dengan kenaikan mencapai sekitar 20% dari HMA sebelumnya, dibandingkan dengan data 2016-2019 yang masih cenderung stabil. Hal tersebut terutama terjadi di China karena peningkatan penggunaan energi bersih khususnya untuk kendaraan listrik dan infrastruktur *renewable energy*, sehingga membuat harga katoda tembaga domestik China mengalami peningkatan tajam.



Rata-rata Harga Katoda Tembaga pada Tahun 2015-2020 (USD per Ton).

Tembaga merupakan salah satu logam yang cukup banyak digunakan dalam aplikasi produksi dan penyimpanan energi, serta infrastruktur. Tembaga adalah logam terbanyak yang digunakan setelah aluminium dan baja dalam konstruksi, telekomunikasi, transportasi, dan manufaktur automobil. Berikut merupakan perkiraan harga tembaga dari beberapa sumber :

- a. The World Bank mengestimasi harga rata-rata tembaga akan mencapai USD 8.500 per metrik ton pada akhir 2021. Harga akan menurun menjadi USD 7.500 pada 2022 dan kembali naik ke USD 8.250 pada tahun 2035.
- b. The IMF memproyeksikan kenaikan harga tembaga dari rata-rata USD 6'174 per metrik ton pada tahun 2020 menjadi USD 8,313 pada tahun 2021, dan terjadi penurunan gradual hingga USD 7'600 per metrik ton pada tahun 2026.
- c. The Department of Industry, Science, Energy, and Resources of Australia juga mengekspektasikan kenaikan harga tembaga mencapai USD 8.257 pada tahun 2021, dengan sedikit penurunan hingga USD 7.724 pada dua tahun mendatang dan kembali naik hingga USD 8.876 pada tahun 2026.



Perkiraan Harga Tembaga Hingga Tahun 2035

Teknologi dan Infrastruktur

Pemilihan jenis teknologi, hidrometalurgi atau pirometalurgi (*smelter*), sangat ditentukan oleh jenis bijih dan juga kapasitas tembaga yang akan dihasilkan. Di Indonesia, bijih tembaga didominasi oleh bijih sulfida seperti yang dihasilkan oleh PT FI dan PT AMNT. Oleh karena itu, teknologi yang disarankan untuk bijih sulfida ini adalah pirometalurgi (*smelter*). Di Indonesia saat ini sudah beroperasi 1 pabrik *smelter* dengan menggunakan *Mitsubishi Continous Process* milik Jepang yang berada di Gresik, Jawa Timur.

Teknologi *flash smelting* adalah teknologi yang sudah *proven* dan yang paling banyak digunakan di dunia saat ini. Oleh karena itu, untuk pembangunan *smelter* kapasitas besar 300.000 ton Cu per tahun oleh PT AMNT dan 550.000 ton Cu per tahun oleh PT FI, teknologi *flash smelting* ini bisa menjadi pilihan. Namun begitu, teknologi ini adalah teknologi baru untuk Indonesia. Oleh karena itu, teknologi Mitsubishi merupakan teknologi yang seyogyanya juga dipertimbangkan untuk dipilih karena Indonesia sudah mampu menguasai pengoperasian teknologi ini.

Sumber: *International Copper Study Group, 2018*

(satuan dalam ribu ton tembaga)

Rank	Smelter	Country	Operator/Owner(s)	Process	Capacity
1	Guixi (smelter)	China	Jiangxi Copper Corp	Outokumpu Flash	900
2	Birla copper (Dahej)	India	Birla Group (Hidralco)	Outokumpu Flash, Ausmelt, Mitsubishi Continuous	500
3	Chuquicamata (smelter)	Chile	Codelco	Outokumpu Teniente Converter	450
3	Hamburg	Germany	Aurubs	Outokumpu Contimelt, Electric	450
3	Besshi/Ehime (Toyo)	Japan	Sumitomo Metal Mining Co Tld	Outokumpu Flash	450
3	Saganoeiki Ooita (smelter)	Japan	Pan Pacific Copper Co Ltd	Outokumpu Flash	450
7	El Teniente (Caletones)	Chile	Codelco	Reverberatory/ Teniente Conv	400
7	Jinchuan (smelter)	China	Jinchuan Non-Ferrous Metal Co	Reverberatory/ Kaldso Conv	400
7	Jinchuan (Fangchenggang (smelter)	China	Jinchuan Non-Ferrous Metal Co	Flash smelter	400
7	Jinguan (smelter)	China	Tongling Non-Ferrous Metal Group	Flash smelter	400
7	Xiangguang Copper (smelter)	China	Yanggu Xiangguang Copper Co	Outokumpu Flash	400
7	Sterlite Smelter (Tuticorin)	India	Vedania	Isasmelt Process	400
7	Nonilsk (Nikelevy, Medny)	Russia	Nonilsk Nickel	Reverb, Electric, Vanyukov	400
14	Pirdop (smelter)	Bulgaria	Aurubs (99.77%)	Outokumpu Flash	360
14	Ilo Smelter	Peru	Southern Copper Corp (Grupo Mexico 88,9%	Isasmelt Process	360
16	Onahama/ Fukushima	Japan	Mitsubishi Materials Corps (49,29%),Dowa Metals & Mining Co Ltd (31,15%), Furukawa Metals & Resources Co Ltd (12,67%)	Mitsubishi Reverb	354
17	Jinlong (Tongdu)	China	Tongling Nonferrous Metals Corp (57.4%) Sumitomo (35%), Pingguo Aluminium Co	Flash Smelter	350
18	Naoshima/Kagawa (smelter)	Japan	Mitsubishi Materials Corp	Mitsubishi Continuous	342
19	Isabel/Leyte (PASAR)	Philippines	Glencore plc 78.2%, Local Investors 21.8%	Outokumpu Flash	330
20	Huelva	Spain	Atlantic Copper S A (Freeport McMoran)	Outokumpu Flash	320

Teknologi smelter dan kapasitasnya.

Pemodalan Usaha

Salah satu modal untuk pembangunan smelter adalah *capital expenditure* yang nilainya tergantung kapasitas dan naik setiap tahun. Sebagai contoh PT Smelting Gresik ketika membangun *smelter* (1996-1998) memerlukan biaya USD 500 juta untuk kapasitas 200.000 ton Cu per tahun. Sedangkan Brook Hunt melaporkan tipikal biaya untuk *green field project* pada tahun 2007 adalah USD 700 juta untuk kapasitas produksi 200.000 ton Cu per tahun. Oleh karena itu, diperlukan dukungan pemerintah lebih banyak dalam penyediaan modal awal dan pembebasan pajak pendapatan sebelum *payback periode* agar pembangunan pabrik peleburan dan pemurnian tembaga dapat terealisasi.

Pemerintah Indonesia mengubah KK menjadi IUPK pada Februari 2017 untuk PT AMNT, dan Desember 2018 untuk PTFI. Dengan adanya IUPK ini, PT AMNT dan PTFI berkewajiban membangun *smelter* tembaga untuk mengolah dan memurnikan seluruh konsentrat tembaga yang dihasilkan. PTFI dapat beroperasi di wilayah pertambangan mineral Grasberg hingga tahun 2031. Selain itu, dalam izin ini juga disebutkan adanya kemungkinan perpanjangan hingga 2041, dengan syarat PTFI harus menyelesaikan pembangunan *smelter* yang dapat meningkatkan industri hilir dalam negeri, serta memenuhi kewajiban perpajakan kepada pemerintah Indonesia.

Per Juni 2021, pembangunan *smelter* di Manyar milik PTFI sudah mencapai 7%. Proyek dengan nilai investasi mencapai USD 3 miliar ini pada awalnya merencanakan untuk mengolah 2 juta ton konsentrat. Namun, kapasitas *smelter* dikurangi menjadi 1,7 juta ton konsentrat dengan sisa 300.000 ton konsentrat akan diolah melalui pengembangan PT Smelting Gresik. Sedangkan PT AMNT yang akan membangun *smelter* di Sumbawa mencapai kemajuan 26,68% per bulan April 2021.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas tembaga diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal. Keseimbangan ketersediaan sumber

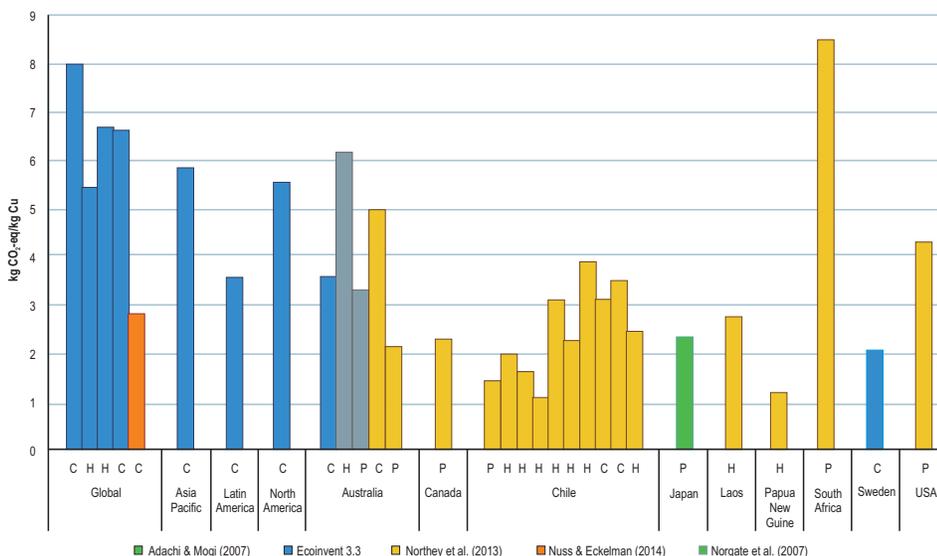
daya atau cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas tembaga harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi komoditas. Produk samping dari kegiatan peleburan (*smelter*) dan juga pemurnian tembaga adalah gas SO₂ yang sering menjadi isu polusi udara. Namun demikian, industri peleburan tembaga pada umumnya di dunia sebagai contoh PT Smelting Gresik telah berhasil mengolah SO₂ menjadi asam sulfat dengan proses yang efektif dan efisien, sehingga dapat dipastikan SO₂ yang dikeluarkan ke lingkungan sudah di bawah ambang batas.

Selain itu, industri peleburan tembaga akan menghasilkan produk samping berupa terak. Walau terak dianggap limbah B3, tetapi pada prinsipnya terak pengolahan tembaga ini adalah senyawa oksida yang sudah stabil. Terak ini dapat dijadikan sebagai bahan baku semen. Sebagai contoh PT Smelting Gresik, terak dari hasil pengolahan tembaga dimanfaatkan oleh industri semen yang ada di Jawa Timur. Oleh karena itu, tidak ada isu lingkungan yang berarti sebagai dampak dari proses peleburan dan pemurnian tembaga.

Selain produksi gas SO₂, industri pertambangan dan pengolahan mineral tembaga juga meninggalkan jejak karbon pada lingkungan dalam bentuk CO₂. Jejak karbon yang dihasilkan bervariasi dengan rentang dari 1,1-8,5 kg CO₂-eq per kg Cu. Faktor yang memengaruhi adanya variasi nilai emisi CO₂ yang dihasilkan bergantung pada perbedaan bijih dan jenis bahan bakar yang digunakan untuk proses pemanasan dan produksi energi listrik.

Sebanyak 30–70% dari emisi karbon yang digunakan berasal dari proses penambangan dan proses pengolahan konsentrat. Gambar berikut ini menunjukkan jumlah emisi karbon pada beberapa daerah dari beberapa sumber yang diperoleh untuk jalur pirometalurgi (P), hidrometalurgi (H), dan proses kombinasi (C).



Jejak Emisi Karbon pada Beberapa Daerah dari Beberapa Sumber yang Berbeda.

Bijih tembaga berkadar rendah ataupun asosiasi antara bijih Cu-Pb-Zn dalam mineral sulfida memerlukan pendekatan hidrometalurgi untuk mengolahnya. Bijih perlu dilakukan proses flotasi dan pemanggangan untuk mengonversi bijih sulfida menjadi oksida. Pada proses flotasi akan digunakan banyak reagen kimia yang berpotensi mencemari lingkungan dan mengakibatkan permasalahan kesehatan bila tidak diolah dengan baik. Selain itu, proses konversi bijih sulfida menjadi oksida juga menghasilkan asam sulfat yang memiliki sifat korosif dan berbahaya untuk lingkungan.

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi terkait data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk *SWOT analysis* terutama bagi perusahaan dalam negeri terkait pengembangan industri tembaga. Hasil analisis yang telah dilakukan, dirangkum pada tabel di bawah ini, kemudian digunakan dalam penyusunan Rencana Induk Komoditas Mineral Tembaga yang berisi program-program utama untuk pengembangan industri tembaga Indonesia hingga tahun 2045. ■

<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umur cadangan tembaga yang dimiliki Indonesia lebih dari 30 tahun. 2. Cadangan 3% dari total cadangan tembaga dunia. 3. Tembaga merupakan logam yang 100% <i>recyclable</i>. 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data lengkap industri tembaga tidak tersedia. 2. Nilai TCRC rendah 3. <i>Working capital</i> untuk pembelian konsentrat sangat signifikan terutama bila dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). 4. Saat ini, 100% lumpur anoda produk samping pengolahan dan pemurnian tembaga diekspor. 5. Infrastruktur dan rantai pasok industri tembaga belum optimal.
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kebutuhan tembaga untuk kendaraan listrik dan EBT. 2. Pabrik hidrometalurgi yang siap menyerap produksi asam sulfat dari <i>smelter</i>. 3. Fasilitas bebas bea masuk peralatan produksi selama masa pembangunan. 4. Terdapat pasar domestik untuk tembaga. 5. Potensi emas dan perak yang besar dari lumpur anoda produk samping pengolahan dan pemurnian tembaga. 	<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ketergantungan terhadap pemodal asing. 2. Peningkatan limbah elektronik. 3. Sumberdaya tembaga yang tidak terbaharukan.

	<p>Strength:</p> <p>S1: Umur cadangan tembaga yang dimiliki Indonesia lebih dari 30 tahun.</p> <p>S2: Cadangan 3% dari total cadangan tembaga dunia.</p> <p>S3: Tembaga merupakan logam yang 100% <i>recyclable</i>.</p>	<p>Weakness:</p> <p>W1: Data lengkap industri tembaga tidak tersedia.</p> <p>W2: Nilai TCRC rendah</p> <p>W3: <i>Working capital</i> untuk pembelian konsentrat sangat signifikan terutama bila dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPN).</p> <p>W4: Saat ini, 100% lumpur anoda produk samping pengolahan dan pemurnian tembaga diekspor.</p> <p>W5: Infrastruktur dan rantai pasok industri tembaga belum optimal.</p>
<p>Opportunity:</p> <p>O1: Peningkatan kebutuhan tembaga untuk kendaraan listrik dan EBT.</p> <p>O2: Pabrik hidrometalurgi yang siap menyerap produksi asam sulfat dari <i>smelter</i>.</p> <p>O3: Fasilitas bebas bea masuk peralatan produksi selama masa pembangunan.</p> <p>O4: Terdapat pasar domestik untuk tembaga.</p> <p>O5: Potensi emas dan perak yang besar dari lumpur anoda produk samping pengolahan dan pemurnian tembaga.</p>	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kegiatan eksplorasi tembaga dan peningkatan konversi sumber daya menjadi cadangan (S1, S2, O1, O4)-(1a,1b) 2. Percepatan pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga (S1, S2, O1, O4)-(2a) 3. Pengembangan industri fabrikasi tembaga (S1, S2, O4)-(3b) 4. Pengembangan industri tembaga untuk bahan baku KBLBB dan teknologi EBT (S1, S2, O3)-(4a, 4b) 	<p>WO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kebijakan yang mendukung pembangunan industri pengolahan dan pemurnian (W2, W3, O2, O3)-(2b) 2. Pembangunan pabrik pemurnian lumpur anoda (W4, O5, O3)-(2c) 3. Pemetaan industri fabrikasi tembaga (W1, O4)-(3a)
<p>Threat:</p> <p>T1: Ketergantungan terhadap pemodal asing.</p> <p>T2: Peningkatan limbah elektronik.</p> <p>T3: Sumberdaya tembaga yang tidak terbaharukan.</p>	<p>ST:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pencanaan sistem daur ulang tembaga (S3, T2, T3)-(4b) 2. Pengembangan sistem koleksi, sortir, dan pemrosesan skrep tembaga (S3, T2, T3)-(4b) 	<p>WT:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kebijakan untuk memproteksi industri fabrikasi tembaga (W1, W2, W5, T1)-(3c) 2. Optimalisasi penggunaan produk tembaga dalam negeri (T1, W5)-(4a)

Matriks TOWS Industri Tembaga Indonesia

Target dan Strategi

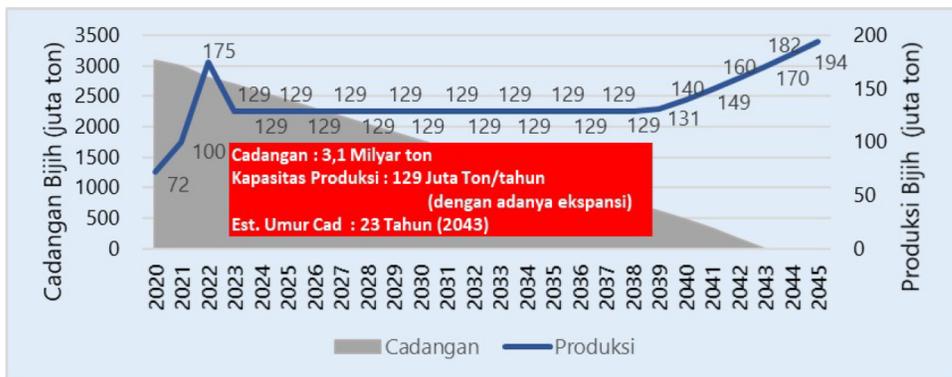
Berdasarkan analisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas tembaga saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan *SWOT analysis* yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun empat usulan program utama terkait pengembangan komoditas tembaga Indonesia, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi, dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan pencanangan sistem daur ulang.

Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri tembaga mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi atau manufaktur, hingga daur ulang.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

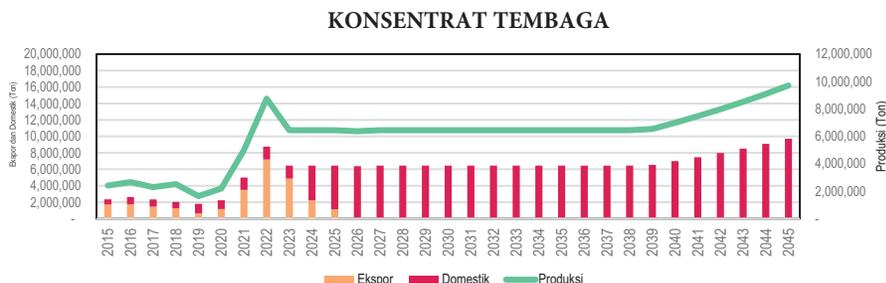
Pada bagian hulu, perusahaan peningkatan kegiatan eksplorasi tembaga dapat menambah kekayaan data terkait potensi tembaga yang baru dalam upaya pemenuhan kebutuhan di masa depan. Cadangan tembaga saat ini ialah 3,1 miliar ton, memiliki umur 23 tahun dan akan habis pada 2043 dengan asumsi kadar Cu dalam konsentrat sebesar 20%. Sehingga kegiatan eksplorasi tembaga diperlukan untuk mempertahankan ketahanan cadangan tembaga.



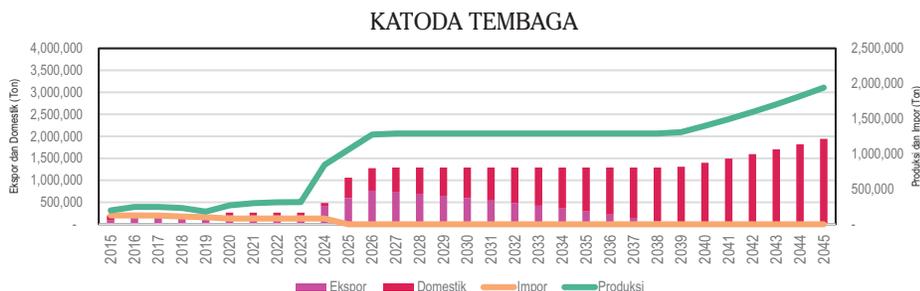
Ketahanan Cadangan Bijih Tembaga Nasional.

Kegiatan eksplorasi yang berkelanjutan akan berdampak pula pada peningkatan konversi sumber daya menjadi cadangan. Sumber daya yang sudah ada perlu dilakukan verifikasi lebih lanjut sehingga dapat dikonversi menjadi cadangan. Peningkatan tersebut dapat memberikan peluang untuk penambahan kapasitas produksi maupun berdirinya pabrik baru, apabila dalam studi kelayakannya dapat dikategorikan ekonomis untuk dilakukan usaha pertambangan dan pengolahannya.

Produksi konsentrat tembaga dapat diproyeksikan hingga tahun 2045. Dengan menggunakan asumsi jika kadar Cu dalam bijih sebanyak 1%, sedangkan kadar Cu pada konsentrat sebesar 20% dapat dijadikan dasar proyeksi. Selain itu, digunakan asumsi pengabaian kadar Cu yang terbuang dalam *tailing* seperti yang ditunjukkan grafik pada gambar di bawah ini.



Proyeksi Neraca Produksi, Ekspor, Impor dan Konsentrat Tembaga hingga 2045



Proyeksi neraca Produksi, Ekspor, Impor dan Penjualan Domestik Katoda Tembaga hingga 2045

Berdasarkan grafik tersebut, dapat diketahui jika pada rentang tahun 2022 hingga 2025 terjadi penurunan drastis pada ekspor konsentrat Cu, dan pada tahun 2026 diproyeksikan tidak ada lagi ekspor konsentrat tembaga. Hal tersebut disebabkan oleh kemampuan serap konsentrat Cu yang diolah di dalam negeri sepenuhnya, sejalan dengan pembangunan pabrik *smelter* dan hidrometalurgi baru untuk menghasilkan katoda tembaga. Sehingga data total produksi konsentrat tembaga tahun 2026 ke atas telah sama dengan kemampuan serap domestik untuk diolah lebih lanjut.

Mulai tahun 2025, diproyeksikan tidak ada lagi impor katoda tembaga karena kapasitas produksi yang meningkat, seiring dengan penambahan pabrik ekstraksi baru. Sedangkan pada neraca ekspor katoda tembaga, diawali tahun 2026 diproyeksikan mengalami penurunan hingga tahun 2039, direncanakan tidak ada lagi ekspor katoda tembaga pada tahun-tahun berikutnya.

Uraian pada dua paragraf di atas merupakan *multiplier effect* dari pembangunan pabrik ekstraksi tembaga yang baru sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi pada sektor hulu hingga antara. Dengan peningkatan tersebut, dapat mendorong konsumsi industri hilir, dalam hal ini industri manufaktur untuk menyerap produksi katoda tembaga dalam negeri. Lebih jauh lagi, pada tahun 2039 mulai diproyeksikan tidak ada lagi ekspor katoda tembaga yang tidak menutup kemungkinan karena adanya industri manufaktur baru, kemampuan serap produk antara tersebut mengalami peningkatan. Sehingga diharapkan dapat mencapai swasembada tembaga nasional di masa yang akan datang.

Indikator ketahanan cadangan tembaga terlihat dari pemenuhan kebutuhan bahan baku tembaga dari industri hulu, antara, hingga hilir yang *sustainable* dan berkelanjutan. Pada bagian hulu, perusahaan peningkatan kegiatan eksplorasi tembaga dapat menambah kekayaan data terkait potensi tembaga yang baru dalam upaya pemenuhan kebutuhan di masa depan. Cadangan tembaga saat ini yaitu sebanyak 3,1 miliar ton memiliki umur 23 tahun dan akan habis pada 2043 dengan asumsi kadar Cu dalam konsentrat sebesar 20%. Sehingga kegiatan eksplorasi tembaga diperlukan untuk mempertahankan ketahanan cadangan tembaga.

Peningkatan, Optimalisasi, serta Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

Usulan program utama mencapai peningkatan, optimalisasi serta efisiensi industri pengolahan dan pemurnian ialah dengan mempercepat pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga, terutama untuk PT FI, PT AMNT, dan PT KSK yang masih dalam tahap konstruksi. Dalam hal ini, serapan konsentrat tembaga dalam negeri akan meningkat dan menurunkan ekspor.

Pada 2024 produksi katoda tembaga akan bertambah sebesar 875.000 ton per tahun dari pembangunan pabrik baru, sehingga produksi tembaga dari pertambangan dan penyerapan tembaga oleh pabrik ekstraksi akan *balance*.

Indikator ketercapaian program ini dapat dilihat dari (a) percepatan pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga, sehingga dapat meningkatkan kapasitas produksi tembaga, (b) pembuatan kebijakan yang berpihak pada perkembangan industri, misalnya berupa pengaturan atau tata niaga terkait komoditas tembaga, seperti *domestic market obligation* (DMO) untuk komoditas tembaga yang berjalan dengan baik, dan (c) pembangunan pabrik pengolahan lumpur anoda. Usulan program ini dapat diturunkan menjadi tiga program, yaitu:

a. Percepatan Pembangunan Pabrik Pengolahan Dan Pemurnian Tembaga

Pengembangan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga berpotensi memberikan PNBPN sebesar USD 411 juta (Rp 5,9 triliun) dan pajak senilai USD 598 juta (Rp 8,6 triliun), sehingga total pendapatan negara (PNBP dan pajak) akan mencapai Rp 14,5 triliun. Tanpa pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian Cu, pemasukan negara dari PNBPN hanya sebesar USD 285 juta (Rp 4,1 triliun) dan dari pajak hanya senilai USD 535 juta (Rp 7,7 triliun), sehingga total pendapatan negara sebesar Rp 11,8 triliun. Dengan adanya pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga, pemasukan negara akan bertambah sebesar Rp 2,7 triliun.

Jumlah tersebut mengindikasikan perlunya upaya percepatan pemanfaatan konsentrat tembaga dalam negeri dengan mengolahnya menjadi katoda tembaga, agar dapat menambah kontribusi terhadap pendapatan negara. Kalkulasinya disajikan pada tabel di bawah ini, dimana katoda tembaga memiliki kontribusi terbesar terhadap pendapatan negara dengan adanya peningkatan kapasitas produksi. Sementara itu, tanpa adanya pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian, pe-

nyumbang terbesar pendapatan negara ialah PT FI, karena sejalan dengan kapasitas produksinya yang tinggi.

Menurut data Ditjen Minerba, program PPM untuk penambangan tembaga, emas dan perak berjumlah sebesar Rp 2,27 triliun. Nilai tersebut dapat terpenuhi apabila dibangun pabrik ekstraksi tembaga yang baru.

No	Produk	Jumlah	Nilai Penjualan	PNBP	Pajak
		Ton	USD	USD	USD
1	Katoda tembaga	875.000,00	7.927.753.750,00	158.555.075,00	594.581.531,25
2	Lumpur	6.600,00	3.405.437.646,32	126.479.278,64	569.156,75
3	Asam sulfat	3.000.000,00	31.500.000,00	-	2.362.500,00
4	Gypsum	248.000,00	4.278.000,00	-	320.850,00
5	Terak	1.900.000,00	2.850.000,00	-	213.750,00
Total				411.513.632,28	598.047.788,00

Pendapatan Negara dengan Adanya Pembangunan Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Tembaga

No	Perusahaan	Katoda Cu (ton)	Konsentrat Cu Yang diolah (Ton)	Nilai Penjualan USD	PNBP USD	Pajak USD
1	PT KSK	25.000,00	100.000,00	216.240.000,00	8.649.600,00	16.218.000,00
2	PT FI	550.000,00	2.000.000,00	4.324.800.000,00	172.992.000,00	324.360.000,00
3	PT AMMAN	300.000,00	1.200.000,00	2.594.880.000,00	103.795.200,00	194.616.000,00
Total			3.500.000,00	7.135.920.000,00	285.436.800,00	535.194.000,00

Pendapatan Negara tanpa Adanya Pembangunan Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Tembaga

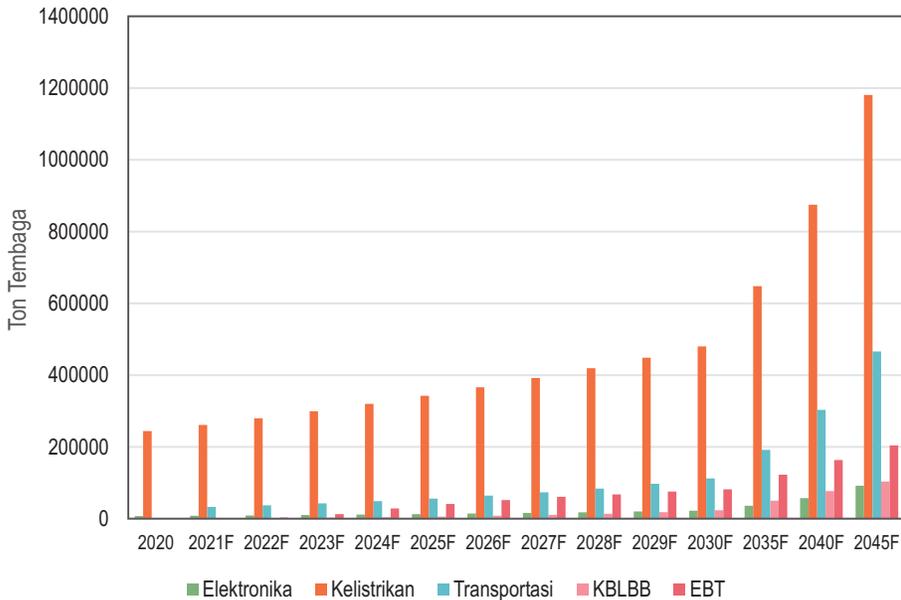
Hingga saat ini, terdapat dua pabrik pemurnian tembaga yang telah beroperasi, dua pabrik pemurnian tembaga yang sedang dibangun, dan satu pabrik tembaga yang masih dalam tahap kajian kelayakan. Realisasi pabrik-pabrik tersebut diharapkan dapat menyerap seluruh bijih tembaga yang selama ini diekspor, sehingga produksi tembaga dalam negeri dapat ditingkatkan.

Diawali pada tahun 2020 hingga 2024, konsentrat tembaga masih menjadi penyumbang terbesar pendapatan negara, karena pabrik *smelter* dan hidrometalurgi belum beroperasi secara maksimal. Sehingga negara memperoleh pendapatan dari hasil penjualan konsentrat tembaga yang tergolong dalam PNPB. Namun sejak tahun 2022, rasio kontribusi penjualan konsentrat tembaga terhadap ekspor katoda tembaga cenderung mengalami penurunan karena konsumsi konsentrat tembaga dalam negeri mengalami peningkatan.



Potensi Pendapatan dan Penghematan Negara (2020) untuk Komoditas Tembaga

Setelah tahun 2026, katoda tembaga memberikan kontribusi terbesar terhadap pendapatan negara dari pajak, karena produk dapat dihasilkan di dalam negeri. Selain itu, produksi katoda tembaga dalam negeri yang semakin meningkat memberikan efek lain, yaitu dengan meningkatnya pendapatan negara dari *copper wire* karena dapat menekan angka impor katoda tembaga sebagai bahan bakunya. Hal tersebut sejalan dengan terjadinya peningkatan kebutuhan katoda tembaga sebagai bahan baku pada industri manufaktur. Sektor kelistrikan mengalami peningkatan yang signifikan dibandingkan sektor lain seiring dengan peningkatan kebutuhan suplai listrik.



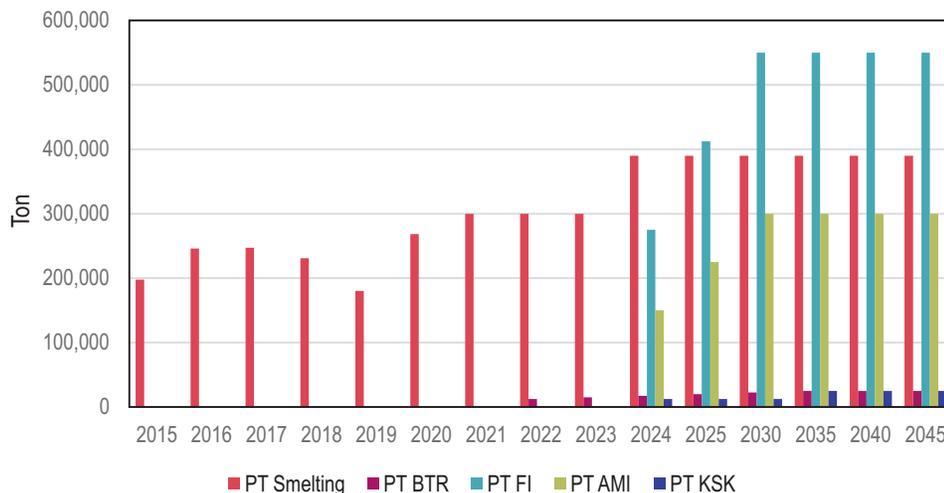
Proyeksi Konsumsi Tembaga untuk Industri Manufaktur Dalam Negeri

No	Nama Perusahaan	Status	Input		Komoditas Output	
			Jenis	Kapasitas (Ton)	Jenis	Kapasitas (ton)
1	PT Batutua Tembaga Raya	Operasi	Bijih Tembaga	1.400.000	Copper cathode	25.000
2	PT Kalimantan Surya Kencana	Operasi	-	-	Copper cathode	25.000
3	PT Smelting Gresik	Operasi	Konsentrasi Tembaga	1.000.000	Copper cathode	300.000
4	PT Amman Mineral Nusa Tenggara	Konstruksi	Konsentrasi Tembaga	-	-	300.000
5	PT Freeport Indonesia	Perencanaan	Bijih Tembaga	2.000.000	Copper cathode	460.000

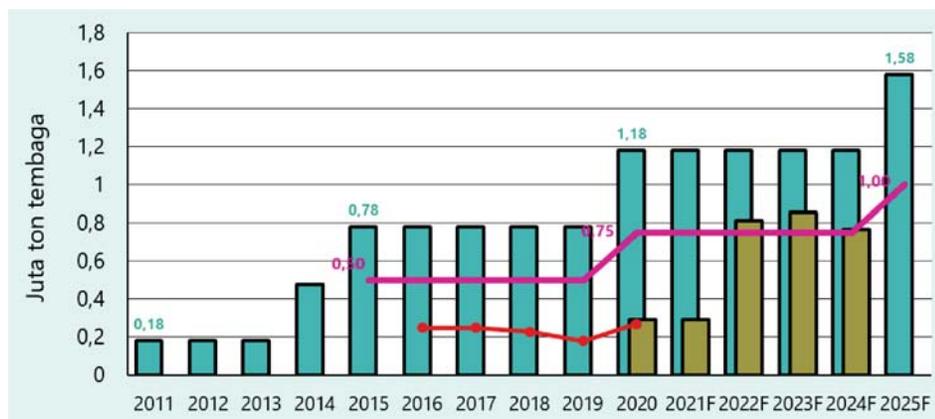
Rencana Pembangunan Pabrik Pemurnian Tembaga

Adanya penambahan industri pengolahan tembaga yang baru dapat meningkatkan produksi katoda tembaga dalam negeri, karena semakin banyak konsentrat tembaga yang terserap pada industri dalam negeri. Pada tahun 2024 yang diprediksikan bahwa PT FI dan PT AMNT telah siap beroperasi, maka produksi katoda tembaga akan bertambah mencapai kisaran angka 875.000 ton per tahun. Proses produksi diperkirakan berjalan sebanyak 50% kapasitas pada tahun 2024 dan 75% kapasitas pada tahun 2025. Pada tahun 2036, produksi katoda tembaga PT FI dan PT AMNT sudah mencapai kapasitas penuh sehingga total produksi katoda tembaga mencapai 1.290.000 ton per tahun.

■ Tembaga



Data Produksi Katoda Tembaga



Beberapa Proyeksi Produksi Domestik Tembaga (Juta Ton)

Secara umum, produksi masih stabil dalam kurun waktu tersebut. Akan tetapi terjadi peningkatan setelah tahun 2024 karena bersamaan dengan selesainya pembangunan pabrik *smelter* untuk PT FI dan PT AMNT. Sehingga konsumsi konsentrat tembaga nasional menjadi meningkat yang dapat mendorong pada peningkatan jumlah produksi katoda tembaga.

b. Kebijakan Pendukung Pembangunan Industri Pengolahan dan Pemurnian Tembaga

Seperti halnya penurunan royalti konsentrat tembaga bagi industri yang melakukan pengolahan di dalam negeri (*integrated-smelter*) dari 4,0% menjadi 2,0% setelah menjadi katoda tembaga. Seyogyanya pabrik peleburan dan pemurnian dibantu pemerintah agar tidak dibebankan membayar pajak yang sifatnya mengurangi ketersediaan dana yang terbatas yang dibutuhkan untuk modal kerja dan kelangsungan usaha. Selain itu, perlunya pemerintah untuk memberikan *insentif tax* untuk pabrik yang mengolah tembaga karena potensi tembaga di Indonesia sangat besar untuk memberikan *multiplier effect* bagi bangsa Indonesia.

c. Pembangunan Pabrik Pemurnian Lumpur Anoda

Lumpur anoda memiliki potensi kandungan logam-logam berharga seperti emas, perak, dan lain sebagainya. Hal ini dapat berpotensi menambah pemasukan negara jika dapat diolah dan dimanfaatkan dengan baik. Karena total lumpur anoda dari proses pemurnian tembaga sebesar 8600 ton (potensi emas 60-90 ton, perak 340-460 ton, dan PGM). Sedangkan keadaan saat ini ialah masih 100% diekspor. Sehingga diperlukan penambahan pabrik pengolahan lumpur anoda untuk membantu pabrik yang sudah berjalan. Pabrik pemurnian emas dan perak yang ada hanya PT Antam Logam Mulia. Impor emas dapat dihentikan serta logam Pb yang dihasilkan dari pemurnian lumpur anoda dapat digunakan untuk industri di dalam negeri.

Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)

Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur dan peningkatan TKDN. Program ini memiliki empat program turunan sebagai berikut:

a. Pemetaan Industri Fabrikasi Tembaga

Pemetaan industri tembaga di antaranya diawali dari industri antara, fabrikasi, dan manufaktur, perlu dilakukan berdasarkan data historis untuk dapat memantau perkembangan produksi industri fabrikasi. Dengan mengetahui data-data dari industri antara dan manufaktur, maka dapat diketahui daya serap dan kemampuan produksi dari industri fabrikasi. Sehingga sangat penting untuk digunakan sebagai acuan dalam menyusun kebijakan yang tepat guna meningkatkan industri fabrikasi.

b. Pengembangan Industri Fabrikasi Tembaga

Adanya impor *bar, rod, wire*, dan *tube* tembaga mengindikasikan bahwa kebutuhan domestik masih belum sepenuhnya terpenuhi. Sehingga diperlukan kebijakan yang dapat mendorong pengembangan industri fabrikasi tembaga. Dengan begitu, katoda tembaga yang dihasilkan dari industri antara dapat diserap dengan maksimal oleh industri fabrikasi dalam negeri. Jika hal ini dapat direalisasikan, maka dapat berpengaruh terhadap neraca perdagangan Indonesia karena menurunnya angka impor dari produk-produk olahan tembaga hasil fabrikasi yang digunakan sebagai bahan baku pada industri manufaktur.

c. Kebijakan Untuk Memproteksi Industri Fabrikasi Tembaga

Kebijakan yang disusun untuk memproteksi industri fabrikasi diperlukan untuk menjamin penyerapan katoda tembaga, ramah terhadap pajak, dan sebagainya. Hal ini sangat penting utamanya untuk sektor industri yang baru berdiri, karena perlu dukungan penuh agar bisa *survive* pada awal tahun produksi. Dengan adanya sejumlah regulasi yang menyokong pengembangan industri fabrikasi, diharapkan dapat meningkatkan minat investor sehingga semakin banyak jumlah industri fabrikasi di Indonesia.

d. Pengembangan Industri Tembaga Untuk Bahan Baku KBLBB

Pengembangan industri tembaga sebagai bahan pendukung industri kendaraan listrik semestinya terintegrasi dengan pengelolaan dan peningkatan nilai tambah komoditas tambang lainnya, terutama logam-logam yang mendukung industri kendaraan listrik seperti tembaga, aluminium, nikel, dan kobalt. Adanya integrasi tersebut diharapkan dapat meningkatkan daya saing komoditas tembaga dan efektivitas produksi. Sehingga dapat meningkatkan nilai jual dari produk olahan.

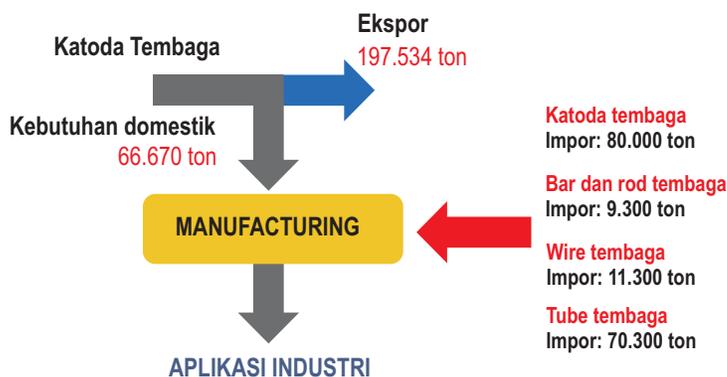
Indikator ketercapaian pengembangan industri fabrikasi dan peningkatan TKDN dapat dilihat dengan adanya pemetaan industri fabrikasi tembaga, sehingga dapat dengan jelas diketahui kriteria konsentrat tembaga untuk tiap-tiap industri. Selain itu, perlu adanya pengembangan industri fabrikasi tembaga, utamanya bagi industri manufaktur yang belum ada di Indonesia.

Selain itu, diperlukan kebijakan untuk memproteksi industri fabrikasi tembaga, adanya pengembangan industri tembaga untuk bahan baku KBLBB, pengembangan industri tembaga untuk teknologi EBT, dan industri manufaktur elektronik serta industri penyerap katoda tembaga lainnya, sebagaimana tercantum dalam RIPIN 2020-2035. Program ini memiliki lima program turunan sebagai berikut:

i. Pemetaan Industri Fabrikasi Tembaga

Pemetaan industri tembaga, di antaranya diawali dari industri antara, fabrikasi, dan manufaktur, perlu dilakukan berdasarkan data historis untuk dapat memantau perkembangan produksi industri fabrikasi. Ekspor tembaga dalam bentuk konsentrat dan katoda berjumlah sebesar 1.300.000 ton dan 197.534 ton. Sedangkan kemampuan konsumsi tembaga dalam negeri dalam bentuk katoda berjumlah sebesar 66.670 ton.

Katoda tembaga tersebut akan diserap oleh industri manufaktur atau fabrikasi, seiringan dengan impor tembaga dalam bentuk katoda, *rod*, *wire*, dan *tube* tembaga yang tercatat sebesar 80.000 ton, 9.300 ton, 11.300 ton, dan 70.300 ton. Masih adanya katoda tembaga yang diimpor pada industri manufaktur didasari pada penandatanganan kontrak antara industri manufaktur dengan penyedia di luar negeri. Sehingga diperlukan regulasi dari pemerintah untuk memastikan industri fabrikasi dalam negeri dapat menurunkan angka impor.



Alur Produksi Katoda Tembaga pada Industri Manufaktur/Fabrikasi

ii. Pengembangan Industri Fabrikasi Tembaga

Adanya impor *bar*, *rod*, *wire*, dan *tube* tembaga mengindikasikan bahwa kebutuhan domestik masih belum sepenuhnya terpenuhi. *Bar* dan *rod* tembaga cukup menarik untuk dikembangkan mengingat kebutuhannya yang cukup besar untuk selanjutnya diolah menjadi kabel sehingga mengurangi jumlah impor kabel. Industri kabel di Indonesia masih melakukan impor bahan baku.

Impor *tube* tembaga yang cukup besar mengindikasikan bahwa pabrik produksi *tube* tembaga cukup menarik untuk dibangun mengingat masih belum adanya pabrik tersebut di Indonesia. Kebutuhan *tube* tembaga ke depan akan cukup besar,

terutama pada komponen *heat exchanger* seperti kulkas dan *air conditioner*. Pada tahun 2010 permintaan AC mencapai 1,3 juta produk dan terus meningkat menjadi 1,6 juta produk pada tahun 2011. Permintaan AC juga diperkirakan meningkat seiring munculnya perumahan, apartemen, dan gedung perkantoran baru di Indonesia.

iii. Kebijakan Memproteksi Industri Fabrikasi Tembaga

Kebijakan yang disusun untuk memproteksi industri fabrikasi diperlukan agar terjaminnya penyerapan katoda tembaga. Di antaranya, perlu dipersiapkan SNI yang belum ada di produk tembaga untuk menahan masuknya produk impor yang tidak sesuai standar. Selain itu, diperlukan kebijakan peningkatan kebutuhan produksi dalam negeri untuk produk fabrikasi dalam negeri dan pengutamaan produk lokal untuk penggunaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara (APBN).



Potret Industri dan Sektor Industri Penggeraknya

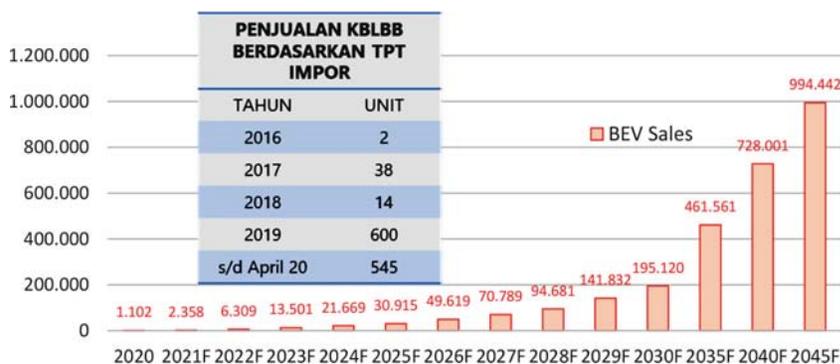
iv. Pengembangan Industri Tembaga untuk Bahan Baku KBLBB

Pengembangan industri tembaga sebagai bahan pendukung industri kendaraan listrik semestinya terintegrasi dengan pengelolaan dan peningkatan nilai tambah komoditas tambang lainnya, terutama logam-logam yang mendukung industri kendaraan listrik seperti aluminium, tembaga, nikel, dan kobalt. Adapun skenario produksi KBLBB Indonesia seperti yang tercantum pada tabel di bawah ini. Kebutuhan tembaga untuk industri kendaraan listrik pada tahun 2045 adalah sebesar 103.297 ton dengan total terbesar ketiga setelah nikel dan aluminium. Logam-logam tersebut ialah logam yang digunakan sebagai bahan baku baterai listrik.

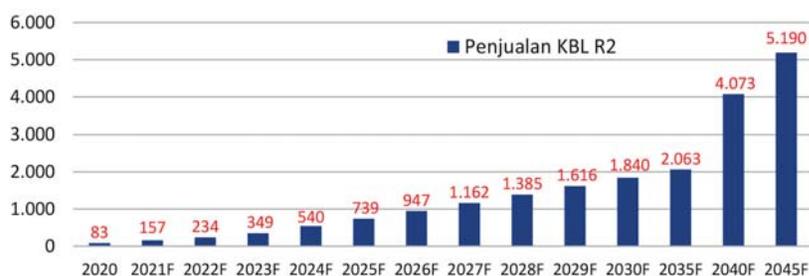
Produksi (Unit)	2025	2030	2035	2040	2045
KBLBB R4	30.915	195.120	461.561	728.001	994.442
KBLBB R2	739	1,840	2,063	4,073	5,190
Kebutuhan Logam (Ton)	2025	2030	2035	2040	2045
Tembaga (Cu)	5.523	23.554	50.135	76.716	103.297
Aluminium (Al)	8.586	45.714	103.951	162.187	220.424

Skenario Produksi KBLBB Indonesia

Peningkatan signifikan jumlah produksi KBLBB terjadi pada tahun 2030. Jika ditelusuri lebih jauh, hal tersebut berkaitan dengan *Paris Agreement* yang mendorong upaya pengurangan neraca karbon agar dapat menurunkan efek gas rumah kaca sebagai salah satu pemicu utama terjadinya pemanasan global. Sehingga peningkatan tersebut jika dibandingkan tahun 2025 secara berurutan berkisar pada angka 500% dan 250% untuk kendaraan roda empat dan roda dua.



Penjualan BEV R4 atau Lebih (Unit)

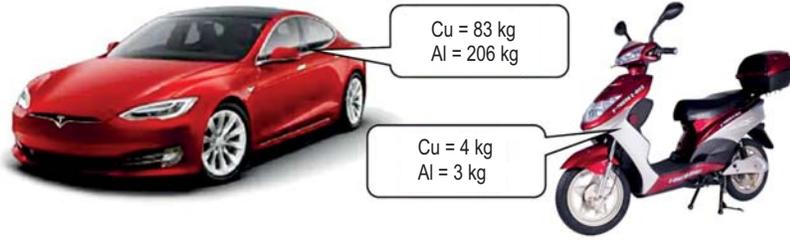


Penjualan Sepeda Motor Listrik (Ribuan Unit)

Kebutuhan tembaga tergolong tinggi hampir seluruh kendaraan, mengingat katoda tembaga sebagai bahan baku utama untuk komponen yang berhubungan dengan kelistrikan. Secara umum, penggunaan tembaga terbesar terdapat pada komponen *low volt wire*, baterai, dan *electric motor*. Selain itu, ilustrasi yang ditunjukkan pada gambar di bawah mengindikasikan perbandingan kasar antara logam tembaga dengan logam aluminium sebagai salah satu logam utama penyusun KBLBB baik roda empat maupun roda dua.

(kg)	ICEV	HEV	PHEV	BEV	Ebus Hybrid	HEV
Battery		1,0	1,0	40,0	12,0	1,0
Inverter		0,3	0,3	0,3	1,0	0,3
Electric Motor		5,0	5,0	9,9	20,0	5,0
HV Wire		5,0	5,0	5,0	11,0	5,0
Other	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
LV Wire	18,0	23,0	23,0	23,0	40,0	23,0
Total	23,0	39,3	60,3	83,3	89,0	39,3

Penggunaan Tembaga Per Unit pada Komponen Kendaraan

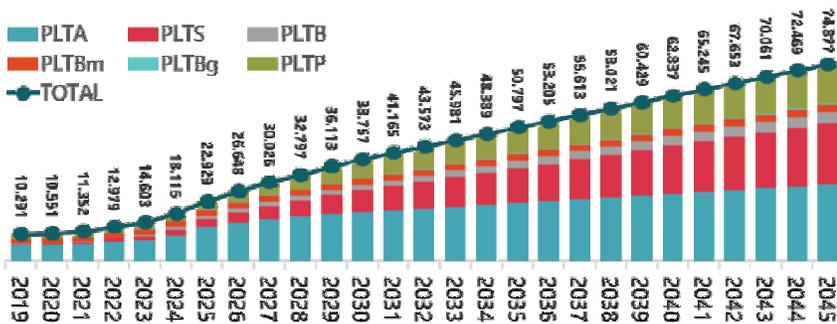


Berat Tembaga dan Aluminium Dalam Komponen Mobil dan Motor Listrik

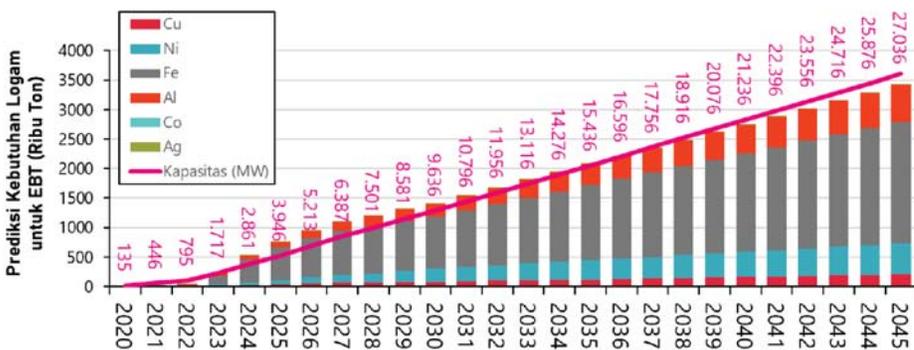
v. Pengembangan Industri Tembaga untuk Teknologi EBT

Rencana penambahan PLT EBT sampai tahun 2045 dengan data pada 2035 sebesar 50,8 GW. Adapun PLT EBT dengan rasio tertinggi, di antaranya; PLTA, PLTS, dan PLTP. Adanya peningkatan jumlah PLT EBT, beriringan dengan peningkatan kebutuhan suplai logam tembaga sebagai salah satu komponen utama untuk membantu menghasilkan listrik.

Pengembangan industri tembaga ke arah teknologi EBT memerlukan pasokan logam lainnya, terutama aluminium. Kebutuhan tembaga merupakan salah satu kebutuhan logam yang signifikan. Sebagai contoh pada tahun 2045 untuk EBT, kebutuhan tembaga mencapai 204 ribu ton. Seiring dengan hal tersebut, pengembangan industri tembaga ke arah teknologi lainnya perlu dipertimbangkan dalam rangka penguasaan teknologi.



Skenario Perkembangan PLT EBT (GW)

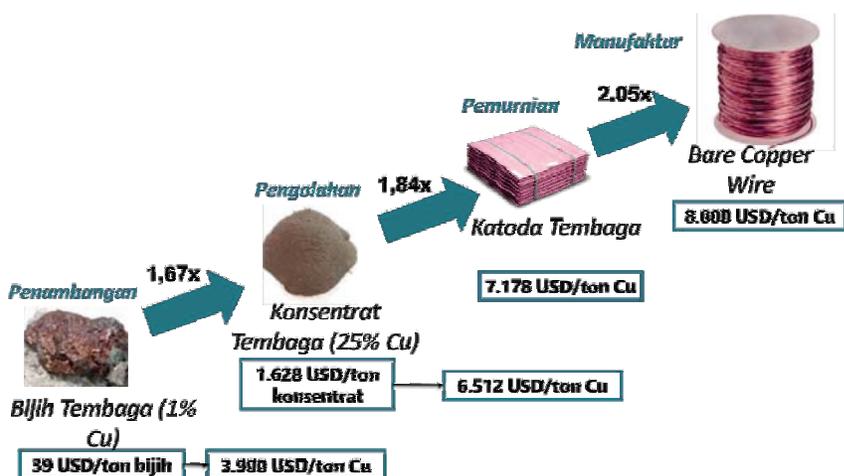


Prediksi Kebutuhan Logam untuk EBT (Ribu Ton)

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

Tahap awal sistem daur ulang tembaga, yaitu pengumpulan sampah produk logam ialah tahap penentu dari proses daur ulang dan tingkat perolehan logam. Program ini disusun bertujuan untuk melakukan optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan perencanaan sistem daur ulang. Penentuan tahap awal akan mempermudah proses eksekusi selanjutnya.

Indikator ketercapaian optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dapat dilihat dengan adanya peningkatan konsumsi tembaga sektor transportasi, konstruksi, dan kelistrikan. Selain itu, dapat dilihat juga dengan adanya sistem dan fasilitas daur ulang tembaga dalam negeri dengan perencanaan sistem daur ulang yang baik. Upaya lebih jauh dari program tersebut, yaitu dengan pengembangan sistem koleksi, sortir dan pemrosesan skrep tembaga.



Peningkatan Nilai Tambah untuk Setiap Tahapan Pengolahan Tembaga (2020).

Adanya hilirisasi komoditas tembaga, diharapkan akan menambah pendapatan dan penghematan negara atas produk impor. Pembangunan *smelter* baru untuk mengolah konsentrat tembaga menjadi katoda tembaga membuat harga jualnya meningkat sebesar 1,84 kali dari harga jual bijih.

Selain itu, kapasitas produksi katoda tembaga yang semakin tinggi juga akan berakibat pada industri hilir sebagai konsumennya. Sehingga hal ini juga dapat berkontribusi pada perkembangan hilirisasi komoditas tembaga, jika katoda tembaga diolah menjadi *bare copper wire* dapat meningkatkan harga jual sebesar 2,05 kali dibanding harga bijih. Jika hal tersebut dapat terlaksana, maka pendapatan negara akan meningkat dan dapat menghemat pula karena angka impor menurun. Program ini tersusun menjadi dua program turunan, yaitu:

a. Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri Dan Pencanaan Sistem Daur Ulang

Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri harus ditingkatkan untuk mengurangi angka impor dan untuk pengembangan industri hilir dalam negeri.

b. Pengembangan Sistem Koleksi, Sortir dan Pemrosesan Skrep Tembaga

Sistem daur ulang harus dibangun sebagai upaya untuk mengurangi ketergan-

tungan pada sumber daya alam yang tidak terbaharukan. Proses daur ulang merupakan suatu rantai aktifitas dimana setiap tahap mempengaruhi keseluruhan perolehan logam dan keekonomian proses daur ulang.

Rantai aktivitas tersebut meliputi:

- Proses pengumpulan (*collection*),
- Perlakuan awal (*pre-processing*),
- Pemrosesan akhir baik secara fisik maupun kimiawi (*end-processing*).



Rantai Aktivitas Tahapan Pengolahan Tembaga

Pemrosesan skrep tembaga dapat dikatakan sederhana, karena hanya membutuhkan proses pelelehan yang umumnya dilakukan dengan menggunakan tanur *reverberatory*. Adapun tahapan yang paling sulit dan menentukan keberhasilan daur ulang dari tembaga dan hampir mirip dengan semua komoditas logam yang melalui tahap daur ulang adalah: (i) tahapan pengumpulan untuk memastikan pasokan skrep yang konsisten; dan (ii) tahapan perlakuan awal untuk meminimalisir kontaminasi dan untuk menghindari pencampuran paduan Cu yang berbeda komposisi. Sehingga dapat memengaruhi *yield* atau persen efektivitas yang menunjukkan tingkat perolehan tembaga, mulai dari proses awal hingga kembali didapatkan logam tembaga setelah proses daur ulang.

System	Collection	Pre-processing	Final processing	Net yield
Formal (Europe, UNU 2008, Chanceler et al. 2009)	60% formal take-back system	25% mainly mechanical processes	95% integrated smelter	15%
Informal (India, Keller 2006)	80% individual collectors	50% manual sorting and dismantling	50% backyard leaching	20%

Nilai Yield Setiap Daur Ulang Tembaga

Tahap proses daur ulang logam atau seperti yang disebutkan di atas terbagi menjadi tiga bagian utama. Pengumpulan memiliki *yield* sebesar 60%, prapemrosesan yaitu berupa pemisahan logam bekas sesuai dengan komponen-komponen penyusunnya agar tidak memengaruhi proses pelelehan dengan nilai *yield* 25%, dan proses akhir dengan menggunakan *smelter* terintegrasi sebanyak 95%. Sehingga total *yield* untuk daur ulang tembaga secara formal, yaitu 15%. Hal tersebut juga berlaku untuk bagian informal yang nilai *yield* totalnya 20%.

Nilai *yield* yang kecil menjadi tantangan tersendiri meskipun logam tembaga dapat didaur ulang 100% yang berarti karakteristik dan sifatnya identik dengan tembaga dari konsentrat. Oleh sebab itu, aspek yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan *yield* daur ulang adalah tahap pengumpulan dan prapemrosesan atau pemilahan. ■

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas tembaga telah disusun untuk keempat program utama yang telah dijelaskan pada bab Target dan Strategi sebelumnya, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Rancangan peta jalan tersebut memberikan petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target dari program turunan pada tiap program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045.

Berikut ini merupakan penjabaran dari *road map & action plan* yang selanjutnya diturunkan menjadi beberapa fase, yaitu:

a. Program 1: Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Produksi Bahan Baku Industri

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Kegiatan konversi sumberdaya menjadi cadangan.
 - ii. Kegiatan eksplorasi tembaga.
 - iii. Verifikasi dan standarisasi pelaporan sumberdaya dan cadangan tembaga.
- Fase 2-5 (2026-2045):
 - i. *Updating* konversi sumberdaya menjadi cadangan dan penambahan cadangan baru.
 - ii. *Updating* data sumberdaya dan cadangan.

b. Program 2: Peningkatan, Optimalisasi Serta Efisiensi Industri Pengolahan Dan Pemurnian

- Fase 1 (2021-2025):
 - i. Pembangunan tiga pabrik ekstraksi tembaga yang baru, yaitu PT FI, PT AMNT, dan PT KSK dengan tahun beroperasi pada 2024.
 - ii. Ekspansi pabrik yang dilakukan oleh PT Smelting Gresik sebesar 30% pada 2023.
 - iii. Penambahan produksi katoda tembaga sekitar 740.500 ton yang berasal dari produksi katoda tembaga 75% kapasitas tiga pabrik baru dan ekspansi PT Smelting Gresik.
 - iv. Terdapat 21 IUP yang berpotensi dikembangkan oleh investor. Sehingga diperlukan penyusunan studi kelayakan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga baru, tahap perizinan dan *financing* pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga baru, rekayasa dan pengadaan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga baru, serta konstruksi pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga baru.

- v. *Monitoring* dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian.
 - vi. Penyusunan kebijakan yang mendukung pembangunan pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga.
- Fase 2 (2026-2030):
 - i. Produksi katoda tembaga dari tiga pabrik baru mencapai 100% kapasitas dengan total produksi 875.000 ton per tahun.
 - ii. Pembangunan pabrik pemurnian lumpur anoda.
 - iii. Evaluasi dan kemungkinan peningkatan kapasitas.
 - iv. Terdapat 21 IUP yang berpotensi dikembangkan oleh investor (sebagaimana disebutkan pada fase 1).
 - v. *Monitoring* dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian.
 - vi. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - Fase 3 (2031-2035):
 - i. Total produksi katoda tembaga nasional sekitar 1.290.000 ton per tahun.
 - ii. Evaluasi dan kemungkinan peningkatan kapasitas.
 - iii. Terdapat 21 IUP yang berpotensi untuk dapat dikembangkan oleh investor (sebagaimana disebutkan pada fase 1).
 - iv. *Monitoring* dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian.
 - v. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - Fase 4 (2036-2040):
 - i. Total produksi katoda tembaga nasional sekitar 1.290.000 ton per tahun.
 - ii. Evaluasi dan kemungkinan peningkatan kapasitas.
 - iii. Target pabrik pengolahan dan pemurnian tembaga baru berproduksi dengan total kapasitas minimal 200.000 ton.
 - iv. *Monitoring* dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian.
 - v. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - Fase 5 (2041-2045):
 - i. Total produksi katoda tembaga nasional ~1.940.000 ton per tahun.
 - ii. Evaluasi dan kemungkinan peningkatan kapasitas.
 - iii. Target total produksi katoda tembaga nasional minimal: 1,9 juta ton (berdasarkan proyeksi kebutuhan tembaga nasional tahun 2045).
 - iv. *Monitoring* dampak lingkungan industri pengolahan dan pemurnian.
 - v. Implementasi dan Evaluasi kebijakan baru.
 - c. Program 3 : Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur dan Peningkatan TKDN
 - Fase 1 (2021-2025)
 - i. Pemetaan industri fabrikasi tembaga terutama yang memiliki nilai impor tinggi: *copper rod, copper wire, dan copper tube*.
 - ii. Penyusunan kebijakan yang mendukung penggunaan produk dalam negeri.
 - iii. Penyusunan SNI produk tembaga.
 - iv. Persiapan pengembangan industri tembaga untuk komponen kendaraan listrik dan EBT, yaitu dengan kajian *supply* dan *demand* serta *feasibility study*.
 - Fase 2 (2026-2030)
 - I. Pembangunan pabrik manufaktur baru, yaitu *copper rod* dengan kapasitas sekitar 9.300 ton, *copper wire* dengan kapasitas sekitar 11.300 ton, dan *copper tube* dengan kapasitas sekitar 70.300 ton.

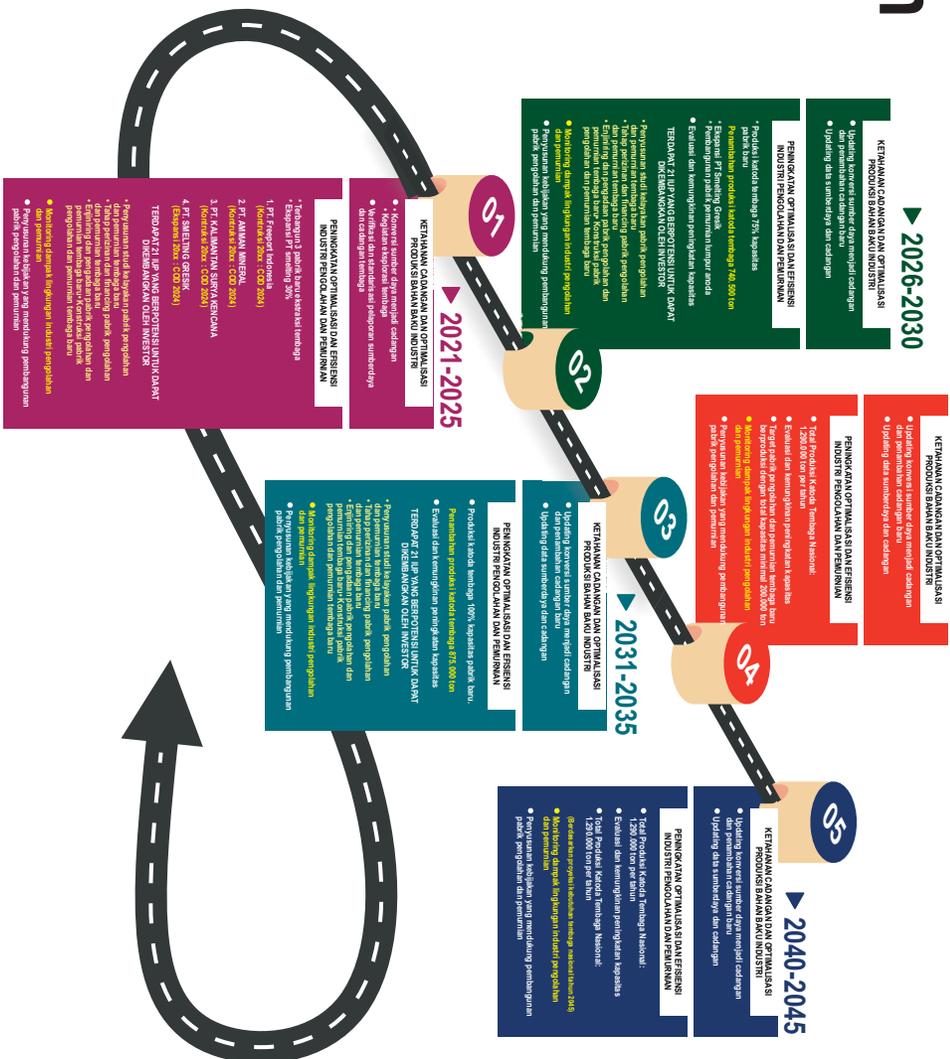
- ii. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - iii. Pembangunan pabrik manufaktur komponen untuk kendaraan listrik dan EBT berbahan baku tembaga dengan kapasitas input sekitar 400 ribu ton tembaga.
- Fase 3 (2031-2035)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi untuk industri manufaktur penghasil *copper rod*, *copper wire*, dan *copper tube*.
 - ii. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - iii. Pembangunan pabrik manufaktur komponen untuk kendaraan listrik dan EBT berbahan baku tembaga dengan kapasitas input sekitar 300 ribu ton tembaga.
 - Fase 4-5 (2036-2045)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi untuk industri manufaktur penghasil *copper rod*, *copper wire*, dan *copper tube*.
 - ii. Implementasi dan evaluasi kebijakan baru.
 - iii. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi untuk pabrik manufaktur komponen untuk kendaraan listrik dan EBT berbahan baku tembaga.

d. Program 4 : Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Daur Ulang

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.
 - ii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk sistem daur ulang barang bekas mengandung tembaga terutama alat elektronik dan kendaraan bermotor.
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.
 - ii. Pengembangan sistem pengumpulan limbah alat elektronik dan kendaraan bermotor.
- Fase 3 (2031-2035)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.
 - ii. Pembangunan fasilitas *sorting* dan pemrosesan limbah alat elektronik dan kendaraan bermotor.
- Fase 4-5 (2036-2045)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.
 - ii. Evaluasi dan peningkatan kapasitas atau pembangunan fasilitas baru.

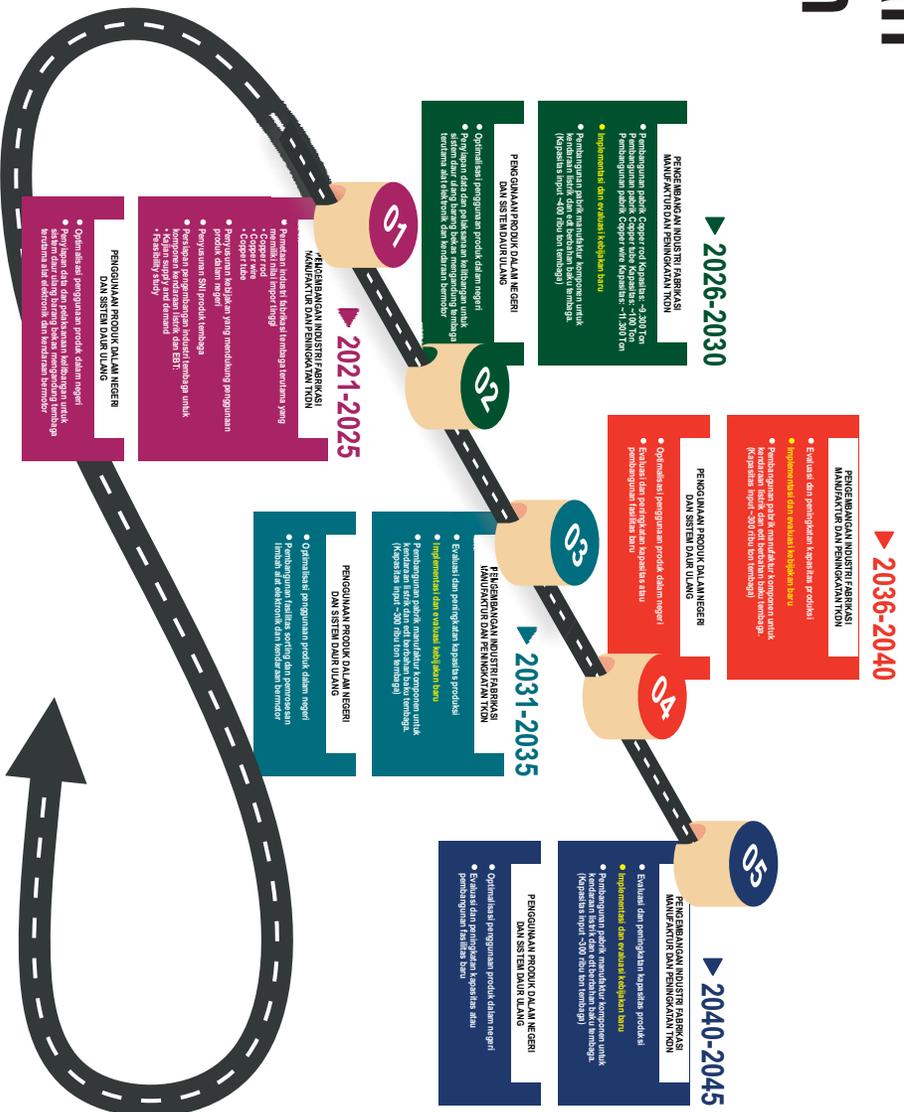
Rancangan Peta Jalan Hilirisasi Tembaga Bagian-1

- ◆ 2021-2025
- ◆ 2026-2030
- ◆ 2031-2035
- ◆ 2036-2040
- ◆ 2041-2045



Rancangan Peta Jalan Hilirisasi Tembaga Bagian-2

- 2021-2025
- 2026-2030
- 2031-2035
- 2036-2040
- 2041-2045

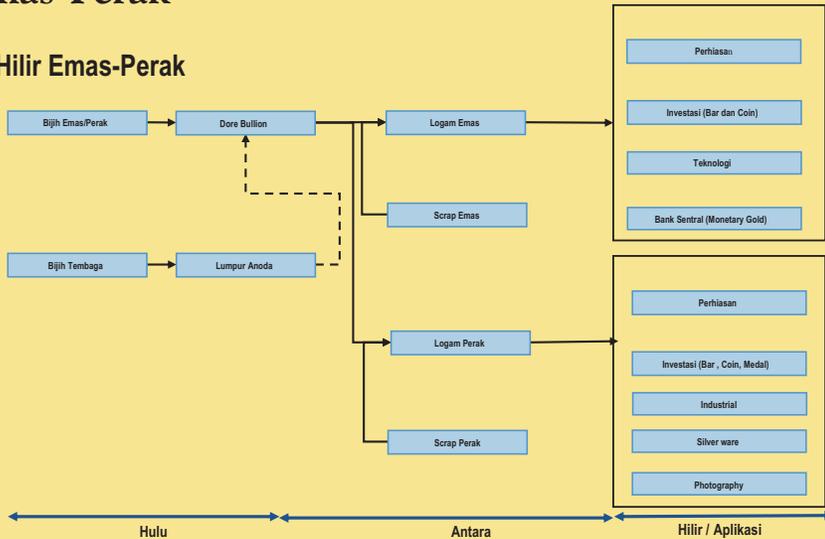




Emas-Perak

Emas-Perak

Hulu Hilir Emas-Perak



Total Sumber Daya dan Cadangan



Emas:

Sumber daya 16 miliar ton
cadangan 4 miliar ton

Perak:

Sumber daya 10,4 miliar ton
cadangan 3,2 miliar ton

Ringkasan

- Perusahaan penghasil emas yang beroperasi sebanyak 15 perusahaan dan perusahaan penghasil perak sebanyak 13 perusahaan, sementara pabrik pemurnian emas-perak hanya 1 yang terdaftar.
- Industri hilir emas-perak yang telah terbangun adalah industri perhiasan dan industri investasi.
- Indonesia memiliki jumlah cadangan bijih emas-perak yang besar, namun terdapat juga bijih refraktori yang sulit diolah dan berkadar rendah.
- Tambang emas yang ada umumnya berumur pendek karena endapan yang bersifat marginal.
- Salah satu tantangan dalam tata kelola emas ialah aktivitas pertambangan dan pemurnian emas tanpa izin. Akar masalah utamanya adalah faktor perekonomian, persepsi masyarakat terhadap hukum dan peraturan, serta pertambangan yang dilakukan di wilayah yang terlarang.
- Salah satu solusi yang dapat dilakukan adalah pencerdasan dan formalisasi sesuai dengan peraturan.
- Upaya peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri dapat dilakukan dengan pembatasan ekspor bijih yang mengandung emas-perak sebagai mineral ikutan dan lumpur anoda, dan kewajiban level minimum ekspor emas-perak murni yang diberlakukan bagi konsentrat tembaga maupun lumpur anoda yang mengandung emas-perak.
- Untuk menampung seluruh potensi produksi emas hasil pertambangan rakyat yang ditaksir sebesar 120 ton per tahun, perlu tersedia pabrik pengolahan baru atau ekspansi dengan kapasitas minimal 80 ton per tahun.
- Industri hilir emas-perak yang sudah berkembang di Indonesia adalah industri logam mulia untuk dekorasi dan perhiasan. Industri ini menjadi salah satu industri unggulan di Indonesia, termasuk dalam 10 besar negara pengekspor perhiasan di dunia dengan pangsa pasar mencapai 4% pada tahun 2019. Negara tujuan utama ekspor antara lain Singapura, Swiss, Hong Kong, Amerika Serikat, dan Uni Emirat Arab.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 7 triliun pada tahun 2045.

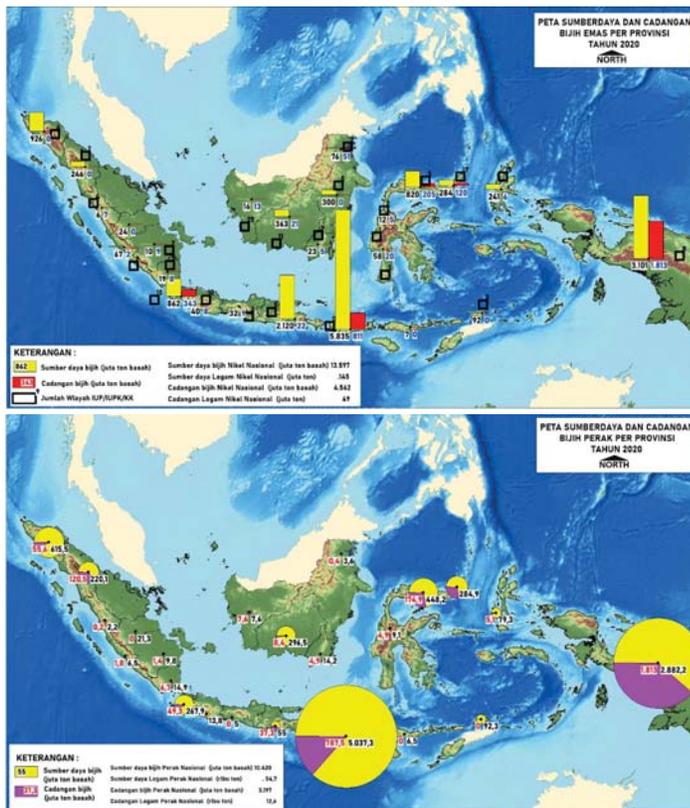
Gambaran Industri Hulu

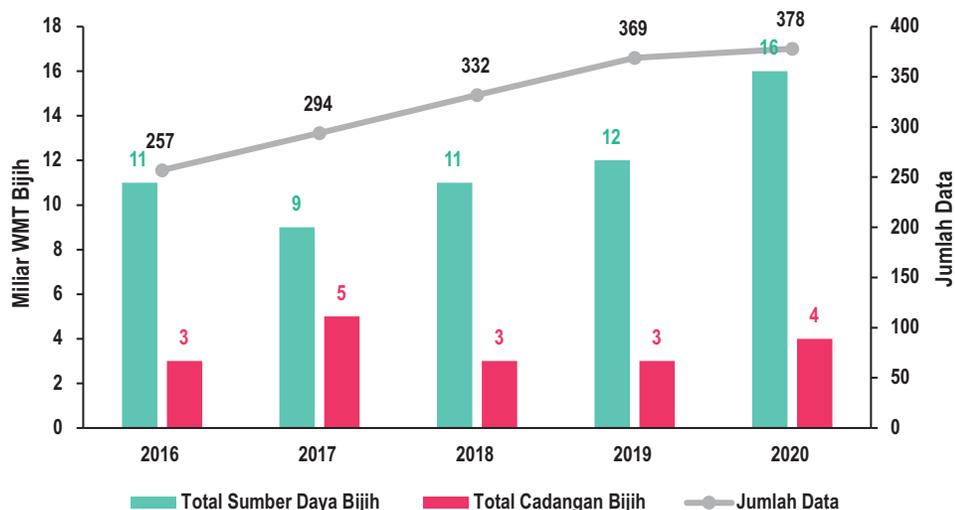
Sumber Daya dan Cadangan

Berdasarkan laporan U.S. Geological Survey (USGS) pada Januari 2021, Indonesia memiliki potensi cadangan emas sebesar 3,6 miliar ton atau sekitar 6,9% dari total cadangan emas dunia yang berjumlah 53 miliar ton. Hal tersebut menunjukkan bahwa emas Indonesia memiliki potensi strategis untuk terus dikembangkan demi meningkatkan daya saing.

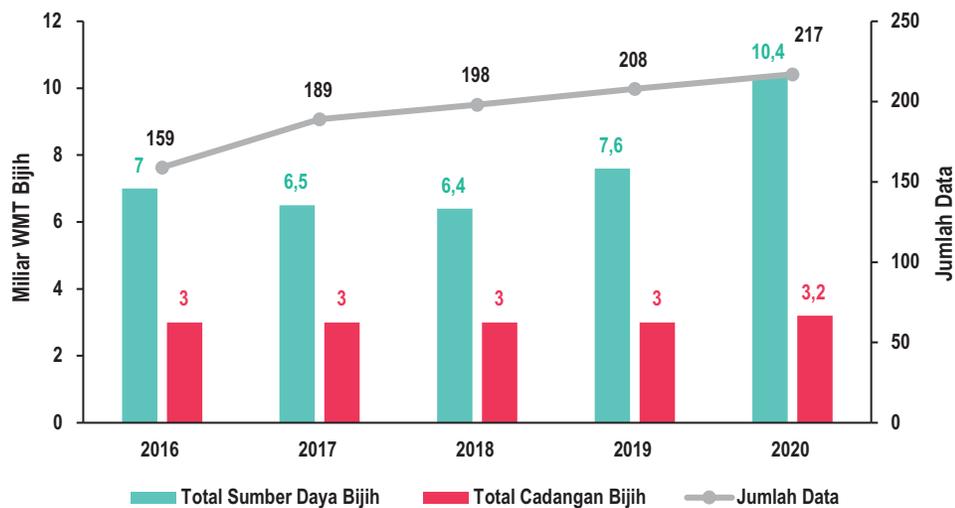
Begitu halnya juga dengan perak, logam ikutan emas, Indonesia termasuk dalam 20 besar negara dengan cadangan perak terbesar. Cadangan perak yang dimiliki sebesar 12.600 ton perak atau 2,5% dari total cadangan perak dunia yang berjumlah 500.000 ton.

Data neraca sumber daya dan cadangan emas perak tahun 2020, telah dilaporkan oleh Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP), Badan Geologi. Sumber utama dari data yang dilaporkan oleh lembaga ini, berasal dari upaya pemutakhiran data-data laporan kegiatan badan usaha. Pada tahun 2020, total sumber daya dan total cadangan bijih emas secara berturut-turut berjumlah sebesar 15,8 miliar ton dan 3,6 miliar ton. Sedangkan total sumber daya dan total cadangan perak pada tahun 2020 berturut-turut sebesar 10,4 miliar ton dan 3,2 miliar ton.



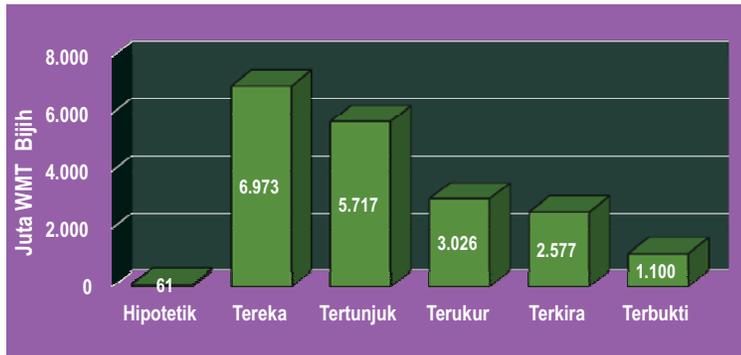


Total sumber daya dan total cadangan emas Indonesia



Total sumber daya dan total cadangan perak Indonesia

Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu sumber daya hipotetik, sumber daya tereka, sumber daya tertunjuk, dan sumber daya terukur. Sementara cadangan, juga berdasarkan tingkat keyakinannya, diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu cadangan terkira dan cadangan terbukti.



Data sumber daya dan cadangan emas Indonesia tahun 2020



Data sumber daya dan cadangan perak Indonesia tahun 2020

Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa kendala dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral, antara lain dari segi kuantitas dari beberapa badan usaha hanya sebagian data yang tersedia dan dapat diinventarisasi, sementara dari segi kualitas belum semua data tersebut terverifikasi oleh orang yang berkompeten (*competent person*).

Perusahaan Tambang Emas

Emas ditemukan dalam beberapa jenis mineral bijih. Namun dari sekian jenis mineral bijih, emas yang umum dijumpai hanya emas *native* dan paduannya, emas *telurida* (*calaverite* $[\text{AuTe}_2]$ dan *sylvite* $[(\text{Au,Ag})\text{Te}_2]$) serta *aurostibite* $[\text{AuSb}_2]$. Sedangkan bentuk mineral lainnya jarang ditemui.

Mineral *gangue* yang paling umum berasosiasi dengan emas adalah kuarsa (mulai dari kristalin, kriptokristalin atau kalsedon sampai silika amorf), mineral sulfida (pirit, pirhotit, arsenopirit, galena, dan sfallerit), mineral silikat dari zona alterasi batuan dinding (albit, oligoklas, adularia, serisit, biotit, klorit, dan talk), serta mineral lempung (kaolinit, monmorilonit, dan lainnya). Emas *native* dan *telurida* juga dapat hadir sebagai inklusi dalam mineral lain seperti mineral sulfida, terutama sulfida tembaga, perak dan antimony, pirit dan arsenopirit.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (Ditjen Minerba) mencatat bahwa pada tahun 2020 terdapat izin operasi produksi perusahaan tambang emas berjumlah sebanyak 121 Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan 22 Kontrak Karya (KK), dengan luas wilayah pertambangan sebesar 1.598.524,39 hektare, serta 8 Izin Pertambangan Rakyat (IPR) dengan total luas wilayah 17,82 hektare. Terdapat satu pabrik pemurnian emas yang terdaftar di bawah Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), yaitu PT Antam Tbk UBPP Logam Mulia.

Nomor	Provinsi	Jumlah IUP/IUPK OP	Luas Total (HA)
1	Aceh	5	50.865,00
2	Banten	8	21.663,30
3	Bengkulu	1	8.191,00
4	Gorontalo	2	5.281,00
5	Jawa Barat	9	11.589,00
6	Jawa Timur	3	24.369,87
7	Kalimantan Barat	23	89.911,07
8	Kalimantan Selatan	1	199,90
9	Kalimantan Tengah	5	18.453,40
10	Kalimantan Timur	4	14.061,65
11	Kalimantan Utara	2	7.941,67
12	Lampung	4	5.102,26
13	Maluku	2	9.958,00
14	Maluku Utara	7	41.870,00
15	Nusa Tenggara Barat	7	98.588,00
16	Papua	7	235.602,00
17	Sulawesi Barat	1	255,20
18	Sulawesi Selatan	2	12.105,00
19	Sulawesi Tengah	3	25.184,47
20	Sulawesi Tenggara	6	21.217,00
21	Sulawesi Utara	12	13.629,50
22	Sumatera Barat	5	4.679,10
23	Sumatera Selatan	1	9.979,00
24	Sumatera Selatan, Bengkulu	1	64.964,00
Total		121	795.660,39

Jumlah IUP/IUPK OP dan luas wilayah tambang pada setiap provinsi di Indonesia

Nomor	Provinsi	Jumlah KK	Luas Total (HA)
1	Gorontalo	1	24.995,00
2	Kalimantan Selatan	1	62.500,00
3	Kalimantan Tengah	4	12.0873,00
4	Lampung	1	10.540,00
5	Maluku Utara	3	29.622,00
6	Nusa Tenggara Barat	1	19.260,00
7	Papua	1	95.280,00
8	Sulawesi Selatan	1	14.390,00
9	Sulawesi Tengah	2	99.750,00
10	Sulawesi Utara	4	119.967,00
11	Sumatera Selatan	1	9.235,00
12	Sumatera Utara	2	196.452,00
Total		22	802.864,00

Jumlah KK dan luas wilayah tambang pada setiap provinsi di Indonesia

Nomor	Provinsi	Jumlah IPR	Luas Total (HA)
1	Banten	1	1,00
2	DIY	2	1,89
3	Gorontalo	1	5,00
4	Maluku Utara	3	8,93
5	Nusa Tenggara Barat	1	1,00
Total		8	17,82

Jumlah IPR dan luas wilayah tambang pada setiap provinsi di Indonesia

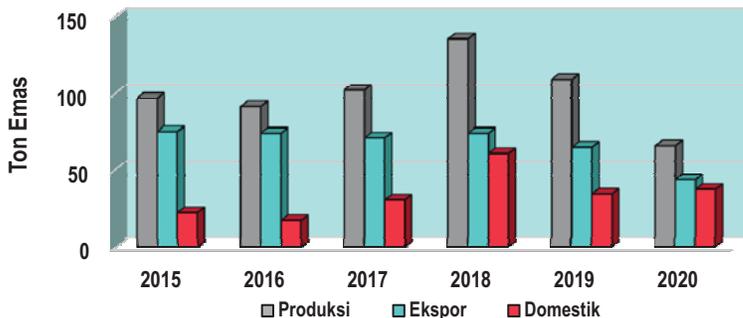
Pada praktiknya, terdapat tambang rakyat yang belum memiliki izin atau sering disebut Penambang Emas Tanpa Izin (PETI). Berdasarkan hasil sinkronisasi data investor PETI Kementerian ESDM 2020, terdapat 18 lokasi PETI berada dalam wilayah KK dan IUP. Sedangkan PETI di luar Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP), tersebar pada 13 provinsi yaitu Kepulauan Riau, Sumatera Utara, Jambi, Bengkulu, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Nusa Tenggara Barat, Kalimantan Tengah, Gorontalo, Sulawesi Utara, dan Maluku.

Nomor	Provinsi	Jumlah Lokasi PETI
1	Aceh	1
2	Sumatera Utara	2
3	Sumatera Selatan	2
4	Kalimantan Tengah	3
5	Kalimantan Utara	1
6	Kalimantan Selatan	1
7	Gorontalo	2
8	Sulawesi Utara	2
9	Sulawesi Tengah	1
10	Maluku Utara	1
11	Nusa Tenggara Barat	1
12	Papua	1
Total		18

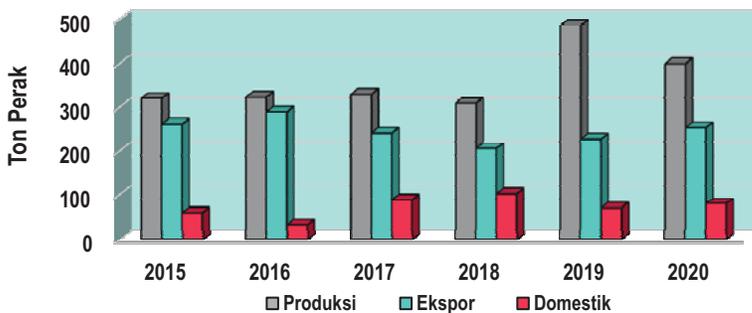
Jumlah Lokasi PETI dalam WIUP setiap provinsi di Indonesia

Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Pada Tahun 2020, total produksi emas sebesar 66,2 ton. 36,50 ton diserap oleh pasar domestik, sedangkan 44,92 ton diserap oleh pasar luar negeri. Sementara, total produksi perak sebesar 338,1 ton. 77,98 ton diserap oleh pasar domestik, dan 265,04 diekspor. Konsumsi kedua komoditas tersebut masih didominasi oleh ekspor dibandingkan konsumsi domestik.



Produksi, konsumsi domestik dan ekspor komoditas emas 2015-2020



Produksi, konsumsi domestik dan ekspor komoditas perak 2015-2020

Produksi emas PT Freeport Indonesia dan PT Amman Mineral Nusa Tenggara, berasal dari jumlah emas dan perak yang terdapat dalam konsentrat tembaga yang dihasilkan oleh perusahaan tersebut. Tabel di bawah ini menunjukkan sebaran izin aktif (IUP/KK) dan luas daerah tambang untuk komoditas emas berdasarkan data pada Juni 2021.

No	Perusahaan
1	PT Antam (Persero) Tbk, UBPP Logam
2	PT Freeport Indonesia
3	PT Agincourt Resources
4	PT Tambang Tondano Nusajaya
5	PT Nusa Halmahera Minerals
6	PT J Resources Boolang Mongondow
7	PT IndoMuro Kencana
8	PT Amman Mineral Nusa Tenggara
9	PT Bumi Suksesindo
10	PT Antam (Persero) Tbk, UBPE Pongkor
11	PT Meares Sopotan Mining
12	PT Natarang Mining
13	PT Kasongan Bumi Kencana
14	PT Sago Prima Pratama
15	PT Sultan Rafli Mandiri

No	Perusahaan
1	PT Antam (Persero) Tbk, UBPP Logam
2	PT Freeport Indonesia
3	PT Agincourt Resources
4	PT Indo Muro Kencana
5	PT Kasongan Bumi Kencana
6	PT Tambang Tondano Nusajaya
7	PT Antam (Persero) Tbk, UBPE Pongkor
8	PT Amman Mineral Nusa Tenggara
9	PT Natarang Mining
10	PT Nusa Halmahera Minerals
11	PT Bumi Suksesindo
12	PT Meares Sopotan Mining
13	PT J Resources Boolang Mongondow

Daftar perusahaan penghasil perak



Sebaran izin minerba aktif (IUP/KK) dan luas daerah tambang untuk komoditas emas

Manfaat Industri Hulu

Manfaat utama dari berdirinya industri hulu komoditas emas dan mineral pengikutnya adalah untuk penyediaan bahan baku industri hilir. Selain manfaat utama tersebut, terdapat juga manfaat lain kepada negara, pemerintah daerah, masyarakat luas, dan khususnya masyarakat setempat.

Data yang dihimpun oleh Ditjen Minerba pada tahun 2021 menunjukkan, industri penambangan dan pengolahan emas dan mineral pengikutnya memberikan manfaat ekonomi yang signifikan bagi negara. Baik dalam bentuk pajak, atau Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP).

PNBP dalam bentuk royalti dan iuran tetap yang diterima negara pada tahun 2020, mencapai Rp 2,4 triliun dari komoditas emas, dan Rp 90,5 miliar dari komoditas perak. Nilai PNBP emas tersebut meningkat sebesar 24% dari PNBP yang diterima negara pada tahun 2019, dan peningkatan sebesar 32% dari PNBP perak pada tahun yang sama.

Industri pertambangan komoditas emas juga telah memberikan keuntungan kepada negara dalam hal investasi, baik yang berasal dari Penanaman Modal Asing (PMA) maupun dari Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Sebagai contoh, dapat

dilihat besaran PMA untuk sektor pertambangan di Provinsi Papua yang merupakan provinsi dengan jumlah lahan pertambangan emas terbesar di Indonesia. Besaran realisasi PMA dalam sektor pertambangan di provinsi ini pada tahun 2020 dilaporkan mencapai Rp 7,4 triliun.

Indikator lain dari manfaat industri hulu kepada daerah terkait, dapat dilihat dari informasi mengenai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dari daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan dan penggalian terhadap pembentukan PDRB Papua. Pada tahun 2020 sektor pertambangan dan penggalian telah menghasilkan nilai PDRB atas dasar harga berlaku sebesar Rp 56,24 triliun atau berkontribusi sebesar 28,27% dari total PDRB Papua.

Manfaat lain dari keberadaan industri pertambangan komoditas mineral emas dan mineral pengikutnya adalah dalam penyediaan lapangan pekerjaan dalam jumlah yang besar. Pada tahun 2020, jumlah serapan tenaga kerja pada komoditas emas, perak, dan tembaga adalah sebesar 16.055 Tenaga Kerja Indonesia (TKI) dan 296 Tenaga Kerja Asing (TKA). Keberadaan industri pertambangan juga akan mendorong penciptaan lapangan kerja tidak langsung di sektor lain. Misal, perumahan, fasilitas kesehatan, dan sektor penunjang lainnya.

Selain penyediaan lapangan kerja, perusahaan pemegang izin tambang telah memberikan kontribusi lain dalam bentuk Program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area penambangan. Ditjen Minerba melaporkan jumlah realisasi dana PPM dari perusahaan pertambangan emas dan perak pada tahun 2020 adalah Rp 1,08 triliun. ■

Gambaran Industri Hilir

Rantai Industri Emas Perak

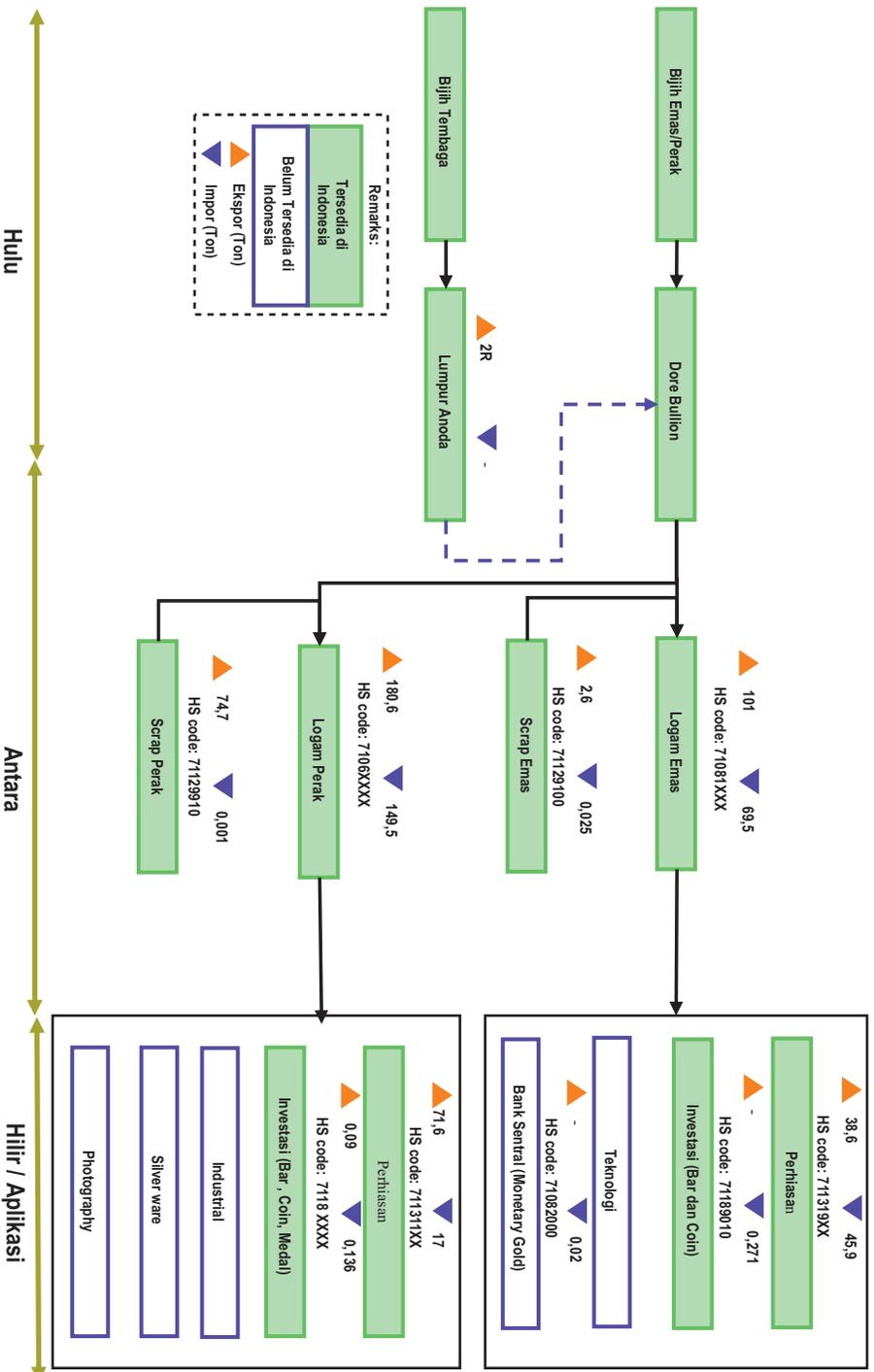
Emas termasuk ke dalam jenis logam mulia (*precious metal*) karena mempunyai sifat-sifat yang istimewa. Antara lain warna dan kilap yang menarik, sangat stabil dan tahan korosi. Selain itu emas juga mudah untuk dilebur atau dipadu dengan logam lain.

Emas telah digunakan dalam kehidupan peradaban manusia selama berabad-abad lalu. Berdasarkan data World Gold Council, konsumsi dan penggunaan utama emas adalah sebagai perhiasan (37,5%) dan investasi (47,2%). Selain untuk kedua penggunaan utama tersebut, emas juga digunakan sebagai mata uang, medali, industri mikroelektronik, komputer, kesehatan, dan lain-lain.

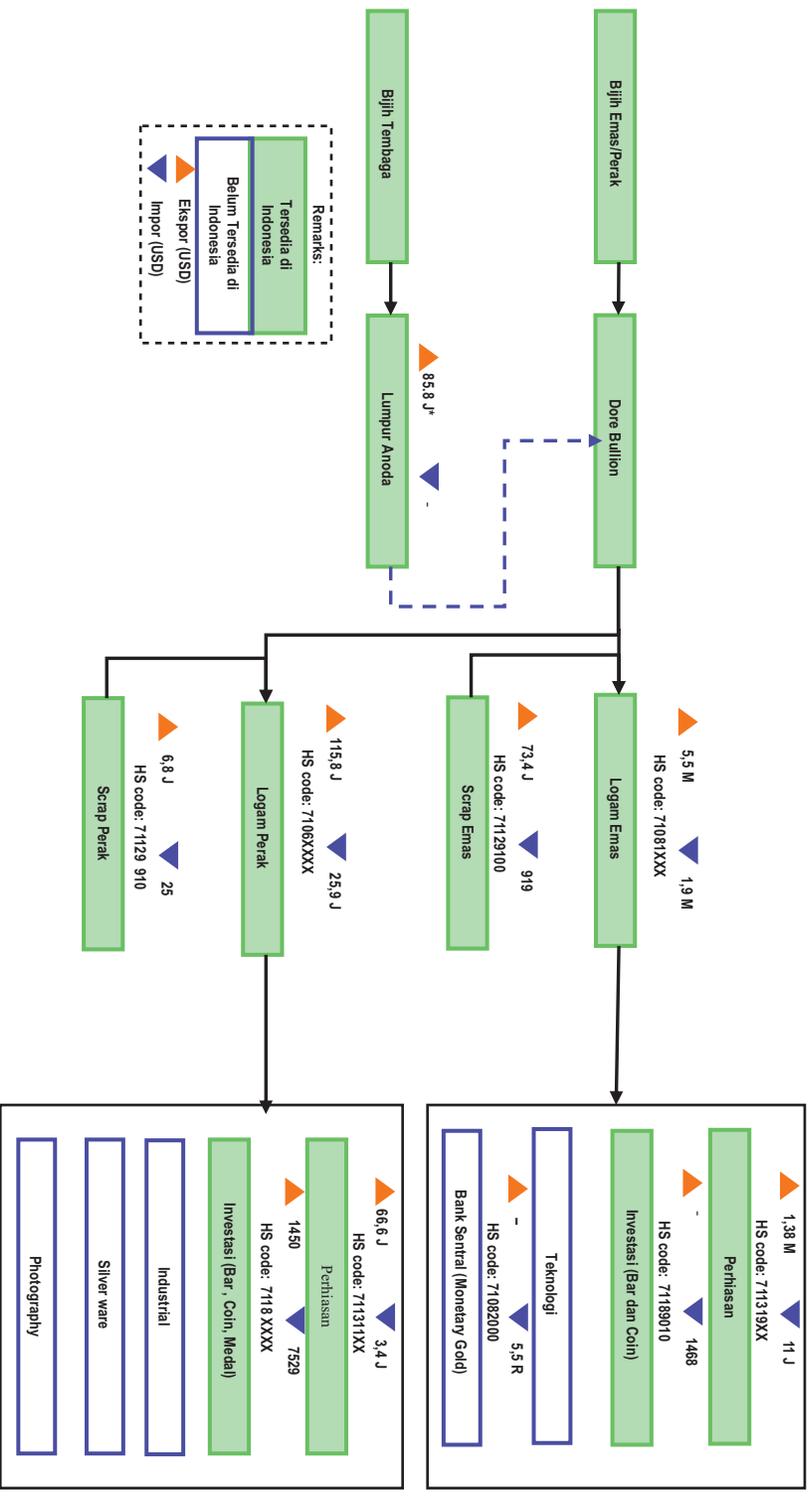
Pohon industri emas perak yang dilengkapi dengan neraca ekspor impor di Indonesia dalam satuan ton dan dalam nilai USD secara berturut-turut disajikan pada tabel berikut ini. Neraca ekspor-impor dibuat berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS). Industri yang telah ada di Indonesia ditandai dengan kotak berwarna biru, sedangkan industri yang belum terdapat di Indonesia ditandai dengan kotak yang berwarna putih.

Sama halnya dengan perak, industri hilir yang sudah tersedia di Indonesia adalah industri perhiasan dan industri investasi. Untuk pengolahan lumpur anoda menjadi *dore bullion*, di Indonesia juga belum tersedia. Sampai saat ini lumpur anoda produk samping dari proses pemurnian tembaga 100% masih diekspor ke luar negeri. Kekurangan dari data ini adalah tidak adanya informasi mengenai berapa kadar emas perak dalam data BPS sehingga sulit untuk melacak kadar emas perak yang diekspor atau diimpor.

Secara umum neraca perdagangan produk emas-perak selalu positif (nilai ekspor lebih besar dari nilai impor), yaitu sebesar USD 8 miliar untuk emas dan USD 160 juta pada tahun 2020.

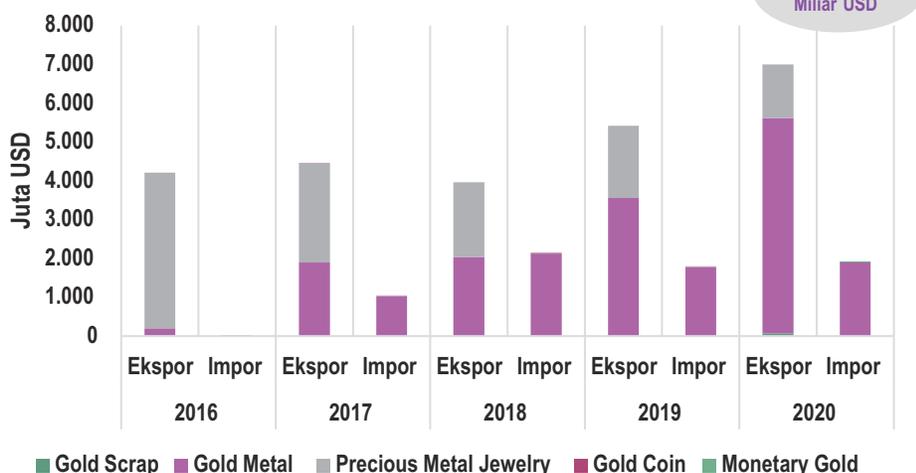


*Rantai industri produk emas perak dengan neraca ekspor-impor dalam satuan ton.
(Catatan: R = Ribun; J = Juta)*



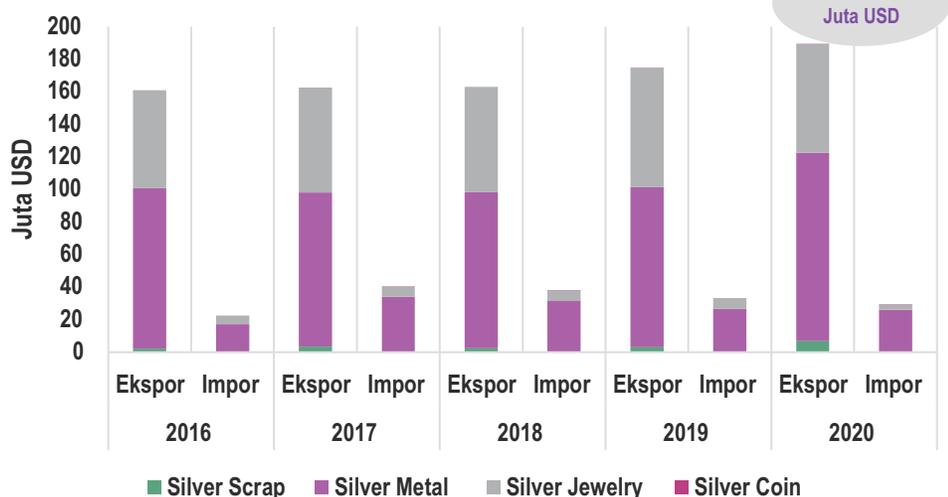
Rantai industri produk emas-perak dengan neraca ekspor impor dalam satuan USD.
 (Catatan: R = Ribuan; J = Juta; M = Miliar)

Ekspor-Impor Emas



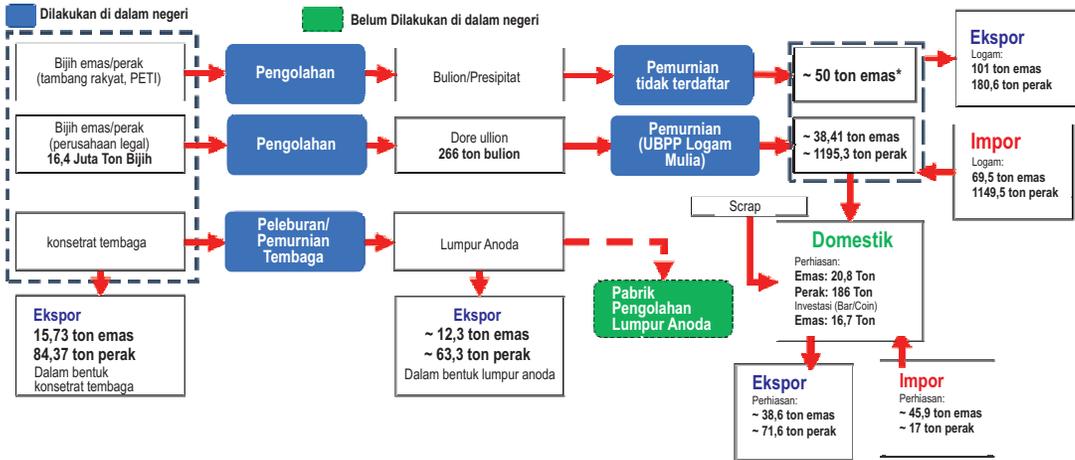
Nilai ekspor impor produk emas dalam USD selama periode 2016-2020 (positif = nilai ekspor lebih besar dari impor).

Ekspor-Impor Perak



Nilai ekspor impor produk perak dalam USD selama periode 2016-2020 (positif = nilai ekspor lebih besar dari impor).

Berdasarkan neraca ekspor impor emas perak Indonesia, dapat disimpulkan bahwa sebagian industri hulu dari komoditas emas di Indonesia telah maju dengan pesat, namun industri hilir dan manufakturnya masih belum berkembang. Berdasarkan data tahun 2020 yang diolah dari PT Antam Tbk UBPP Logam Mulia, BPS, Ditjen Minerba dan beberapa sumber lain, terdapat tiga sumber utama produksi bijih emas dan perak, yaitu bijih emas/perak dari perusahaan pertambangan legal, konsentrat tembaga, dan bijih emas/perak hasil bertambangan rakyat baik yang memiliki izin maupun yang tidak memiliki izin.



Rantai pasok komoditas emas dan perak

Pengembangan industri pengolahan dan pemurnian logam mulia telah masuk sebagai salah satu industri prioritas dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Target RIPIN pada tahun 2025 sudah terdapat industri logam mulia untuk komponen elektronik yang saat ini belum terdapat di Indonesia.

2015-2019	2020-2024	2025-2035
Logam mulia	Logam mulia untuk dekorasi dan perhiasan	Logam mulia untuk komponen elektronik

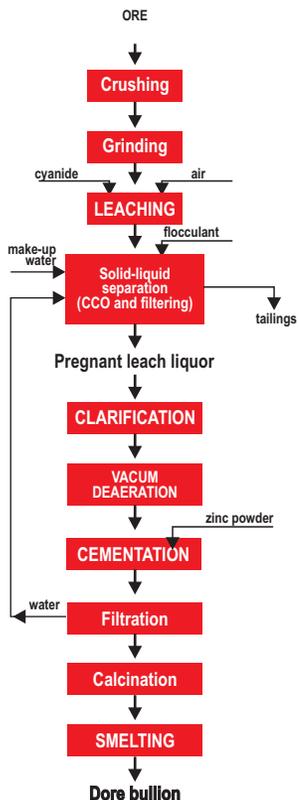
Target RIPIN 2015-2035 untuk industri pengolahan dan pemurnian logam mulia

Kondisi Industri Hilir

Metode pengolahan dan ekstraksi emas dari bijihnya bervariasi tergantung pada kadar emas dan keberadaannya di dalam bijih serta mineral-mineral penyertanya. Dalam skala industri, ekstraksi dilakukan dengan sianidasi dan amalgamasi.

Disebabkan masalah lingkungan dari emisi merkuri, proses amalgamasi sudah dilarang digunakan kecuali oleh beberapa Penambangan Emas Skala Kecil (PESK) atau pertambangan rakyat. Saat ini pemerintah bekerja sama dengan berbagai pihak sedang berusaha untuk memberikan edukasi mengenai bahaya merkuri dan proses alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan kepada para pelaku PESK. Hal ini dilakukan dengan target 2025 pertambangan bebas merkuri, sesuai dengan Perjanjian Minamata.

Proses pengolahan emas yang paling banyak dipakai di industri adalah dengan cara sementasi menggunakan serbuk seng (proses *merrill crowe*) dan adsorpsi menggunakan karbon aktif (CIL, CIP, CIC). Blok diagram alis proses *merrill crowe*, CIP dan CIL.



Blok diagram alir proses pengolahan bijih emas dengan metode sianidasi dan sementasi dengan serbuk seng (merril crowe process)

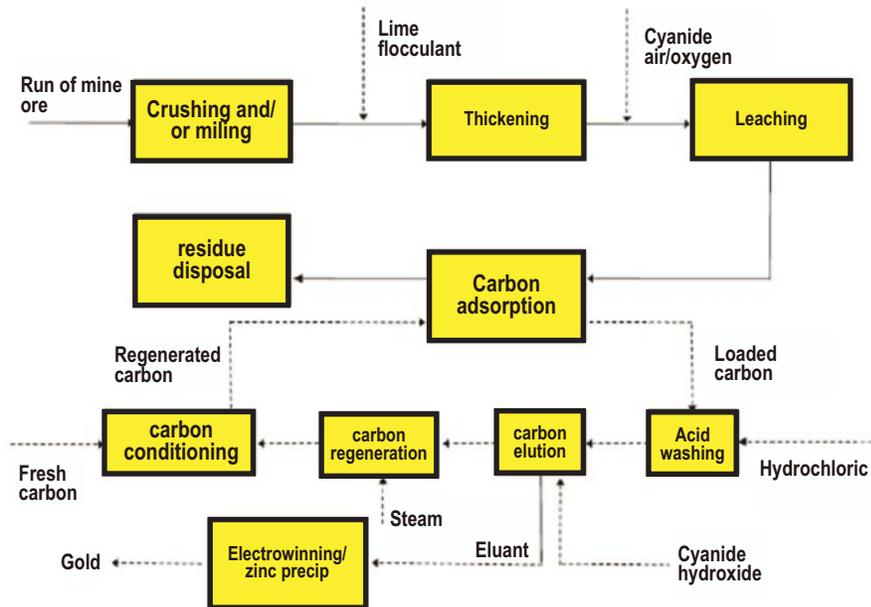


Diagram alir pengolahan bijih emas dengan metode sianidasi dan carbon in pulp (CIP)

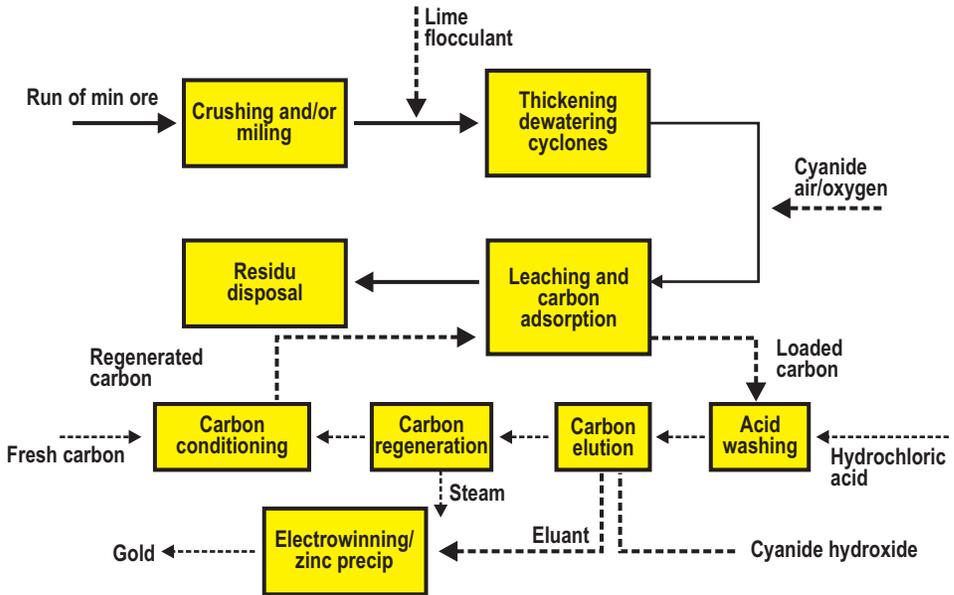


Diagram alir pengolahan bijih emas dengan metode sianidasi dan carbon in leach (CIL)

Selain ketiga proses di atas, ada pula yang menggunakan tangki agitator untuk proses pelindiannya (*leaching*), atau dengan menggunakan pelindian tumpukan (*heap leaching*). Pada pelindian tumpukan proses *recovery* yang dapat digunakan adalah *carbon in colloum* (CIC).

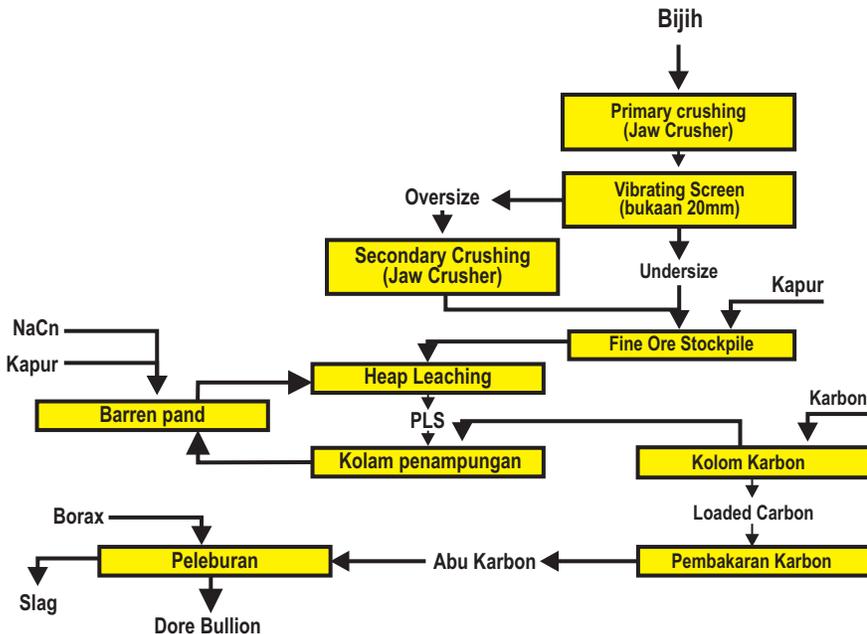


Diagram alir pengolahan bijih emas dengan metode sianidasi pelindian tumpukan dan carbon in colloum (CIC)

Sebagaimana ditunjukkan pada pohon industri emas perak, pengolahan di hilir emas-perak hampir 100% menghasilkan logam murni. Hasil proses-proses pengolahan emas di atas adalah logam emas yang masih bercampur dengan logam lain seperti perak, tembaga dan *platinum group metal* (PGM) atau yang lebih dikenal dengan sebutan *dore bullion*.

Dore bullion diolah lebih lanjut agar dapat menjadi emas dan perak murni. Berdasarkan data Rencana Kerja dan Anggaran Belanja Logam Mulia (RKAB LM) 2021, pada tahun 2020 produksi emas murni mencapai 38,41 ton dan perak murni mencapai 195,35 ton.

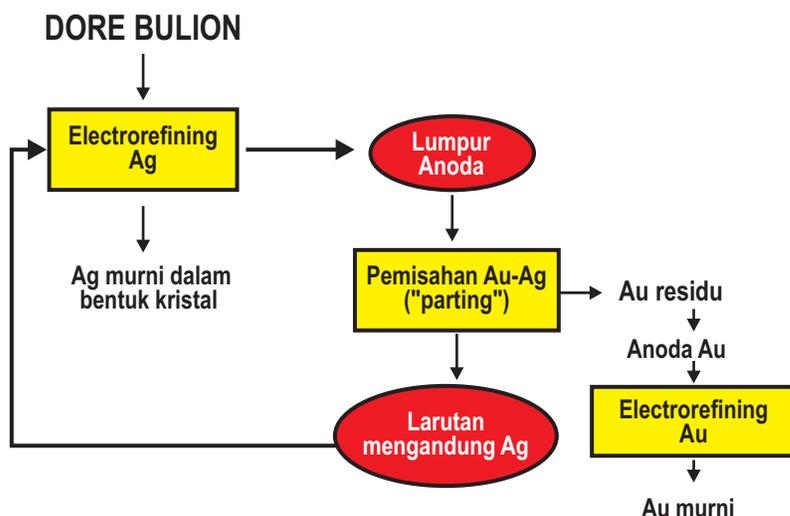


Diagram alir pemurnian emas dan perak dari *dore bullion* secara umum

Terdapat beberapa metode untuk membuat perhiasan emas. Dua metode yang umum digunakan adalah dengan pencetakan dan pembentukan. Metode pencetakan diawali dengan peleburan kembali emas, lalu dicetak ke dalam cetakan plester dengan bentuk yang diinginkan.

Sedangkan metode pembentukan biasanya digunakan oleh pengerajin dengan cara manual membentuk emas menjadi cincin menggunakan proses *hammering* atau *rolling* sesuai kebutuhan. Setelah bentuk dasar dari perhiasan selesai, selanjutnya dilakukan proses pemasangan batu/berlian, pemberian detail dengan *soldering* dan diakhir dengan *polishing*.

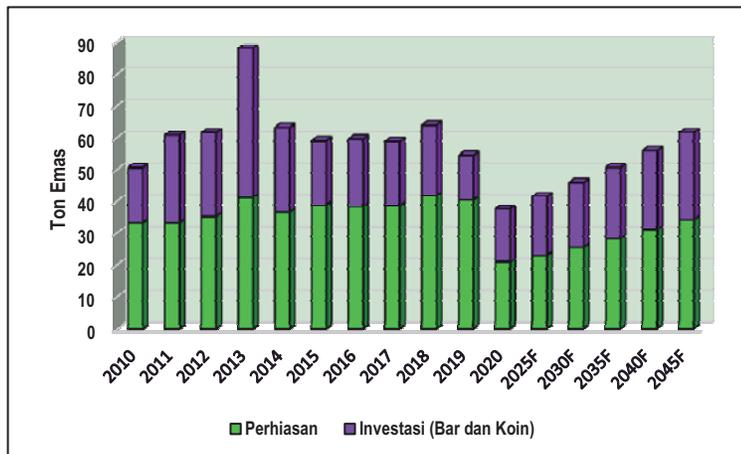
Terdapat 13 perusahaan perhiasan emas dan perak dan 1 perusahaan kerajinan emas yang terdaftar pada Kementerian Perindustrian. Histori konsumsi emas 2010-2020 bersumberkan dari Metals Focus, Gold World Council, sedangkan proyeksi dibuat dengan mengasumsikan pertumbuhan industri sebesar 2% pertahun.

Pada tahun 2020, konsumsi emas Indonesia sebagai perhiasan sebesar 55.5% dan untuk investasi sebesar 45.5%. Konsumsi perak Indonesia yang tercatat pada Metals Focus, Silver Institute, hanya sebagai perhiasan.

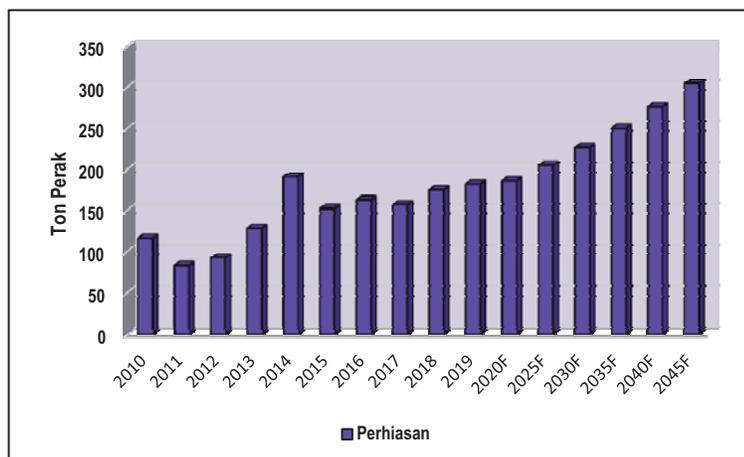
Untuk industri dalam negeri sendiri terdapat industri perhiasan dan investasi (bar dan koin). Histori konsumsi perak 2010-2019 bersumberkan dari Metals Focus, Silver Institute, proyeksi dibuat dengan mengasumsikan pertumbuhan industri sebesar 2% per tahun.

No	Nama Perusahaan	Bidang
1	CLASSIC MULTI CORP, CV	Perhiasan emas dan perak
2	HARTONO WIRA TANIK, PT	Perhiasan emas dan perak
3	INDS EMAS ZAIOH	Perhiasan emas dan perak
4	JAKARTA RAYA GOLDEN INDUSTRI	Perhiasan emas dan perak
5	MAHATANDRA PT	Perhiasan emas dan perak
6	MURNI GOLD PRIMA, PT	Perhiasan emas dan perak
7	NIKIDJOJO, PT	Perhiasan emas dan perak
8	ORO ARGENTO INDONESIA, PT	Perhiasan emas dan perak
9	SAHABAT VIERI KUAN SEJAHTERA	Perhiasan emas dan perak
10	STAR LIGO MAS ABADI, PT	Perhiasan emas dan perak
11	SUMBER BUKIT MAS, PT/SUMBER TELAGA BUK	Perhiasan emas dan perak
12	THAMARSA JAYA SEJAHTERA, PT	Perhiasan emas dan perak
13	UNTUNG BERSAMA SEJAHTERA, PT	Perhiasan emas dan perak
14	GAJAH MAS MAKMUR, CV	Kerajinan emas

Daftar perusahaan perhiasan dan kerajinan emas



Histori dan proyeksi konsumsi emas domestik berdasarkan sektor penggunaannya

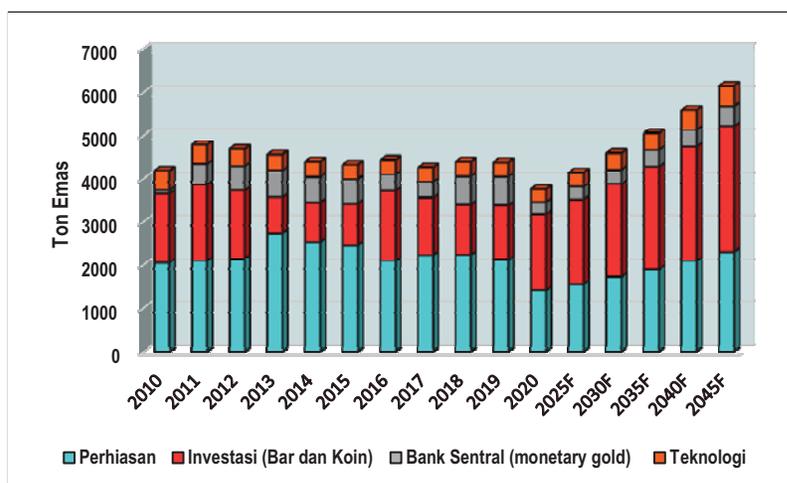


Histori dan proyeksi konsumsi perak domestik berdasarkan sektor penggunaannya

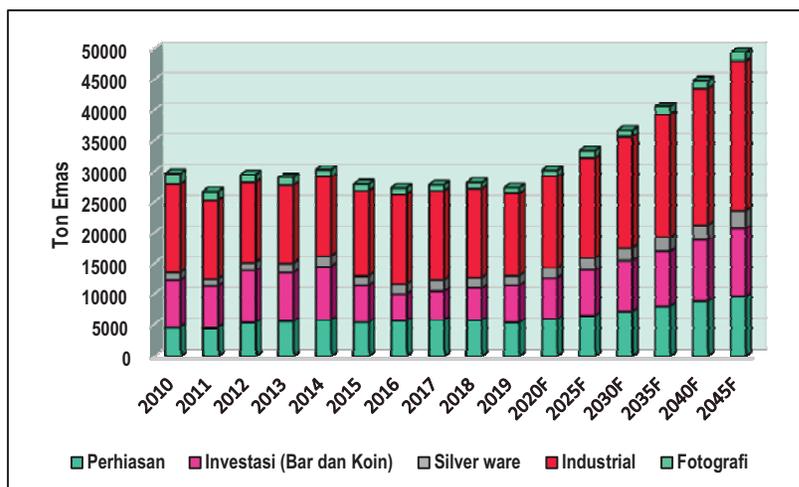
Industri Hilir Emas Perak Masa Depan

Industri hilir emas yang akan dibutuhkan di masa depan dapat dilihat berdasarkan histori dan proyeksi penggunaan emas perak global. Sektor perhiasan dan investasi merupakan komoditas yang akan tetap bertahan dan stabil untuk emas ke depannya.

Sama halnya dengan perak, namun konsumsi terbesar penggunaan perak adalah untuk kebutuhan sektor industri seperti produk elektronik maju, otomotif, serta sebagai katalis dalam berbagai proses atau sebagai anti *bacterial* dalam berbagai peralatan.



Histori dan proyeksi konsumsi emas dunia berdasarkan sektor penggunaannya



Histori dan proyeksi konsumsi perak dunia berdasarkan sektor penggunaannya

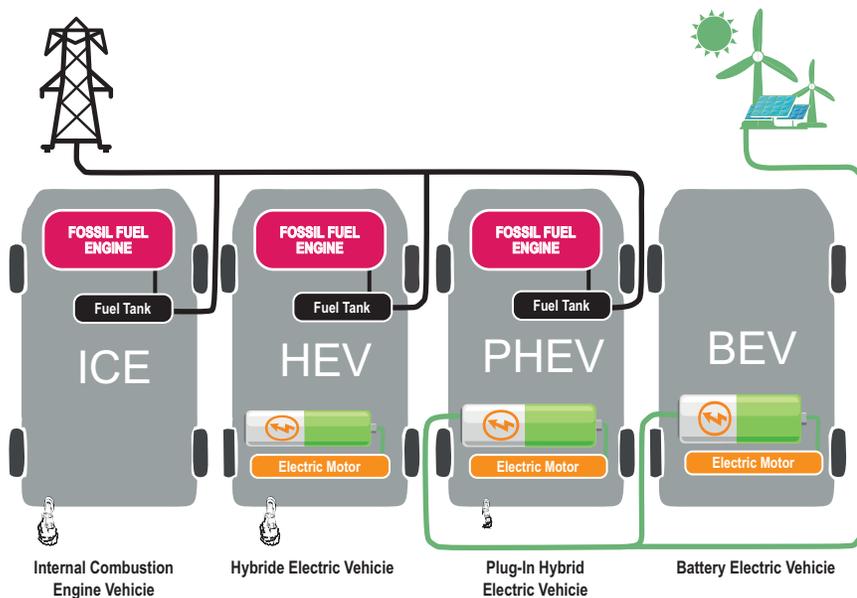
Sektor yang perlu diperhatikan adalah sektor teknologi, terutama dalam elektronik. Sektor tersebut ke depannya akan terus berkembang dan kebutuhan akan meningkat jika dilihat dari kemajuan teknologi yang ada saat ini. Hal ini sudah masuk pada target RIPIN.

Weight %	Fe	Al	Cu	Plastic	Ag (ppm)	Au (ppm)	Pd (ppm)
TV-board	28%	10%	10%	28%	280	20	10
PCBs	7%	5%	20%	23%	1000	250	110
Mobile phone	5%	1%	13%	56%	1380	350	210
Portable audio	23%	1%	21%	47%	150	10	4
DVD -player	62%	2%	5%	24%	115	15	4
Calculator	4%	5%	3%	61%	260	50	5
Value-share	Fe	Al	Cu	Sum PMs	Ag	Au	Pd
TV-board	4%	11%	42%	43%	8%	27%	8%
PCBs	0%	1%	14%	85%	5%	65%	15%
Mobile phone	0%	0%	7%	93%	5%	67%	21%
Portable audio	3%	1%	77%	19%	4%	13%	2%
DVD -player	13%	4%	36%	47%	5%	37%	5%
Calculator	0%	5%	11%	84%	7%	73%	4%

Kebutuhan logam pada beberapa alat elektronik

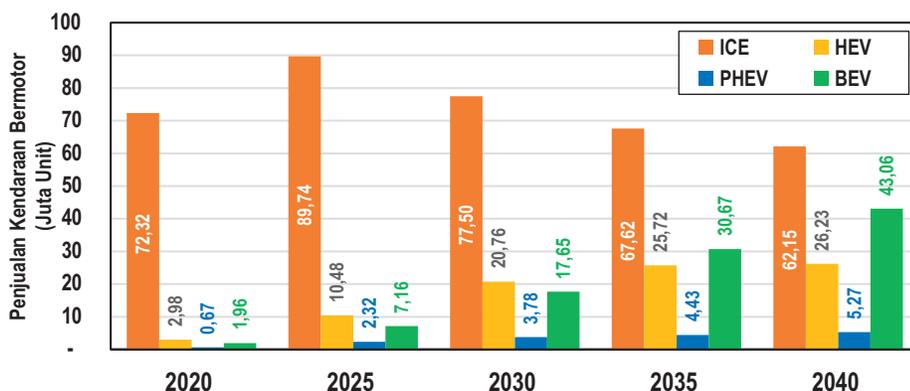
Industri hilir lain yang diprediksi akan berkembang pesat adalah industri otomotif, yaitu Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KLBB). Perak digunakan hampir semua sambungan listrik di mobil modern karena konduktivitas listriknya yang sangat baik.

Teknologi kendaraan bermotor terus dikembangkan untuk menggantikan mobil konvensional (*internal combustion engine, ICE*) agar didapatkan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Berbagai tipe Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) telah dikembangkan antara lain *hybrid electric vehicle (HEV)*, *plug-in hybrid electric vehicle (PHEV)*, dan *battery electric vehicles (BEV)*.



Berbagai teknologi kendaraan bermotor listrik

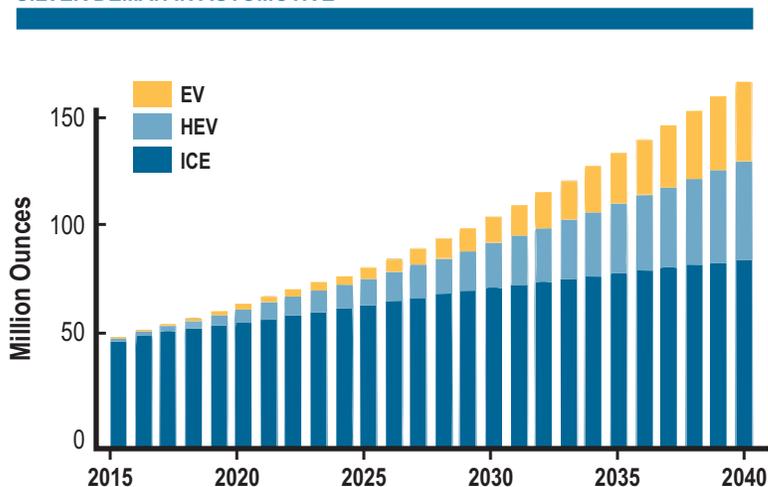
Pada tahun 2040, diprediksi BEV akan menguasai 31% dari pasar kendaraan bermotor. Selain BEV, penggunaan HEV dan PHEV juga akan mengalami peningkatan di mana masing-masing akan menguasai 19% dan 4% dari pasar kendaraan bermotor pada tahun tersebut.



Proyeksi penjualan berbagai tipe kendaraan bermotor periode 2016-2040

Diperkirakan pada tahun 2018, 51,8 Moz (1,6 ton) perak digunakan pada industri otomotif. Pada tahun 2040 diprediksi penggunaan perak mencapai lebih dari 140 Moz (3,96 ton).

SILVER DEMAN IN AUTOMOTIVE



Proyeksi kebutuhan perak untuk sektor industri otomotif

Manfaat Industri Hilir

Selain berbagai manfaat ekonomi yang telah disebutkan pada pembahasan mengenai gambaran industri hulu, pengembangan industri komoditas emas diharapkan dapat menciptakan hilirisasi yang berkelanjutan dan terintegrasi yang mendukung kekuatan industri dalam negeri. Pengembangan industri hilir komoditas emas juga diharapkan akan memberikan manfaat berupa pembentukan daya saing nasional, serta meningkatkan kredibilitas bangsa. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Terdapat berbagai permasalahan dan tantangan terkait upaya pemanfaatan mineral emas dan perak, salah satunya adalah keterbatasan dalam ketersediaan dan validitas data. Keterbatasan terkait data informasi komoditas emas perak dapat ditemukan mulai dari data sumber daya dan cadangan, industri hulu, hingga industri hilir.

Sebagaimana dibahas pada bab tiga terkait sumber daya dan cadangan, Badan Geologi melaporkan bahwa terdapat beberapa permasalahan dan tantangan dalam pemutakhiran neraca sumber daya dan cadangan mineral. Selain itu, ketersediaan dan validasi data merupakan permasalahan yang juga ditemui di industri hilir emas. Permasalahan-permasalahan tersebut antara lain adalah sebagai berikut:

- Data industri hulu, antara, dan industri hilir tidak terintegrasi akibat pengelolaan data yang melibatkan dua kementerian, yaitu Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) dan Kementerian Perindustrian (Kemenperin).
- Data perdagangan ekspor dan impor yang dilaporkan Badan Pusat Statistik (BPS) tidak tersedia untuk produk tertentu atau bercampur dengan produk lainnya. Sebagai contoh, data ekspor tidak terdapat lumpur anoda sisa pengolahan pemurnian tembaga secara spesifik.
- Data terperinci industri manufaktur, pengguna akhir, dan industri daur ulang terkait produk emas perak tidak tersedia atau tidak mudah diakses.
- Data terperinci jenis produk emas-perak yang diekspor, diimpor, dan dikonsumsi di dalam negeri tidak tersedia atau tidak mudah diakses.

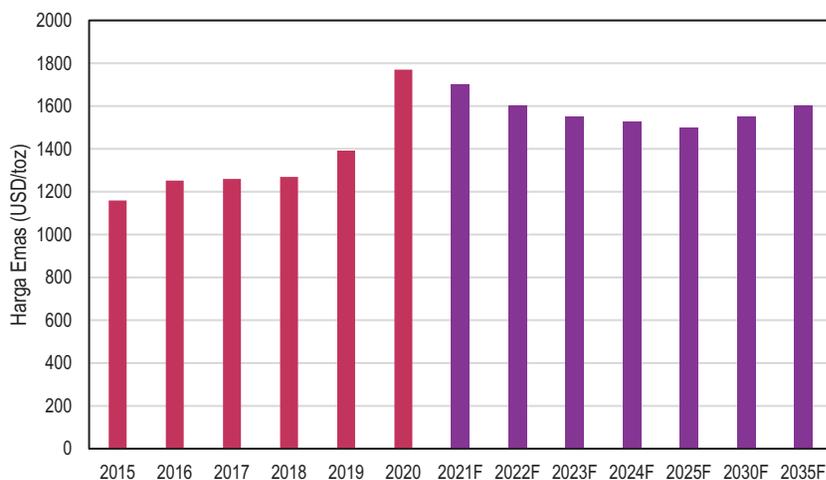
Keterbatasan ketersediaan dan validitas data tersebut menyebabkan pemetaan industri emas-perak yang tidak holistik. Sehingga menyulitkan perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan komoditas tersebut ke depannya.

Dinamika Harga dan Pasar

Harga suatu komoditas biasanya ditentukan oleh kombinasi *supply* dan *demand*. Namun berbeda untuk emas, karena emas bukan hanya digunakan sebagai barang komoditas, namun juga sebagai mata uang. Untuk melihat nilai emas, kita lebih baik merujuk pada kondisi ekonomi global. Ketika kondisi ekonomi memburuk, harga emas (biasanya) naik.

Sebagai contoh pada tahun 2020 terjadi lonjakan harga emas dan perak, hal ini dikarenakan terjadi ketidakstabilan ekonomi yang disebabkan oleh pandemi Covid-19. Worldbank memperkirakan harga rata-rata emas 4% lebih rendah pada tahun 2021, dan turun lebih lanjut pada tahun 2022.

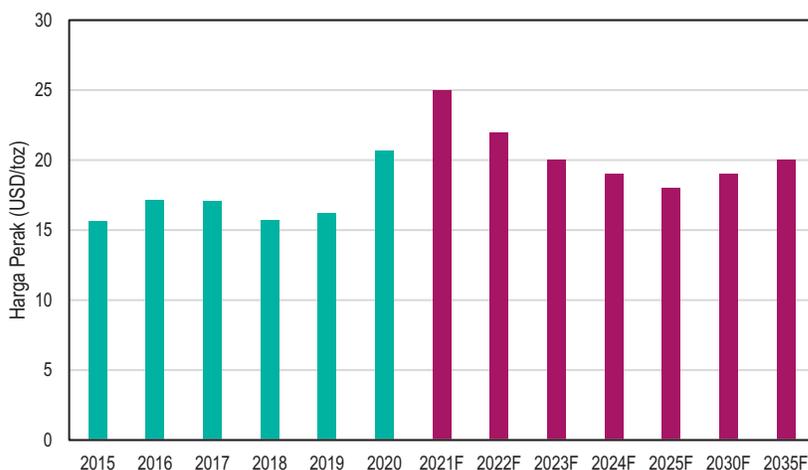
Menurut World Bank, harga emas nominal dalam dolar AS akan turun pada tahun 2025, sebelum cenderung lebih tinggi lagi hingga tahun 2030 dan 2035. Penurunan harga tersebut diprediksi dikarenakan *demand* emas mengalami penurunan, sedangkan produksi emas akan mengalami *rebound* setelah sebelumnya mengalami penutupan karena pandemi.



Rata-rata harga emas tahun 2015-2035

Meskipun perak juga digunakan sebagai investasi, namun harga perak utamanya masih dipengaruhi oleh *supply* dan *demand*. Terutama permintaan dalam jumlah besar untuk kebutuhan industri.

World Bank memperkirakan kenaikan harga rata-rata perak sebesar 22% pada tahun 2021 dibandingkan tahun sebelumnya. Hal ini dikarenakan *rebound* permintaan industri elektronik, otomotif, dan tenaga surya yang melebihi dari setengah konsumsi perak dunia. Tetapi perak diprediksi mengalami penurunan harga pada tahun 2022 karena mengalami tantangan yang serupa dengan emas dan substitusi dalam aplikasi industri.



Rata-rata harga perak tahun 2015-2035

Teknologi dan Infrastruktur

Tantangan terkait teknologi atau penelitian yang perlu dikembangkan dari rantai pasok komoditas emas adalah sebagai berikut:

1. Teknologi ekstraksi bebas merkuri yang sudah *establish* sampai saat ini adalah menggunakan sianida. Sianida merupakan senyawa beracun sehingga perlu penanganan ekstra.
2. Bijih emas tipe *sulfide* atau refraktori sulit diolah dan biasanya menghasilkan *recovery* yang rendah.

Secara umum, kemampuan bangsa Indonesia dalam menguasai teknologi pengolahan dan pemurnian bijih emas-perak harus ditingkatkan sehingga mampu membangun pabrik secara mandiri. Mengacu pada keberhasilan PT Rekayasa Industri (Rekind) dalam menguasai teknologi produksi pupuk dan petrokimia, diharapkan putra/putri bangsa mampu membangun pabrik pengolahan emas secara mandiri minimal sampai menghasilkan *dore bullion*. Untuk pabrik pengolahan emas sekala kecil sudah banyak dilakukan secara autodidak oleh para penambang rakyat, namun masih banyak yang belum memperhatikan isu lingkungan.

Dalam pengembangan teknologi hilir pun, Indonesia masih tertinggal jauh dari negara asing. Meskipun di Indonesia sudah terdapat industri otomotif dan elektronik, kebanyakan pada tahap perakitan. Komponen aktif yang dibutuhkan masih mengambil dari luar negeri.

Besaran biaya pengolahan emas-perak bergantung dari teknologi yang digunakan. Biaya proses pengolahan dengan menggunakan *heap leaching* memiliki nilai yang paling rendah namun membutuhkan waktu proses yang lebih lama dibandingkan proses lain.

	Biaya Operasi (US\$/ton bijih)		
Logam	<i>Heap leaching</i>	<i>Tank leaching</i>	<i>Autoclave leaching</i>
Emas	4,51	22,28	8,2
Perak	14,87	35,96	82

Perbandingan biaya operasi pengolahan emas perak

Pemodalannya Usaha

Pendanaan pabrik pengolahan dan pemurnian emas perak, termasuk pengembangan industri hilir biasanya juga membutuhkan pendanaan dari luar negeri sehingga terdapat tantangan terkait pemodalannya usaha, yaitu ketergantungan terhadap pemodal asing. Untuk bisa mendapat pendanaan tersebut suatu perusahaan harus memiliki *long term stable legal project*. Untuk mengatasinya perlu adanya negosiasi dengan pemerintah untuk mendapatkan suatu kontrak jangka panjang.

Perlu diperhatikan pula mengenai *sovereign risk*, terutama dari resiko pada suatu negara dan juga kepastian hukum yang jelas. Karena walaupun proyek yang secara teknis dan ekonomis *feasible*, tapi jika *sovereign risk* pada suatu wilayah tinggi, maka proses pencarian pinjaman dana akan menjadi kendala yang serius.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas emas perak diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan industri komoditas emas perak di Indonesia. Keseimbangan ketersediaan sumber daya/cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas emas perak harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Indonesia memiliki sumber daya dan cadangan emas yang relatif besar dan tersebar luas, tetapi bukan termasuk ke dalam kategori top tiers melainkan termasuk kategori moderate jika dibandingkan negara-negara lain di dunia. Tidak semua cadangan bersifat ekonomis. Proses eksplorasi perlu terus digalakan untuk menambah jumlah cadangan emas dan menemukan cadangan-cadangan baru yang ekonomis.

Hal lain yang perlu diupayakan juga adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi. Dampak lingkungan akan menjadi salah satu faktor yang penting di masa depan dalam pertimbangan pemilihan teknologi.

Misal dalam penggunaan sianida, ada dua isu penting terkait keamanan dalam penggunaannya sebagai reagen pelindian emas:

1. Keamanan penggunaan sianida saat proses berlangsung.

Sianida cenderung terhidrolisis dan membentuk gas HCN beracun pada pH < 9,5. Oleh karena itu, pH proses harus dipantau secara teratur dan dijaga pada sekitar 10,5 dengan penambahan kapur. Detektor gas HCN disarankan untuk digunakan guna memberikan peringatan ketika konsentrasi gas HCN mencapai tingkat yang mengkhawatirkan (>10 ppm). Sebagai aturan umum, 100-200 ppm HCN dapat menyebabkan kematian selama 10-60 menit paparan.

2. Keamanan sianida yang tersisa pada tailing.

Berdasarkan regulasi pemerintah Indonesia, kadar sianida yang boleh dilepas ke lingkungan adalah dibawah 0,5 ppm. Oleh karena itu perlu dilakukan proses detoksifikasi terlebih dahulu sebelum tailing dibuang ke lingkungan. Proses detoksifikasi sianida yang umum digunakan adalah proses Caro. Sianida yang tersisa didalam tailing dioksidasi dengan menambahkan sodium metabisulfite/SMBS ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$).

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi terkait data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, permasalahan, serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) – (*SWOT analysis*) terkait pengembangan industri emas-perak di Indonesia. Hasil Analisis yang telah dilakukan, kemudian digunakan dalam penyusunan Grand Strategy Mineral Emas Perak yang berisi program-program utama guna pengembangan industri emas perak Indonesia hingga tahun 2045.

<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Indonesia Memiliki 5% Cadangan Emas Dunia (TOP 10) dan 2% Cadangan Perak Dunia (TOP 20) 2. Cash Cost Pengolahan dan Pemurnian Relatif Rendah 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. >90% produksi logam emas dalam negeri di ekspor 2. Pemenuhan kebutuhan domestik dilakukan dengan cara impor 3. Data Lengkap Industri Emas dan Perak Tidak Tersedia 4. Hanya Terdapat 1 Pabrik Pemurnian Emas dan Perak yang terdaftar di Indonesia 5. Saat ini 100% Lumpur Anoda Produk Samping Pengolahan dan Pemurnian Tembaga di Ekspor
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umur Cadangan Bijih Emas dan Perak Lebih Dari 200 Tahun 2. Potensi Emas dan Perak yang Besar dari Lumpur Anoda Produk Samping Pengolahan dan Pemurnian Tembaga 3. Terdapat Market Domestik untuk Emas dan Perak 4. Peningkatan Kebutuhan Elektronik seiring Peningkatan Jumlah Penduduk Indonesia 	<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Banyak Terdapat Pertambangan dan Pengolahan Emas Tanpa Izin 2. Perpindahan dari Bijih Emas Oksida ke Bijih Emas Sulfida yang lebih sulit diolah 3. Peningkatan Limbah Elektronik 4. Sumberdaya Emas dan Perak yang Tidak Terbaharukan 5. Kebijakan tataniaga yang ada lebih memudahkan untuk impor logam emas sebagai bahan baku dibandingkan mengolah produksi logam emas lokal

Analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (SWOT Analysis) terkait pengembangan industri emas-perak Indonesia.

	<p>Strength:</p> <p>S1. Indonesia Merupakan Salah Satu Eksportir Timah Terbesar Di Dunia S2. Cash Cost Produksi Timah Lebih Rendah Dibandingkan Rata-Rata Negara Lain</p>	<p>Weakness:</p> <p>W1. 98,5% Produksi Timah Indonesia Diekspor, hanya 1,5% Diserap Domestik W2. Sebagian Kebutuhan Timah dalam Negeri dipenuhi melalui Impor W3. Data Lengkap Industri Timah Tidak Tersedia W4. Potensi Iminit, Zirkon dan LTJ sebagai Sisa Hasil Pengolahan & Pemurnian (SHPP) Timah Belum dimanfaatkan W5. Infrastruktur & Rantai Pasok Industri Timah Belum Optimal..</p>
<p>Opportunity:</p> <p>O1. Indonesia Memiliki Cadangan Timah Terbesar ke 2 di Dunia O2. Terdapat Market Domestik untuk Timah O3. Pertumbuhan Permintaan LTJ O4. Peningkatan Kebutuhan Elektronik seiring Peningkatan Jumlah Penduduk Indonesia O5. Penambangan laut dalam (>50 m dibawah permukaan laut)</p>	<p>SO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan teknologi dan optimalisasi penambangan laut dalam > 50 m (<i>Deep sea tin mining</i>) (S1, O5)-(1c) 	<p>WO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Updating data sumberdaya dan cadangan bijih timah dan mineral ikutan timah (W3, O1)-(1a) 2. Peningkatan penyerapan domestik produk timah dan pengaturan tata niaga (W1, W5, O1)-(2a) 3. Substitusi impor dan pemenuhan kebutuhan bahan baku timah (W2, O2)-(2b) 4. Pemetaan industri antara, fabrikasi, dan manufaktur (W3, O2)-(3a) 5. Substitusi impor hasil industri fabrikasi dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri (W2, O2)-(3b) 6. Pengembangan industri monasit (W4, O3)-(3c) 7. Pengembangan industri ilmenit (W4, O3)-(3d) 8. Pengembangan industri zirkon (W4, O3)-(3e) 9. Pemakaian hasil produk timah domestik untuk industri elektronik dalam negeri (W2, W5, O4)-(4a)
<p>Threat:</p> <p>T1. Perpindahan dari Bijih Timah Aluvial ke Bijih Timah Primer T2. Peningkatan Limbah Elektronik T3. Sumberdaya Timah yang Tidak Terbaharukan</p>	<p>ST:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan teknologi dan optimalisasi pengolahan bijih tipe primer (<i>Hard rock tin processing</i>) (S1, S2, T1)-(1b) 2. Penyesuaian teknologi pengolahan bijih tipe primer (S1, S2, T1)-(2c) 	<p>WT:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pengembangan sistem koleksi, sortir, pemrosesan scrap barang elektronik dan pengembangan industri timah sekunder (W5, T2, T3)-(4b)

Matriks TOWS komoditas emas-perak Indonesia.

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas emas perak saat ini, kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta mengacu pada *SWOT analysis* dalam konteks Indonesia, maka telah disusun 4 usulan program utama terkait pengembangan komoditas emas-perak Indonesia, yaitu:

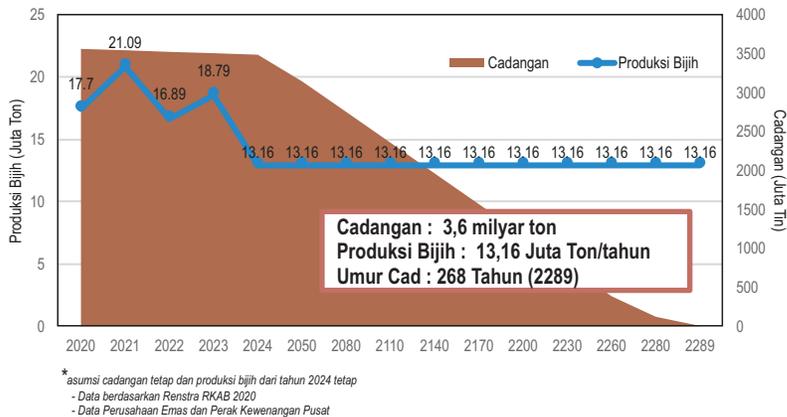
1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Keempat program utama tersebut melingkupi keseluruhan rantai industri emas perak mulai dari industri hulu, industri antara, industri fabrikasi/manufaktur, hingga daur ulang.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

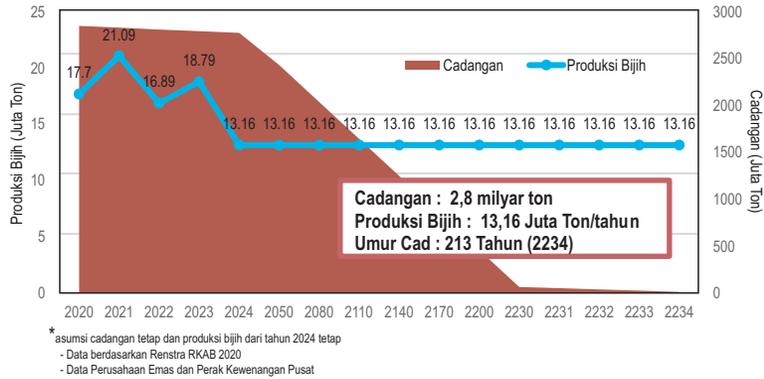
Ketahanan cadangan suatu komoditas emas perak yang dimaksud pada bagian ini, mempertimbangkan ketiga aspek penting sebagai berikut, yaitu ketersediaannya dari sumber (hulu), keterjangkauannya untuk kebutuhan konsumsi industri, dan keberlanjutannya untuk masa yang akan datang.

Indonesia memiliki cadangan 3,6 miliar ton bijih emas. Jika tidak ada penambahan cadangan dan tingkat produksi sama seperti saat ini sebesar 13,16 juta ton per tahun, maka cadangan tersebut akan habis dalam 268 tahun, pada tahun 2289.



Ketahanan cadangan emas

Sedangkan untuk perak, Indonesia memiliki cadangan 2,8 miliar ton bijih. Jika tidak ada penambahan cadangan dan tingkat produksi sama seperti saat ini yaitu 13,16 juta ton per tahun, maka cadangan tersebut akan habis dalam 213 tahun, pada tahun 2234.



Ketahanan cadangan perak

Sebagaimana kita tahu tidak semua data terverifikasi oleh tenaga kompeten (*competent person*) dan bentuk pelaporannya berbeda-beda dari setiap Izin Usaha Pertambangan (IUP), maka perlu ada satu standar pelaporan dari IUP ke pemerintah agar data lebih seragam.

Permasalahan mengenai orang yang berkompeten yang terbatas jumlahnya sebaiknya distandarisasi kembali. Jika dirasa perlu sertifikasi maka perlu mendorong komite, asosiasi, dan organisasi profesi untuk membuat standar sertifikasi bersama.

Sementara soal cadangan di Indonesia yang terbatas, hal ini juga berkaitan dengan Undang-Undang (UU) Minerba yang baru, yaitu UU Nomor 3 Tahun 2020. Adanya UU Minerba ini diharapkan dapat menjawab perkembangan, permasalahan dan kebutuhan hukum dalam penyelenggaraan pertambangan.

UU Minerba ini juga mendorong kegiatan eksplorasi untuk penemuan deposit melalui penugasan penyelidikan dan penelitian kepada lembaga riset negara, Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), atau badan usaha swasta, dengan pengenaan kewajiban penyediaan dana ketahanan cadangan kepada pelaku usaha. Pelaksanaan UU ini juga berorientasi meningkatkan dan menggairahkan kegiatan eksplorasi komoditas minerba khususnya komoditas emas dan perak.

a. Penertiban Kegiatan Penambangan Emas Tanpa Izin

Tidak dapat dipungkiri bahwa kegiatan penambangan emas tanpa izin sudah menjadi masalah di Indonesia sejak lama. Indonesia merupakan peringkat ketiga dalam penghasil emisi merkuri tertinggi di dunia, salah satu sumbernya adalah proses penambangan emas skala kecil dengan menggunakan amalgamasi. Indonesia, dalam Konvensi Minamata, tidak ada lagi penggunaan merkuri pada bidang pertambangan di tahun 2025.

Terhitung pada Juni Tahun 2021, terdapat 8 izin pertambangan rakyat yang terdaftar di Ditjen Minerba. 1 Izin Pertambangan Rakyat (IPR) di Gorontalo, 1 IPR di Nusa Tenggara Barat, 1 IPR di Banten, 2 IPR di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY), dan 3 IPR di Maluku Utara. Pada kenyataannya kegiatan pertambangan rakyat tersebut banyak dilakukan di daerah lain juga, lebih dari 300.000 orang bekerja di penambangan emas skala kecil.

Terdapat 18 lokasi Pertambangan Tanpa Izin (PETI) berada dalam wilayah Kontrak Karya (KK) dan IUP dan banyak lokasi yang tidak terdata berada di luar wilayah KK dan IUP yang tersebar pada 13 provinsi di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendataan dan pemetaan daerah kegiatan PETI sehingga didapat data yang akurat.

Akar masalah pertambangan tanpa izin utamanya adalah masalah perekonomian, persepsi masyarakat terhadap hukum dan peraturan, serta pertambangan yang dilakukan di wilayah yang terlarang. Pemerintah dapat mengambil peran dalam mendukung proses formalisasi dan penertiban sektor pertambangan rakyat tersebut. Beberapa solusi yang bisa diterapkan:

- Formalisasi menjadi Wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) bagi yang memenuhi persyaratan
- Mengawasi jalur perdagangan merkuri, sianida, dan komoditas tambang
- Merelokasi penambangan tanpa izin yang berada di luar WPR untuk direlokasi ke dalam WPR sehingga lebih mudah untuk dilakukan pembinaan dan pengawasan
- Kerja sama oleh pemegang IUP/KK untuk merangkul penambang rakyat di wilayahnya
- Pengawasan dengan menggunakan drone, penerapannya dapat dilimpahkan ke pemegang KK/IUP untuk mengawasi PETI yang ada pada wilayah KK/IUP masing-masing

b. Pembatasan Ekspor Bijih yang Mengandung Emas Perak sebagai Mineral Ikutan dan Lumpur Anoda

Kewajiban level minimum ekspor emas perak berupa emas dan perak murni sebaiknya juga berlaku bagi emas dan perak yang terkandung dalam konsentrat tembaga. Pada tahun 2020, PT Freeport Indonesia dan PT Amman Mineral Nusa Tenggara mengekspor konsentrat tembaga yang mengandung emas sebesar 13,21 ton dan 2,52 ton serta perak sebesar 68,17 ton dan 16,2 ton.

Ekspor bijih/konsentrat yang mengandung emas sebagai mineral ikutan harus dibatasi. Seperti bijih/konsentrat tembaga, seng, timbal dan lain-lain.

Kewajiban minimum ekspor tersebut juga harus diterapkan terhadap lumpur anoda. Lumpur anoda produk samping dari PT Smelting Gresik saat ini sebanyak 2000 ton per tahun dan 100% masih diekspor. Potensi dari lumpur anoda tersebut adalah 10-20 ton emas dan 60-80 ton perak. Konsekuensinya pabrik peleburan dan pemurnian konsentrat tembaga harus mempunyai pabrik pengolahan lumpur anoda atau mengirimkan lumpur anodanya ke perusahaan lain di dalam negeri.

Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Pengolahan dan Pemurnian

a. Penertiban Kegiatan Pabrik Pengolahan dan Pemurnian Emas Tanpa Izin

Hasil pengolahan emas dari PETI biasanya dijual ke pengepul untuk selanjutnya dimurnikan lebih lanjut. Setelah dimurnikan selanjutnya emas tersebut dijual bahkan diekspor ke luar negeri.



Diagram alir peredaran emas PETI

Perlu dilakukan pemutusan mata rantai peredaran emas tersebut untuk dapat menghentikan kegiatan PETI. Langkah yang dapat diambil antara lain:

1. Edukasi terhadap para penambang rakyat mengenai teknik penambangan yang baik dan tatacara pengajuan izin yang sesuai dengan peraturan
2. Pemberian akses terhadap pengolahan dan pemurnian emas yang legal/memiliki izin bagi penambang rakyat yang memiliki IPR
3. Menghentikan/menertibkan perdagangan emas tanpa izin

Diagram alir peredaran emas dari tambang rakyat sesuai saran tersebut dapat pembaca lihat pada gambar di bawah ini. Berdasarkan saran tersebut juga, diharapkan dapat memutus rantai perdagangan emas ilegal yang ada di Indonesia.

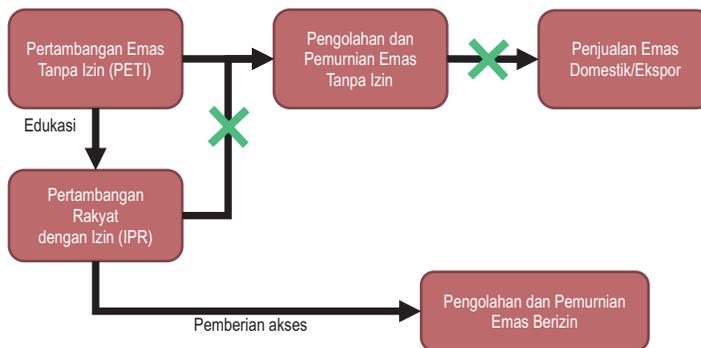


Diagram alir peredaran emas dari tambang rakyat

Sama halnya dengan PETI, pengolahan dan pemurnian emas tanpa izin belum terdata baik secara jumlah maupun secara kapasitas. Perlu dilakukan pendataan dan penyelidikan lebih lanjut mengenai jalur peredaran emas dari tambang rakyat, agar penanganan yang dilakukan bisa lebih tepat sasaran. Jika memungkinkan, pengolahan dan pemurnian emas tanpa izin dapat dilakukan edukasi dan formalisasi seperti halnya pada PETI.

b. Pembangunan Pabrik Pemurnian Emas Baru/Ekspansi

Satu-satunya pabrik pemurnian emas yang terdaftar dalam Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) adalah PT Antam Tbk UBPP Logam Mulia dengan kapasitas pengolahan optimum 75 ton emas per tahun (kapasitas maksimal 100 ton per tahun). Potensi emas dari pertambangan rakyat berdasarkan artikel di Gold Ismia adalah 50-100 ton pertahun, berdasarkan APRI (Asosiasi Pertambangan Rakyat Indonesia) potensi emas tambang rakyat mencapai 120 ton per tahun.

Pada tahun 2020, PT Antam Tbk UBPP Logam Mulia mengolah sekitar 39 ton emas. Jika tambang rakyat legal dapat diberi akses, Logam Mulia masih dapat menampung sekitar 36 ton emas per tahun. Untuk menampung seluruh produksi emas hasil pertambangan rakyat berdasarkan data APRI, harus tersedia pabrik pengolahan baru/ekspansi dengan kapasitas minimal 80 ton per tahun.

c. Penelitian dan Pengembangan Teknologi Pengolahan Bijih Emas Alternatif

Teknologi pengolahan bijih emas yang diterapkan secara komersil adalah proses pelindian dengan sianidasi, namun bukan berarti seluruh jenis bijih emas dapat diproses dengan baik dengan menggunakan proses ini.

Aktivitas penelitian dan pengembangan teknologi olah-murni bijih emas perlu terus dilakukan secara terus menerus untuk mencari teknologi tepat guna dalam mengolah bijih emas dan menjawab tantangan yang ada. Kegiatan tersebut perlu difokuskan pada beberapa area berikut:

1. Pemrosesan bijih emas refraktori

Bijih emas dianggap memiliki sifat refraktori ketika partikel emas terjebak atau terenkapsul baik secara fisik, seperti emas yang sangat halus (submikroskopis) di dalam mineral sulfida pirit atau arsenopirit, atau secara kimiawi, seperti emas yang membentuk paduan dengan antimon, bismut dan telurium. Partikel emas yang terjebak dalam mineral sulfide tidak kontak dengan *reagen* selama pelindian sehingga menurunkan rekoveri proses. Bijih yang bersifat refraktori perlu dilakukan perlakuan awal (*pretreatment*) terlebih dahulu untuk meningkatkan nilai rekoverynya.

Tipe	Proses yang sudah diaplikasikan	Proses yang masih dalam tahap pengembangan
Thermal	Roasting (Pemangangan) bijih Roasting konsentrate Peleburan	Pirolisis Flash Roasting
Oksidasi	Acid pressure oxidation Alkaline pressure oxidation Biological oxidation Nitric acid oxidation	Bio-heap leaching
Kimiawi	Hot caustic digestion Chlorine oxidation Pressure cyanidation	Ammonia leaching
Perlakuan fisik	Fine grinding	Ultrafine grinding

Pre-treatment proses untuk bijih refraktori

2. Pemrosesan bijih emas kadar rendah

Sianidasi bijih emas kadar rendah biasanya menghasilkan rekoveri yang rendah. Semakin rendah kadar maka perolehan, emasnya juga semakin rendah. Namun pengolahan bijih emas kadar rendah tidak bisa dihindari karena semakin lama kadar emas ditambang, maka semakin menurun. Oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan teknologi agar pengolahan bijih emas kadar rendah menjadi lebih efektif dan bernilai ekonomi.

3. Pemrosesan bebas merkuri dan sianida

Natrium sianida (NaCN) adalah reagen pelindian emas yang paling banyak digunakan, karena kinerja dan selektivitasnya dalam melarutkan emas dan biaya reagen yang lebih murah. Namun, sianida merupakan senyawa yang beracun dan dapat mencemari lingkungan jika tidak ditangani dengan hati-hati. Risiko meng-ekspos sianida ke tanah akan mencemari air tanah di sekitar pabrik pengolahan emas di mana sianidasi digunakan sebagai *reagen* pelindian. Kerugian lain dari pelindian sianida adalah efisiensi pelindian yang rendah untuk bijih emas jenis *sulfide*, refraktori dan/atau mineral *preg-robbling*. Untuk mengatasi masalah lingkungan dan kerugian teknis ini, reagen pelindian alternatif semakin banyak diteliti dalam beberapa dekade terakhir. Reagen pelindian tersebut antara lain:

- Thiosulfate [S₂O₃²⁻]
- Thiourea [CS(NH₂)₂]
- Senyawa Halida seperti chlorine [Cl], bromine [Br] and iodine [I]
- Thiocyanate [SCN⁻]
- Glycine [C₂H₃NO₂]

Namun reagen-reagen tersebut masih belum mencapai tahap penggunaan secara komersial, karena hasil *recovery* yang rendah dibanding dengan sianida dan proses pengolahan selanjutnya yang lebih sulit. Penggunaan konsentrasi tinggi dari *reagen* tersebut dapat meningkatkan nilai *recovery*, namun menghasilkan konsumsi reagen yang sangat tinggi, sehingga menimbulkan masalah lingkungan dan ekonomi, meskipun lebih ramah dibandingkan sianida.

4. Pemrosesan *tailing* emas

Tailing merupakan salah satu masalah yang selalu ada dalam proses pengolahan logam terutama proses pelindian. Terlebih lagi dalam proses pengolahan emas, sianida yang digunakan sebagai *reagen* pelindian merupakan senyawa beracun. Hal yang biasanya dilakukan untuk menangani masalah ini adalah dengan melakukan detoksifikasi terlebih dahulu terhadap *tailing* yang dihasilkan. Masalah lain adalah jumlah *tailing* yang sangat besar sehingga membutuhkan tempat penampungan sementara berbentuk dam yang tidak sedikit. Salah satu metode yang sedang dikembangkan saat ini adalah metode *dry stacking*. *Tailing* dari proses pelindian masuk kedalam proses filtrasi. *Tailing* yang sudah disaring, selanjutnya ditumpuk di fasilitas penumpukan dan larutan sisa dapat digunakan kembali untuk proses. *Tailing* kering ini membutuhkan tempat yang lebih sedikit dibandingkan berbentuk lumpur, dan bisa digunakan untuk menutup kembali lubang tambang. Beberapa penelitian juga dilakukan untuk mengolah *tailing* menjadi barang yang bisa dimanfaatkan seperti menjadi batubata.

d. Pembangunan Pabrik Pengolahan Lumpur Anoda

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, kewajiban level minimum ekspor emas perak berupa emas dan perak murni perlu diberlakukan. Termasuk pada lumpur anoda yang berkonsekuensi pabrik peleburan dan pemurnian konsentrat tembaga, harus mempunyai pabrik pengolahan lumpur anoda.

PT Freeport Indonesia dan PT Amman Mineral berencana membangun pabrik peleburan dan pemurnian konsentrat tembaga baru. Rencananya pabrik tersebut akan berdiri pada tahun 2024. Dengan pemberlakuan kewajiban level minimum ekspor, maka kedua perusahaan tersebut berkewajiban untuk membangun pabrik pengolahan lumpur anoda.

Total lumpur anoda dari proses pemurnian tembaga yang akan dibangun oleh PT Freeport Indonesia dan PT Amman Mineral sebesar 6600 ton per tahun, dan lumpur anoda produk samping dari PT Smelting Gresik saat ini sebanyak 2000 ton per tahun. Sehingga total lumpur anoda produk samping proses pemurnian tembaga sebesar 8600 ton per tahun (potensi emas 60-90 ton, perak 340-460 ton, dan PGM). Pabrik pengolahan lumpur anoda yang dibangun harus memiliki kapasitas total minimal 8600 ton per tahun agar dapat menampung seluruh lumpur anoda yang dihasilkan.

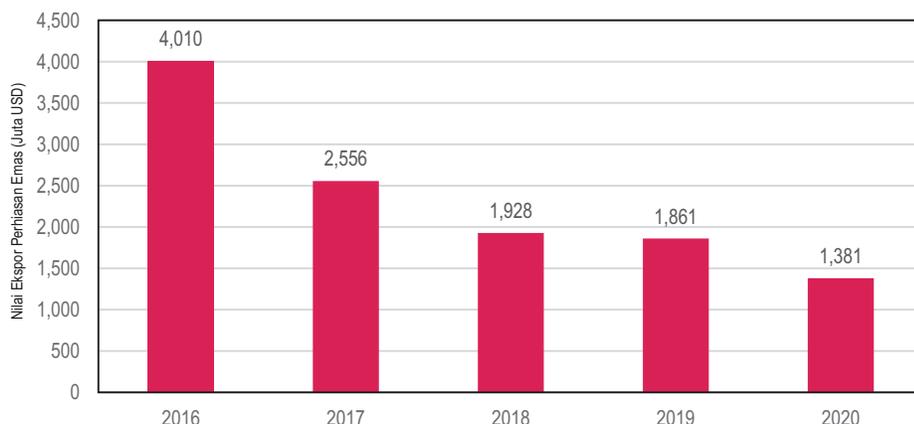
Pengembangan Industri Fabrikasi, Manufaktur, dan Peningkatan Tingkat Komponen Dalam Negeri

Industri logam mulia untuk dekorasi dan perhiasan menjadi salah satu industri unggulan di Indonesia, Indonesia termasuk dalam 10 besar negara pengekspor perhiasan di dunia dengan pangsa pasar mencapai 4% pada tahun 2019. Negara tujuan utama ekspor perhiasan Indonesia antara lain adalah Singapura, Swiss, Hong Kong, Amerika Serikat, dan Uni Emirat Arab.

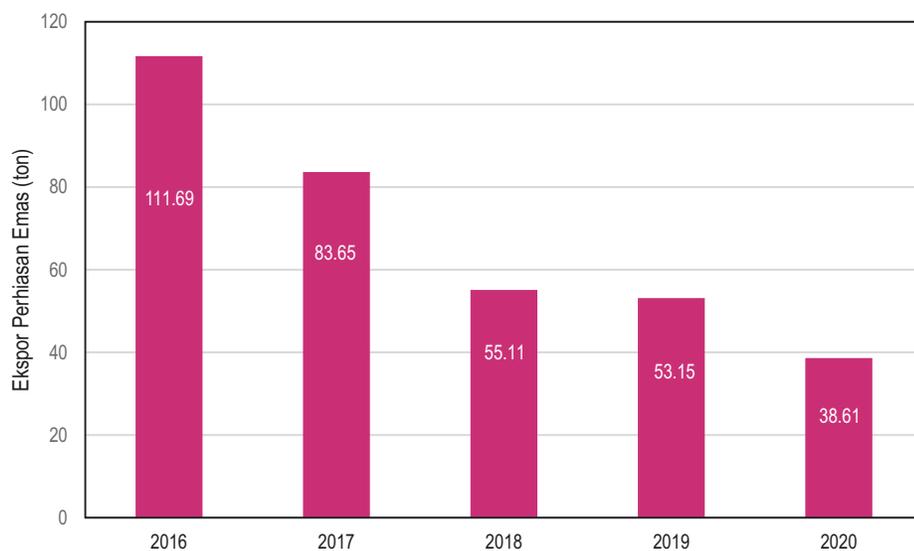
Negara-negara tersebut mendominasi hingga 93,02% dari total ekspor produk perhiasan nasional. Pada tahun 2020, Amerika Serikat menjadi tujuan 53% ekspor perhiasan emas Indonesia.

Nilai dan jumlah ekspor perhiasan emas terus mengalami penurunan dari USD 4 Miliar dan 111,69 ton di tahun 2016 menjadi USD 1,4 Miliar dan 38,61 ton di tahun 2020. Sementara nilai ekspor perhiasan perak stagnan di antara USD 60 juta dan USD 73 juta. Namun jumlahnya terus menurun dari 135,92 ton di tahun 2016 menjadi 71,57 ton di tahun 2020.

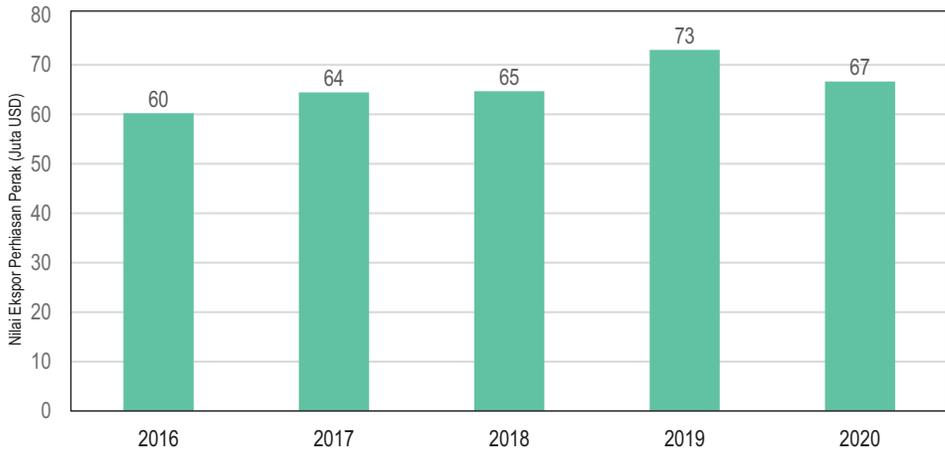
Permasalahan terkait penurunan ekspor perhiasan perlu diidentifikasi. Diperlukan upaya untuk meningkatkan ekspor perhiasan emas dan perak. Industri perhiasan merupakan salah satu sektor andalan dalam memberikan kontribusi terhadap perekonomian nasional melalui capaian nilai ekspornya. Hal ini lantaran produk perhiasan dalam negeri mampu berdaya saing global dan memiliki nilai tambah tinggi.



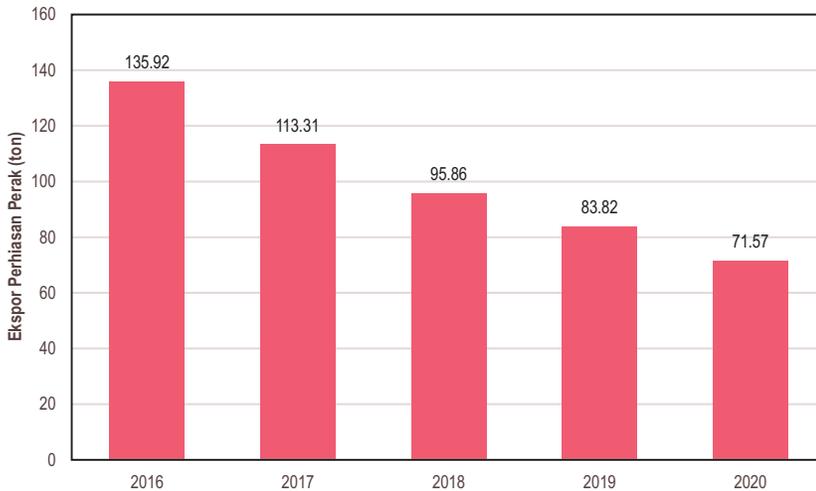
Histori nilai ekspor perhiasan emas Indonesia 2016-2020



Histori jumlah ekspor perhiasan emas Indonesia 2016-2020



Histori nilai ekspor perhiasan perak Indonesia 2016-2020



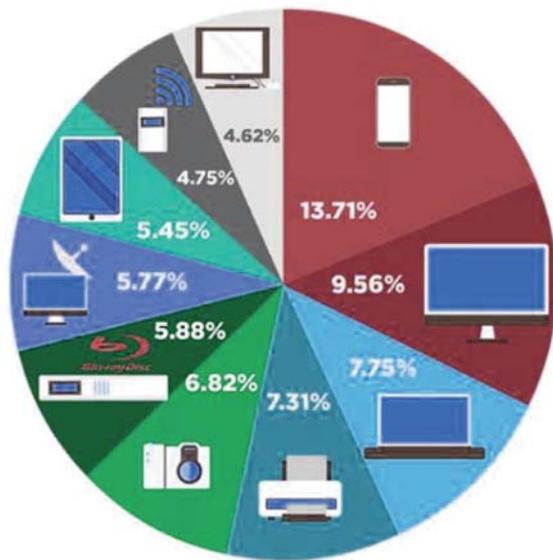
Histori jumlah ekspor perhiasan perak Indonesia 2016-2020

a. Pengembangan Industri Logam Mulia sebagai Bahan Pendukung Industri Elektronik

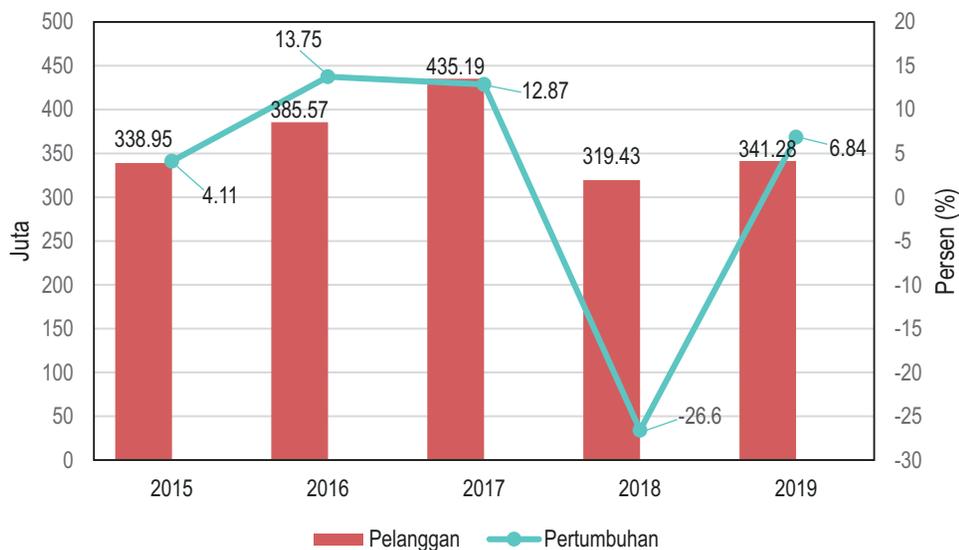
Jumlah penduduk Indonesia yang cukup besar menjadi potensi bisnis yang baik bagi produsen elektronik. Barang-barang elektronik ini membutuhkan logam mulia dalam jumlah yang kecil, namun secara nilai (dibandingkan komponen lainnya), cukup signifikan. Sebagai contoh pada telepon genggam, kadar emas dan perak yang terdapat adalah 350 ppm dan 1380 ppm dengan nilai 5% dan 6%.

Dalam konteks pasar elektronik Indonesia, telepon genggam mendominasi pasar elektronik Indonesia mencapai sekitar 13,71%. Berdasarkan data Kementerian Komunikasi dan Informatika, pelanggan telepon seluler di Indonesia hingga tahun 2019 mencapai 341,28 juta pelanggan.

Selama periode 2015-2019, jumlah pelanggan seluler terus meningkat. Penurunan tajam pelanggan pada tahun 2018 karena adanya penerapan kebijakan pembatasan kepemilikan nomor telepon. Jumlah pelanggan kembali meningkat di tahun 2019 dan diperkirakan akan terus meningkat.



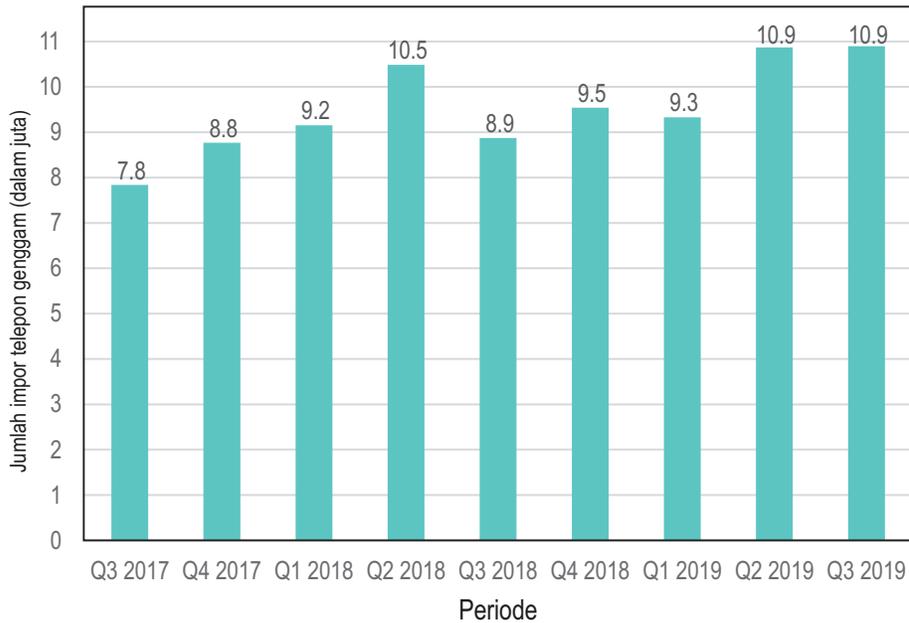
Pasar elektronik Indonesia



Jumlah dan pertumbuhan pelanggan telepon seluler 2015-2019

Jumlah impor telepon genggam Indonesia pada tahun 2019 mencapai lebih dari 10 juta unit. Dalam sebuah telepon genggam diperkirakan terdapat rata-rata 0,034 gram emas, 0,35 gram perak, 16 gram tembaga, dan 0.00034 gram platinum.

Berdasarkan jumlah tersebut diperkirakan kebutuhan logam untuk produksi telepon genggam impor memerlukan 0,34 ton emas dan 3,5 ton perak. Jumlah tersebut belum memperkirakan telepon genggam merek lokal seperti Evercross, Advan, Mito dan lainnya.



Jumlah impor telepon genggam Indonesia 2017-2019

Potensi dari industri logam mulia sebagai bahan pendukung industri elektronik sangat besar. Sampai saat ini industri elektronik yang ada di Indonesia hanya merakit saja, sementara komponen-komponen masih banyak yang impor. Industri logam mulia sebagai bahan pendukung industri elektronik perlu mulai dirintis sesuai target RIPIN 2025-2035.

b. Pengembangan Industri Logam Mulia sebagai Bahan Pendukung Industri Otomotif

Pengembangan industri logam mulia sebagai bahan pendukung industri otomotif terutama kendaraan listrik, semestinya terintegrasi dengan pengelolaan dan peningkatan nilai tambah komoditas tambang lainnya, terutama logam-logam yang mendukung industri kendaraan listrik seperti tembaga, nikel, aluminium dan kobalt.

Kebutuhan perak untuk kendaraan mobil ICE sekitar 0,5 ounce perak, sedangkan kebutuhan perak untuk kendaraan mobil EV dan HEV mencapai 1 ounce. Dengan skenario produksi KBLBB Indonesia seperti yang tercantum pada tabel di bawah ini, maka kebutuhan perak untuk industri kendaraan listrik pada tahun 2045 adalah sebesar 31 ton.

	2025	2030	2035	2040	2045
Produksi KLBB R4 (Unit)	30.915	195.120	461.561	728.001	994.442
Kebutuhan Perak (ton)	0,97	6,10	14,42	22,75	31,08

Skenario produksi KLBB Indonesia

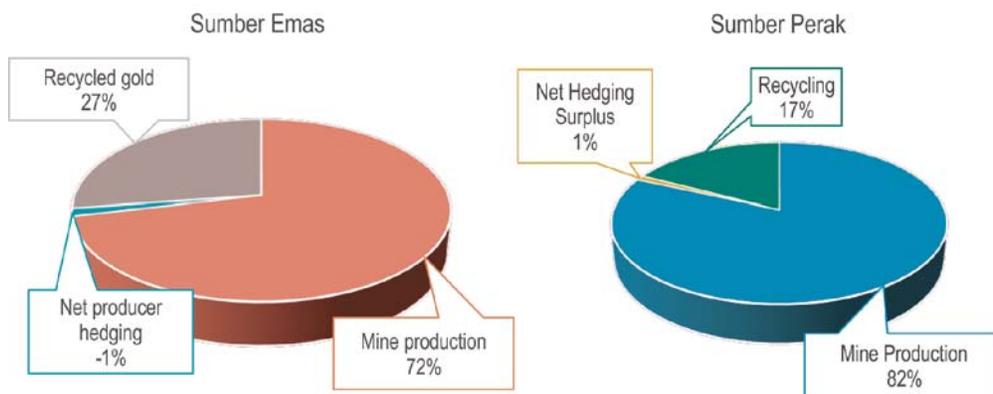
Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri dan Pencanangan Sistem Daur Ulang

Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri harus ditingkatkan untuk mengurangi defisit neraca perdagangan, dan untuk meningkatkan pengembangan industri hilir dalam negeri. Sistem daur ulang juga harus mulai dibangun sebagai upaya untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya alam yang tidak terbarukan.

Proses daur ulang merupakan suatu rantai aktifitas di mana setiap tahap mempengaruhi keseluruhan perolehan logam dan keekonomian proses daur ulang. Rantai aktifitas tersebut meliputi:

- Proses pengumpulan (*collection*)
- Perlakuan awal (*pre-processing*)
- Pemrosesan akhir baik secara fisik maupun kimiawi (*end-processing*)

Proses daur ulang merupakan salah satu sumber emas utama selain pertambangan, begitu pula dengan perak. Diagram di bawah ini menunjukkan sumber produksi emas dan perak dunia, sebesar 27% emas dan 17% perak berasal dari daur ulang. Sumber utama daur ulang emas dan perak adalah dari limbah perhiasan, medali atau sumber lain yang dapat dilebur kembali dengan mudah.



Sumber produksi emas dan perak dunia

Limbah elektrik dan elektronik adalah salah satu sumber Au-Ag yang cukup besar (selain limbah perhiasan dan peralatan perak). Proses pendaur-ulangan emas dari limbah elektronik, sebetulnya sudah banyak dilakukan secara informal. Permasalahannya adalah, industri pengolahan limbah elektrik dan elektronik informal mencemari lingkungan karena tidak dilakukan dengan memperhatikan Kesehatan, Keselamatan, Keamanan, dan Lingkungan (K3L) yang baik dan benar.

Mulai tahun 2026 diharapkan sudah ada pengembangan sistem pengumpulan limbah elektronik yang mengandung emas. Dan mulai tahun 2031 perlu ditargetkan pembangunan fasilitas *sorting* dan pemrosesan limbah elektronik mengandung emas dengan kapasitas 1 ton per tahun. Kapasitas tersebut diharapkan dapat ditingkatkan secara bertahap. ■

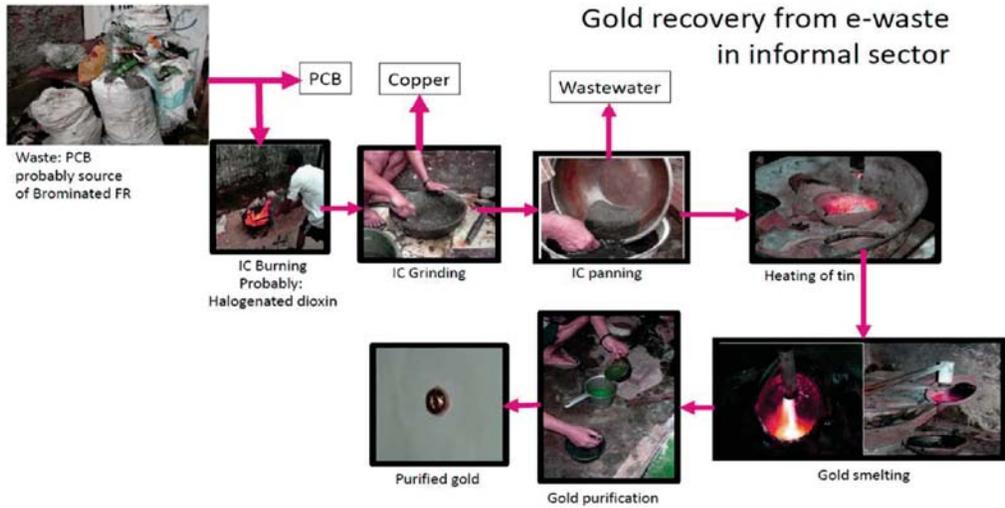


Diagram alir proses daur ulang emas dari limbah elektronik secara informal.

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas emas perak telah disusun berdasarkan empat program utama yang telah diusulkan, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi produksi bahan baku industri.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri pengolahan dan pemurnian.
3. Pengembangan industri fabrikasi, manufaktur, dan peningkatan tingkat komponen dalam negeri.
4. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri dan penancangan sistem daur ulang.

Dengan adanya rancangan peta jalan ini dapat diketahui tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai target di tiap program turunan pada tiap usulan program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045. Rancangan peta jalan komoditas emas-perak serta beberapa pembahasan turunannya, dapat dilihat pada tabel dan diagram di bawah. Tabel potensi pendapatan negara digambarkan sebagai berikut:

Item	Nilai
Pajak Perhiasan Emas	2%
Pajak Emas koin dan batangan	0,45%
PNBP Emas	5%
Pajak Perak	10%
PNBP Perak	5%

Pajak dan PNBP

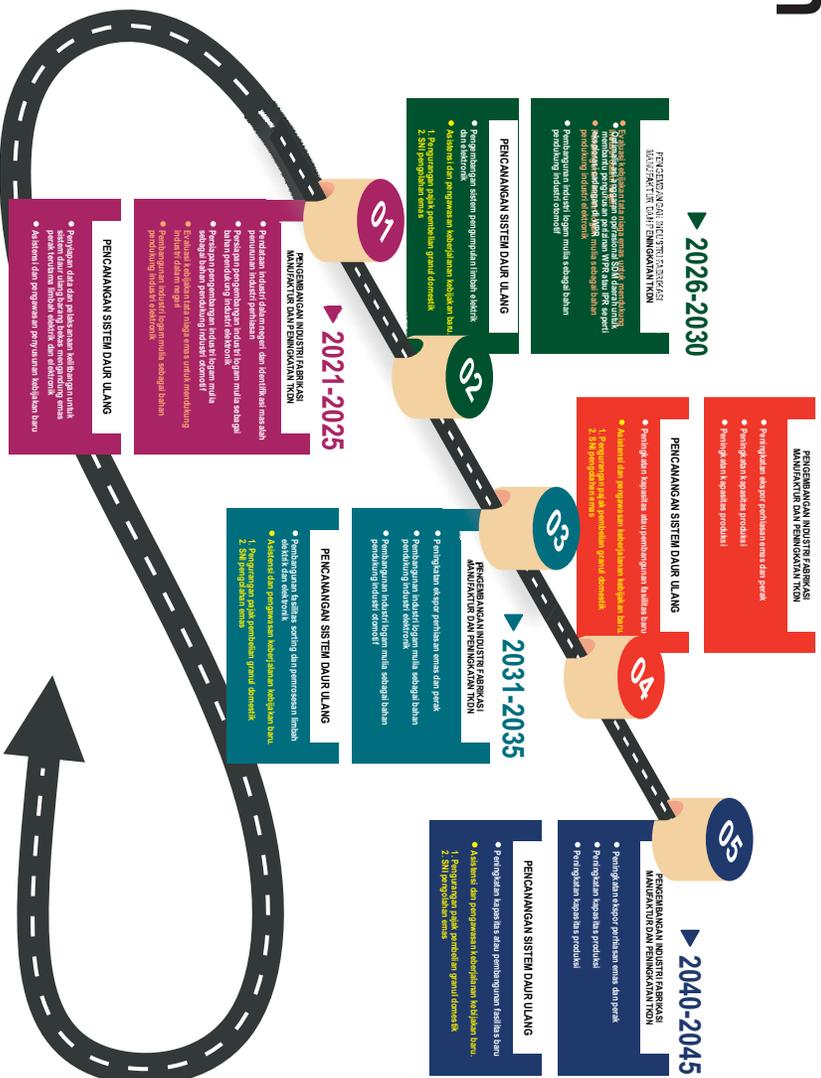
Item	Nilai	Satuan
Harga Emas	1791	USD/oz
Harga Perak	26,23	USD/oz
Perhiasan Emas 17 K (70% Au)	700000	Rp/gram
Perhiasan Perak 925 (92,5% Ag)	37000	Rp/gram

Harga produk

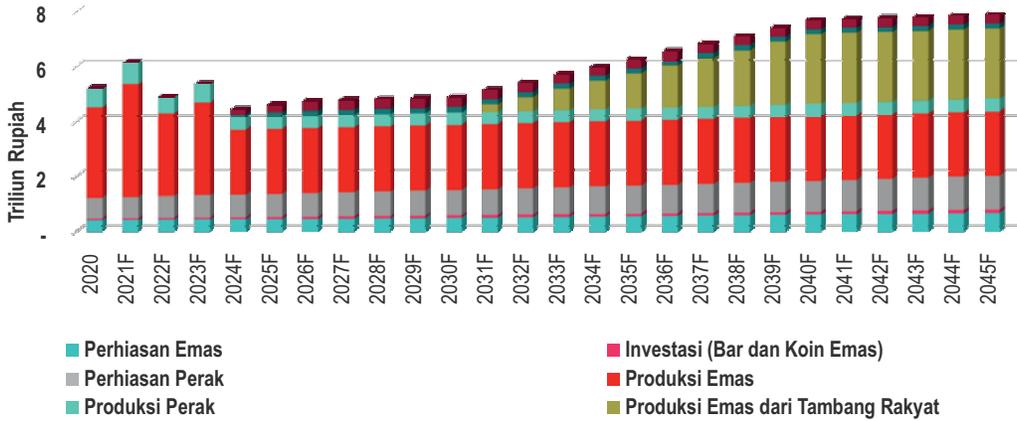
Rancangan Peta Jalan

Komoditas Emas-Perak Bagian-2

- 2021-2025
- 2026-2030
- 2031-2035
- 2036-2040
- 2041-2045



Rancangan peta jalan komoditas emas perak bagian 2.



Keterangan:

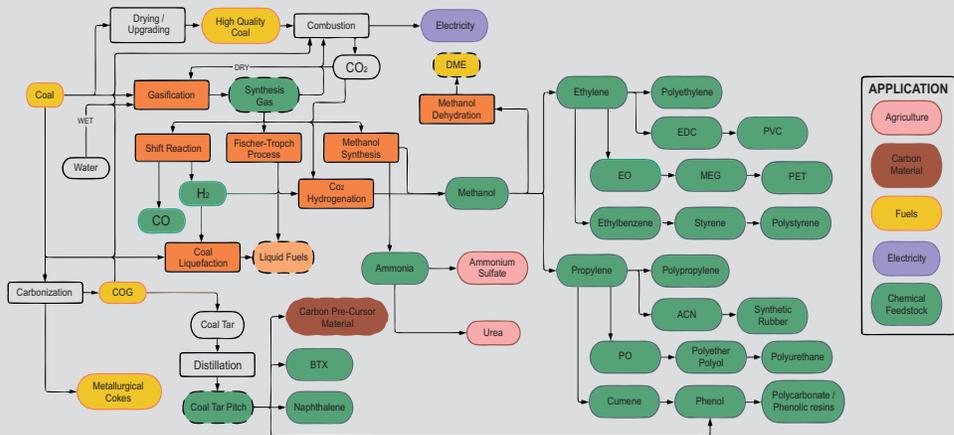
- *Pendapatan negara dari produksi emas dan perak terdiri dari **PNBP** dan **Pajak**.*
- *Pendapatan negara dari perhiasan, investasi dan pengolahan lumpur anoda merupakan **Pajak**.*
- *Potensi pendapatan negara.*



Batubara

Batubara

Hulu Hilir Batubara



Total Sumber Daya dan Cadangan



Batubara:

Batubara: sumber daya 144 miliar ton, cadangan 39 miliar ton

Ringkasan

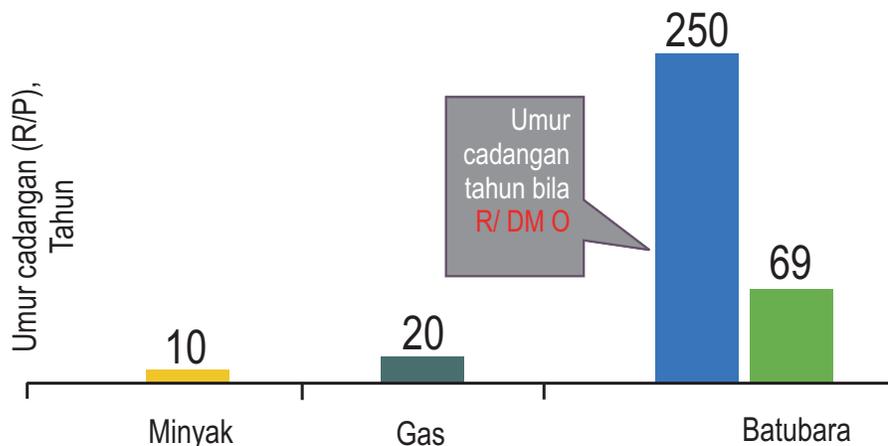
- Terdapat 3 pabrik briket batubara yang telah beroperasi dan 1 pabrik semikokas. Rencananya, terdapat 6 pabrik gasifikasi direncanakan akan dibangun, dan sebanyak 4 pabrik yang menghasilkan semikokas, karbon aktif dan syngas.
- Terdapat potensi untuk memproduksi DME dari syngas, yang merupakan substitusi LPG, dengan proyeksi substitusi sebesar 50% hingga 91% kebutuhan LPG dari tahun 2025 hingga 2045.
- Produk gasifikasi yang berupa syngas dapat dikonversi lebih lanjut menjadi gas hidrogen, SNG (Synthetic Natural Gas), amonia dan metanol yang mempunyai nilai jual lebih tinggi. Konversi seluruh produk gasifikasi menjadi metanol dapat membantu Indonesia untuk mengurangi kebutuhan impor bahan kimia dasar.
- Agenda link and match industri hulu-hilir serta peningkatan TKDN (Tingkat Kandungan Dalam Negeri) perlu dilakukan dengan upaya menginvestarisasi kebutuhan industri, sehingga batubara yang diproduksi dapat diserap dengan baik.
- Estimasi Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak diperkirakan mencapai Rp 136 triliun, dan menghemat devisa sebesar Rp 140 triliun pada tahun 2045.

Gambaran Industri Hulu

Sumber Daya dan Cadangan

Berdasarkan laporan BP Statistical Review of World Energy tahun 2020, Indonesia merupakan negara dengan cadangan batubara terbesar keenam di dunia. Secara spesifik, data dari Badan Geologi Kementerian ESDM tahun 2020, menunjukkan bahwa cadangan batu bara Indonesia sebesar 38.805 juta metrik ton atau sekitar 3,6% dari total cadangan batubara dunia.

Besar cadangan batubara ini merupakan yang terbesar bila dibandingkan dengan jenis *fossil fuel* lainnya, seperti minyak bumi (*oil*), dan gas alam. Dengan cadangan batubara, gas alam, dan minyak bumi Indonesia yang masing-masing sebesar 27,16, 1,50, dan 0,57 miliar TOE (*tonne of oil equivalent*), dan tingkat produksi ekuivalen tahun 2020 secara berturut-turut adalah 396, 75,3, dan 59,9 juta TOE, maka umur cadangan (*reserve to production ratio*) bahan bakar fosil Indonesia diperkirakan dapat bertahan selama 69 tahun untuk batubara (atau dapat meningkat hingga 250 tahun bila tingkat produksi tahunan sama dengan jumlah kebutuhan *domestic market obligation*/DMO sekarang), dan hanya 20 dan 10 tahun untuk gas alam dan minyak bumi.



Umur cadangan fossil fuels (minyak, gas, dan batubara) Indonesia per tahun 2020

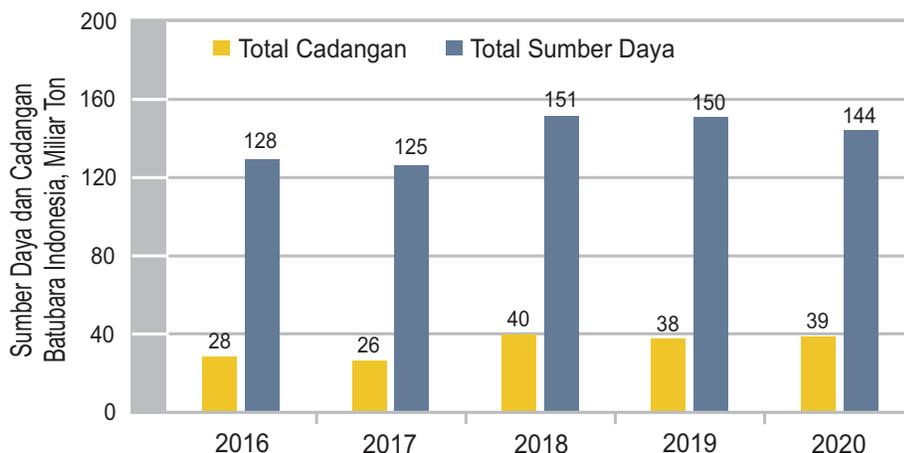
Kondisi ini membuat peran batubara perlu dipertimbangkan ulang, agar tidak hanya sebagai penyumbang devisa negara via penjualan ekspor. Namun juga perlu dioptimalkan sebagai substitusi minyak bumi dan gas alam (propana dan butana) dalam memenuhi kebutuhan energi maupun kebutuhan industri kimia dasar domestik (sebagai sumber hidrokarbon).

Pemenuhan kebutuhan minyak bumi dan gas alam melalui impor memiliki risiko tinggi pada peningkatan defisit neraca berjalan (*current account deficit*) dalam jangka panjang. Terlebih, harga minyak bumi dan gas alam cenderung lebih fluktuatif dibandingkan harga batubara. Dengan turunnya ketergantungan terhadap impor minyak bumi dan gas alam, kondisi subsidi energi dari Anggaran Pembelanjaan Biaya Negara (APBN) membengkak, seperti ketika puncak harga minyak di era *commodity super cycle* pada tahun 2008-2009, diharapkan tidak terulang kembali.

Oleh karenanya, penggunaan cadangan batubara sebagai sumber energi maupun sumber hidrokarbon, nilainya perlu dioptimalkan. Hal ini dilakukan dalam rangka menjamin ketahanan energi nasional (*national energy security*), maupun melengkapi rantai pasok (*supply chain*) industri kimia dasar dalam jangka menengah maupun jangka panjang. Jangka panjang, hingga sumber daya energi terbarukan (*renewable energy resources*) dapat diandalkan dan terjangkau bagi seluruh rakyat Indonesia.

Karakteristik Sumber Daya dan Cadangan Batubara Indonesia

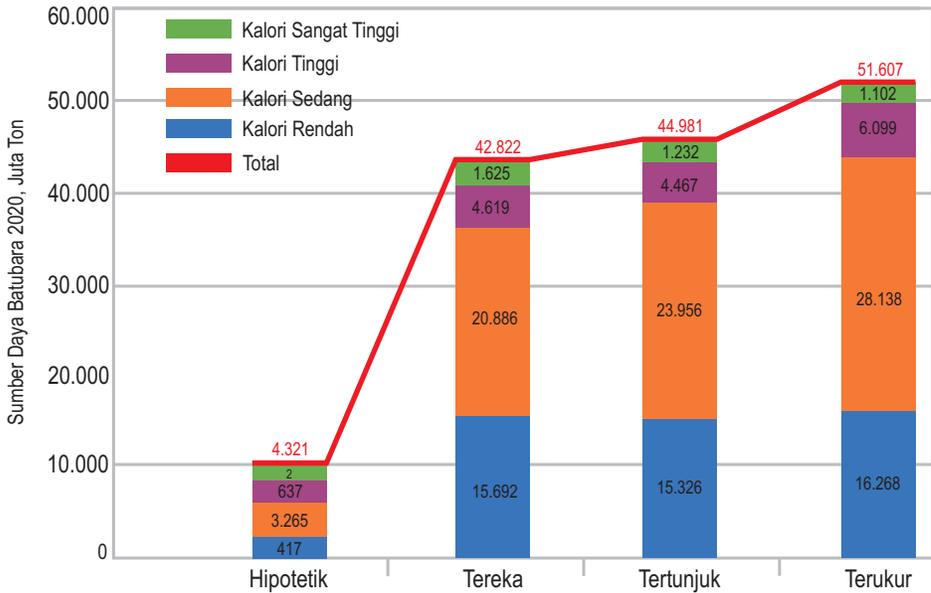
Pemahaman mengenai karakteristik sumber daya dan cadangan batubara Indonesia menjadi syarat untuk mengoptimalkan penggunaan dan nilai batubara. Pada tahun 2020, total sumber daya dan cadangan berjumlah 143,7 dan 38,8 miliar metrik ton. Masing-masing naik sebesar 15,7 dan 10,3 miliar metrik ton dibandingkan tahun 2016. Hal ini terjadi karena peningkatan harga jual batubara dan penemuan sumber daya baru hasil eksplorasi.



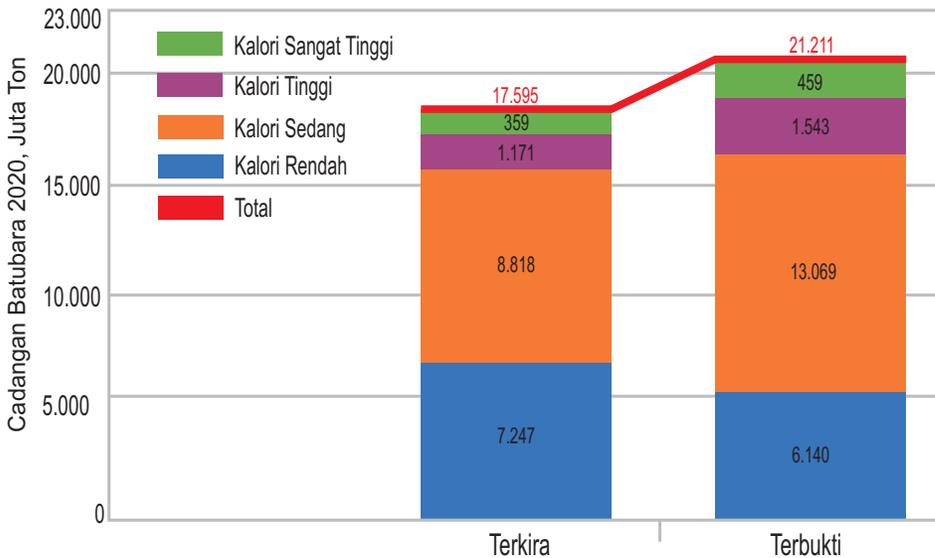
Total sumber daya dan cadangan batubara Indonesia tahun 2016-2020

Berdasarkan tingkat keyakinannya, sumber daya dapat dibagi menjadi 4 kategori, yaitu hipotetik, tereka, tertunjuk, dan terukur. Sedangkan untuk cadangan, pengelompokannya dibagi menjadi 2 kategori, yakni terkira dan terbukti. Selain itu, berdasarkan nilai kalorinya (dalam basis *air dried*), sebaran batubara di Indonesia dapat dibagi menjadi 4 kelompok, yaitu:

- Batubara kalori rendah (< 5.100 kal/g)
- Batubara kalori sedang (5.100-6.100 kal/g)
- Batubara kalori tinggi (6.100-7.100 kal/g)
- Batubara kalori sangat tinggi (> 7.100 kal/g)

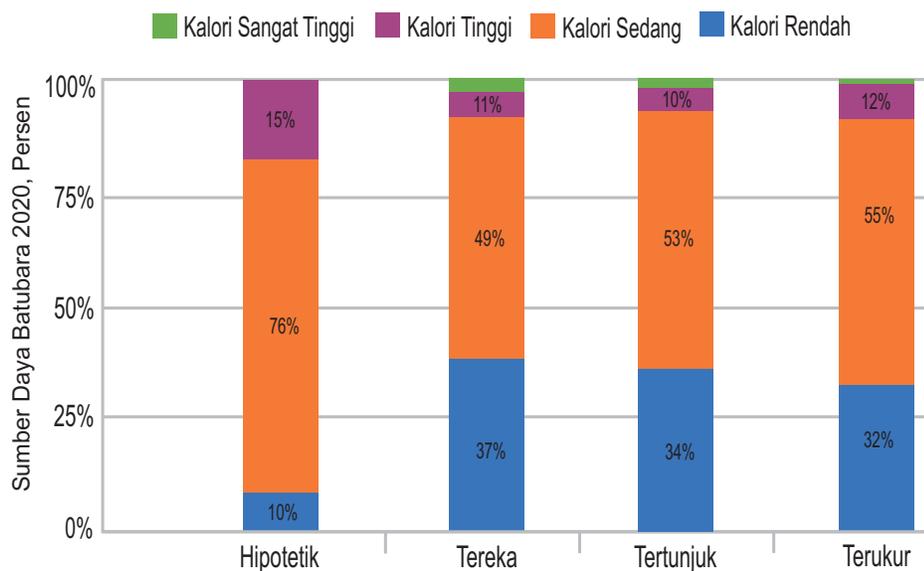


Distribusi sumber daya batubara Indonesia tahun 2020 berdasarkan nilai kalorinya pada tiap tingkat keyakinan

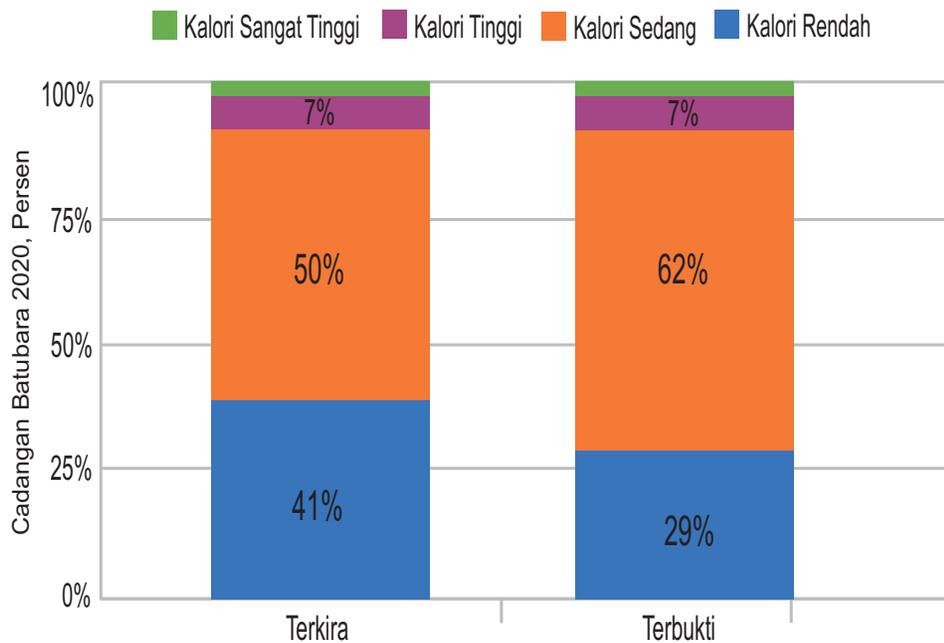


Distribusi cadangan batubara Indonesia tahun 2020 berdasarkan nilai kalorinya pada tiap tingkat keyakinan

Terlihat bahwa sumber daya terukur dan cadangan terbukti memiliki jumlah yang paling besar di antara tiap kategori. Secara umum, batubara kalori sedang dan rendah mendominasi seluruh kategori sumber daya (86%-87%) maupun cadangan (91%) batubara Indonesia, seperti ditampilkan pada gambar berikut ini.

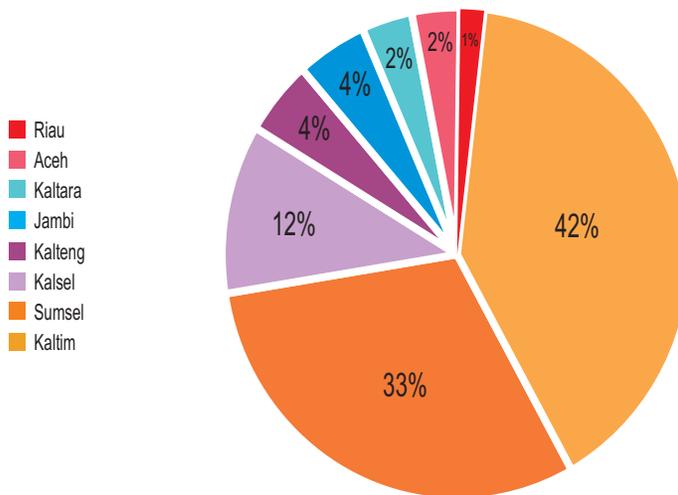


Komposisi sumber daya batubara Indonesia berdasarkan nilai kalorinya pada tiap tingkat keyakinan sumber daya tahun 2020



Komposisi cadangan batubara Indonesia berdasarkan nilai kalorinya pada tiap tingkat keyakinan cadangan tahun 2020

Cadangan batubara Indonesia didominasi pada 2 lokasi, yakni di Provinsi Kalimantan Timur dan Sumatera Selatan, dengan total cadangan masing-masing 10,9 miliar ton dan 8,5 miliar ton. Untuk Kalimantan Timur, 71% dari total cadangan merupakan batubara kalori sedang, sedangkan 20% dan 9% merupakan batubara kalori rendah. Sedangkan untuk Provinsi Sumatera Selatan, proporsi batubaranya berkebalikan dengan Kalimantan Timur, dengan proporsi 57% dan 43% masing-masing kalori rendah dan sedang. Secara jumlah, batubara kalori rendah yang terdapat di Kalimantan Timur (3,2 miliar ton) lebih rendah dibandingkan Sumatera Selatan (5,4 miliar ton). Sedangkan batubara kalori sedang, kalori tinggi dan sangat tinggi relatif lebih banyak berada di Kalimantan Timur.



Sebaran cadangan batubara Indonesia berdasarkan provinsi

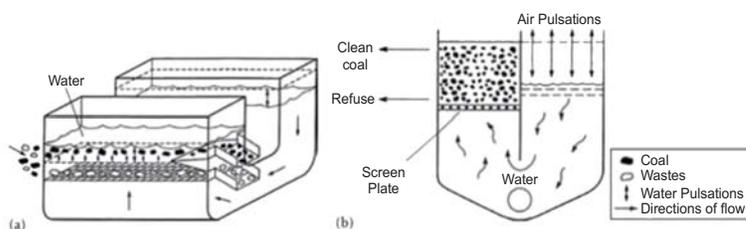
Dengan jumlah total cadangan batubara yang ekonomis untuk ditambang adalah 38,8 miliar ton, dan tingkat produksi tahunan sekitar 566 juta ton (tahun 2020), maka cadangan batubara tersebut diperkirakan dapat bertahan selama sekitar 69 tahun, atau akan habis pada tahun 2089. Umur cadangan 69 tahun ini dengan asumsi bahwa, seluruh batubara kalori rendah dapat diproduksi dan digunakan secara ekonomis.

Oleh karenanya, optimalisasi nilai sumber daya dan cadangan batubara kalori rendah ini harus menjadi fokus bersama, baik sejak tahap eksplorasi, penambangan, pengolahan hingga tahap konversi. Proses dan teknologi konversi batubara Indonesia kalori rendah menjadi berbagai produk (listrik, metanol, *dimethyl ether*, kokas metalurgi atau karbon aktif), tentu memerlukan penyesuaian dibanding teknologi serupa pada industri di luar negeri.

Beberapa karakteristik batubara pada batubara kalori rendah yang perlu menjadi perhatian adalah perilaku *moisture*, reaktivitas pembakaran dan gasifikasi, jumlah dan komposisi mineral dalam abu. Termasuk kemungkinan adanya potensi logam tanah jarang (*rare earth elements*) pada beberapa lokasi cadangan batubara, serta *coking properties*. Secara umum, batubara berkalori rendah, mengandung kadar *moisture* yang tinggi sehingga meningkatkan biaya transportasi per satuan energi dan juga meningkatkan panas terbuang (*heat loss*) ketika batubara tersebut dibakar atau digasifikasi karena penguapan air.

Selain itu, ketika jenis batubara ini dibakar atau digasifikasi, sebagian batubara dengan kandungan abu dan/atau sulfur yang tinggi, perlu dilakukan pencucian (*washing*) terlebih dahulu. *Coal washing* merupakan metode yang dilakukan untuk menghilangkan pengotor yang terbawa oleh batubara dengan bantuan air ataupun cairan tertentu. Pengotor yang dapat hilang dalam proses ini adalah pengotor anorganik yang terpisah partikelnya, dan bukan yang terikat secara kimia di dalam batubara, seperti sulfur organik.

Umumnya, pencucian batubara dilakukan dengan media air dalam *jig*. Metode lain yang dapat digunakan untuk mencuci batubara adalah dengan *heavy medium separator*. Metode ini menggunakan media cairan dengan densitas tertentu, antara densitas batubara dan densitas pengotornya, sehingga pengotor akan berada di bagian bawah akibat gaya gravitasi.

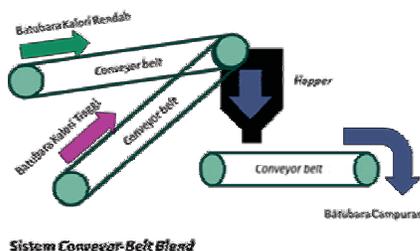


Skematik pencucian batubara dengan metode jiggling: (a) tampak dan (b) tampak samping

Selain itu, komposisi abu yang ada di dalam batubara kalori rendah juga perlu dianalisis karena sangat mempengaruhi reaktivitas pembakaran dan gasifikasi batubara. Produk abu hasil pembakaran ataupun gasifikasi perlu dikarakterisasi agar dapat diketahui potensi penggunaannya, seperti peluang *recovery logam* berharga atau pemanfaatan sebagai bahan baku konstruksi.

Terakhir, batubara berkalori rendah cenderung tidak dapat digunakan secara langsung dan tunggal (*single coal*) sebagai bahan baku pembuatan kokas atau untuk keperluan sebagai reduktor. Sehingga perlu ada blending agar dapat digunakan.

Coal blending merupakan proses pencampuran batubara dengan kualitas (komposisi dan/atau karakteristik) berbeda, untuk diperoleh produk batubara yang sesuai dengan spesifikasi konsumen. *Coal blending* merupakan metode yang dilakukan untuk mengoptimalkan nilai batubara hasil tambang. Karena kualitas batubara bergantung pada lapisan batubara, maka proses blending batubara perlu dilakukan sebelum batubara dikirimkan atau digunakan konsumen. Proses blending dapat dilakukan dengan banyak cara, misalnya menggunakan *conveyor*, *hopper*, atau *loader*.



Sistem Conveyor-Belt Blend

Skematik pencampuran batubara kalori rendah dan tinggi, sehingga diperoleh batubara campuran dengan nilai kalori sedang

Perusahaan Tambang Batubara

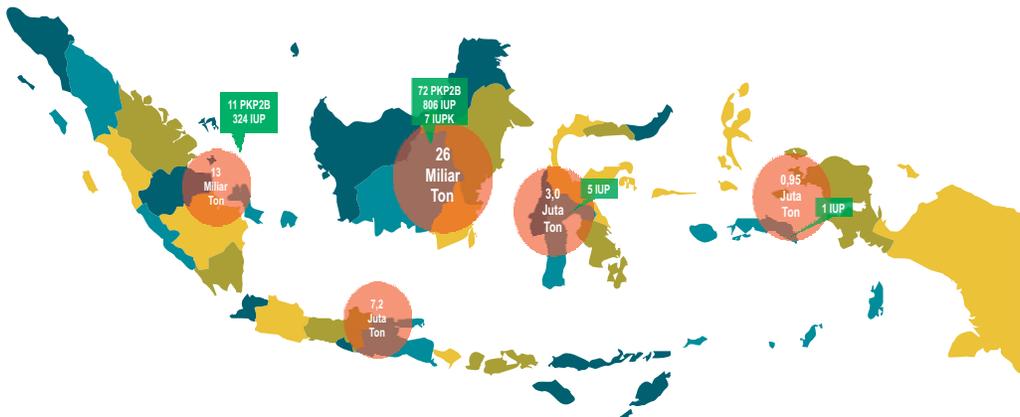
Data Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara (Ditjen Minerba) menunjukkan bahwa produksi batubara nasional mencapai 566 juta ton pada tahun 2020. Tingkat produksi ini berasal dari perusahaan-perusahaan tambang batubara dengan berbagai jenis perizinan, seperti Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B), Izin Usaha Pertambangan (IUP) dan Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK). Secara umum, terdapat 1.219 perusahaan dengan izin operasi produksi, dan 7 perusahaan dengan izin eksplorasi.

Kegiatan	Jumlah Izin			Luas SK (Ha)		
	IUP	PKP2B	IUPK	IUP	PKP2B	IUPK
Eksplorasi	5	2	0	21.459	74.530	0
Operasi Produksi	1.131	81	7	3.316.778	1.324.933	34.207
Jumlah	1.136	83	7	3.338.236	1.399.463	34.207

Sebaran perizinan dan luas tambang batubara berdasarkan jenis kegiatan pada tahun 2020

Jumlah perizinan paling banyak terdapat di Kalimantan dengan total 885 perizinan, meliputi PKP2B/IUP/IUPK dan luas area tambang terbesar dengan luas 3,6 juta hektar, disusul dengan Sumatera. Pengembangan proyek batubara, baik hulu maupun hilir, memberikan prospek yang tinggi di kedua pulau tersebut, khususnya di Provinsi Kalimantan Timur (Kaltim), Kalimantan Selatan (Kalsel) dan Sumatera Selatan (Sumsel). Ketiga provinsi tersebut merupakan daerah-daerah strategis untuk membangun pusat industri pengolahan, pemanfaatan dan pengembangan batubara.

Untuk Provinsi Kaltim dan Kalsel, kedekatan lokasi tambang dengan pelabuhan, juga ketersediaan infrastruktur sungai yang relatif murah, dapat menurunkan biaya transportasi. Sedangkan Sumatera, merupakan daerah dengan dataran yang bergunung-gunung, sehingga diperlukan pembangunan infrastruktur tambahan untuk mendukung pembangunan industri batubara hulu ke hilir, sehingga bisa menurunkan biaya transportasi batubara atau produknya.



Sebaran cadangan dan izin aktif untuk komoditas batubara berdasarkan data Juni 2021

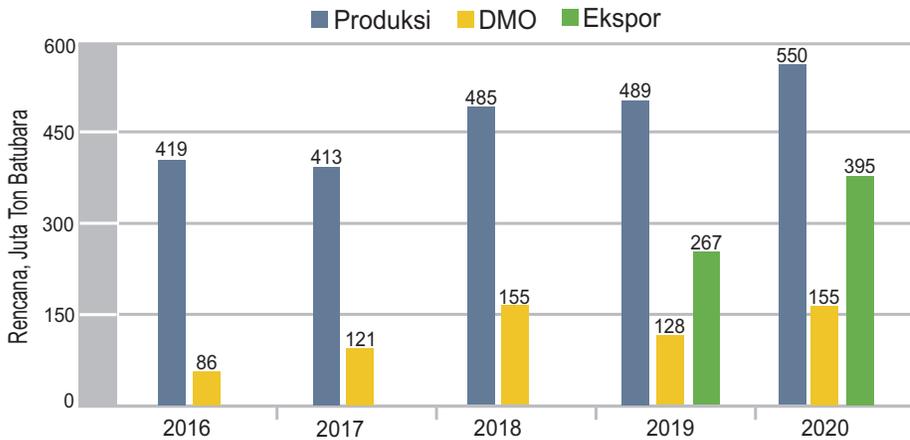
Pulau	Provinsi	Jumlah IUP	Luas SK (Ha)	Jumlah PKP2B	Luas SK (Ha)	Jumlah IUPK	Luas SK (Ha)
Sumatera	Aceh	8	27.657	-	-	-	-
	Bengkulu	20	42.069	-	-	-	-
	Jambi	108	139.324	3	60.209	-	-
	Lampung	1	4.795	-	-	-	-
	Riau	21	75.053	-	-	-	-
	Sumatera Barat	37	16.604	-	-	-	-
	Sumatera Selatan	128	670.139	8	143.029	-	-
	Sumatera Utara	1	1.035	-	-	-	-
	Total Sumatera	324	976.676	11	203.238	-	-
Kalimantan	Kalimantan Barat	5	45.000	-	-	-	-
	Kalimantan Selatan	193	269.726	20	171.024	7	34.207
	Kalimantan Tengah	214	904.284	11	197.830	-	-
	Kalimantan Tengah, Kalimantan Selatan	1	705	1	15.650	-	-
	Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur	-	-	5	163.451	-	-
	Kalimantan Timur	367	1.050.036	32	596.996	-	-
	Kalimantan Utara	26	80.365	3	51.275	-	-
	Total Kalimantan	806	2.350.116	72	1.196.225	7	34.207
	Sulawesi Barat	2	2.378	-	-	-	-
	Sulawesi Selatan	3	480	-	-	-	-
	Papua Barat	1	8.587	-	-	-	-
Jumlah		1136	3.338.236	83	1.399.463	7	34.207

Sebaran perizinan tambang batubara dan luas berdasarkan provinsi pada tahun 2020

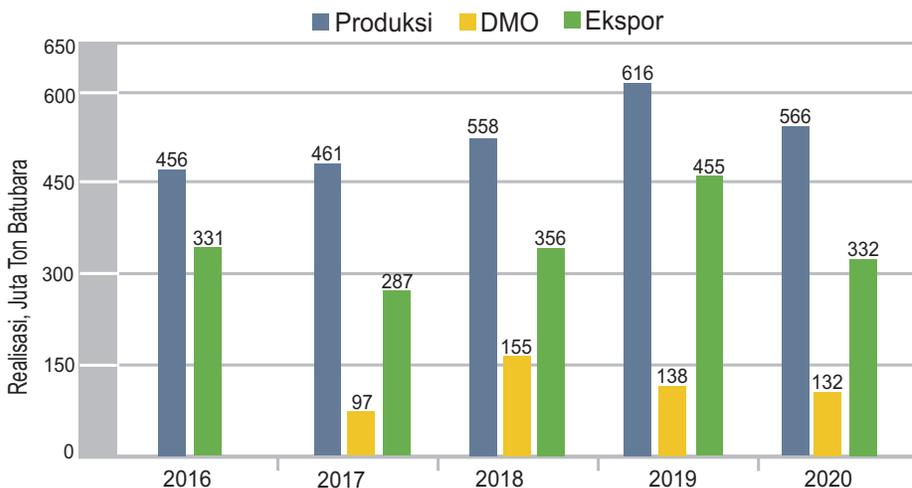
Produksi dan Serapan Produk Industri Hulu

Batubara diproduksi melalui serangkaian proses. Mulai dari pengerukan kemudian dipisahkan berdasarkan karakteristik dan kualitas batubara per lapisannya, preparasi (termasuk pencucian bila diperlukan) dan *blending*. Sehingga dapat diperoleh batubara dengan kualitas yang sesuai kebutuhan pasar.

Domestic market obligation (DMO) merupakan program yang dicanangkan agar kebutuhan batubara di dalam negeri terpenuhi dan mendapat prioritas dari produsen batubara. Rencana DMO sendiri mulai dicanangkan pada tahun 2016, dan baru terealisasi mulai tahun 2017.



Rencana produksi, DMO dan ekspor batubara tahun 2016-2020



Realisasi produksi, DMO dan ekspor batubara tahun 2016-2020

Berbeda dengan penjualan DMO, nilai penjualan ekspor batubara selalu melebihi rencana yang ditargetkan dengan pasar utama yang dituju adalah India dan China. Kedua negara tersebut menggunakan batubara sebagai sumber energi atau bahan industri dengan intensif.

Penjualan DMO di Indonesia sendiri terbagi menjadi beberapa segmen utama, dengan serapan tertinggi oleh PLTU untuk menghasilkan listrik. Dalam tahun-tahun selanjutnya, penggunaan batubara diproyeksikan tetap dapat lebih diserap oleh sektor yang sama untuk penjualan DMO.

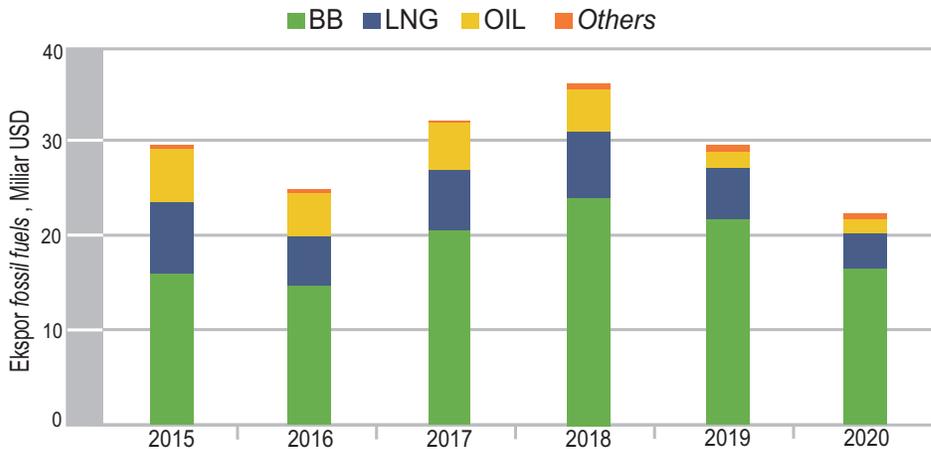
No	Jenis Industri	Realisasi (Juta Ton Batubara)					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	Listrik	70	75	83	91	99	105
2	Briket	0	0	0	0	0	0
3	Kertas	4	4	4	3	1	2
4	Metalurgi	0	0	0	2	10	13
5	Semen	7	11	10	19	3	6
6	Pupuk					1	1
7	Tekstil						
8	Lain-lain	5	DJB sejak tahun 2016 mengeluarkan data <i>trader</i> para pelaporan DMO			24	5
Total		86	90	97	115	138	132

Tabel industri pengguna batubara DMO di Indonesia pada tahun 2015-2020

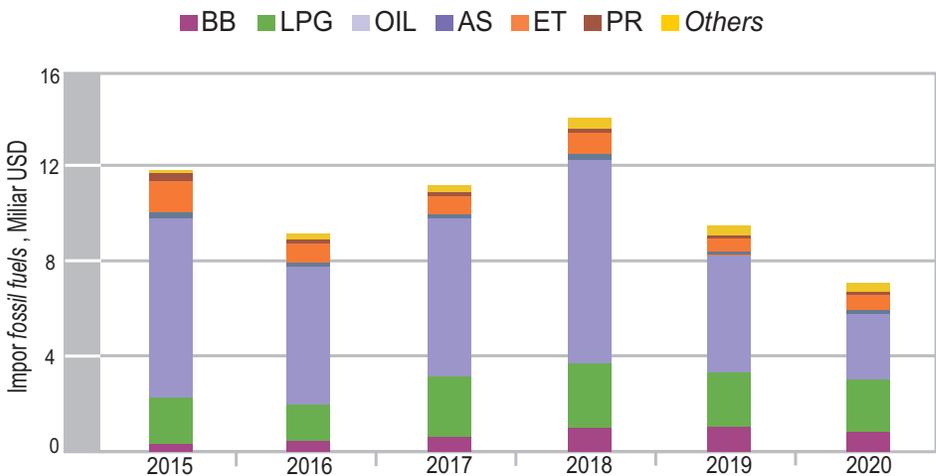
No	Pengguna Akhir	Potensi (Juta Ton Batubara)			
		2021	2022	2023	2024
1	PLN	121	129	135	137
2	Pengolahan dan pemurnian	17	17	17	17
3	Pupuk	2	2	2	2
4	Semen	15	15	16	17
5	Tekstil	7	7	7	7
6	Kertas	7	8	8	9
Jumlah		168	177	184	187

Tabel proyeksi serapan batubara DMO di Indonesia untuk tahun 2021-2024

Walaupun secara keseluruhan nilai sumber daya dan cadangan batubara Indonesia relatif cukup besar, namun dalam neraca ekspor-impor bahan bakar fosil, Indonesia masih tetap melakukan impor batubara sebesar 8 juta ton atau setara dengan USD 902 juta pada tahun 2020. Batubara yang diimpor didominasi oleh batubara jenis bituminus. Kemungkinan besar impor ini berupa batubara kokas (*coking coal*) untuk kebutuhan produksi besi dan baja yang menggunakan *blast furnace*. Secara agregat, Indonesia masih memperoleh surplus yang besar dari hasil penjualan ekspor batubara yang sangat besar jumlahnya. Dalam neraca ekspor impor, disertakan pula nilai dari sebagian komoditas produk industri kimia dasar, seperti amonia sulfat, etilena dan propilena.



Nilai ekspor bahan bakar fosil: batubara (BB), LNG dan minyak bumi (Oil)



Nilai impor batubara (BB), LPG, minyak bumi (OIL), amonia sulfat (AS), etilena (ET) dan propilena (PR)

Manfaat Industri Hulu

Manfaat utama dari berdirinya industri hulu komoditas batubara adalah untuk penyediaan bahan baku industri hilir. Selain itu, terdapat juga manfaat lain yang bisa diperoleh negara, pemerintah daerah, masyarakat luas, dan khususnya masyarakat setempat. Dari data yang dihimpun Kementerian Keuangan, dalam Laporan Keuangan Pemerintah Pusat (LKPP) tahun 2020, menunjukkan industri pertambangan batubara (hulu) menyumbang pemasukan bagi negara dalam bentuk Pajak Pertambahan Nilai (PPn) dan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP).

Untuk PPn, industri hulu membayar Rp 485 miliar. Sedangkan dari PNBP, industri hulu menyumbang Rp 26,2 triliun atau 76% dari total keseluruhan PNBP minerba. Rincian terhadap PNBP yang diterima: iuran produksi/royalti menyumbang Rp 12,6 triliun; iuran tetap pertambangan sebesar Rp 217 juta; dan dalam bentuk Penjualan Hasil Tambang (PHT) sebesar Rp 13,5 triliun.

Selain manfaat fiskal, manfaat selanjutnya adalah realisasi investasi. Realisasi investasi terwujud dalam bentuk Penanaman Modal Asing (PMA) dan Penanaman Modal Dalam Negeri (PMDN). Realisasi PMA dan PMDN untuk sektor pertambangan batubara pada tahun 2020 masing-masing dilaporkan mencapai Rp 1,2 triliun dan Rp 2,6 triliun.

Manfaat lain dari industri hulu terhadap daerah lokasi penambangan, dapat dilihat dari produk domestik regional bruto atas dasar harga berlaku (PDRB ADHB) menurut lapangan usaha di daerah tersebut. Sebagai contoh, kontribusi sektor pertambangan dan penggalian terhadap nilai PDRB ADHB Provinsi Kalimantan Timur, relatif tinggi dalam kurun 2016-2020, mulai dari Rp 220 triliun hingga Rp 252 triliun. Pada tahun 2020, sektor pertambangan dan penggalian berkontribusi sebesar 41% dari total PDRB ADHB Provinsi Kalimantan Timur, di mana kontribusi dari subsektor pertambangan batubara dan lignit adalah Rp 191 triliun.

Dengan tingginya dampak ekonomi, dan mendorong industri untuk melakukan ekspansi atau perbaikan perusahaan, industri hulu menyediakan lapangan pekerjaan dalam jumlah yang relatif besar. Pada tahun 2019, jumlah serapan tenaga kerja pada komoditas ini sebesar 149.850 tenaga kerja Indonesia (TKI) dan 150 tenaga kerja asing (TKA).

Keberadaan industri hulu juga akan mendorong penciptaan lapangan kerja tidak langsung di sektor mikro lainnya, seperti sektor properti, kesehatan, ekonomi menengah ke bawah, pendidikan, sosial budaya, dan sektor penunjang lainnya.

Selain penyediaan lapangan pekerjaan, perusahaan pemegang izin tambang memberikan kontribusi tambahan dalam bentuk Program Pengembangan dan Pemberdayaan Masyarakat (PPM) kepada masyarakat sekitar area pertambangan. Ditjen Minerba melaporkan realisasi dana PPM dari berbagai perusahaan tambang batubara mencapai Rp 479 miliar pada tahun 2020.

Dana tersebut diserap ke dalam delapan program, yaitu pendidikan, kesehatan, tingkat pendapatan riil, kemandirian ekonomi, sosial budaya, partisipasi dalam pengolahan lingkungan, pembentukan kelembagaan komunitas dan pembangunan infrastruktur. Dari delapan program tersebut, realisasi PPM terbesar teralokasikan untuk sosial budaya (Rp 122 miliar), diikuti dengan program pembangunan infrastruktur (Rp 102 miliar) dan pendidikan (Rp 76 miliar).■

Gambaran Industri Hilir

Pohon Industri Batubara

Batubara merupakan salah satu jenis bahan bakar fosil yang berkontribusi besar dalam memenuhi kebutuhan energi dunia. Pada tahun 2020, sebesar 27% kebutuhan energi primer dunia masih dipenuhi oleh batubara.

Besarnya penggunaan batubara di dunia disebabkan beberapa alasan. *Pertama*, batubara berupa padatan yang relatif lebih stabil sehingga mudah disimpan dan ditransportasikan, dibanding bahan bakar lain seperti minyak bumi dan gas alam. *Kedua*, keberadaan batubara itu sendiri yang terdapat di hampir seluruh wilayah dunia sehingga lebih mudah diakses. *Ketiga*, harga batubara per satuan energi (Rp/kalori) relatif lebih rendah dan harganya juga cenderung lebih stabil dibandingkan harga bahan bakar lainnya.

Konsumsi terbesar batubara saat ini masih dipegang oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) sebagai bahan bakar untuk menghasilkan listrik. Selain itu, batubara juga digunakan untuk sumber panas dan/atau reduktor pada berbagai industri, seperti industri semen, metalurgi, pupuk, dan tekstil. Khusus untuk industri metalurgi, batubara yang digunakan adalah batubara jenis khusus, yakni batubara kokas (*coking coal*).

Batubara ini digunakan secara khusus dalam bentuk kokas untuk pembuatan besi (*iron making*) pada tanur tiup (*blast furnace*). Namun, penggunaan batubara untuk menghasilkan produk kimia dasar, seperti metanol, *dimethyl ether* (DME), *olefins* (etilena dan propilena) atau produk turunannya, diproses melalui gasifikasi (yang menghasilkan *synthesis gas* atau *syngas*) dan likuefaksi. Produk seperti ini meningkat drastis dalam dekade terakhir, khususnya di China.

China yang memiliki lebih banyak cadangan batubara dibanding minyak bumi dan gas alam, berusaha mengurangi ketergantungannya terhadap impor produk petrokimia hulu yang merupakan bahan baku bagi banyak industri strategis seperti industri farmasi, tekstil, makanan, pelumas dan plastik. Perubahan tren penggunaan batubara menjadi alternatif bahan baku pembuatan produk kimia dasar, berpeluang menjadi potensi pasar baru dalam pohon industri batubara dunia maupun domestik.

Data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 menunjukkan bahwa batubara Indonesia (Kode HS: 27011100-27011900 dan 27021000-27022000; agregat) telah diekspor sebanyak 407 juta ton atau senilai USD 16,4 miliar (setara Rp 238 triliun) yang berkontribusi besar terhadap pendapatan negara. Sedangkan serapan batubara dalam negeri sebanyak 132 juta ton, sekitar 80% diserap sebagai sumber listrik oleh PLN.

Penggunaan lain batubara adalah untuk reduktor maupun sumber panas untuk memenuhi kebutuhan industri maupun kebutuhan rumah tangga. Selain itu, terdapat pabrik pengeringan batubara (*coal drying*) dan peningkatan mutu batubara (*coal upgrading*), yang bertujuan untuk menurunkan kadar air di dalam batubara sehingga nilai kalori batubara dapat meningkat.

Di sisi lain, keberadaan industri hilir batubara masih relatif sedikit dibandingkan hasil produksi industri hulu. Industri hilir batubara merupakan industri pemanfaatan dan pengembangan, sesuai Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020. Terdapat beberapa opsi teknologi pengembangan batubara, antara lain:

1. Peningkatan mutu batubara (*coal upgrading*);
2. Pembuatan briket batubara (*coal briquetting*);
3. Pembuatan kokas (*coke making*);
4. Pencairan batubara (*coal liquefaction*);
5. Gasifikasi batubara permukaan (*surface coal gasification*), termasuk gasifikasi batubara bawah tanah (*underground coal gasification*); dan
6. Campuran batubara-air (*coal slurry/coal water mixture*).

Sedangkan teknologi pemanfaatan batubara bisa dilakukan dengan pembangunan PLTU mulut tambang (*mine mouth power plant*).

Teknologi pemanfaatan dan pengembangan batubara bertujuan untuk batubara menjadi produk yang dapat dijual dan digunakan oleh industri lainnya. Produk industri hilir batubara tersebut antara lain, *upgraded coal*, briket batubara, kokas, semi-kokas, dan karbon aktif, yang berupa padatan. Sementara *syngas* bentuknya berupa gas, serta *coal slurry* dan *diesel oil* bentuknya berupa cairan.

Pada tahun 2020, terdapat sejumlah pabrik yang telah mengupayakan pengembangan batubara, di antaranya pabrik *coke making* komersil di Indonesia, meliputi PT Krakatau Steel, PT Krakatau Posco, dan PT Dexin Steel Indonesia (kokas yang dihasilkan menjadi konsumsi pabrik untuk kebutuhan proses produksi baja). Adapun pabrik *coal briquetting* komersil meliputi PT Bukit Asam dan PT Thriveni. Sementara pabrik *coke making* untuk semikokas, yaitu PT Megah Energi Khatulistiwa (MEK) dan PT Primal Coal Chemical.

Sejauh ini, belum ada pabrik gasifikasi ataupun likuefaksi batubara yang beroperasi secara komersil. Akibatnya Indonesia masih harus mengimpor beberapa komoditas dengan nilai yang cukup besar, yakni metanol (USD 213 juta) yang dapat diperoleh melalui konversi *syngas* dari gasifikasi; etilena (USD 584 juta), hasil proses *methanol to olefins*, amonium sulfat (USD 115 juta) yang merupakan bahan baku pupuk, dan kokas (USD 186 juta) yang merupakan produk karbonisasi batubara. Dari keseluruhan produk tersebut, konversi *syngas* menjadi metanol, mempunyai peluang ekonomi yang paling baik, dengan potensi produk turunan yang sangat luas, seperti produksi DME dan *olefins*.

Olefins mempunyai aplikasi yang sangat luas, meliputi industri farmasi, tekstil, makanan, pelumas dan plastik. Selama ini, kebutuhan terhadap produk tersebut dipenuhi melalui impor. Kondisi ini cukup menarik karena Indonesia memiliki cadangan batubara, yang tidak hanya merupakan sumber energi, namun juga sumber karbon yang dapat dikonversi dan diolah menjadi produk tersebut. Ketimpangan dalam pohon industri batubara memunculkan peluang bagi industri hilirnya untuk dapat menyuplai kebutuhan dalam rantai pasok industri kimia dasar dan industri besi baja.

Oleh karenanya, pemerintah melalui program hilirisasi batubara (UU Nomor 3 Tahun 2020), menggagas dan mendorong industri hulu supaya membangun pabrik pengembangan dan pemanfaatan batubara yang ditargetkan terbangun mulai tahun 2025. Di antara opsi-opsi teknologi yang tersedia, gasifikasi batubara menjadi opsi yang memiliki peluang pasar paling besar. Sebab industri hilir batubara sudah beroperasi dan pasarnya sudah tersedia.

Selain itu, berdasarkan neraca ekspor impor batubara secara agregat, memberikan surplus neraca perdagangan sebesar USD 16,4 miliar. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan komoditas bahan bakar fosil seperti LNG (USD +3,6 miliar), minyak bumi (USD -1,5 miliar), propana cair (USD -1,2 miliar) dan butana cair (USD -1,2 miliar). Propana dan butana cair merupakan komponen utama *liquid petroleum gas* (LPG).

Dengan terjadinya defisit neraca perdagangan (*current account deficit*) saat ini, maka Indonesia harus mengoptimalkan penggunaan batubara. Peningkatan produksi dan ekspor batubara untuk mendapatkan keuntungan cepat, sepertinya bukan menjadi opsi terbaik dalam jangka panjang. Alasannya karena cadangan batubara terbatas.

Opsi lainnya adalah dengan mengurangi porsi ekspor batubara untuk diolah dan dikonversi di dalam negeri menjadi produk substitusi minyak bumi seperti *coal-based gasoline* menjadi DME, atau produk industri kimia dasar berbasis batubara lainnya, sehingga mengurangi impor energi dan bahan baku industri. Opsi ini diharapkan dapat mengurangi *current account deficit* secara signifikan dan membantu perekonomian negara dalam jangka panjang.

Pengembangan industri kimia dasar berbasis migas dan batubara, telah masuk sebagai salah satu industri prioritas dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015-2035. Namun, target RIPIN tersebut belum seluruhnya tercapai. Sebagai contoh, produksi metanol dan amonia dari batubara yang merupakan target untuk periode 2015-2019, masih belum terealisasi. Hingga tahun 2021, hanya beberapa perusahaan yang berencana untuk mengembangkan produk tersebut.

Jenis industri		
2015-2019	2020-2024	2025-2035
Industri Petrokimia Hulu		
1. Etilena 2. Propilena 3. Butadiene 4. P-Xylena 5. Metanol	1. Asam Formiat 2. O-Xylena 3. Benzena 4. Toluena	1. Etilena 2. Propilena 3. Butadiene 4. P-Xylena 5. Metanol 7. Benzena 8. Toluena 9. Asam Formiat 10. Parafin Liquid
Industri Kimia Organik		
1. <i>Carbon Black</i> 2. Asam Tereftalat 3. Asam Asetat 4. Akrilonitril 5. Bis Fenol A	1. Kaprolaktam 2. <i>Cumene</i> 3. Propilen Glikol 4. Etilen Glikol 5. Fenol 6. Asam Fumarat 7. <i>Ptalic Andrydrate</i>	1. Kaprolaktam 2. Metil Metakrilat 3. Asam Asetat
Industri Pupuk		
1. Pupuk Tunggal (basis Nitrogen) 2. Pupuk Majemuk	1. Pupuk Tunggal (basis Fosfat dan Kalium) 2. Pupuk Majemuk	1. Pupuk Tunggal (basis Nitrogen, Fosfat dan Kalium) 2. Pupuk Majemuk

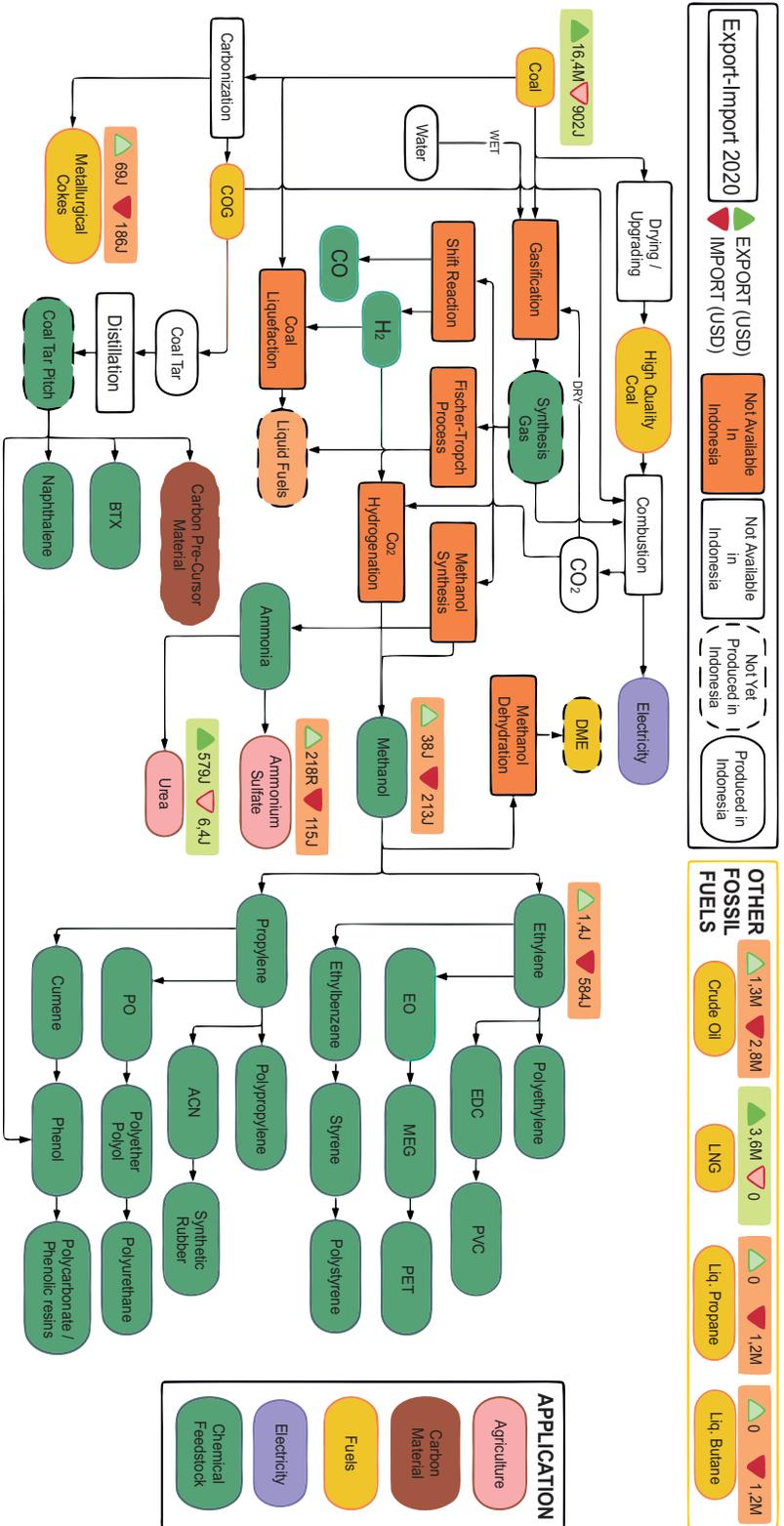
Tabel target RIPIN 2015-2035 untuk industri kimia dasar berbasis migas dan batubara

Industri Resin Sintetis dan Bahan Plastik		
1. <i>Low-Density Polyethylene</i> (LDPE)	1. Metil Metakrilat	1. LDPE
2. <i>High-Density Polyethylene</i> (HDPE)	2. <i>Polycarbonate</i>	2. HDPE
3. <i>Polypropylene</i> (PP)	3. Polivinil Alkohol	3. PP
4. Nilon		4. Nilon
5. <i>Polyethylene Tetre phthalate</i> (PET)		5. PET
6. Akriik		6. Akriik
Industri Karet Alam dan Sintetis		
1. <i>Butadiene Rubber</i> (BR)	1. <i>Isoprene Rubber</i> (IR)	1. BR
2. <i>Styrene Butadiene Rubber</i> (SBR)	2. <i>Acrylonitrile Butadiene Ruber</i> (ABR)	2. SBR
3. <i>Engineering Natural Rubber Comp.</i>	3. <i>Chloroprene Rubber</i> (CR)	3. IR
	4. <i>Ethylene Propylene Diene Monomer</i> (EPDM)	4. ABR
	5. <i>Engineering Natural Rubber Comp.</i>	5. CR
	6. <i>Acrylonitrile Butadiene Styrene</i> (ABR)	6. EPDM
		7. <i>Engineering Natural Rubber Comp.</i>
Industri Barang Kimia Lainnya		
1. Propelan	1. Propelan	1. Propelan
	2. Bahan Peledak	2. Bahan Peledak

Kondisi Industri Hilir Batubara

Sebagaimana telah dijelaskan di atas, batubara dapat langsung digunakan sebagai sumber panas, baik untuk menghasilkan listrik di PLTU, atau untuk memanaskan suatu proses, termasuk menjadi reduktor, seperti pada industri semen maupun industri metalurgi. Selain itu, batubara dapat dikonversi untuk menghasilkan produk antara seperti kokas, syngas, naphtha, dan diesel oil.

Berdasarkan data dari International Energy Agency (IEA) tahun 2018, sebanyak 67% batubara digunakan untuk menghasilkan panas dan listrik (heat and power), sedangkan 12,3% dikonversi menjadi kokas untuk pembuatan besi (iron making) di blast furnace, dan sisanya dipakai untuk berbagai keperluan masyarakat. Data IEA tersebut kemungkinan belum memasukan kategori khusus, yakni batubara yang dikonversi menjadi syngas yang berkembang pesat di China.



Pohon industri produk batubara dan produk petrokimia lain yang relevan beserta neraca ekspor impor dalam satuan ton (Catatan: R = Ribun; J = Juta)

Saat ini, industri pemanfaatan batubara di Indonesia masih didominasi oleh PLTU. Sedangkan pemanfaatan lanjutan, berupa peningkatan nilai kalori batubara melalui produksi briket dan peningkatan mutu, masih tergolong sedikit bila dibandingkan dengan serapan oleh PLTU.

Ke depan, beberapa perusahaan tambang batubara, khususnya dengan izin PKP2B, direncanakan akan melakukan kegiatan hilirisasi batubara. Khususnya melalui proses karbonisasi menjadi semikokas atau karbon aktif, dan gasifikasi untuk menghasilkan beragam produk.

Realisasi Program Hilirisasi Batubara

Perusahaan	Kegiatan Hilirisasi	Kebutuhan Batubara Tahunan	Kapasitas Produksi Tahunan	Nilai Investasi	Lokasi
PT Megah Energi Khatulistiwa ⁶⁵⁻⁶⁷	Karbonisasi	1 juta ton (masing-masing 500 ribu ton batubara 3.100 dan 6.300 kkal/kg GAR)	600 ribu ton semi-kokas dan 50 ribu ton <i>coal tar</i>	± USD 200-400 mio.	Bulungan, KalTara
PT Thriveni ⁵⁶	<i>Briquetting</i>	-	79-85 ribu ton briket batubara	-	Banyuasin, SumSel
PT Bukit Asam ⁵⁶	<i>Briquetting</i>	-	10-20 ribu ton briket batubara	-	Tanjung Enim, SumSel
PT Bukit Asam ⁵⁶	<i>Briquetting</i>	-	7 ribu ton briket batubara	-	Tarahan, Lampung
PT Prima Coal Chemical ⁶⁸	Karbonisasi	-	Semi-kokas, <i>coal tar</i> , dan turunan <i>coal tar</i>	-	Barito Timur, KalTeng

Rencana Program Hilirisasi Batubara

Perusahaan	Rencana Kegiatan Hilirisasi	Kebutuhan Batubara Tahunan	Kapasitas Produksi Tahunan	Nilai Investasi	Lokasi	Status
PT Bukit Asam ^{*,69-71}	Gasifikasi	8 juta ton (4.000 kkal/kg GAR)	1,4 juta ton DME, 300 ribu ton metanol, dan 4,25 juta ton MEG	± USD 2,1 bio.	Tanjung Enim, SumSel	Pra-FS
PT Kaltim Prima Coal ^{*,72}	Gasifikasi	5-6,5 juta ton (4.200 kkal/kg GAR)	1,8 juta ton metanol	± USD 1,8 bio.	Bengalon - Kutai Timur, KalTim	Pra-FS
PT Arutmin Indonesia ^{*,72}	Gasifikasi	6 juta ton (3.700 kkal/kg GAR)	2,8 juta ton metanol	± USD 2,7 bio.	IBT Terminal - Pulau Laut, KalSel	Pra-FS
PT Adaro Indonesia ^{*,72}	Gasifikasi	1,3 juta ton	660 ribu ton metanol	± USD 1 bio.	Kotabaru, KalSel	FS
PT Kideco Jaya Agung ^{*,72}	<i>Underground gasification</i>	4 juta ton (asumsi)	Opsi produk: listrik, metanol, amonia	Ditentukan setelah <i>pilot plant</i>	Roto & Samurangu - Paser, KalTim	FS

**) PKP2B dan holding Mind ID yang sudah mengajukan permohonan kepada pemerintah*

Tabel Proyeksi Program Hilirisasi Batubara

Perusahaan	Rencana Kegiatan Hilirisasi	Kebutuhan Batubara Tahunan	Kapasitas Produksi Tahunan	Nilai Investasi	Lokasi	Status
PT Kendilo Coal Indonesia	Gasifikasi	Dalam kajian awal	Dalam kajian awal	Dalam kajian awal	Paser, KalTim	Kajian awal
PT Multi Harapan Utama	Karbonisasi	Dalam kajian awal	Dalam kajian awal	Dalam tahap kajian	Loa Kulu, Kukar, KalTim	Kajian awal
PT Berau Coal ⁶⁷	Gasifikasi	Dalam kajian awal	DME/gas hidrogen	± USD 1,5-3 bio.	Dalam kajian awal	Kajian awal
PT Bukit Asam ⁷³	Karbonisasi - Aktivasi	60 ribu ton	12 ribu ton karbon aktif	-	Tanjung Enim, SumSel	Kajian awal

Secara umum, proses yang digunakan untuk mengonversi batubara menjadi beragam produk dilakukan melalui beberapa tahap, seperti:

1. Coal Upgrading dan Briquetting
2. Karbonisasi Batubara

Karbonisasi adalah salah satu jenis pirolisis atau pemanasan batubara dengan sedikit atau tanpa oksigen. Tujuan utama proses karbonisasi batubara untuk mendapatkan residu padatan, yang memiliki kandungan karbon tinggi yang disebut kokas. Produk kokas dibagi menjadi 3 jenis sesuai ukurannya, yakni kokas untuk *blast furnace* (-60 +25 mm), *nut coke* (-25 +10 mm) untuk industri *ferro alloys* dan pengecoran, serta *coke breeze* (-10 mm) yang digunakan untuk industri refraktori, semen dan proses *sintering*.

Proses karbonisasi untuk menghasilkan kokas menggunakan umpan batubara kokas (*coking coal*) yang memiliki *coking properties*. Umumnya diukur dengan *crucible swelling number* (CSN) atau *free swelling index* (FSI). Selain kokas, proses karbonisasi juga menghasilkan *coke oven gas* (COG) yang digunakan langsung sebagai gas bakar guna menghasilkan listrik dan *coal tar*. Produk ini kemudian dapat diolah menjadi produk petrokimia hulu seperti *benzene*, *toluene*, dan *xylene* (BTX).

Sedangkan karbonisasi batubara dengan nilai CSN/FSI yang rendah, menghasilkan semi-kokas. Produk ini nantinya bisa digunakan sebagai reduktor, atau *coalite* yang merupakan *smokeless fuel*.

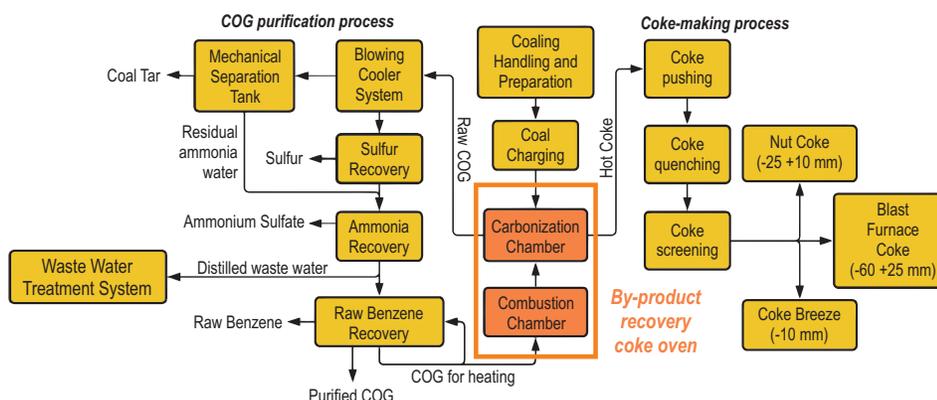


Diagram alir sederhana proses karbonisasi pada batubara

Seperti pada karbonisasi, pirolisis batubara ataupun biomasa pada temperatur 500-1.000 *celsius* akan menghasilkan arang (*char*), *tar* dan gas. Arang dapat diolah lebih lanjut menjadi karbon aktif (*activated carbon, AC*) melalui proses aktivasi. Aktivasi arang dapat dilakukan melalui aktivasi kimia (*chemical activation*) dengan mencampurkan batubara/arang dengan reagen kimia, seperti dengan kalium hidroksida (KOH), natrium hidroksida (NaOH), kalium karbonat (K_2CO_3), dan seng klorida ($ZnCl_2$) sebelum dipanaskan, atau melalui aktivasi fisik dengan memanaskan arang dalam aliran gas *steam*, udara atau CO_2 .

Tujuan aktivasi arang ini untuk meningkatkan luas permukaan (*surface area*) karbon aktif sehingga kemampuan menyerap (*adsorption capacity*) unsur/ion tertentu menjadi lebih tinggi. Dengan kemampuan adsorpsi ini, karbon aktif banyak digunakan dalam industri farmasi, penyaringan air dan udara, serta industri pertambangan khususnya untuk *leaching* emas.

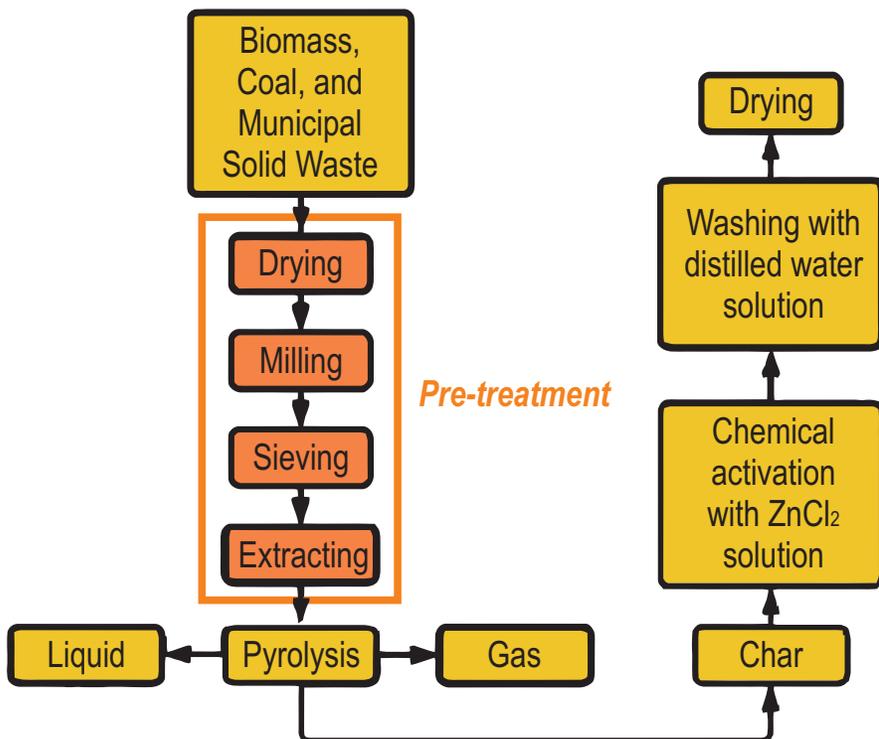


Diagram alir sederhana proses pirolisis dan aktivasi pada batubara

3. Likuefaksi Batubara

Likuefaksi terbagi menjadi dua metode, yakni metode *direct* yang merubah langsung batubara menjadi *synthetic fuels* atau kimia cair, dan metode *indirect* (tidak langsung). Pada metode kedua, batubara digasifikasi dahulu menjadi *syngas* dan dikonversi menjadi bahan kimia atau *synthetic fuels*. Metode langsung menggunakan donor hidrogen atau *solvent* untuk meningkatkan rasio H/C pada batubara.

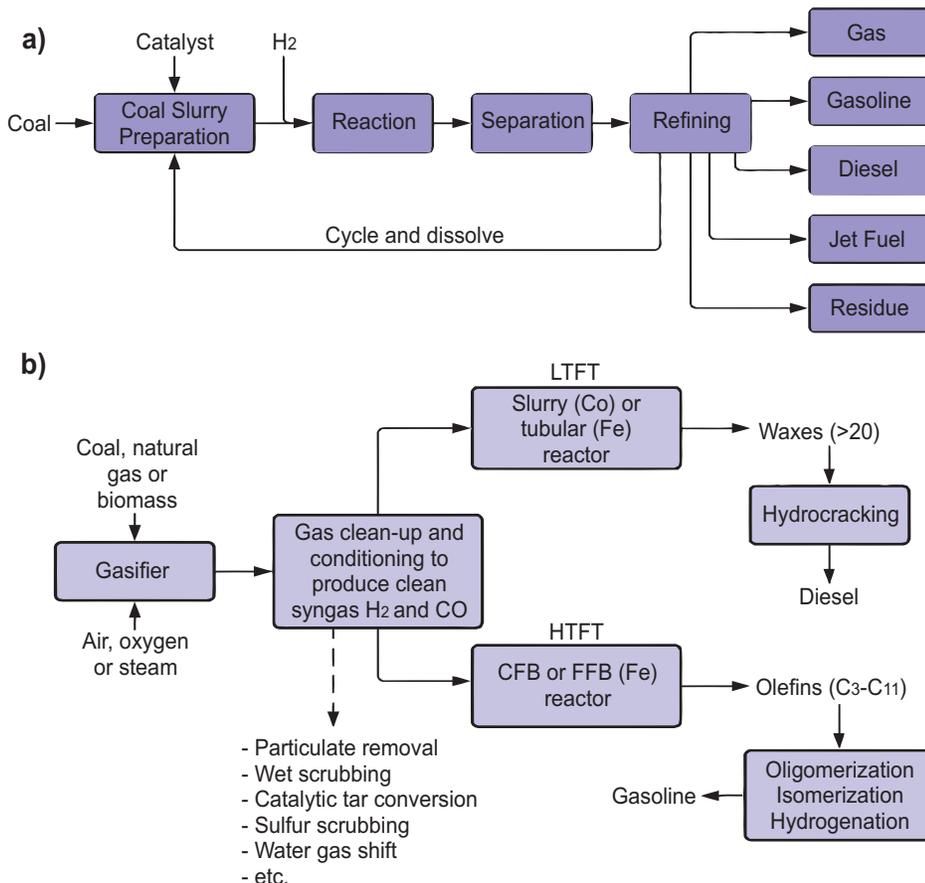


Diagram alir sederhana proses (a) direct liquefaction dan (b) indirect liquefaction

4. Gasifikasi Batubara

Gasifikasi merupakan proses mengubah bahan bakar padat seperti batubara menjadi gas dengan nilai bakar. Pada proses gasifikasi, batubara bereaksi dengan reaktan (agen gasifikasi), umumnya menggunakan oksigen (O_2). Sedangkan alternatif lainnya adalah menggunakan udara, uap air (*steam*), atau CO_2 .

Produk yang dihasilkan berupa campuran gas hidrogen (H_2), gas karbon monoksida (CO), gas karbon dioksida (CO_2), gas metana (CH_4), dan gas nitrogen (N_2) atau disebut sebagai *syngas*. Gasifikasi batubara umumnya dilakukan pada rentang temperatur operasi 700-1700 *celcius* dan tekanan operasi 1-50 *bar*, menyesuaikan dengan karakteristik umpan, spesifikasi reaktor yang digunakan, dan produk yang diinginkan.

Komposisi utama *syngas* adalah gas H_2 dan CO yang digunakan untuk menghasilkan listrik, melalui pembakaran langsung atau diolah lebih lanjut menjadi bahan baku (*building blocks*) pembuatan beragam bahan bakar (*fuels*) dan bahan kimia (*chemicals*). Dengan gasifikasi, hampir 99% karbon dalam batubara terkonversi menjadi *syngas* sehingga lebih fleksibel untuk diolah. Limbah utama dari proses gasifikasi adalah abu yang dikeluarkan (*discharge*) dalam bentuk kering sebagai *fly ash*, atau dalam bentuk lelehan terak (*bottom ash*), tergantung komposisi abu dan jenis reaktor gasifikasi (*gasifier*) yang digunakan.

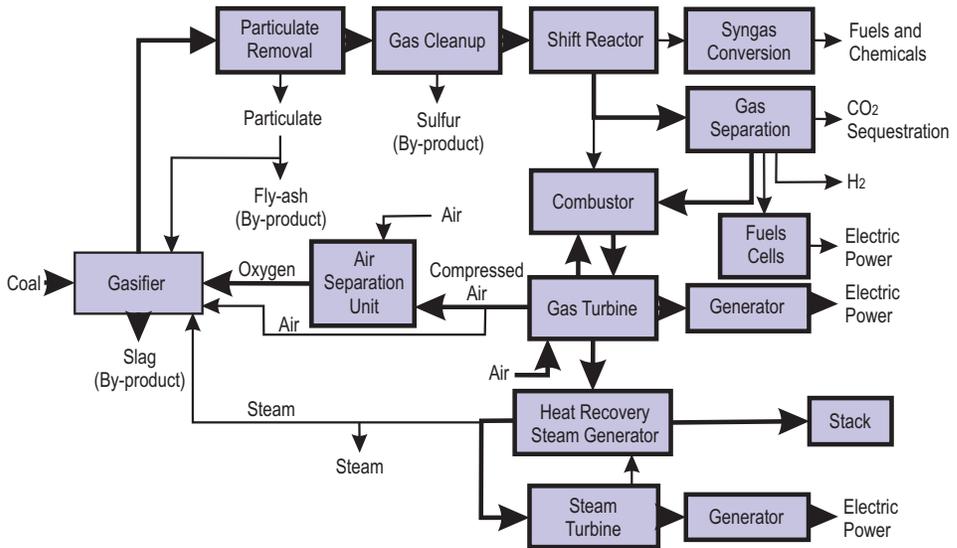


Diagram alir sederhana proses gasifikasi pada batubara

Industri Hilir Batubara dan Industri Kimia Dasar Berbasis Batubara Masa Depan

Di masa mendatang, konsumsi dunia terhadap batubara sebagai sumber energi, diperkirakan akan terus menurun. Proyeksi McKinsey 2021 menunjukkan, setelah mencapai puncaknya pada tahun 2014, permintaan global batubara diperkirakan akan terus menurun dengan 4 skenario laju penurunan, tergantung pada target transisi energi. Pada skenario *1,5 celsius pathway*, transisi energi untuk menjaga kenaikan temperatur bumi di bawah *1,5 celsius*, konsumsi batubara mencapai titik terendah hingga 624 juta ton per tahun pada tahun 2050, atau hampir sama dengan tingkat produksi batubara Indonesia tahun 2019 yakni 616 juta ton. Asumsi dan target pada keempat skenario transisi energi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Skenario Delayed Transition

Pada skenario ini, upaya dekarbonisasi yang relatif rendah yang disertai masih murahnya harga komoditas energi berbasis karbon, memperlambat transisi energi dan investasi pada teknologi EBT, sehingga konsumsi batubara relatif stabil. Pada skenario ini, teknologi rendah emisi karbon (*low carbon emission technology*) dan berbasis gas diasumsikan lebih ekonomis daripada *marginal cost* dari pembangkit berbasis batubara atau produksi baja. Dengan asumsi-asumsi pada skenario *delayed transition*, permintaan batubara diproyeksi 4% lebih tinggi dari skenario *reference case*.

2. Skenario Reference Case

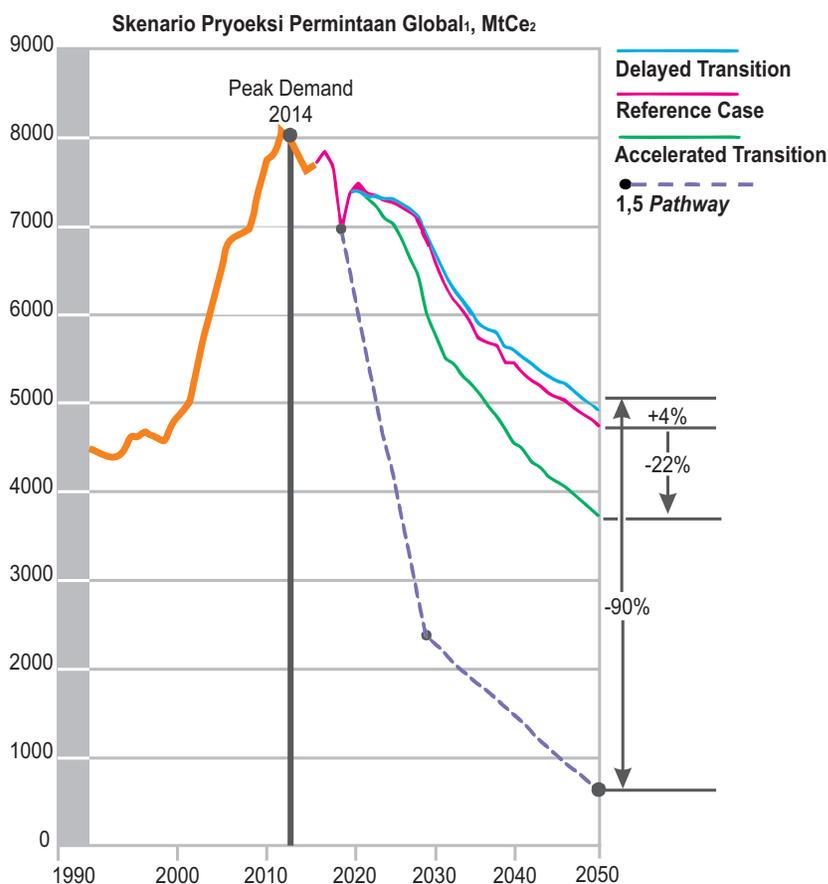
Berdasarkan konsensus skenario *reference case*, pendorong utama penurunan penggunaan batubara adalah pengetatan aturan lingkungan, termasuk untuk elektrifikasi. Dampak dari kondisi referensi tersebut adalah penurunan permintaan batubara hingga 4,7 miliar ton di tahun 2050, atau turun hingga 35% dibandingkan permintaan batubara pada tahun 2020.

3. Skenario Accelerated Transition

Pada kondisi finansial yang menguntungkan bagi pemanfaatan sumber energi rendah emisi karbon dan meningkatnya harga komoditas energi berbasis karbon, maka waktu pensiun PLTU (*coal-fired power plant*) akan dapat dipercepat. Kondisi ini juga didukung dengan peraturan lingkungan yang diperketat dan meningkatnya efisiensi produksi baja menggunakan EAF. Dengan skenario tersebut, maka permintaan batubara diproyeksikan menurun 22% pada tahun 2050 bila dibandingkan dengan skenario *reference case*.

4. Skenario 1,5°C Pathway

Untuk mencapai target pembatasan kenaikan temperatur global maksimal 1,5°C, maka dibutuhkan penerapan dekarbonisasi di seluruh sektor. Skenario ini membuat konsumsi batubara sebagai sumber energi global hanya 624 juta ton pada tahun 2050, atau menurun drastis hingga 90% dibandingkan skenario *reference case*. Untuk mencapai skenario ini, maka permintaan batubara perlu diatur agar menurun sebesar 50% setiap lima tahun sampai tahun 2035. Pada skenario ini, produksi baja berbasis batubara juga akan dibatasi.



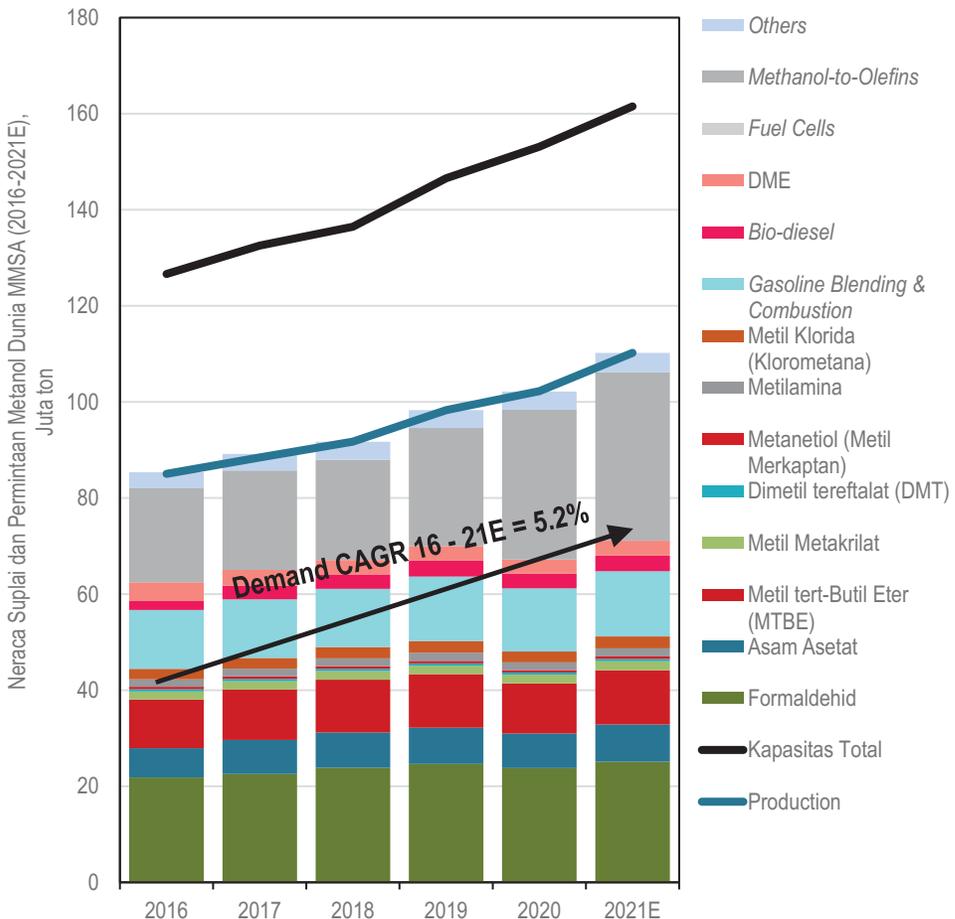
1 Termasuk *metallurgical coal*, batubara termal, dan lignit
 2 Million tonnes of coal equivalent

Proyeksi McKinsey terhadap permintaan batubara dunia pada berbagai skenario

Berdasarkan empat skenario di atas, peluang pasar ekspor batubara ke depan tidak akan semenarik saat ini. Kemungkinan harga jual batubara juga akan ikut menurun karena kondisi *oversupply*.

Situasi ini tentu tidak menguntungkan bagi industri hulu batubara nasional yang mengekspor lebih dari 70% produksinya ke berbagai negara. Oleh karenanya, seluruh *stakeholder* industri batubara nasional perlu merencanakan arah pengembangan industri batubara, sehingga tidak bergantung pada konsumsi luar negeri dengan tetap menjaga kontribusi batubara terhadap perekonomian negara.

Opsi yang tersedia adalah memaksimalkan penggunaan batubara untuk keperluan domestik, namun penggunaannya tidak terbatas pada bahan bakar PLTU. Industri hilir batubara yang diprediksi akan terus berkembang adalah industri *coal to chemicals* yang menghasilkan metanol, ammonia dan produk turunannya, *coal to fuels* yang menghasilkan DME, *diesel oil* dan *gasoline*, serta yang tak kalah penting adalah industri material karbon maju (*advanced carbon materials*). Proyeksi ini juga didukung oleh berbagai rencana yang akan dan telah dilakukan oleh negara lain dengan cadangan batubara cukup besar, seperti Amerika Serikat (USA), India dan China.



Neraca suplai dan permintaan metanol dunia dengan mempertimbangkan produk turunan yang dapat dihasilkan

a. Skenario Sejumlah Negara

Pada tahun 2020, pemerintah Amerika Serikat telah menganggarkan USD 14 juta, atau Rp 202 miliar untuk mendanai berbagai penelitian untuk komersialisasi (*crosscutting research*) dengan tema *advanced coal processing* (ACP). Penelitian ACP ini difokuskan pada penelitian dengan Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) 4-6, atau menuju ke tahapan komersialisasi produksi material karbon maju.



Battelle Memorial Institute: A Novel Process for Converting Coal to High-Value Polyurethane Products	7
George Washington University: Conversion of Coal to Li-Ion Battery Grade (Potato) Graphite	8
H Quest Vanguard, Inc.: Efficient Ultra-Rapid Microwave Plasma Process for Generation of High Value Industrial Carbons and 3D Printable Composites from Domestic Coal.....	9
Minus 100, LLC: U.S. Coal to Conductive links	10
Oak Ridge National Laboratory: C4WARD: Coal Conversion for Carbon Fibers and Composites.....	11
Ohio University: Direct Utilization of U.S. Coal as Feedstock for the Manufacture of High-Value Coal Plastic Composites.....	12
Physical Sciences, Inc.: Efficient Process for the Production of High Conductivity, Carbon-Rich Materials from Coal	13
Ramaco Carbon, LLC: Coal to Carbon Fiber Novel Supercritical Carbon Dioxide (sCO ₂) Solvated Process	14
Ramaco Carbon, LLC: Experimental Validation and Continuous Testing of an On-Purpose High-Yield Pitch Synthesis Process for Producing Carbon Fiber from US Domestic Coal	15
Rice University: Conversion of Domestic US Coal into Exceedingly High-Quality Graphene.....	16
Semplastics EHC LLC: Coal as Value Added for Lithium Battery Anodes	17
Semplastics EHC LLC: Coal Core Composites for Low Cost, Light Weight, Fire Resistant Panels and Roofing Materials	18
Touchstone Research Laboratory, Ltd.: Silicon Carbide (SiC) Foam for Molten Salt Containment in CSP-GEN3 Systems	19
University of Illinois: Production of Carbon Nanomaterials and Sorbents from Domestic U.S. Coal	20
University of Kentucky: Coal to Carbon Fiber (C2CF) Continuous Processing for High Value Composites	21
University of North Dakota Energy and Environmental Research Center (UNDEERC): Laboratory-Scale Coal-Derived Graphene Process	22
University of Utah: Sub-Pilot-Scale Production of High-Value Products from U.S. Coals	23

List penelitian dalam program penelitian menuju komersialisasi untuk pemanfaatan lanjut batubara

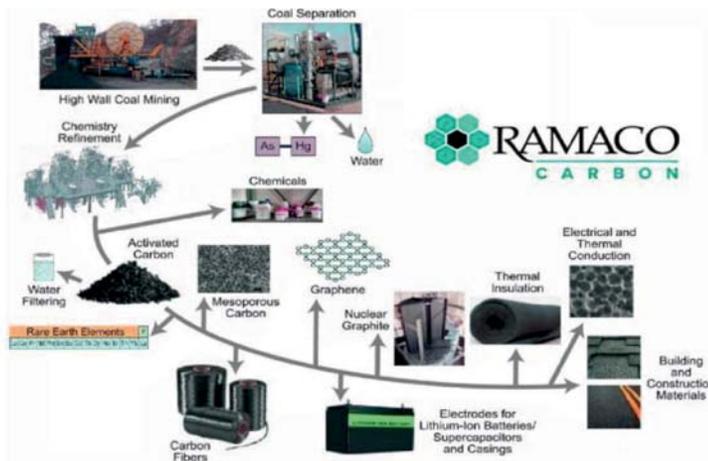
Tujuan pemerintah Amerika mendanai program ACP adalah untuk mengoptimalkan nilai cadangan batubara, khususnya sebagai bahan baku *advanced carbon materials*, seperti *synthetic graphite*, *carbon anodes*, *carbon fiber*, dan *carbon nano-materials*.

Amerika merupakan negara dengan cadangan batubara terbesar di dunia. Namun hingga saat ini, penyediaan bahan baku material karbon, seperti *coking coal* dan *natural graphite*, mayoritas *suppliers* masih berasal dari China, Australia dan India.

Bahan baku	Produsen utama dunia	Penggunaan khusus
<i>Coking coal</i>	China (55%) Australia (16%) Rusia (7%)	Kokas untuk baja <i>Carbon fiber</i> Elektroda baterai
<i>Natural graphite</i>	China (69%) India (12%) Brazil (8%)	Baterai Refraktori untuk produksi baja

Tabel peran dan asal suplai bahan baku karbon kritis di USA

Program ACP merupakan usaha pemerintah Amerika dalam mengurangi ketergantungan impor terhadap bahan baku material maju untuk komponen elektronik dan baterai, untuk pengembangan industri, termasuk industri mobil listrik dan energi terbarukan. Salah satu instansi yang mendapatkan dana project ACP ini adalah Ramaco Carbon yang berupaya mengolah seluruh komponen batubara (*total processing*) dengan mengonversi karbon dalam batubara menjadi berbagai produk, khususnya *carbon fiber*, maupun mengolah abu batubara yang tersisa menjadi material konstruksi.



Ramaco Carbon, perusahaan batubara asal Amerika Serikat yang melakukan hilirisasi batubara dalam ranah material karbon lanjut

Sedangkan IEA melaporkan bahwa pemerintah India, melalui Union Minister of Coal and Mines, berencana membangun industri hilir batubara dan kimia dasar berbasis batubara dengan kapasitas hingga 100 juta ton, dengan nilai investasi sebesar Rs. 4 lakh crores atau sekitar Rp 195 triliun. Sebagai insentif, pemerintah memberikan konsensi batubara dengan tarif perpajakan/royalti yang lebih ringan.

Pabrik gasifikasi dan likuefaksi direncanakan akan beroperasi pada tahun 2030 untuk menghasilkan *synthetic natural gas* (SNG), bahan bakar cair, *urea* dari amonia untuk industri pupuk serta beragam bahan kimia. Selain itu, gas hasil gasifikasi batubara juga akan digunakan oleh produsen baja pengguna teknologi *direct reduction iron* (DRI).

Sebagai negara dengan cadangan batubara terbesar kelima di dunia, pemerintah India berharap program hilirisasi batubara dapat mengurangi *current account deficit* (CAD) dengan meminimalkan impor bahan bakar ataupun bahan kimia. Pemerintah India juga berharap program tersebut bisa membuka jutaan lapangan pekerjaan baru, serta mendorong penggunaan *clean coal technologies* (CCT), agar pemanfaatan batubara dapat lebih ramah lingkungan.

Sementara negara China, proses pengembangan industri hilir batubara dan kimia dasar berbasis batubara sudah dimulai jauh-jauh hari.

Hasil *benchmark* terhadap agenda tiga negara sebelumnya menunjukkan, bahwa negara-negara tersebut telah berupaya meningkatkan nilai cadangan batubaranya menjadi produk-produk kunci yang diperlukan oleh negara tersebut, namun masih didominasi impor. Untuk Indonesia, sebagaimana telah dijelaskan di muka, masih mengimpor bahan bakar, seperti LPG dan *gasoline*, maupun bahan baku industri kimia dasar, seperti metanol dan amonia.

b. Peta Jalan Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara Nasional

Bila mencontoh kebijakan yang diambil di tiga negara besar tersebut, maka Indonesia perlu mengambil langkah serupa, yakni mengoptimalkan nilai dan peran batubara untuk meningkatkan ketahanan energi nasional, dan mengurangi ketergantungan impor bahan baku untuk melengkapi rantai pasok industri nasional.

Berdasarkan kajian *roadmap* pengembangan dan pemanfaatan batubara Kementerian ESDM, konsumsi metanol pada tahun 2045 diproyeksikan mencapai 14,1 juta ton, atau tumbuh 8% berdasarkan Compound Annual Growth Rate (CAGR), bila dibandingkan dengan konsumsi tahun 2021 yang sebesar 2,19 juta ton. Peningkatan konsumsi metanol tersebut karena ada pertumbuhan kebutuhan metanol oleh industri petrokimia hulu, baik penggunaan secara langsung maupun sebagai bahan baku pembuatan *biodiesel*, *gasoline* dan DME.

Pada Grand Strategy Mineral dan Batubara ini, DME ditargetkan menggantikan keseluruhan impor LPG pada tahun 2030, melalui konversi syngas menjadi methanol dan dilanjutkan dengan proses *methanol dehydration*. Hal ini untuk menyiasati kebutuhan LPG yang meningkat, sedangkan Indonesia menghasilkan LNG. Ditambah, nilai impor bahan baku LPG (propana dan butana cair) pada tahun 2020 mencapai USD 2,5 miliar.

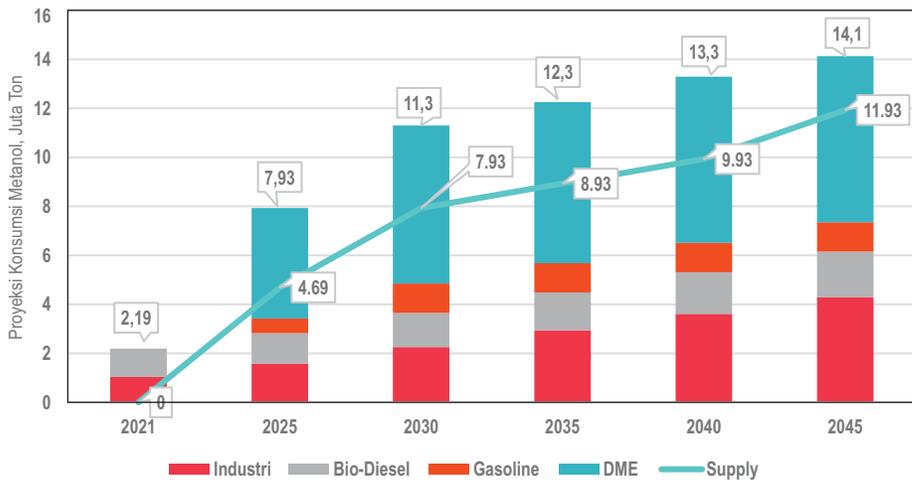
Di masa depan, peningkatan infrastruktur untuk memudahkan rantai pasok batubara menjadi prioritas utama. Sebagaimana diketahui, batubara masih menjadi penyumbang ekspor dengan nilai yang cukup signifikan.

Selain memudahkan rantai pasok, peningkatan infrastruktur dapat memberikan kesempatan terhadap batubara yang terletak di daerah. Sehingga Batubara di daerah tersebut yang biasanya sulit dijangkau akhirnya dapat ditambang dan mendapat nilai ekonomi. Peningkatan infrastruktur dapat dimulai dari moda transportasi.

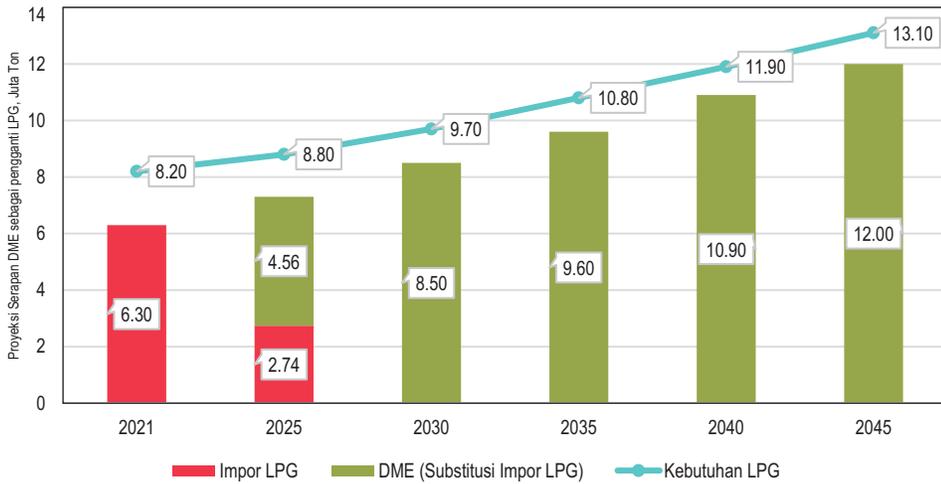
Saat ini, penambangan batubara di Sumatera terkendala oleh *terrain* yang curam dan sulit dilalui kendaraan darat, seperti *dump truck* dan mobil *container* untuk membawa batubara dari *site* tambang ke pelabuhan. Alternatif yang dapat dipertimbangkan adalah pembangunan infrastruktur kereta api dengan gerbong khusus batubara. Dalam jangka yang lebih panjang, setelah daerah pertambangan masuk ke tahap remediasi, rel kereta dapat digunakan sebagai moda transportasi umum untuk masyarakat.

Perkembangan lain yang menjadi target adalah pengembangan industri hilir batubara, melalui produksi produk petrokimia hulu. Industri petrokimia hulu di Indonesia kebanyakan masih menggunakan bahan baku minyak mentah, sedangkan minyak mentah di Indonesia masih negatif secara neraca ekspor impor. Impor minyak mentah Indonesia lebih tinggi dari nilai ekspornya. Alternatif minyak mentah adalah batubara. Dengan karakteristik dasar yang menyerupai, batubara perlu diproses lebih lanjut untuk meningkatkan rasio hidrogen-karbon di dalamnya. Dengan demikian, sifatnya dapat menyerupai minyak mentah dan bisa diproses lebih lanjut.

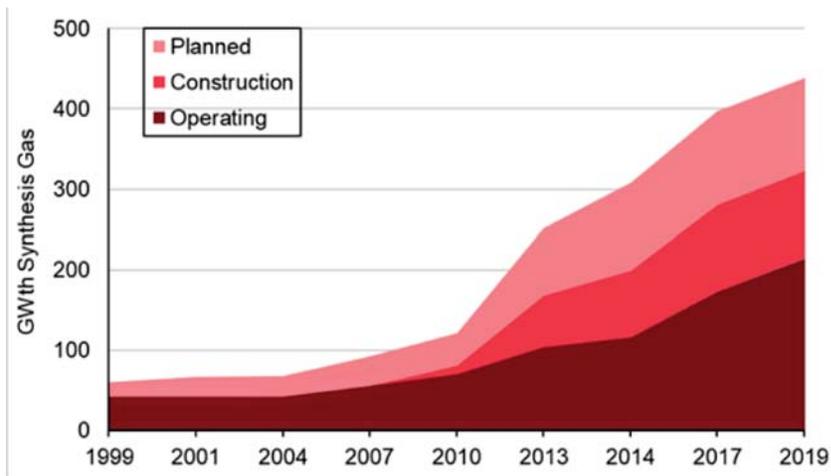
Proses hidrogenasi sebagai proses langsung kurang diharapkan, karena produk akhir dan biaya proses yang relatif mahal. Proses gasifikasi mengubah batubara menjadi gas untuk memisahkan pengotor di dalam batubara dan memanfaatkan gas yang dihasilkan (*syngas*) untuk diubah menjadi produk petrokimia. Produk ubahan dari *syngas*, di antaranya metanol, amonia, gas H₂ dan SNG. Pemisahan melalui teknologi membran dapat memisahkan gas yang dihasilkan, sehingga dapat diperoleh gas hidrogen dari tahap proses.



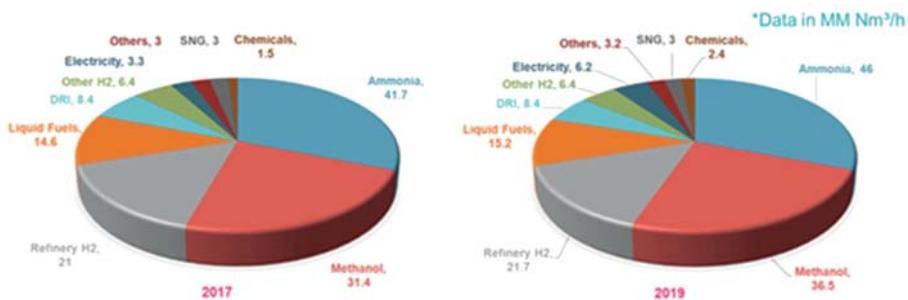
Proyeksi konsumsi metanol pada rentang 2021-2045



Proyeksi serapan DME top-down sebagai substitusi LPG



Kumulatif kapasitas gasifikasi di dunia.



Pasar Syngas dunia tahun 2017 dan 2019.

Manfaat Industri Hilir Batubara

Pengembangan dan pembangunan industri konversi batubara dan pengolahan produk hasil konversi, diharapkan dapat meningkatkan penerimaan negara maupun daerah. Selain itu, diharapkan mampu menciptakan lapangan pekerjaan, baik langsung maupun tidak langsung, serta bisa mengurangi ketergantungan impor terhadap bahan bakar dan juga bahan baku industri terkait.

Sebagai contoh, rancangan pengembangan kompleks pengembangan/konversi batubara PT Bukit Asam (PTBA) yang akan mengolah 8 juta ton batu bara per tahun untuk menghasilkan 1,4 juta DME, 300 ribu ton methanol, dan 4,25 juta ton MEG. *Batubara low rank coal* akan digasifikasi untuk menghasilkan *syngas*, kemudian gas tersebut diolah dalam reaktor untuk menghasilkan metanol. Kemudian diolah lebih lanjut menjadi DME. Produk DME yang dihasilkan, diharapkan dapat membantu mengurangi impor LPG Indonesia yang per tahunnya mencapai lebih dari 1 juta ton .

Pengurangan impor LPG tersebut, dapat menghemat cadangan devisa negara sebesar Rp 8,7 triliun per tahun atau Rp 261 triliun selama 30 tahun pabrik beroperasi. Selain membawa sejumlah manfaat yang sudah disebutkan di atas, hilirisasi batu bara tentunya memiliki *multiplier effect* bagi Indonesia, di antaranya :

- *Multiplier effect* berupa manfaat langsung yang diperoleh pemerintah senilai Rp 800 miliar per tahun atau Rp 24 triliun selama 30 tahun.
- Penghematan neraca perdagangan sebesar kurang lebih Rp 5,5 triliun per tahun atau senilai Rp 165 triliun selama 30 tahun.
- Pemberdayaan industri nasional dengan melibatkan tenaga lokal dan penyerapan jumlah tenaga kerja sebanyak 10.570 orang saat tahap konstruksi dan 7.976 orang selama masa operasi.

Proyek gasifikasi batubara nasional sebaiknya tidak hanya dipandang dari sisi komersial atau bisnis suatu pabrik saja, namun perlu juga dilihat secara lebih luas sebagai sebuah proyek pionir untuk menunjang ketahanan dan kemandirian energi serta rantai pasok industri petrokimia Indonesia di masa mendatang. ■

Peluang dan Tantangan

Ketersediaan dan Validitas Data

Secara umum, ketersediaan dan validitas data mengenai komoditas batubara, khususnya batubara permukaan, sudah cukup lengkap dan sudah cukup terjamin. Sebab, eksplorasi komoditas ini sudah lama dilakukan, dan data sudah mulai diverifikasi oleh *competent person* (CP).

Batubara permukaan merupakan batubara yang tersingkap sampai mencapai kedalaman kurang lebih 100 meter di bawah permukaan, sesuai standar penambangan dengan metoda tambang terbuka (*open pit*). Namun, masih terdapat beberapa catatan yang perlu diperhatikan untuk meningkatkan kuantitas dan kualitas data sumber daya dan cadangan batubara Indonesia.

Pertama, masih terdapat pembatasan peran dalam hal eksplorasi, di mana data sumber daya hipotetik seluruhnya masih bergantung dari hasil kegiatan eksplorasi pemerintah, dalam hal ini terkait Pusat Sumber Daya Mineral Batubara Dan Panas Bumi (PSDMBP) Badan Geologi, yang hanya menghasilkan data sumber daya dengan status hipotetik hingga tereka Sementara nilai sumber daya tertunjuk dan terukur serta nilai cadangan batubara seluruhnya, diperoleh dari hasil kegiatan eksplorasi badan usaha.

Kedua, masih terdapat 197 IUP PMDN terdaftar (19%) yang datanya tidak tersedia sehingga belum terinventarisasi. *Ketiga*, perhitungan sumber daya dan cadangan batubara oleh badan usaha, belum seluruhnya dilakukan oleh CP dan belum seluruhnya mengacu pada SNI 13-5015-2019, tentang Pedoman Pelaporan Sumber Daya dan Cadangan Batubara, yang merupakan penyempurnaan dari SNI 13-5015-2015. Meski begitu, perhitungan sumber daya dan cadangan yang belum terverifikasi CP telah sesuai dengan SNI 13-5015-2015.

Sesuai dengan karakteristik geologi, PSDMBP membagi data sumber daya batubara ke dalam empat kelompok yaitu sumber daya batubara permukaan, sumber daya batubara bawah permukaan, sumber daya gas metana batubara (GMB) dan sumber daya gambut. Batubara bawah permukaan di Indonesia pada umumnya belum ditambang. Selain itu, masih sedikit perusahaan yang melaporkan sumber daya batubara bawah permukaan yang dimilikinya. Oleh karena itu, data potensi sumber daya batubara bawah permukaan yang ada, sebagian besar berasal dari kegiatan penyelidikan yang dilakukan oleh PSDMBP.

Sedangkan pengusahaan GMB di Indonesia masih berada pada tahapan eksplorasi awal, sehingga data yang tersedia masih dalam bentuk sumber daya, dan belum terdapat data cadangannya. Untuk penyelidikan gambut sebagai sumber energi, saat ini hanya dilakukan oleh PSDMBP. Hingga saat ini, gambut belum dimanfaatkan sebab Indonesia masih memiliki beragam sumber energi yang lebih ekonomis untuk dikembangkan dan digunakan dibanding gambut.

Dinamika Harga dan Pasar

Batubara merupakan komoditas yang mayoritas digunakan sebagai sumber energi. Peningkatan atau penurunan kebutuhan energi pada suatu periode/wilayah akan mendorong fluktuasi konsumsi batubara, dan cenderung mempengaruhi harga jual batubara tersebut. Oleh karenanya, harga komoditas batubara sangat ditentukan oleh *supply-demand* yang terjadi di pasar regional dan global.

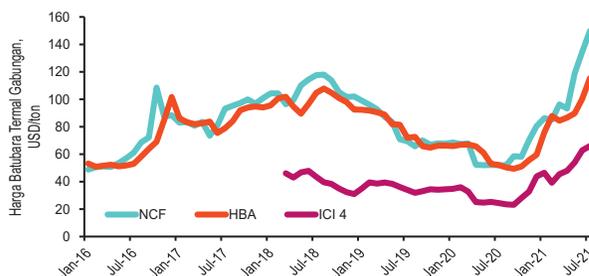
Terdapat beberapa indeks harga batubara acuan regional dan global, seperti Newcastle Export Index (NEX), Global Coal Newcastle Index (GCNC), Platts, dan Indonesia Coal Price Index (ICI). NEX dan GCNC merupakan indeks harga batubara termal (*thermal coal*) dengan *free on board* (FOB) Newcastle, Australia untuk wilayah Asia Pasifik. Sedangkan Platts merupakan indeks acuan harga batubara termal global.

Platts membagi laporan indeks harga untuk Indonesia dengan FOB Kalimantan berdasar nilai kalori: 5.900 kkal/kg GAR (CSAKH00), 5.000 kkal/kg GAR (CSAKI00), 4.200 kkal/kg GAR (CSBK100), dan 3.800 kkal/kg GAR (CSCKJ00). ICI merupakan referensi harga acuan batubara Indonesia dalam market domestik dan dunia di bawah *brand* "Argus/Coalindo ICI", dengan FOB Kalimantan.

Laporan yang diberikan dari ICI terbagi menjadi lima, dengan kategori sebagai berikut: kalori 6.500 kkal/kg GAR (ICI 1), 5.800 kkal/kg GAR (ICI 2), 5.000 kkal/kg GAR (ICI 3), 4.200 kkal/kg GAR (ICI 4) dan 3.400 kkal/kg GAR (ICI 5). 85,86.

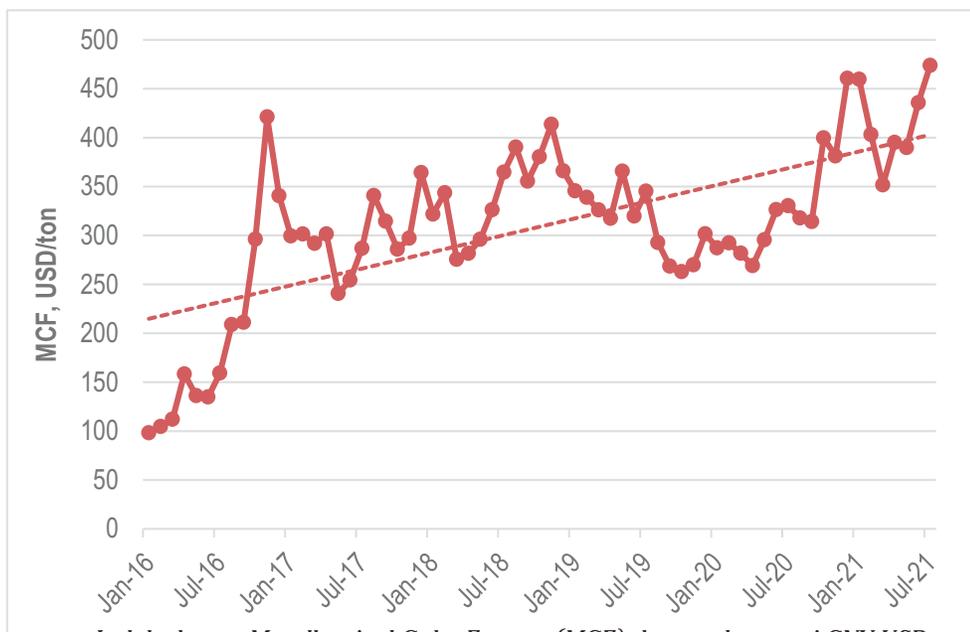
Pemerintah Indonesia menetapkan Harga Batubara Acuan (HBA) untuk menentukan harga transaksi batubara (*spot*) pada bulan tersebut, dengan titik serah penjualan FOB di atas kapal pengangkut (FOB *vessel*). HBA merupakan harga rata-rata indeks ICI (6.500 GAR), NEX (6.322 GAR), GCNC (6.000 GAR), dan Platts FOB Kalimantan (5.900 GAR) pada bulan sebelumnya. Penurunan drastis pada awal tahun 2020 diakibatkan oleh pandemi Covid-19. Penerapan *lockdown* hampir di seluruh negara, menyebabkan serapan energi di berbagai sektor harus ikut menurun.

Dengan China sebagai negara pengguna batubara terbesar di dunia, yakni 3,8 miliar ton di tahun 2020, atau 53% konsumsi batubara dunia, maka kondisi *market* China dapat sangat mempengaruhi fluktuasi harga jual batubara global. Sebagai contoh, meskipun pasar batubara Asia Pasifik pada tahun 2021 masih melemah, namun terjadinya perang dagang antara Australia dengan China, berupa larangan impor batubara Australia oleh pemerintah China, ditambah produksi batubara domestik China yang menurun, membuat kebutuhan impor batubara China meningkat, dan memicu kenaikan harga batubara secara signifikan pada tahun 2021. Oleh karenanya, rencana *energy mix* dari negara-negara pengguna batubara, seperti China, khususnya target pengurangan penggunaan batubara, perlu menjadi bahan pertimbangan dalam memproyeksikan kebutuhan dan harga batubara regional dan dunia.

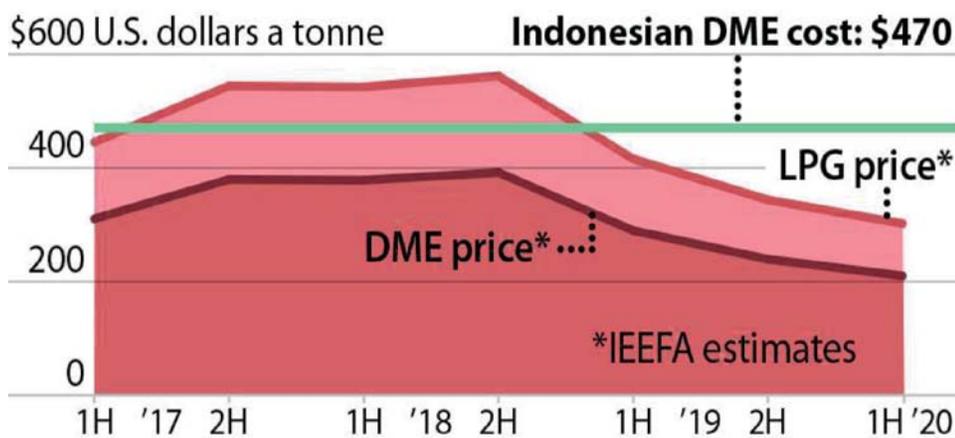


Indeks harga batubara gabungan 2016 sampai Juli 2021: Newcastle Coal Futures (NCF), Indonesia Coal Index 4, dan Harga Batubara Acuan

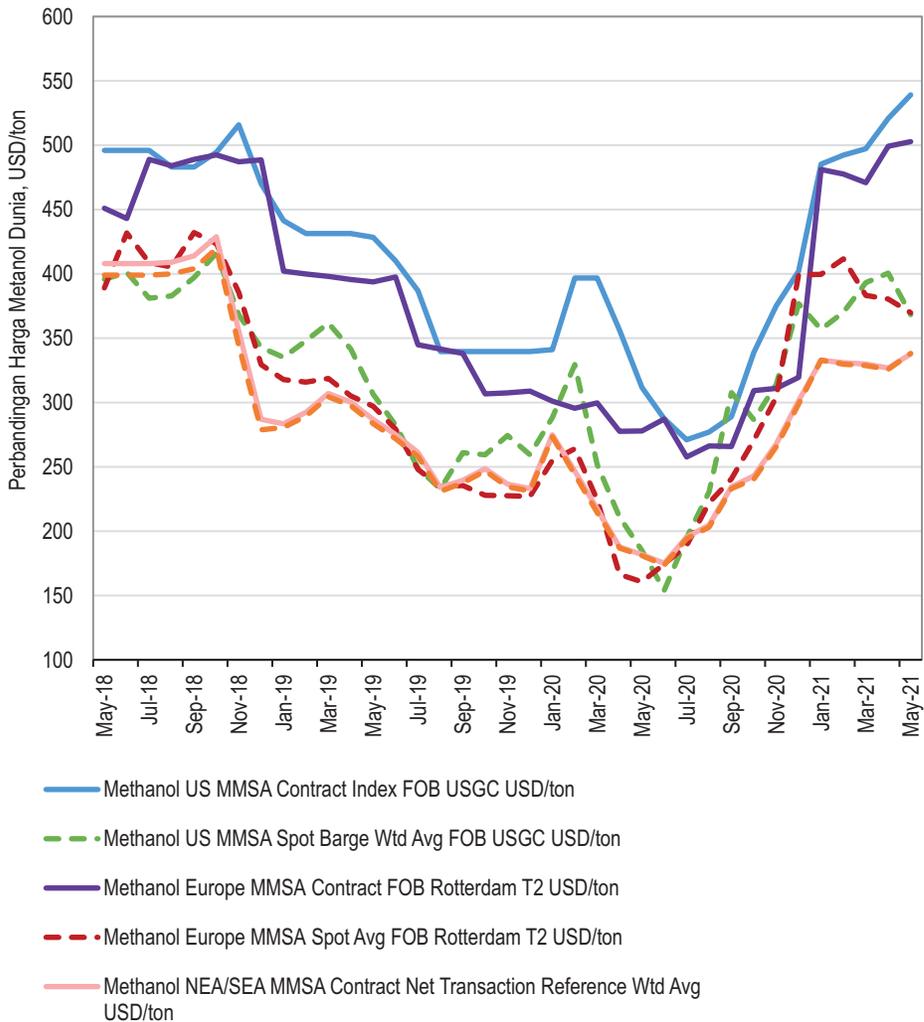
Historis harga beberapa produk yang dapat dihasilkan dari kegiatan hilirisasi batubara secara berurutan, yakni kokas metalurgi, DME dan metanol.



Indeks harga Metallurgical Coke Futures (MCF) dengan konversi CNY-USD



Perbandingan harga LPG dengan DME



Indeks harga metanol campuran

Beberapa pokok penting terkait aspek harga dan pasar, dalam upaya menyukseskan rencana pengembangan industri hilir batubara di Indonesia adalah:

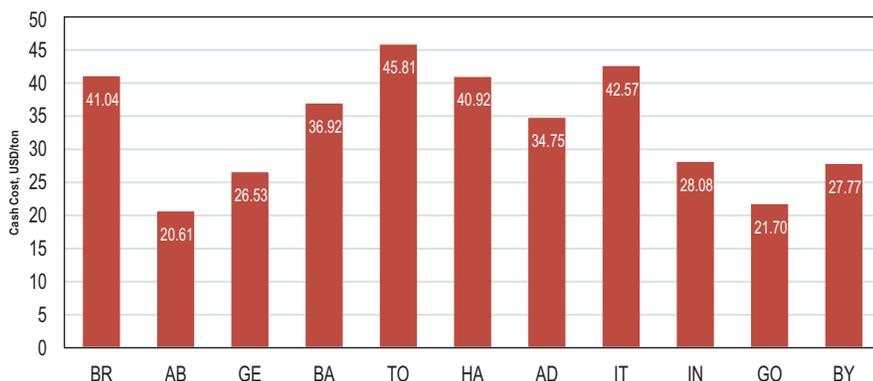
- Fluktuasi harga batubara yang bila naik, maka pemilik tambang batubara akan mengalami *opportunity cost* dari penjualan langsung batubara.
- Fluktuasi harga produk. Sebagai contoh, harga DME yang merupakan fungsi dari harga LPG, di mana DME merupakan substitusi LPG. Hubungan DME dan LPG membuat adanya komparasi, sehingga menimbulkan *opportunity cost* juga dari substitusi DME dengan impor LPG.
- Perlunya mengetahui rencana *energy mix* negara-negara lain, khususnya yang selama ini menjadi negara tujuan ekspor batubara Indonesia, sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan rencana produksi batubara Indonesia di masa mendatang.

Teknologi dan Infrastruktur

Seperti telah dijelaskan di muka, terdapat beberapa opsi teknologi pemanfaatan dan pengembangan batubara, seperti karbonisasi, gasifikasi, dan likuefaksi. Berdasarkan data ESDM, teknologi pengembangan yang paling banyak direncanakan untuk digunakan adalah teknologi gasifikasi, baik gasifikasi permukaan maupun bawah tanah.

Teknologi tersebut membuat batubara dikonversi menjadi *syngas*. Kemudian dapat diolah menjadi metanol, DME, dan amonia. Teknologi karbonisasi merupakan teknologi yang sudah ada di Indonesia, yaitu berupa pabrik pembuatan kokas (*coke making*). Untuk produksi karbon aktif, fasilitas karbonisasi-aktivasi sedang dalam rencana pembangunan. Sedangkan untuk teknologi likuefaksi, sampai saat ini belum ada perusahaan yang berencana membangunnya karena konsumsi energi dan air yang cukup besar, serta maturasi teknologi yang relatif lebih rendah.

Pada berbagai opsi teknologi pemanfaatan dan pengembangan batubara, komponen biaya bahan baku (*raw material*), yakni biaya batubara itu sendiri, merupakan salah satu komponen biaya utama yang akan menentukan keekonomian *project*. Hal ini karena adanya *opportunity cost* yang perlu diperhitungkan, antara batubara sebagai bahan baku untuk dikonversi atau sebagai komoditas yang dapat langsung dijual, khususnya ketika harga batubara tinggi.



Perkiraan benchmark coal BEP

(Catatan: BR = Bumi Resources; AB = ABM Investama (9M 19); GE = Geo Energy Resources; BA = PTBA; TO = Toba (9M 19 for ops); HA = Harum; AD = Adaro; IT = ITMG; IN = Indika (Kideo op mine); GO = Golden Energy and Resource; BY = Bayan)

Secara umum, posisi harga produksi (*business cost*) batubara Indonesia cukup kompetitif dibandingkan dengan batubara dari negara lain. *Business cost* tersebut mencakup *site cost* ditambah biaya pengangkutan di darat (kereta/tongkang /conveyor) serta biaya pelabuhan, dengan menimbang biaya pemasaran dan *GA cost*. Besaran biaya produksi batubara ini bergantung pada kondisi cadangan (*stripping ratio*), lokasi tambang ke pelabuhan, serta kualitas batubara.



Business cost mencakup **Site Cost** ditambah **Biaya Pengangkutan** di darat (kereta, tongkang, konveyor) serta **Biaya Pelabuhan** dengan menimbang **Biaya Pemasaran** dan **GA cost**

Posisi berbagai tambang batubara di Indonesia terhadap kurva harga batubara termal

Sedangkan untuk biaya pengembangan/konversi batubara, struktur biaya berbeda-beda, bergantung produk akhir yang akan dihasilkan. Untuk mendukung operasional pabrik pengembangan batubara, beberapa infrastruktur penunjang perlu disiapkan.

Infrastruktur tersebut dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu infrastruktur eksternal, seperti pelabuhan dan prasarana transportasi; dan infrastruktur internal seperti fasilitas air, pengolah limbah, fasilitas pembangkit energi, dan fasilitas pendukung lainnya. Pabrik pemanfaatan dan pengembangan batubara umumnya dibangun di lokasi dekat tambang batubara, biasanya berada di wilayah terpencil, sehingga perusahaan perlu berinvestasi untuk membangun infrastruktur yang diperlukan secara mandiri.

Terdapat beberapa hal penting terkait aspek teknologi dalam hilirisasi industri batubara Indonesia, yaitu:

- Sebagian besar batubara yang akan digunakan untuk rencana hilirisasi adalah batubara *low rank coal* yang karakteristiknya berbeda dengan batubara di negara lain, sehingga memerlukan penyesuaian pada proses.
- Hingga saat ini, pemanfaatan abu batubara masih relatif sedikit dibandingkan jumlah abu yang dihasilkan per tahun, sehingga perlu ada upaya penelitian dan pengembangan serta komersialisasi teknologi.
- Teknologi pemanfaatan dan pengembangan batubara belum dikuasai oleh bangsa Indonesia. Ini menjadi faktor yang menentukan perkembangan dan kelangsungan pabrik hilirisasi batubara, agar tidak bergantung pada teknologi dan tenaga ahli luar.

Pemodalan Usaha

Industri pemanfaatan dan pengembangan batubara, terlebih opsi gasifikasi dan likuefaksi, merupakan industri yang membutuhkan modal biaya investasi yang besar, sehingga memiliki risiko finansial yang besar. Mengacu pada data Kementerian ESDM mengenai rencana hilirisasi batubara beberapa perusahaan tambang, secara umum, biaya modal (Capex) untuk membangun pabrik gasifikasi permukaan adalah sekitar USD 1-1,5 miliar per 1 juta ton produk, tergantung jenis produk akhir yang dihasilkan.

Selain nilai investasi pabrik hilirisasi batubara yang tinggi, keekonomian pabrik juga sangat dipengaruhi beberapa faktor eksternal, yaitu jumlah pemilik teknologi (*licensor*) gasifikasi sangat terbatas sehingga memiliki *bargaining power* yang besar dalam menentukan biaya Capex.

Keberlanjutan dan Dampak Lingkungan Hidup

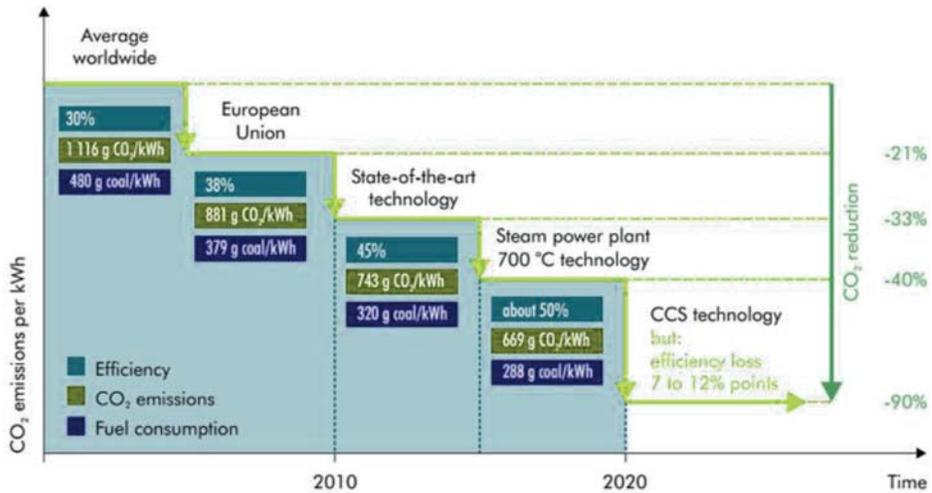
Konservasi sumber daya dan cadangan komoditas batubara diperlukan untuk menjaga ketahanan cadangan dan keberlanjutan (*sustainability*) industri, agar dapat dirasakan manfaatnya oleh bangsa Indonesia secara optimal. Keseimbangan antara ketersediaan sumber daya/cadangan dan tingkat eksploitasi komoditas, harus diupayakan melalui perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, serta pengembangan yang terukur.

Hal lainnya adalah pengendalian dampak lingkungan dari aktivitas eksploitasi komoditas batubara. Dampak lingkungan akan menjadi salah satu faktor yang penting di masa depan dalam pertimbangan pemilihan teknologi. Penggunaan teknologi *Advanced Ultra Supercritical* (A-USC) dapat meningkatkan efisiensi hingga 16%, sehingga dapat menurunkan emisi CO₂ yang dihasilkan dari konsumsi batubara, dibandingkan dengan teknologi *subcritical* yang masih umum digunakan pada PLTU tua.

Penurunan konsumsi batubara per satuan energi, sejalan dengan prinsip *sustainability* pemanfaatan batubara. Untuk teknologi *carbon capture and storage* (CCS) terhadap emisi CO₂ yang dihasilkan PLTU, penerapan teknologi CCS dapat menurunkan emisi gas rumah kaca (CO₂ *reduction*) yang sangat signifikan, hingga sekitar 40%, meskipun ada kebutuhan panas untuk prosesnya. Data-data hasil perhitungan, menunjukkan alternatif penggunaan batubara sebagai sumber energi bila implementasi *renewable energy* masih belum ekonomis untuk dilaksanakan di Indonesia.

	<i>Subcritical</i>	<i>Supercritical</i>	<i>Current USC</i>	A-USC
Efisiensi termal, % (HHV)	36,3	38,5	39,2	43,4
Laju pengumpanan batubara, kg/h	384.000	361.000	355.000	321.000
Laju massa gas cerobong, kg/h	3.420.000	3.151.000	3.098.000	2.781.000
Volum di <i>outlet boiler actual</i> m ³ /menit	66.700	61.400	60.400	54.200
NO _x dan SO ₂ , kg/MWh	0,127	0,121	0,118	0,107
PM ₁₀ , kg/MWh	0,0422	0,0399	0,0395	0,0357
PM _{2,5} , kg/MWh	0,0535	0,0508	0,0499	0,0451
CO ₂ , kg/MWh	908	854	838	757

Tabel perbandingan kinerja utama berbagai teknologi PLTU



Potensi peningkatan efisiensi serta penurunan konsumsi batubara dan emisi CO₂ pada PLTU yang menggunakan antrasit

Selain itu, dampak lingkungan hidup yang perlu diperhitungkan pada industri pemanfaatan dan pengembangan batubara adalah abu batubara yang jumlahnya cukup signifikan. Bila setiap tahunnya konsumsi batubara nasional sekitar 150 juta ton, dengan asumsi kadar abu batubara sekitar 5%, maka akan terbentuk 7,5 juta ton abu, baik berupa abu terbang (*fly ash*) maupun abu terendapkan (*bottom ash*).

Analisis Kekuatan, Kelemahan, Peluang dan Ancaman

Informasi data sumber daya dan cadangan, kondisi industri hulu dan hilir saat ini, proyeksi industri masa depan, dan permasalahan serta tantangan yang dihadapi telah diinventarisasi. Informasi-informasi tersebut kemudian digunakan untuk menganalisis kekuatan (*strength*), kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunity*), dan ancaman (*threat*) – (*SWOT analysis*) terutama bagi perusahaan dalam negeri terkait pengembangan industri batubara di Indonesia.

Tabel analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman (*SWOT analysis*) terkait pengembangan industri batubara Indonesia

<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cash cost</i> batubara relatif rendah sebagai bahan baku. 2. Hilirisasi batubara membantu mengurangi defisit neraca dagang melalui substitusi bahan. 3. Industri petrokimia hulu berbasis batubara menyumbangkan konsumsi batubara terbesar. 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penyesuaian terhadap regulasi lingkungan. 2. Kurangnya kajian teknologi industri petrokimia hulu berbasis batubara lokal. 3. Infrastruktur dan rantai pasok industri batubara hulu-hilir dan industri kimia dasar berbasis batubara belum optimal.
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umur cadangan batubara Indonesia 3,5 dan 6,9 kali dari umur cadangan gas dan minyak. 2. <i>Demand</i> produk industri petrokimia hulu cenderung meningkat. 3. Teknologi industri hilirisasi batubara sudah <i>mature</i>. 	<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Transisi energi menurunkan serapan batubara. 2. Nilai investasi pengembangan pabrik hilirisasi batubara yang cukup besar. 3. Cadangan batubara kalori rendah dan sedang tersebar berkelompok dan mewakili ±83% cadangan batubara Indonesia.

Hasil analisis tersebut, kemudian digunakan dalam penyusunan Grand Strategy Mineral dan Batubara yang berisi program-program utama yang perlu dilakukan dalam pengembangan industri batubara Indonesia hingga tahun 2045. Adapun program-program utama tersebut, akan dijelaskan secara terperinci pada uraian berikutnya.

	<p>Strength:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Cash cost</i> batubara relatif rendah sebagai bahan baku. 2. Hilirisasi batubara membantu mengurangi defisit neraca dagang melalui substitusi bahan. 3. Industri petrokimia hulu berbasis batubara menyumbangkan konsumsi batubara terbesar. 	<p>Weakness:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Penyesuaian terhadap regulasi lingkungan. 2. Kurangnya kajian teknologi industri petrokimia hulu berbasis batubara lokal. 3. Infrastruktur dan rantai pasok industri batubara hulu-hilir dan industri kimia dasar berbasis batubara belum optimal.
<p>Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Umur cadangan batubara Indonesia 3,5 dan 6,9 kali dari umur cadangan gas dan minyak. 2. <i>Demand</i> produk industri petrokimia hulu cenderung meningkat. 3. Teknologi industri hilirisasi batubara sudah <i>mature</i>. 	<p>Strength-Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Peningkatan kegiatan eksplorasi batubara dan konversi sumberdaya menjadi cadangan. 2. Percepatan operasi pabrik gasifikasi yang menghasilkan produk akhir berupa metanol, amonia, dan DME. 3. Pemetaan dan sinergitas industri kimia dasar berbasis batubara. 	<p>Weakness-Opportunity:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemanfaatan sisa hasil industri pengguna batubara (FABA, REE, <i>coal tar</i>, dll). 2. Pembangunan dan pengembangan industri petrokimia, semi-/kokas, anoda dan material karbon berbasis BB lokal.
<p>Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Transisi energi menurunkan serapan batubara. 2. Nilai investasi pengembangan pabrik hilirisasi batubara yang cukup besar. 3. Cadangan batubara kalori rendah dan sedang tersebar berkelompok dan mewakili ±83% cadangan batubara Indonesia. 	<p>Strength-Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Inventarisasi potensi, pengembangan teknologi <i>upgrading</i> dan teknologi hilirisasi batubaraBB kalori rendah dan sedang (<6.100 kkal/kg GAR). 2. Menyiapkan pasar domestik untuk meningkatkan DMO batubara didukung dengan pembangunan industri hilir batubara dan industri kimia dasar terkait. 	<p>Weakness-Threat:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembangunan fasilitas terpusat untuk <i>blending/coal preparation plant</i>. 2. Penurunan emisi GRK batubara melalui pembangunan sistem pembangkit IGCC/FC dan implementasi CCT dan CCUS ataupun pencampuran pembakaran dengan biomassa pada sistem pembangkit industri yang menggunakan batubara.

Tabel Matriks TOWS komoditas batubara Indonesia

Target dan Strategi

Setelah menganalisis kondisi industri hulu dan hilir komoditas batubara saat ini dan kemungkinan perkembangannya di masa depan, serta dengan mempertimbangkan kekuatan, kelemahan, tantangan, dan peluang yang dimiliki oleh Indonesia, maka telah disusun 5 usulan program utama terkait pengembangan komoditas batubara Indonesia, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi nilai batubara.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri hilirisasi batubara.
3. *Link and match* industri hulu-hilir serta peningkatan TKDN.
4. Pembangunan dan pengembangan industri sesuai pohon industri.
5. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.

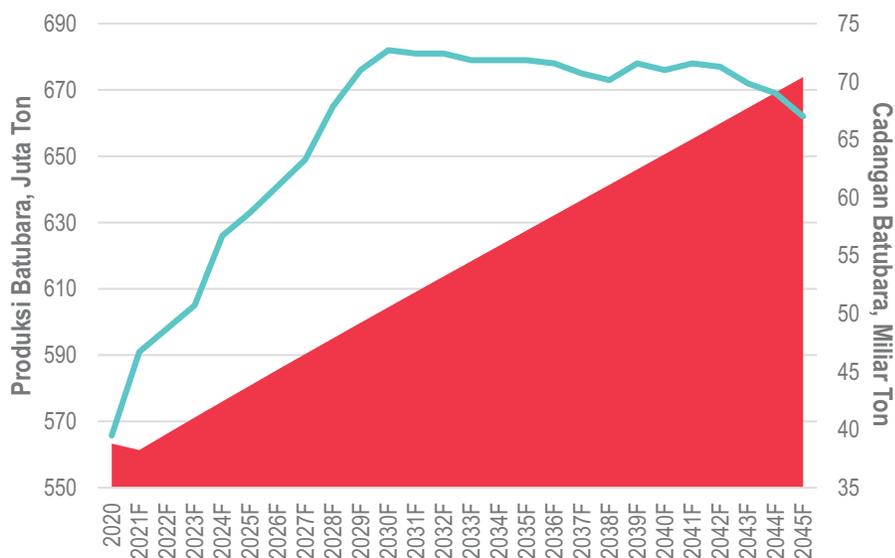
Kelima program utama tersebut melingkupi keseluruhan pohon industri batubara, mulai dari industri hulu sampai industri hilir. Penjelasan dan program turunan dari tiap usulan program utama akan dijelaskan pada uraian berikut.

Peningkatan Ketahanan Cadangan dan Optimalisasi Nilai Batubara

Ketahanan cadangan suatu komoditas mineral dan batubara yang dimaksud pada bagian ini, mempertimbangkan ketiga aspek penting, yaitu ketersediaannya dari sumber (hulu), keterjangkauannya untuk kebutuhan konsumsi industri, dan keberlanjutannya untuk masa yang akan datang. Indonesia memiliki sumber daya dan cadangan batubara sebesar 143,7 miliar ton dan 38,8 miliar ton di tahun 2020. Dengan asumsi, tidak ada penambahan cadangan baru dan laju produksi tahunan tetap sebesar 566 juta ton, cadangan batubara dapat bertahan hingga tahun 2089.

Dengan kondisi ini, maka Indonesia dapat fokus pada kegiatan konversi sumber daya menjadi cadangan untuk meningkatkan ketahanan energi dan kepastian *supply* industri hilir batubara. Dengan asumsi bahwa hanya 50% sumber daya batubara yang dapat dikonversi menjadi cadangan, dan laju konversi sebesar 2 miliar ton setiap tahunnya, maka cadangan batubara diperkirakan dapat bertahan hingga tahun 2206.

Selain itu, Indonesia juga perlu mengeksplorasi kemungkinan pemanfaatan batubara bawah permukaan, coal bed methane, dan gambut sebagai sumber energi alternatif di masa depan, khususnya untuk daerah-daerah yang memiliki potensi besar terhadap sumber energi tersebut



Produksi dan ketersediaan cadangan dengan laju konversi sumber daya menjadi cadangan sebesar 2 miliar ton setiap tahunnya

a. Inventarisasi Potensi Batubara Kalori Rendah serta Pengembangan Teknologi Upgrading dan Teknologi Hilirisasi

Dengan semakin ketatnya regulasi emisi dari PLTU, maka PLTU tua atau berukuran kecil dengan efisiensi rendah, perlu diganti dengan teknologi baru yang lebih efisien dan lebih ramah lingkungan. Hal ini telah dilakukan China dengan menutup 54 GW PLTU selama 2006-2009. Penggunaan batubara kalori rendah pun cenderung akan berkurang, baik karena aspek regulasi emisi maupun karena kompetisi harga. Umumnya, batubara kalori rendah mengandung kadar air yang tinggi, sehingga biaya pengangkutan USD/kkal relatif rendah bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil lain.

Selain itu, harga energi listrik dari *renewable energy* juga semakin murah, dan diprediksi harganya akan lebih murah dari batubara kalori rendah. Oleh karenanya, potensi batubara kalori rendah perlu dioptimalkan penggunaannya di dekat lokasi tambang untuk menurunkan biaya dan emisi selama proses pemanfaatan. Optimalisasi tersebut dapat dimulai dengan mendata dan memetakan karakteristik batubara kalori rendah. Selain itu, dengan mengembangkan teknologi hilirisasi batubara kalori rendah pada lokasi dengan potensi yang besar. Untuk pengembangan teknologi upgrading dan teknologi hilirisasi, ada dua lokasi yang direkomendasikan, yaitu:

1. Sumatera Selatan dengan potensi batubara kalori rendah 5,2 miliar ton dan kalori sedang 3,9 miliar ton (Bayung Lincir dan Musi Rawas Utara).
2. Kalimantan Timur dengan potensi batubara kalori rendah 2 miliar ton dan kalori sedang 7,1 miliar ton (Kutai Kartanegara).

Sinergi program penelitian dan pengembangan antara balai industri, litbang pemerintah dan swasta, perguruan tinggi, dan dunia usaha, sangat diperlukan dalam mengembangkan teknologi *upgrading* dan teknologi hilirisasi batubara kalori rendah lokal untuk menurunkan biaya dan meningkatkan kelayakan investasi.

Selanjutnya optimalisasi potensi penggunaan produk *upgraded* batubara kalori rendah (*coal briquette* dan pencampuran dengan biomassa) untuk rumah tangga, bahan bakar industri semen, PLTU mulut tambang, UMKM dan bahan baku untuk industri hilir batubara, dapat dipromosikan melalui pemberian insentif fiskal dan nonfiskal.

b. Pembangunan Fasilitas Terpusat untuk Blending/Coal Preparation Plant dan Infrastruktur untuk Mengurangi Transportation Cost

Bagi tambang batubara kecil, pembangunan fasilitas pengolahan, termasuk *coal preparation plant* (CPP), untuk mengolah dan mempersiapkan kualitas batubara agar sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan konsumen, masih dinilai memberatkan. Oleh karenanya, pemerintah perlu berinisiatif untuk membangun fasilitas CPP terpusat bagi beberapa tambang batubara skala kecil.

Fasilitas tersebut idealnya dibangun dalam satu kawasan untuk preparasi pencampuran (*blending*) batubara kualitas rendah dan tinggi. Tujuannya untuk meningkatkan kualitas produk batubara yang dihasilkan sesuai permintaan pasar dan nilai produk batubara menjadi optimal. Selain itu, fasilitas infrastruktur juga perlu dibiayai agar *transportation cost* dapat diturunkan, sehingga meningkatkan *competitive advantage* batubara lokal dengan mengintegrasikan dan mengoptimalkan rute pengangkutan.

c. Prioritas Penggunaan Batubara

Penggunaan batubara perlu diatur sesuai prioritas untuk memastikan bahwa kebutuhan domestik terpenuhi, sehingga peran batubara sebagai bahan bakar pertumbuhan ekonomi berlandaskan perkembangan industri dapat dijalankan. Prioritas penggunaan batubara adalah sebagai berikut:

1. Pemenuhan kebutuhan batubara sebagai sumber energi primer, baik berupa energi listrik, reduktor dan sumber panas, bagi masyarakat dan industri, khususnya industri metalurgi, untuk mendukung program hilirisasi mineral.
2. Pemenuhan kebutuhan batubara sebagai bahan baku industri kimia/petrokimia domestik melalui konversi batubara untuk mendukung program hilirisasi batubara.
3. Penjualan/ekspor batubara untuk meningkatkan penerimaan negara, namun dengan syarat bahwa sebagian pendapatan tersebut harus dialihkan ke dana abadi (*endowment fund*) untuk pengembangan dan hilirisasi industri batubara.

Peningkatan, Optimalisasi dan Efisiensi Industri Hilirisasi Batubara

Melalui rencana yang ditetapkan dalam Kebijakan Energi Nasional (KEN) tahun 2025, batubara akan mewakili 30% energi yang digunakan dengan total 400 juta TOE, atau 120 juta TOE atau 170 juta TCE (tonne of coal equivalent). Untuk tahun 2050, porsi batubara diturunkan menjadi 25% dari total konsumsi miliar TOE, setara dengan 250 juta TOE atau 360 juta TCE.



Target bauran energi primer berdasarkan KEN tahun 2014

Rencana batubara untuk kebutuhan industri petrokimia hulu

Keterangan	Kebutuhan Batubara (Juta Ton)			
	2015-2019	2020-2024	2025-2034	2035
Coal-to-olefins	12,4	23	30,5	30,5

Rencana serapan batubara untuk kebutuhan industri energi

Keterangan	Kebutuhan Batubara (Juta Ton)			
	2015	2020	2025	2035
Coal-to-energy	35,2	45,2	58,6	83,1

Dalam Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015 – 2035, batubara ditargetkan dapat memenuhi kebutuhan energi dan kebutuhan industri petrokimia hulu, khususnya sebagai bahan produksi olefins. Rancangan kebutuhan energi dalam RIPIN berbeda dengan rancangan yang diberikan dalam KEN. RIPIN lebih fokus kepada kebutuhan energi industri. Melalui perencanaan KEN dan RIPIN, berikut rincian program ke depan :

a. Pembangunan dan Percepatan Operasi Pabrik Gasifikasi Metanol dan DME

Dua program utama yang dapat diberikan kepada perusahaan tambang untuk membantu percepatan proses hilirisasi adalah sebagai berikut:

1. Pemberian insentif fiskal, agar tercapai kelayakan ekonomi pembangunan pabrik pengembangan batubara menjadi metanol, DME, dan *coal-based gasoline*. Berikut rincian program yang dapat diterapkan:
 - a. Melalui penerapan tarif 0% untuk PNPB jenis iuran produksi/royalti dan PPn bagi perusahaan tambang batubara yang memulai proyek hilirisasi.
 - b. Pemberian *tax holiday* serta pembebasan PPh pasal 22 bertahap.
 - c. Pembebasan bea masuk untuk mesin, barang, dan bahan impor yang mendukung proyek hilirisasi.
2. Pemberian insentif non-fiskal, untuk mempercepat realisasi investasi dan mendapatkan perlindungan terhadap investasi yang telah dilakukan.
 - a. Pemberian izin PKP2B/IUPK sepanjang umur fasilitas hilirisasi. *List* perusahaan tambang yang memperbarui PKP2B menjadi IUPK dengan program hilirisasi.

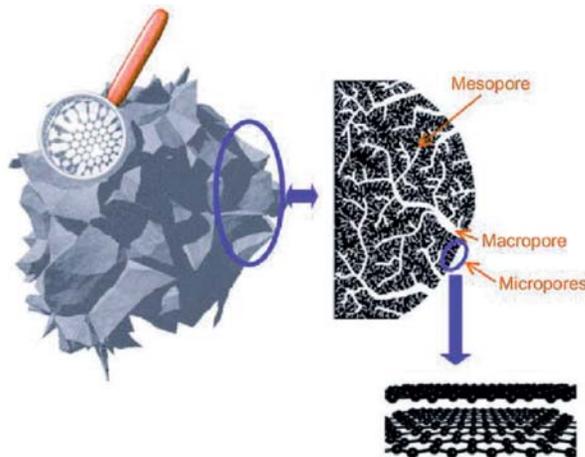
- b. Izin penggunaan wilayah untuk fasilitas PPB dan pemberian kemudahan pengurusan perijinan ijin lokasi daerah tambang dan jalur transportasi bahan baku dan produk hilirisasi.
- c. Bantuan akselerasi seluruh perijinan yang diperlukan untuk konstruksi dan operasional fasilitas hilirisasi (IUKI, KEK ataupun izin lainnya).
- d. Pemberian akses ke pasar domestik dengan mengutamakan penggunaan produk dari fasilitas PPB domestik.
- e. Pemberian proteksi terhadap investasi fasilitas PPB dengan membatasi izin pembangunan pabrik baru selama kebutuhan dalam negeri masih bisa dipenuhi oleh fasilitas PPB *existing*.

b. Peningkatan Pabrik Karbonisasi untuk Menghasilkan Kokas Semi Kokas dan Karbon Aktif

Produk karbonisasi dapat berupa kokas, semi kokas, dan karbon aktif, bergantung karakteristik bahan baku (batubara atau biomasa), proses, dan target industri penggunaannya. Kokas dan semi kokas sebagai produk utama karbonisasi batubara mempunyai pasar yang spesifik, yakni industri metalurgi untuk pembuatan besi baja atau pengecoran logam.

Peningkatan porsi penggunaan batubara lokal sebagai bahan baku pembuatan kokas dan semi kokas, perlu terus dilakukan untuk menurunkan impor batubara yang saat ini mencapai 8 juta ton. Oleh karenanya, pemerintah perlu mendorong kajian litbang untuk mengembangkan teknologi karbonisasi batubara lokal agar produk semi kokas dapat diserap pasar.

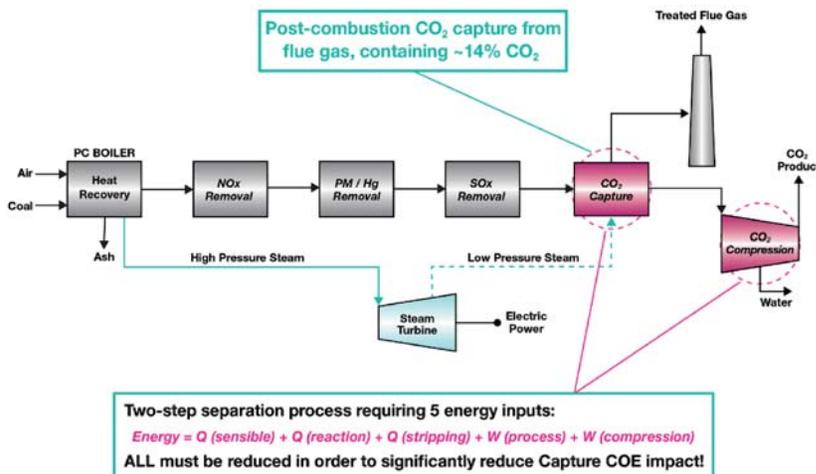
Sedangkan untuk karbon aktif hasil dari karbonisasi-aktivasi batubara, mempunyai aplikasi yang luas khususnya pada industri farmasi, industri penjernihan air, maupun industri ekstraksi emas. Hal ini karena struktur mikro pada karbon aktif tersebut dapat menyerap partikel tertentu secara efisien. Meskipun Indonesia merupakan negara pengeksport arang terbesar di dunia, namun hingga saat ini, sebagian besar karbon aktif masih diimpor. Hal ini karena spesifikasi karbon aktif lebih tinggi dibanding arang, khususnya pada kemampuan adsorpsi, meskipun bahan baku pembuatannya sama.



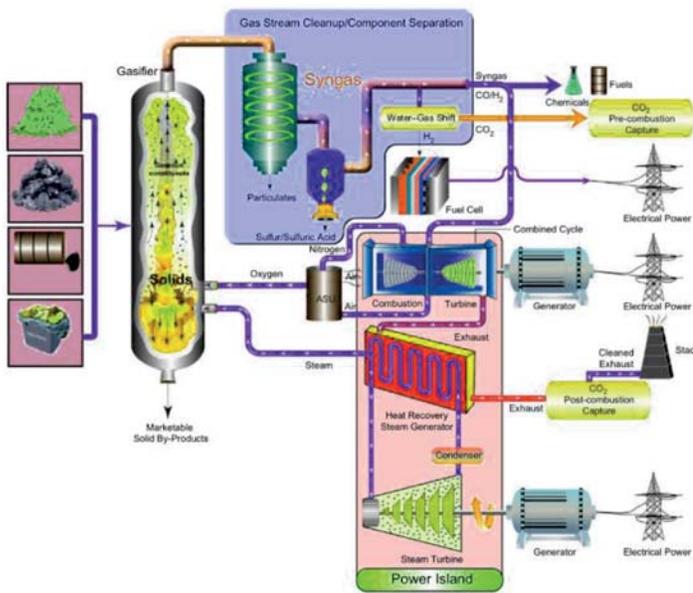
Struktur karbon aktif. Tampak samping ditunjukkan perbedaan ukuran pori makro, meso, dan mikro

c. Pembatasan Pembangunan PLTU serta Implementasi CCT dan CCUS pada PLTU Existing Termasuk Penggunaan IGCC untuk Pembangkit

Untuk mendukung penurunan emisi GRK global, maka pembatasan pembangunan PLTU pada daerah tanpa cadangan batubara, serta penggunaan teknologi *ultra supercritical* (USC) maupun IGCC untuk PLTU yang akan dibangun, perlu ditetapkan. Sedangkan pada PLTU *existing*, fasilitas *post-combustion* CO₂ berupa *capture system*, perlu diintegrasikan untuk menurunkan emisi yang dihasilkan. Selain itu, penerapan teknologi IGCC dapat dikembangkan menjadi sistem poli generasi, di mana *syngas* dapat digunakan untuk menghasilkan listrik dan juga sintesis bahan kimia dan *fuels*.



Skema proses post-combustion dalam pembangkit listrik



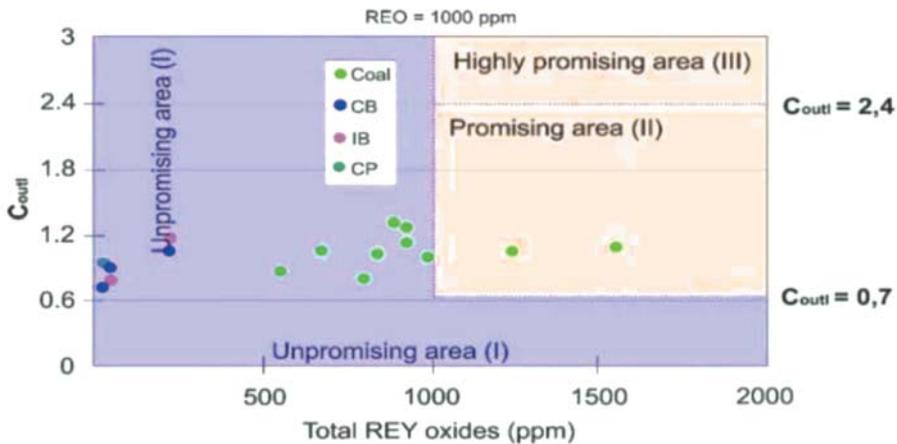
Skema proses IGCC yang disederhanakan. Proses terbagi menjadi tiga: proses gasifikasi, proses gas clean-up, dan proses pembakaran syngas

d. Implementasi Pemanfaatan Limbah Padat Industri Pembangkit Batubara

Abu terendapkan (*bottom ash*) merupakan *by product* hasil pembakaran atau gasifikasi batubara berupa padatan, yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, termasuk bahan baku semen. Selain itu, abu terbang (*fly ash*) dari batubara yang berada pada wilayah dengan keberadaan logam tanah jarang (LTJ), seperti di Tanjung Enim, Sumatera Selatan, umumnya mengandung LTJ.

LTJ tersebut akan tersisa sebagai oksida hasil pembakaran ataupun gasifikasi batubara. Kandungan LTJ dari abu batubara secara otomatis akan lebih tinggi dibanding di alam, karena terdapat pengayaan (*enrichment*) kadar LTJ menjadi 10 kali lipat setelah komponen batubara habis digunakan.

Kajian PSDMBP dan Fakultas Teknik Geologi UGM, memperkirakan kandungan LTJ dalam *fly ash* batubara Bangko dapat mencapai sekitar 1000 ppm, sedangkan pada batubara Muara Enim dapat mencapai 2.000 ppm. Sebagai perbandingan, kandungan LTJ ekonomis pada batubara China sebesar 1.000 ppm. Namun, metode ekstraksi yang efektif dalam mengambil LTJ dari abu batubara Indonesia, masih dalam tahap litbang dan perlu dukungan pemerintah agar dapat direalisasikan.

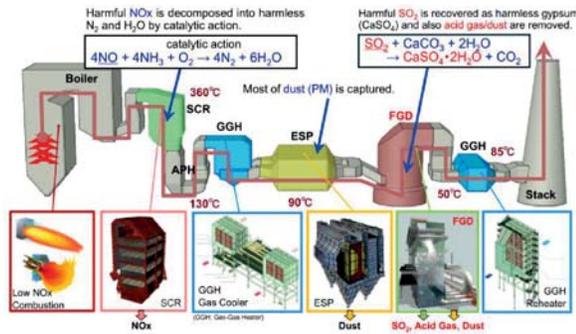


Evaluasi perbandingan REY batubara dan abu batubara conto dari Tajung Enim

e. Monitoring Dampak Lingkungan Industri Konversi Batubara

Pengontrolan dan pemantauan (monitoring) emisi yang dihasilkan, perlu dilakukan untuk memastikan bahwa dampak penggunaan batubara dapat diminimalisir. Teknologi pemisahan pengotor atau residu dari pembakaran/penggunaan batubara yang meliputi *selective catalytic reduction* (SCR) untuk mereduksi NO_x, *electrostatic precipitation* (ESP) untuk memisahkan *particulate matter*, dan *flue-gas desulfurization* (FGD) untuk menurunkan kandungan SO_x dalam gas buang, wajib digunakan pada tiap PLTU atau pabrik gasifikasi.

Perlu adanya pemberian apresiasi bagi perusahaan yang telah mengimplementasikan program ini. Bersamaan dengan apresiasi, peraturan Kementerian Lingkungan Hidup yang berkaitan dengan emisi gas buang pembakaran batubara, dapat diperketat secara bertahap.



Skema penggunaan SCR, ESP, dan FGD dalam boiler pembakaran konvensional; teknologi Mitsubishi Power

Link and Match Industri Hulu-Hilir serta Peningkatan TKDN

Inventarisasi dan pemetaan perusahaan yang ada di pohon industri batubara, baik perusahaan yang ada di bawah kordinasi kementerian ESDM maupun Kementerian Perindustrian, perlu dilakukan. Selanjutnya, dibutuhkan kordinasi dan *link and match* antara perusahaan tambang yang akan membangun pabrik hilirisasi batubara, selaku produsen, dengan berbagai perusahaan pada industri kimia dan petrokimia, selaku pengguna (*user*).

Tujuannya agar produk yang dihasilkan dari proses hilirisasi batubara benar-benar sesuai dengan kebutuhan user. Sinkronisasi agenda antara produsen dan user ini diharapkan dapat melengkapi rantai pasok industri dari hulu hingga hilir dan meningkatkan TKDN.

a. Percepatan Penyerapan Domestik untuk Menyukseskan Transisi LPG to DME dan Oil Based Gasoline to Coal Based Gasoline

Pemetaan kebutuhan dan penggunaan energi (*energy balance*) yang dapat disubstitusi oleh batubara maupun produk hasil hilirisasi batubara, perlu dilakukan untuk meningkatkan ketahanan energi nasional dan mengurangi *current account deficit*. Selanjutnya, pemerintah juga perlu melakukan sosialisasi program dan subsidi bertahap dalam menyukseskan transisi LPG to DME dan *oil based gasoline to coal based gasoline* di masyarakat dan industri.

Berdasarkan hasil uji Badan Litbang ESDM tentang performa penggunaan DME sebagai pengganti LPG pada aplikasi rumah tangga, menyebutkan bahwa DME dapat digunakan dengan baik dan bahkan relatif lebih hemat ketika digunakan untuk memasak. Untuk memperlancar proses transisi LPG to DME ini, pembangunan infrastruktur pendukung untuk mempercepat realisasi program transisi energi ini juga perlu dipersiapkan.

Tabel Perbandingan penggunaan LPG dan DME untuk kebutuhan rumah tangga

No	Parameter	LPG	DME
1	Nilai kalor (MJ)	46,55	29,87
2	Efisiensi kompor (%)	55,76	65,63
3	Konsumsi bahan bakar (kg)	0,2	0,31
4	Kesetaraan berdasar nilai kalor	1	1,56
5	Kesetaraan berdasar nilai kalor dan efisiensi kompor	1	1,32

Badan Litbang ESDM melakukan modifikasi sistem pengapian kompor gas LPG konvensional agar dapat menggunakan bahan bakar DME 100%



Keunggulan:

1. Nyala api biru, stabil;
2. Efisiensi kompor naik 10% (dari 55% menjadi 65%);
3. Konsumsi bahan bakar 1,3 kali lebih banyak dibandingkan LPG (lebih kecil dari perhitungan teori yang seharusnya 1,6 kali)

Keunggulan penggunaan DME dibandingkan dengan LPG

b. Peningkatan Penyerapan Produk Methanol Etilena Propilena dan Amonia Hasil Penyerapan Industri Hilir Batubara

Berdasarkan neraca perdagangan yang sudah diulas di muka, beberapa *chemicals* seperti metanol, etilena, propilena dan amonia masih diimpor dalam nilai yang besar. Oleh karenanya, produk hasil hilirisasi batubara yang direncanakan akan dibangun, perlu dipastikan untuk dapat diserap oleh industri kimia dasar. Pemerintah perlu mengatur regulasi untuk meningkatkan TKDN dengan menggunakan bahan baku hasil hilirisasi batubara tersebut.

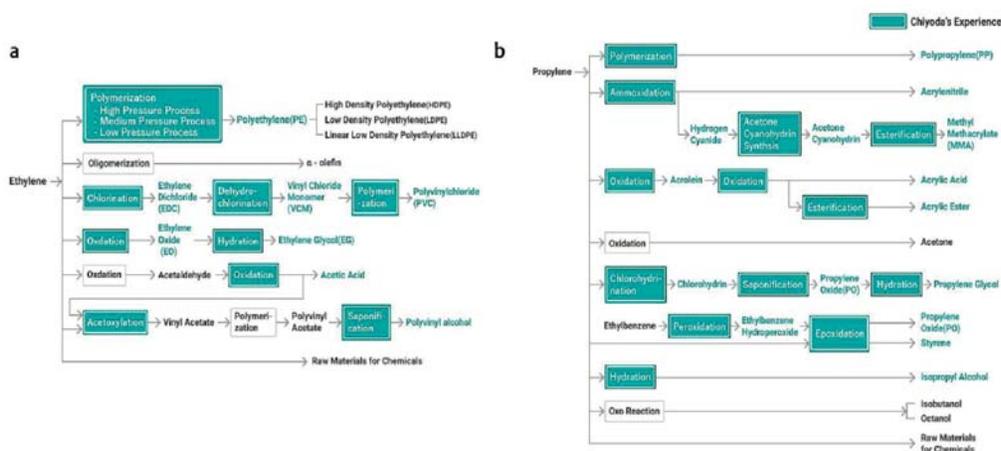
c. Pengembangan Teknologi yang Mendukung Industri Hilirisasi Batubara

Pemerintah perlu mendorong dan memfasilitasi sinergi program penelitian dan pengembangan antara balai industri, pemerintah dan swasta, perguruan tinggi, dunia usaha dan lembaga riset, untuk menghasilkan dan mengembangkan teknologi hilirisasi batubara yang aplikatif. Dalam hal ini, pemerintah juga dapat memberikan insentif bagi:

- Perusahaan yang melaksanakan kegiatan litbang dalam pengembangan industri hilirisasi batubara.
- Perusahaan yang mengaplikasikan teknologi hilirisasi batubara hasil pengembangan litbang lokal
- Lembaga dan peneliti litbang yang hasil temuannya dimanfaatkan secara komersil di industri.
- Perusahaan Penanaman Modal Asing yang mau merelokasi unit litbangnya ke Indonesia melalui skema insentif pajak (*double tax deductible*), terutama bagi

industri yang berorientasi ekspor dan sifat siklus umur teknologinya singkat atau berubah cepat.

Selain itu, pemerintah perlu mendorong terjadinya transfer teknologi melalui *turn key project* dengan TKDN yang tinggi secara bertahap, apabila teknologi yang diperlukan belum tersedia di dalam negeri dan bersifat mendesak. Pemerintah juga perlu melakukan audit teknologi terhadap teknologi hilirisasi batubara yang dinilai tidak layak untuk industri. Alasannya karena efisiensi energi yang rendah, berisiko pada keselamatan dan kesehatan, serta berdampak negatif bagi lingkungan. Selanjutnya mendorong tumbuhnya pusat-pusat inovasi (*center of excellence*) pada wilayah pusat pertumbuhan industri.



Peta produk turunan: a. etilena dan b. propilena

Pembangunan dan Pengembangan Industri Sesuai Pohon Industri

Pembangunan dan pengembangan industri petrokimia hulu (olefins dan aromatik) berbasis batubara, dari hulu hingga hilir, diharapkan dapat terlaksana untuk mendorong serapan produk hasil hilirisasi batubara domestik, khususnya dengan memanfaatkan gasifikasi batubara kalori rendah di Kalimantan Timur dan Sumatera Selatan. Hasil gasifikasi berupa syngas, kemudian dikonversi menjadi metanol yang merupakan bahan baku pembuatan olefins dan aromatik.

Sinergi program litbang antar balai industri, litbang pemerintah dan swasta, perguruan tinggi, dunia usaha dan lembaga riset, untuk menghasilkan teknologi yang aplikatif dan terintegrasi, untuk memproduksi material karbon maju dan anoda grafit/karbon dari bahan baku batubara, perlu dimulai sebagai pondasi pembangunan dan pengembangan industri material karbon maju dan juga anoda karbon/grafit di Indonesia.

Pengembangan industri baterai saat ini baru berfokus pada hilirisasi nikel katoda, sementara produksi anoda berbahan baku karbon belum dimulai. Karena Indonesia tidak memiliki cadangan grafit alami (*natural graphite*), maka diperlukan usaha untuk menerapkan sumber karbon lokal, khususnya batubara, untuk dapat dikonversi menjadi anoda karbon.

Untuk menurunkan emisi CO₂, maka perlu dilakukan penggunaan campuran (*blending*) antara batubara dan biochar untuk *co-firing coal and biomass* sebagai sumber panas (*fuel*) dan reduktor bagi industri semen, metalurgi dan pupuk, maupun PLTU. Namun, pengaruh komposisi batubara dan beragam biomasa terhadap performa *boiler* dan pembentukan *fouling* dan *slagging* belum signifikan.

Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri

Pemerintah perlu melakukan penyesuaian kebijakan dan regulasi yang berkaitan dengan pengurangan impor energi dan impor bahan baku industri kimia dan petrokimia. Penyesuaian tersebut dengan memanfaatkan batubara dan produk turunan hasil hilirisasi batubara dalam memenuhi kebutuhan domestik.

Pemerintah juga perlu mendorong produk turunan hasil hilirisasi batubara dapat diserap oleh BUMN sebagai inisiator. Litbang, terkait kajian tekno-ekonomi, peta jalan, analisis pasar, dan pemetaan *supply chain*, juga perlu dilakukan secara berkelanjutan, guna mendukung realisasi penggunaan produk hasil hilirisasi batubara domestik. ■

Rancangan Peta Jalan

Rancangan peta jalan pengembangan komoditas batubara telah disusun berdasarkan lima program utama yang telah diusulkan, yaitu:

1. Peningkatan ketahanan cadangan dan optimalisasi nilai batubara.
2. Peningkatan, optimalisasi dan efisiensi industri hilirisasi batubara.
3. *Link and match* industri hulu-hilir serta peningkatan TKDN.
4. Pembangunan dan pengembangan industri sesuai pohon industri.
5. Optimalisasi penggunaan produk dalam negeri.

Rancangan peta jalan tersebut memberikan petunjuk tahapan langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai usulan target di tiap program turunan pada masing-masing program utama. Tahapan langkah untuk tiap program telah dirinci dalam segmentasi waktu lima tahunan mulai dari 2021 hingga 2045. Rancangan peta jalan yang telah dibuat terdiri dari beberapa fase sebagai berikut:

a. Program 1 – Peningkatan Ketahanan Cadangan Dan Optimalisasi Nilai Batubara

- Fase 1-4 (2021-2040):
 - i. Peningkatan kegiatan eksplorasi batubara.
 - ii. Konversi sumber daya menjadi cadangan.
- Fase 5 (2041-2045):
 - i. *Updating* kegiatan eksplorasi dan konversi sumber daya menjadi cadangan.

b. Program 2 – Peningkatan, Optimalisasi Dan Efisiensi Industri Hilirisasi Batubara

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Pembangunan dan percepatan operasi pabrik gasifikasi metanol.
 - ii. Pembatasan pembangunan PLTU dan optimalisasi PLTU *existing*.
 - iii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan untuk pemanfaatan sisa hasil pengolahan pembakaran batubara.
 - iv. Monitoring dampak lingkungan industri konversi batubara.
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Pembangunan dan percepatan operasi pabrik gasifikasi metanol.
 - ii. Implementasi CCT untuk meringankan dampak lingkungan PLTU.
 - iii. Penyiapan data dan pelaksanaan Kelitbangan untuk pemanfaatan sisa hasil pengolahan pembakaran batubara.
 - iv. Implementasi pemanfaatan sisa pembakaran PLTU (berupa FABA dan REE).
 - v. *Monitoring* dampak lingkungan industri konversi batubara.
- Fase 3-5 (2031-2035)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi gasifikasi batubara.
 - ii. Evaluasi dan optimalisasi penggunaan batubara sebagai sumber energi primer.

- iii. Evaluasi implementasi pemanfaatan sisa hasil pengolahan pembakaran batubara.
- iv. *Monitoring* dampak lingkungan industri konversi batubara.

c. PROGRAM 3 – *Link and match* industri Hulu-Hilir serta Peningkatan TKDN

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Pemetaan industri hulu-hilir batubara dan industri kimia dasar berbasis batubara.
 - ii. Substitusi impor hasil industri fabrikasi dan TKDN.
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Verifikasi dan updating data industri hulu hilir batubara dan industri kimia dasar berbasis batubara.
 - ii. Substitusi impor hasil industri frabrikasi dan TKDN.
- Fase 3-5 (2031-2045)
 - i. Verifikasi dan updating data industri hulu-hilir batubara dan industri kimia dasar berbasis batubara.
 - ii. Evaluasi dan pembuatan tata aturan lanjutan dalam rangka substitusi impor industri hulu-hilir batubara dan industri kimia dasar berbasis batubara, serta peningkatan TKDN.

d. Program 4 – Pembangunan dan Pengembangan Industri Sesuai Pohon Industri

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Persiapan pengembangan industri hilir batubara sebagai bahan pendukung industri petrokimia, baterai, dan metalurgi.
- Fase 2-3 (2026-2035)
 - i. Pembangunan industri hilir batubara sebagai bahan pendukung industri petrokimia, baterai, dan metalurgi.
- Fase 4-5 (2036-2045)
 - i. Evaluasi dan peningkatan kapasitas produksi.

e. Program 5 – Optimalisasi Penggunaan Produk Dalam Negeri

- Fase 1 (2021-2025)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk hilirisasi batubara domestik untuk industri energi dan kimia dasar dalam negeri.
 - ii. Pengurangan ekspor batubara dengan optimalisasi industri hulu-hilir batubara.
 - iii. Penyiapan data dan pelaksanaan kelitbangan.
- Fase 2 (2026-2030)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk hilirisasi batubara domestik untuk industri energi dan kimia dasar dalam negeri.
 - ii. Pengurangan ekspor batubara dengan optimalisasi industri hulu-hilir batubara.
 - iii. Implementasi kajian pelaksanaan kelitbangan.

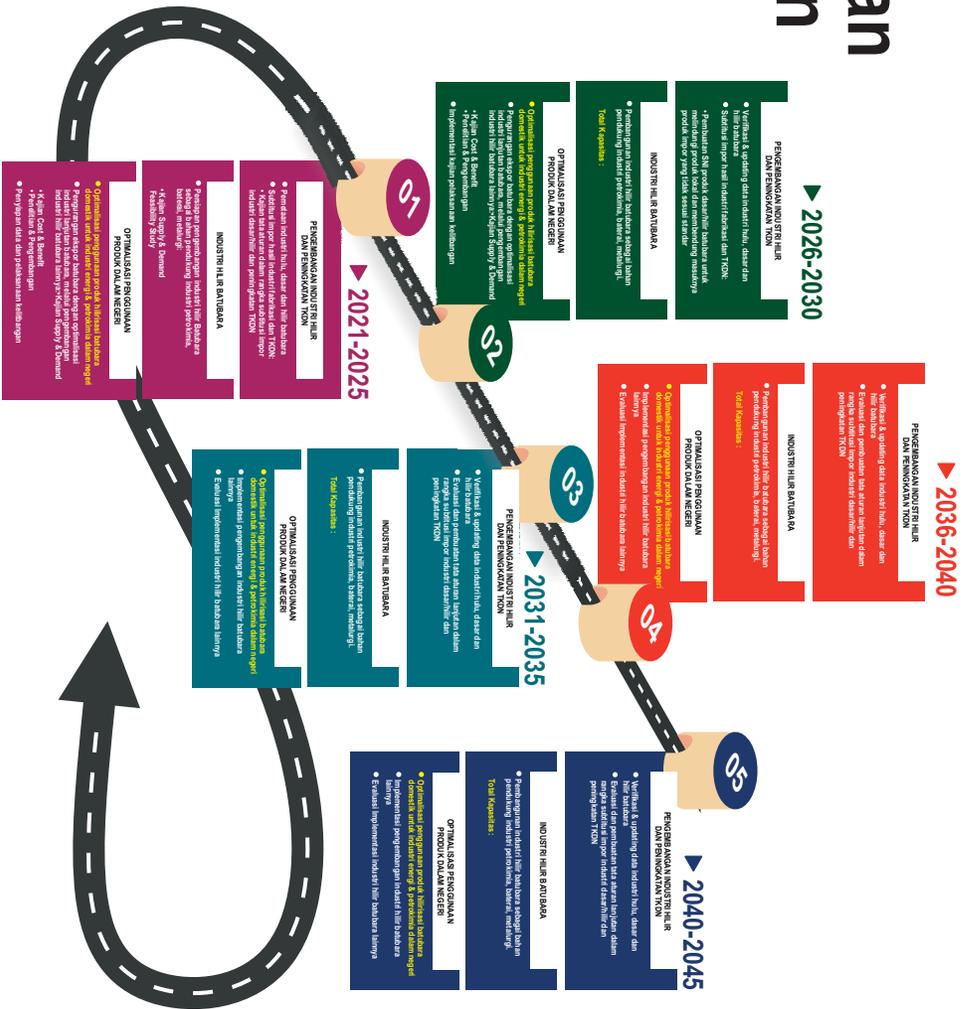
- Fase 3 (2031-2035)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk hilirisasi batubara domestik untuk industri energi dankimia dasar dalam negeri.
 - ii. Implementasi pengembangan industri hilir batubara lainnya.
 - iii. Evaluasi implementasi industri hilir batubara lainnya.

- Fase 4-5 (2036-2045)
 - i. Optimalisasi penggunaan produk hilirisasi batubara domestik untuk industri energi dankimia dasar dalam negeri.
 - ii. Evaluasi implementasi pengembangan industri hilir batubara lainnya.
 - iii. Evaluasi implementasi industri hilir batubara lainnya.

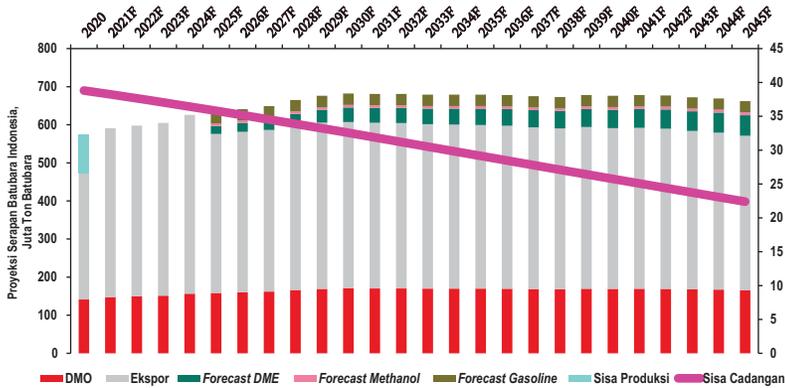
Perlu dicatat bahwa estimasi pendapatan negara yang disajikan hanya mempertimbangkan Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) dan pajak Perusahaan. Estimasi tersebut belum mempertimbangkan kemungkinan fluktuasi harga produk, pengembalian modal, dan fasilitas fiskal yang diterima oleh tiap perusahaan.

Rancangan Peta Jalan Komoditas Batubara Bagian-1

- ▶ 2021-2025
- ▶ 2026-2030
- ▶ 2031-2035
- ▶ 2036-2040
- ▶ 2041-2045

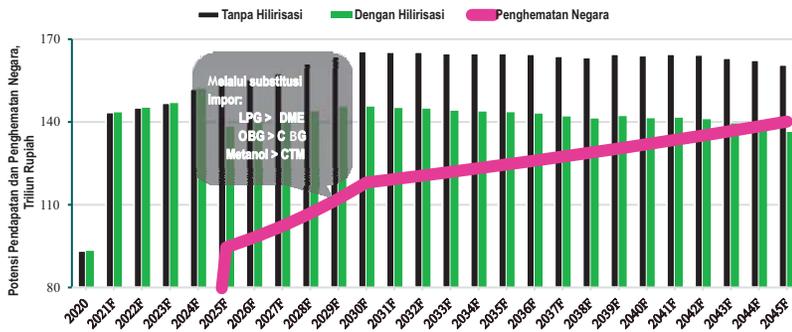


Rancangan peta jalan komoditas batubara bagian-1



Proyeksi produksi, DMO dan ekspor batubara Indonesia

*Data yang digunakan adalah data produksi dan cadangan tahun 2020, dengan data produksi tahun 2021-2045 dibantu oleh asumsi produksi tahunan dalam presentasi *Road Map* Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara dan asumsi tidak adanya pertumbuhan cadangan yang juga dipakai dalam presentasi. Nilai PNT (*methanol*, *DME*, dan *gasoline*) setara dengan nilai neraca impor di tahun 2020, yang dipenuhi di tahun 2025, *DME* menggantikan *LPG* dan *gasoline* menggantikan minyak. Peningkatan nilai *DME* mengikuti tren peningkatan kebutuhan *LPG* dalam presentasi yang sama, namun dengan perubahan pada *LPG* yang digantikan sepenuhnya di tahun 2030. Nilai peningkatan *gasoline* berdasarkan selisih neraca perdagangan impor ekspor 2016-2020. Untuk metanol dengan tren 1,1% per tahun. *DMO* terserap 25% dari produksi, dan ekspor menyesuaikan di akhir.



Proyeksi potensi pendapatan dan penghematan negara tanpa dan dengan realisasi program hilirisasi batubara

(Catatan: *OBG*-oil based gasoline; *CBG*-coal based gasoline; *CTM*-coal to methanol)

*Perhitungan pendapatan negara yang meliputi ekspor yang dikenakan tarif PNBPNBP 24% dan tarif pajak 25% dari margin 10%, dan *DMO* yang dikenakan tarif PNBPNBP 14% dan tarif pajak 25% dari margin yang sama untuk kedua skema. Penghematan negara dihitung dengan komposisi hilangnya impor yang digantikan dengan PNT (*methanol*, *DME*, dan *gasoline*) dengan implementasi *tax holiday* 10 tahun. Asumsi nilai *HBA* tetap USD 70/ton. ■

Salah satu upaya pemanfaatan mineral dan batubara untuk kesejahteraan dan kemakmuran rakyat adalah melalui pengembangan industri dalam negeri berbasis mineral dan batubara. Peraturan terkait peningkatan nilai tambah komoditas minerba dan pemenuhan bahan baku untuk industri di dalam negeri telah diatur oleh pemerintah melalui Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Revisi Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dan Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian. Industri logam dasar dan industri kimia dasar berbasis mineral dan batubara juga telah ditetapkan dalam kelompok industri prioritas berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 14 tahun 2015 terkait Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional Tahun 2015-2035.

Walaupun pengembangan industri dalam negeri berbasis mineral dan batubara telah diatur dan terus diupayakan, masih terdapat berbagai permasalahan lama dan perkembangan terkait komoditas mineral dan batubara. Salah satu permasalahan lama yang umum ditemukan pada semua komoditas mineral dan batubara adalah tidak terdapatnya ekosistem industri hulu sampai hilir yang terkoneksi dan kompetitif. Beberapa perkembangan terkait komoditas mineral dan batubara di antaranya adalah penurunan cadangan komoditas tertentu baik secara kuantitas maupun kualitas, perubahan pangsa pasar, penguasaan industri pengolahan dan pemurnian di dalam negeri, peningkatan adopsi teknologi rendah karbon (*low-carbon technologies*) untuk mengurangi efek pemanasan global, dan peningkatan trend dunia terkait penerapan sistem ekonomi sirkular.

Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, upaya pemanfaatan mineral dan batubara perlu disertai dengan suatu pedoman yang tepat, terarah, dan menyeluruh dengan memperhatikan kondisi saat ini dan kondisi ideal yang ingin dicapai di masa depan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk melakukan penyusunan pedoman bagi pemerintah dalam perencanaan, pemanfaatan, pengendalian serta pengembangan sumber daya Aluminium di dalam negeri.

Beberapa landasan hukum utama yang digunakan dalam penyusunan naskah akademik ini antara lain:

1. Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia Tahun 1945 Pasal 33 ayat 3 Tentang Sumber Daya Alam Indonesia dikuasai Negara dan Dipergunakan untuk Kemakmuran Rakyat.
2. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 Tentang Perubahan Atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral Batubara.
3. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 Tentang Perindustrian.
4. Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara beserta perubahan-perubahannya (PP Nomor 24 Tahun 2012, PP Nomor 1 Tahun 2014, PP Nomor 77 Tahun 2014, PP Nomor 1 Tahun 2017, PP Nomor 8 Tahun 2018).
5. Permen ESDM Nomor 5 Tahun 2017 Tentang Peningkatan Nilai Tambah Mineral Melalui Kegiatan Pengolahan dan Pemurnian Mineral di Dalam Negeri.
6. Permen ESDM Nomor 25 Tahun 2019 Tentang Pengusahaan Pertambangan Mineral dan Batubara.
7. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja.

Saat ini terdapat permasalahan *link and match* pada industri hilir mineral dan batubara, serta belum ada peta jalan untuk tahun 2021-2045, sehingga Grand Strategy Mineral dan Batubara ini berperan untuk menetapkan arah dan prioritas pemanfaatan potensi sumber daya alam secara optimal dalam rangka mencapai Indonesia Ideal Tahun 2045. Penyusunan Buku Grand Strategy Mineral dan Batubara ini diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi, memperbaiki *current account*, memperbesar nilai ekspor produk hilir, meningkatkan pendapatan negara, meningkatkan indeks pembangunan manusia (IPM) dan daya saing, dan meningkatkan ketahanan nasional dan peran global.

Buku Grand Strategy Mineral dan Batubara terdiri atas tujuh komoditas antara lain nikel dan kobalt, tembaga, emas dan perak, aluminium, timah, dan batubara. Secara garis besar Buku Grand Strategy Mineral dan Batubara berisi gambaran industri hulu, gambaran industri hilir, peluang dan tantangan, target dan strategi, dan rancangan peta jalan.

Langkah selanjutnya yang diperlukan setelah terbitnya buku ini adalah menyusun dokumen *execution plan* berdasarkan program utama dalam peta jalan secara terperinci, melakukan koordinasi lintas Kementerian/lembaga dalam menentukan penanggung jawab dalam setiap program, menetapkan program dalam rancangan peta jalan, dan pemantauan pelaksanaan peta jalan. ■

■ Daftar Bacaan

A Brief Note on the Heap Leaching Technologies for the Recovery of Valuable Metals. Thenepalli, Thriveni dkk. s.l. : MDPI: Sustainability, 2019.

A Review of the Carbon Footprint of Cu and Zn Production from Primary and Secondary Sources. Anna Ekman Nilsson, Martha Macias Aragones, Fatima Arroyo Torralvo, Vincent Dunon, Hanna Angel, Konstantinos Komnitsas, Karin Willquist. s.l. : minerals, 2017.

Agency, International Renewable Energy. Gloabl Renewables Outlook : Energy Transformation 2050. 2020.

Agency, International Renewable Energy. Gloabl Renewables Outlook : Energy Transformation 2050. 2020.

Akhmad A Korda, dkk. Peningkatan Nilai Tambah Komoditas Emas dan Perak. 2010.

APBN Kita Desember 2020. <https://www.kemenkeu.go.id/media/17018/apbn-kita-desember-2020.pdf>. [diakses Juli 2021]

Argus/Coalindo Indonesian Coal Index Report. Argus <https://www.argusmedia.com/en/coal/argus-coalindo-indonesian-coal-index-report> [Diakses Juli 2021]

Arif, Irwandi. Emas Indonesia. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama, 2020.

Arif, Irwandy. Masa Depan Hilirisasi Tembaga Indonesia. s.l. : APKABEL 2019, 2020.

Arif, Irwandy. Perkembangan Hilirisasi Nikel Indonesia. Jakarta : Webinar "Masa Depan Hilirisasi Nikel Indonesia", Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020.

Asmarini, W. Lamban, RI Baru Garap 2 dari 7 Jenis Hilirisasi Batu Bara. CNBC Indonesia <https://www.cnbcindonesia.com/news/20201119143008-4-203063/lamban-ri-baru-garap-2-dari-7-jenis-hilirisasi-batu-bara>. [Diakses Juli 2021]

Asmarini, W. Permintaan Global Naik, HBA Desember Naik Jadi US\$ 59,65/ Ton. CNBC Indonesia <https://www.cnbcindonesia.com/news/20201202200645-4-206448/permintaan-global-naik-hba-desember-naik-jadi-us-5965-ton> [Diakses Juli 2021].

Assessing the Long Term Global Sustainability of the Production and Supply for Stainless Steel. Harald Ulrik Sverdrup, Anna Hulda Olafsdottir. 8, s.l. : BioPhysical Economics and Resource Quality, 2019, Vol. 4.

Astutik, Y. 3 Bulan Lagi, PTBA Mulai Garap Proyek Gasifikasi Batu Bara. CNBC Indonesia <https://www.cnbcindonesia.com/market/20210127190332-17-219238/3-bulan-lagi-ptba-mulai-garap-proyek-gasifikasi-batu-bara>. [Diakses Juli 2021]

Badan Geologi PSDMBP. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2020. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Badan Pusat Statistik. Neraca Ekspor-Impor 2020. [Online] 2020. <https://www.bps.go.id/exim/>. [Diakses Juli 2021]

Badan Pusat Statistika Provinsi Papua. Pertumbuhan Ekonomi Papua Tahun 2020. 2021. No. 12/02/94/Th. XIV.

Badan Pusat Statistika. Statistika Telekomunikasi Indonesia 2019. 2019. ISSN:2476-9134.

BKHH Kawasan Lampung. BPTM menjadi salah satu Tim Perumus Program Strategis Mineral dan Batubara Tahun 2020-2030. Balai Penelitian Teknologi Mineral <http://bptm.lipi.go.id/?p=6469> (2019).

- BPS Kaltim. Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Kalimantan Timur Menurut Lapangan Usaha. Badan Pusat Statistik Provinsi Kalimantan Timur (2021).*
- BPS Provinsi Kalimantan Barat. Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Kalimantan Barat Menurut Lapangan Usaha 2016-2020. s.l. : Badan Pusat Statistik, 2021.*
- BPS Provinsi Sulawesi Tengah. Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Sulawesi Tengah Menurut Lapangan Usaha 2015-2019. s.l. : Badan Pusat Statistik, 2020.*
- BPS Provinsi Sulawesi Tenggara. Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Sulawesi Tenggara Menurut Lapangan Usaha 2016-2020. s.l. : Badan Pusat Statistik, 2021.*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Ekspor Desember 2016. BPS RI (BPS RI, 2017).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Ekspor Desember 2017. BPS RI (BPS RI, 2018).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Ekspor Desember 2018. BPS RI (BPS RI, 2019).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Ekspor Desember 2019. BPS RI (BPS RI, 2020).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Ekspor Desember 2020. BPS RI (BPS RI, 2021).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor Desember 2016. BPS RI (BPS RI, 2017).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor Desember 2017. BPS RI (BPS RI, 2018).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor Desember 2018. BPS RI (BPS RI, 2019).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor Desember 2019. BPS RI (BPS RI, 2020).*
- BPS RI. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri: Impor Desember 2020. BPS RI (BPS RI, 2021).*
- BPS Sulawesi Tengah. Laju PRDB 2020. Badan Pusat Statistik Sulawesi Tengah. [Online] BPS, February 16, 2021. [Cited: July 27, 2021.]*
- Bretan, J. Polish coal plant was EU's biggest CO2 emitter in 2020. Notes from Poland <https://notesfrompoland.com/2021/04/13/polish-coal-plant-was-eus-biggest-co2-emitter-in-2020/>. [Diakses Juli 2021]*
- British Petroleum. Statistical Review of World Energy 2020, 69th Edition. BP plc (2020).*
- Budanov, I. A. Economic Conditions for the Long-Term Development of Metallurgy in Russia. s.l.: Institute of Economic Forecasting, Russian Academy of Sciences, 2011.*
- Celzard, A., Fierro, V., Maréché, J. F. & Furdin, G. Advanced preparative strategies for activated carbons designed for the adsorptive storage of hydrogen. *Adsorpt. Sci. Technol.*25, 129–142 (2007).*
- Chemistry of Gold Extraction 2nd ed. Marsden, J., & House, C. s.l. : Littleton: SME, 2006.*
- Chinese Yuan Renminbi to US Dollar Conversion. Bank Code <https://bank-code.net/currency-converter/cny-to-usd-rate> (2021).*
- CHIYODA Corporation. Propylene and Its Derivatives. CHIYODA Corporation <https://www.chiyodacorp.com/en/service/chemistry/propylene/>. [Diakses Juli 2021]*
- Choo, C., Zhuo, A. J. & Chin, S. Dexin Steel Indonesia fires up second blast furnace at Morowali. S&P Global Platts <https://www.spglobal.com/platts/en/market-insights/latest-news/metals/020521-dexin-steel-indonesia-fires-up-second-blast-furnace-at-morowali>. [Diakses Juli 2021]*
- Coal (ICI 4) Indonesian Coal Index Futures Historical Prices. Investing <https://www.investing.com/commodities/coal-ici-4-indonesian-coal-index-f-futures-historical-data>. [Diakses Juli 2021]*

Coal Resources. South Africa Department of Mineral Resources and Energy
http://www.energy.gov.za/files/coal_frame.html. [Diakses Juli 2021]

Commodities Markets Outlook - Causes and Consequences of Metal Price Shocks. s.l. : World Bank Group, 2021.

Commodity Outlook: Nickel. Enterprises, Blast Mining. 2016.

Company Profile and Information of PT Prima Coal Chemical. Job Street
<https://www.jobstreet.co.id/en/companies/773844-pt-prima-coal-chemical>. [Diakses Juli 2021]

Data Perkembangan Realisasi Penanaman Modal. Kementerian Investasi / BKPM
<https://nswi.bkpm.go.id/integrator/dataumum/index.php?lang=ID>. [Diakses Juli 2021]

Data WIUP Terdaftar Juni 2020. 2020.

DBS Group Research. Nickel and Battery A Paradigm Shift. 2020.

DEN. Grand Strategi Energi Nasional. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
<https://www.den.go.id/index.php/dinamispage/index/909-pemutakhiran-pemetaan-potensi-krisis-energi-darurat-energi.html>. [Diakses Juli 2021]

Department for Environment, Food and Rural Affairs. A Review of National Resource Strategies and Research. London, UK : s.n., 2012.

Department of Industry Innovation and Science. National Resources Statement. Commonwealth of Australia (2019).

Development of Indonesia EV Battery Industry Ecosystem. Tjahyana, A. 2021.

Dewan Energi Nasional. Bauran energi nasional 2020. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2020).

Direktorat Jenderal Industri Logam, Mesin, Alat Transportasi dan Elektronika,. Strategi Pengembangan Industri Hilir Logam Berbasis Nikel di Indonesia. Jakarta : Webinar "Masa Depan Hilirisasi Nikel Indonesia", Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Data Izin Minerba Aktif. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Data produksi, sumber daya, cadangan, dan Kadar Perusahaan Pertambangan Emas dan Perak Indonesia. 2020.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Data Tenaga Kerja per Komoditas_2021. s.l. : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2021.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Focus Group Discussion: Rantai Suplai Bijih Nikel Domestik dan Harga Patokan Mineral. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2018.

Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Kebijakan pertambangan dan peta jalan pengolahan mineral. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2019.

Direktorat Pembinaan Program Minerba. Kebijakan Mineral dan Batubara Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2020).

Direktur Pembinaan Pengusahaan Batubara. Kondisi Terkini dan Tantangan Industri Pertambangan Batubara. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2020).

Ditjen Minerba. Harga Acuan. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
https://www.minerba.esdm.go.id/harga_acuan. [Diakses Juli 2021]

Ditjen Minerba. Relaksasi Ekspor Mineral dan Batubara 2021. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Ditjen Minerba. Rencana Umum Batubara Nasional. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Ditjen Minerba. Road Map Pengembangan dan Pemanfaatan Batubara (Grand Strategy Hilirisasi Batubara). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Dose, A. The Achilles' Heel of German Climate Policy. Renewable Energies Hamburg <https://www.erneuerbare-energien-hamburg.de/en/news/details/the-achilles-heel-of-german-climate-policy.html>. [Diakses Juli 2021]

EIA. Japan is the world's third-largest coal-importing country. U.S. Energy Information Administration <https://www.eia.gov/todayinenergy/detail.php?id=39853>. [Diakses Juli 2021]

Empat Smelter Nikel Akan Dukung Industri Mobil Listrik Domestik. <https://ekonomi.bisnis.com/read/20190902/44/1143639/empat-smelter-nikel-akan-dukung-industri-mobil-listrik-domestik>. [Diakses Juli 2021]

ET Bureau. Coal gasification will help steel makers to produce steel using swadeshi coal: Naveen Jindal. The Economic Times <https://economictimes.indiatimes.com/industry/indl-goods/svs/steel/coal-gasification-will-help-steel-makers-to-produce-steel-using-swadeshi-coal-naveen-jindal/articleshow/75778597.cms>. [Diakses Juli 2021]

Etalase Komoditas Bauksit Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta : s.n., 2020.

Etalase Minerba : Peluang Komoditas Timah Indonesia. s.l. : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020.

EV Comparisons. <https://thepowertrip.co.nz/assets/EVGuide/EV-comparisons.png>. [diakses Juli 2021]

Extract From the Draft of Energy Policy for Poland until 2040. Poland Ministry of Energy (2018).

Fast and Furious for Future. Rushdi, Muhammad, et al.

Fedorinova, Y. & Quinn, A. Putin Is Betting Coal Still Has a Future. Bloomberg Quint <https://www.bloomberquint.com/global-economics/russia-to-modernize-railroads-for-coal-exports>. [Diakses Juli 2021]

Fei, T. Coal transition in China. Options to move from coal cap to managed decline under an early emissions peaking scenario. IDDRI Clim. Strateg. (2018).

Four Companies Leading The Rise Of Lithium Battery Technology. <https://www.globalxetfs.com/four-companies-leading-the-rise-of-lithium-battery-technology/>. [diakses Juli 2021]

FPX Nickel Reports Potential To Achieve Production With Lowest Carbon Footprint In Global Nickel Industry. <https://www.juniorminingnetwork.com/junior-miner-news/press-releases/1622-tsx-venture/fpx/90919-fpx-nickel-reports-potential-to-achieve-production-with-lowest-carbon-footprint-in-global-nickel-industry.html>. [diakses Juli 2021]

Gasifikasi Batu Bara PTBA Jadi Proyek Strategis Nasional. <https://www.ptba.co.id/id/berita/detail/1305/gasifikasi-batu-bara-ptba-jadi-proyek-strategis-nasional>. [Diakses Juli 2021]

Ginting, Wilson. Nickel downstream industries at IMIP Morowali as implementation of the Law No. 4 / 2009 on the Minerals and Coal Mining. s.l. : Focus Group Discussion LPPM ITB Vol 2, 2021. Global Electric Vehicle Top 20 EV Sales Report. <https://cleantechnica.com/2021/02/04/global-electric-vehicle-top-20-ev-sales-report/>. [diakses Juli 2021]

Global Energy Perspective 2021. McKinsey and Company (2021).

Government, New Zealand. Responsibility Delivering Value: A Mineral and Petroleum Resource Strategy for Aotearoa New Zealand 2019-2029. s.l. : New Zealand Government, 2019.

Gräbner, M. Industrial Coal Gasification Technologies Covering Baseline and High-Ash Coal. Wiley-VCH (Wiley-VCH, 2015).

Grand Strategy Energi Nasional. Dewan Energi Nasional. 2020.

Harbor Intelligence. Tinplate Cost Production Service.

Hartono, Rudy. Manufacture-intermediate industry of Nickel-Containing alloy. Jakarta : Center for Mineral and Metal Industry Studies (CMMIS) Webinar Event: Beyond Battery - The Added Value Chain Of Indonesia Nickel Industry, 2021.

Hydro-pyro integration in the processing of nickel laterites. Oxley, A. and Barcza, N. 2013, Minerals Engineering, Vol. 54.

ICIS. Ethylene Production and Manufacturing Process. Independent Commodity Intelligence Services <https://www.icis.com/explore/resources/news/2007/11/05/9075778/ethylene-production-and-manufacturing-process/> (2010).

IEA. 100 MT Coal Gasification Target by 2030. International Energy Agency <https://www.iea.org/policies/12931-100-mt-coal-gasification-target-by-2030/>. [diakses Juli 2021]

IEA. Coal 2020. International Energy Agency <https://www.iea.org/reports/coal-2020/>. [diakses Juli 2021]

IEA. Oil, gas and coal reserves and resources in China. International Energy Agency <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/oil-gas-and-coal-reserves-and-resources-in-china/>. [diakses Juli 2021]

IEA. Unit converter and glossary. International Energy Agency <https://www.iea.org/reports/unit-converter-and-glossary#energy-units>. [diakses Juli 2021]

IEA. Coal Information: Overview and Statistical Report (2020 Edition). International Energy Agency <https://webstore.iea.org/download/direct/4032>. [diakses Juli 2021]

IISIA. Konsep Awal Arah Pengembangan Industri Besi-Baja Nasional. s.l. : The Indonesian Iron and Steel Industry Association, 2021.

IISIA. Neraca Komoditas Besi Baja Proyeksi Tahun 2025 untuk Estimasi Perhitungan Kebutuhan Iron Ore. s.l. : The Indonesian Iron and Steel Industry Association, 2021.

Improving Metal Returns and Eco-Efficiency in Electronics Recycling—A Holistic Approach for Interface Optimisation between Pre-Processing and Integrated Metals Smelting and Refining. Hagelüken, C. Scottsdale : In Proceedings of the IEEE International Symposium on Electronics and the Environment, 2006.

Indonesia Coal Price Index (ICI) - Specification . PT Coalindo Energy <https://coalindoenergy.com/arguscoalindo-indonesia-coal-index-report/indonesia-coal-price-index-ici-specification/>. [diakses Juli 2021]

International Tin Association. Tin for The Future. 2020.

Investing. Metallurgical Coke Futures Historical Prices. Investing <https://www.investing.com/commodities/metallurgical-coke-futures-historical-data>. [diakses Juli 2021]

Ivanova, N. China Turns Profit From Coal-to-liquid Fuels Production, May Expand Controversial Program. Circle of Blue <https://www.circleofblue.org/2011/asia/china-turns-profit-from-coal-to-liquid-fuels-production-may-expand-controversial-program/>. [diakses Juli 2021]

Kajian IISIA disampaikan kepada Kementerian ESDM – 14 Februari 2021. s.l. : The Indonesian Iron and Steel Industry Association, 2021.

Kajian Pemilihan Teknologi Peleburan Timah di Unit Metalurgi PT Timah Tbk. PT LAPI ITB.2017. Kawaragaki, M. Mitsubishi Power Flue Gas Desulfurization Technology (FGD). Mitsubishi Power, Ltd. (2021).

Kemenkomarves-KESDM-Kemenperin. Tabel Sinkronisasi Smelter. 2021.

Kemenperin. First Heating-up Ceremony of Coke Plant PT Krakatau-Posco. Kementerian Perindustrian <https://kemenperin.go.id/artikel/6444/First-Heating-up-Ceremony-of-Coke-Plant-PT-Krakatau-Posco>. [diakses Juli 2021]

Kemenperin. Data Ekspor-Impor Tahun 2020. s.l. : BPS, 2020.

Kementerian Keuangan. Laporan Keuangan Pemerintah Pusat Tahun 2020 (Audited). Kementerian Keuangan vol. 2020 (2021).

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. Visi Indonesia 2045. 2019.

Kementerian Perindustrian. Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015 - 2035.

Kementerian PPN / Bappenas. Indonesia 2045: Berdaulat, Maju, Adil, dan Makmur. Kementerian PPN / Bappenas [https://www.bappenas.go.id/files/Visi Indonesia 2045/Ringkasan Eksekutif Visi Indonesia 2045_Final.pdf](https://www.bappenas.go.id/files/Visi%20Indonesia%202045/Ringkasan%20Eksekutif%20Visi%20Indonesia%202045_Final.pdf). [diakses Juli 2021]

Kementerian PPN / Bappenas. Visi dan Arah Pembangunan Jangka Panjang (PJP) Tahun 2005-2025. Kementerian PPN / Bappenas.

Kementrian ESDM. Tenaga Kerja 2020. s.l. : Kementrian ESDM, 2020.

KESDM. Peluang Investasi Batubara Indonesia. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2020).

KESDM. REKAP DATA PPM PENGEMBANGAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT (PPM). Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

KESDM. Rencana Strategis Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral 2020-2024. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2020).

Ketkar, A. Coal Power Policies across the Globe: An Overview. ClimaTalk <https://climataalk.org/2021/08/03/coal-power-policies-across-the-globe/> (2021)

Kirsten Hund, Daniele La Porta, Thao P. Fabregas, Tim Laing, John Drexhage. Minerals for Climate Action: The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition. Washington : The World Bank, 2020.

KK Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, ITB. Kajian Teknologi Peningkatan Nilai Tambah Hasil Tambang Dalam Upaya Mendukung Pengembangan Industri Hilir Nasional. 2017.

Knoema. Copper Price Forecast: 2021, 2022, and Long Term to 2035. <https://knoema.com/prujshc/copper-price-forecast-2021-2022-and-long-term-to-2035?action=export&gadget=f443a6a8-194d-79aa-3304-1fd3d0cfb0e1>. [diakses Juli 2021]

Koesnohadi. Pengembangan Industri Pig Iron 500 ktpa Berbasis Ironsand di daerah Jogyakarta. 2020.

Korinek, J. and Kim, J. Export Restrictions on Strategic Raw Materials and Their Impact on Trade. Paris : OECD Publishing, 2010.

Krakatau Steel initiates first step of blast furnace plant. The Jakarta Post <https://www.thejakartapost.com/news/2017/09/04/krakatau-steel-initiates-first-step-of-blast-furnace-plant.html> (2017). [diakses Juli 2021]

- Kurmaev, R. & Malinin, V. *Energy 2021 | Russia. Global Legal Insight*
<https://www.globallegalinsights.com/practice-areas/energy-laws-and-regulations/russia> (2021).
[diakses Juli 2021]
- Laporan Tahunan 2017. s.l. : PT Pelat Timah Nusantara, Tbk. (Latinusa), 2017.
- Laporan Tahunan 2018. s.l. : PT Pelat Timah Nusantara, Tbk. (Latinusa), 2018.
- Laporan Tahunan 2019. s.l. : PT Pelat Timah Nusantara, Tbk. (Latinusa), 2019.
- Lithium-Ion Batteries: Basics and Applications*. Korthauer, R. s.l. : Springer-Verlag GmbH, 2019.
- Lu, Yuduo and Marco, Kung'unde G. *Gold Mining Investment Incentives in Tanzania: Current Issues and the Possible Remedies*. s.l. : *International Journal of Business Management*, Vol.5, No. 2, 2010.
- McSweeney, R. & Timperley, J. *The Carbon Brief Profile: South Africa. Carbon Brief*
<https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-south-africa> (2018). [diakses Juli 2021]
- Meilanova, D. R. *Dorong Nilai Tambah, Begini Perkembangan Hilirisasi Batu Bara. Ekonomi Bisnis*
<https://ekonomi.bisnis.com/read/20201119/44/1319681/dorong-nilai-tambah-begini-perkembangan-hilirisasi-batu-bara> (2020). [diakses Juli 2021]
- Methanol Institute. *Methanol Price and Supply/Demand. Methanol Market Services Asia*
<https://www.methanol.org/methanol-price-supply-demand/>. [diakses Juli 2021]
- Methanol to Olefins*. University of California Berkeley
<http://www.cchem.berkeley.edu/molsim/teaching/fall2009/mto/background.html>. [diakses Juli 2021]
- METI. *Japan's Energy Plan*. Japan Ministry of Economy, Trade and Industry
http://www.enecho.meti.go.jp/en/category/brochures/pdf/energy_plan_2015.pdf (2015). [diakses Juli 2021]
- MIND ID. *Hilirisasi Nikel Indonesia BUMN Pertambangan*. s.l. : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral - Webinar "Masa Depan Hilirisasi Nikel Indonesia", 2020.
- MIND ID. *Rencana Pengembangan Industri Logam Tanah Jarang*. 2020.
- Mineral commodity summaries*. s.l. : U.S. Geological Survey, <https://doi.org/10.3133/mcs2020>, 2000.
[diakses Juli 2021]
- Mineral commodity summaries*. s.l. : U.S. Geological Survey, <https://doi.org/10.3133/70194932>, 2018.
[diakses Juli 2021]
- Mineral commodity summaries*. s.l. : U.S. Geological Survey, <https://doi.org/10.3133/70202434>, 2019. [diakses Juli 2021]
- Mineral commodity summaries*. s.l. : U.S. Geological Survey, <https://doi.org/10.3133/70180197>, 2017.
[diakses Juli 2021]
- MODI. *Realisasi Produksi & Penjualan Batubara*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
<https://modi.esdm.go.id/produksi-batubara> (2021). [diakses Juli 2021]
- Mulyana, R. N. *Menteri ESDM paparkan proyek-proyek hilirisasi batubara, ini daftarnya*. Kontan
<https://industri.kontan.co.id/news/menteri-esdm-paparkan-proyek-proyek-hilirisasi-batubara-ini-daftarnya> (2020).
- Mysteel. *Dexin Steel ignites 1st blast furnace in Indonesia*. Mysteel Global
<https://www.mysteel.net/article/5013716-0502/Dexin-Steel-ignites-1st-blast-furnace-in-Indonesia.html> (2020).

N. Voermann et al. *Developments in furnace technology for ferronickel production*. 2004.
NETL. *Post-Combustion CO₂ Capture*. U.S. Department of Energy
<https://www.netl.doe.gov/coal/carbon-capture/post-combustion>. [diakses Juli 2021]

Newcastle Coal Futures Historical Prices. Investing
<https://www.investing.com/commodities/newcastle-coal-futures-historical-data>. [diakses Juli 2021]

Nickel Indonesia. <http://www.vale.com/indonesia/EN/business/mining/nickel/nickel-indonesia/Pages/default.aspx>. [diakses Juli 2021]

Nickel Supply Energized by Electric Vehicles.
<https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/news-insights/research/nickel-supply-energized-by-electric-vehicles>. [diakses Juli 2021]

Office of Fossil Energy. 2018–2022 Strategic Vision. U.S. Department of Energy (2018).
Pasar Jabodetabek Serap 60 Persen Briket Super Produksi Briket Tanjung Enim.
<https://www.ptba.co.id/id/berita/detail/590/pasar-jabodetabek-serap-60-persen-briket-super-produksi-briket-tanjung-enim>. [diakses Juli 2021]

Peh, G. *Proposed DME Project in Indonesia (D)oes Not (M)ake (E)conomic Sense*. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (2020).

Peraturan Menteri LHK Nomor 10 Tahun 2020 Alternatif Solusi KLHK Untuk Pengelolaan Limbah B3 Spent Bleaching Earth. <http://dlhk.acehprov.go.id/2020/07/peraturan-menteri-lhk-nomor-10-tahun-2020-alternatif-solusi-klhk-untuk-pengelolaan-limbah-b3-spent-bleaching-earth/>. [Diakses Juli 2021]

Perhapi. *Land Conflicts and Cadastral Licensing Issues in Mining*.

Perkembangan Ekspor Komoditi Ke Negara Tertentu.
https://kemenperin.go.id/statistik/query_komoditi.php?komoditi=activated+carbon&negara=&jenis=&action=Tampilkan. [diakses Juli 2021]

Perkembangan Pembangunan Fasilitas Pemurnian Mineral. Direktorat Jenderal Mineral dan Batubara. Bandung : s.n., 2021.

PIB Delhi. *India aims to achieve 100 MT coal gasification target by 2030: Pralhad Joshi Concession of 20% provided on revenue share of coal used for gasification Coal Ministry organises webinar on Coal Gasification and Liquefaction*. India Ministry of Coal (2020).

POWER. *China Closing Down Small Coal-Fired Plants*. POWER
<https://www.powermag.com/china-closing-down-small-coal-fired-plants/>. [diakses Juli 2021]

Prastaav. *COAL MINING IN INDIA: THE POLICY OUTLOOK*. Prastaav
<https://www.prastaav.org/articles/coal-mining-in-india-the-policy-outlook/>. [diakses Juli 2021]

President, Executive Office of the. A Federal Strategy to Ensure Secure and Reliable Supplies of Critical Minerals. United States Government : s.n., 2017.

Pribadi, A. *Cadangan Minyak Indonesia Tersedia untuk 9,5 Tahun dan Cadangan Gas 19,9 Tahun*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Primary Tin Ore Processing: Batubesi Tin Project. Simangunsong, Sofian. s.l. : PT Timah Tbk., 2021.

Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Sulawesi Tengah Menurut Lapangan Usaha 2016-2020. s.l. : Badan Pusat Statistik, 2021.

Proyek Gasifikasi Batu Bara Guna Pangkas Impor LPG, Kembangkan Green Economy, dan Bawa Investasi ke Indonesia. PT Bukit Asam Tbk (2021).

Proyek smelter Freeport di Gresik mencapai 7%. Kontan. [Online] Kontan, July 16, 2021. <https://industri.kontan.co.id/news/proyek-smelter-freeport-di-gresik-mencapai-7>. [diakses Juli 2021]

PT Antam Tbk. UBPP Logam Mulia. Rencana Kerja dan Anggaran Biaya (RKAB). 2021.

PT Bukit Asam Bangun Tiga Pabrik Briket. TEMPO.CO <https://bisnis.tempo.co/read/70488/pt-bukit-asam-bangun-tiga-pabrik-briket> (2005). [diakses Juli 2021]

PT Halmahera Persada Lygend. Peluang dan Tantangan Pembangunan Pabrik Hidrometalurgi(HPAL) Nikel. Jakarta : Webinar "Masa Depan Hilirisasi Nikel Indonesia", KESDM, 2020.

PT IMIP Pekerjaan 2000 TKA Dan 31 Ribu Tenaga Kerja Lokal. <https://kumparan.com/palupos/p/imip-pekerjaan-2-000-ribu-tka-dan-31-ribu-tenaga-kerja-lokal-1qrnuoXrzZp/full>. [Diakses Juli 2021]

PT Indonesia Asahan Aluminium (Persero). Laporan Tahunan 2019. 2019.

PT Latinusa Tbk. Laporan Tahunan 2016. s.l. : PT Pelat Timah Nusantara, Tbk. (Latinusa), 2016.

PT Latinusa Tbk. Laporan Tahunan 2020. s.l. : PT Pelat Timah Nusantara, Tbk. (Latinusa), 2020.

PT Monokem Surya & PSTA-Batan. Konsep Integrasi Pengolahan Sumber Daya Mineral Lokal yang mengandung Zirkon, Monasit, Senotim, Ilmenit. 2016.

PT Timah Tbk. Company Update 1st Quarter 2020. 2020.

PT. Timah Tbk. Laporan Tahunan Terintegrasi 2020. s.l. : PT. Timah Tbk, 2020.

Pusat Komunikasi Publik. Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035. Kementerian Perindustrian (2015).

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2020. Bandung : Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021.

Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi. Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2020. Bandung : Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2021.

Realisasi PPM 2020 Tw 4 Upd 250421. s.l. : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, 2021.

Rencana dan Target Penerimaan PNPB 2015-2020. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (2021).

Rencana Strategis 2020-2024. Batubara, Direktorat Jenderal Mineral dan. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

Reuters. India to replace coal fired power plants with renewables - minister. <https://www.reuters.com/article/india-power-idUSKBN26R2EC> (2020). [diakses Juli 2021]

Ringkasan Eksekutif Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024: Indonesia Berpenghasilan Menengah-Tinggi yang Sejahtera, Adil, dan Berkesinambungan. (2020).

S&P Global Platts. Specifications Guide: Global Coal. S&P Global Platts (2020).

Schleisibger, M. E. Extractive Metallurgy of Copper. s.l. : Pergamon, 2011.

Schlesinger, M. E. Aluminum Recycling. s.l. : CRC Press, 2017.

Semangat Hilirisasi, PTBA Tandatangani HoA Produksi Karbon Aktif. <https://www.ptba.co.id/id/berita/detail/1312/semangat-hilirisasi-ptba-tandatangani-hoa-produksi-karbon-aktif> (2021). [diakses Juli 2021]

Shofihara, I. J. *Berpotensi Jadi Nomor Satu Dunia, Kementan Genjot Ekspor Arang Kelapa*. <https://money.kompas.com/read/2020/04/10/130839226/berpotensi-jadi-nomor-satu-dunia-kementan-genjot-ekspor-arang-kelapa?page=all>. [diakses Juli 2021]

Silver Supply Demand. <https://www.sbcgold.com/blog/silver-supply-demand/>. [diakses Juli 2021]
Simanjuntak, Riki Vernandes. *Metode Penambangan Bawah Air*. 2020.

Sosialisasi implementasi peraturan menteri esdm nomor 11 tahun 2020. Jakarta : Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2020.

Speight, J. G. *Handbook of Coal Analysis*. John Wiley & Sons, Inc. (2015).

Speight, J. G. *The Chemistry and Technology of Coal*. CRC Press (2012). doi:10.1201/b12497.

Sweden, Government Offices of. *Sweden's Minerals Strategy for Sustainable Use of Sweden's Mineral Resources that Creates Growth Throughout The Country*. s.l. : Swedish Ministry of Enterprise, Energy and Communications, 2013.

The German Federal Government. *Climate Action Plan 2050*. Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB), 2016.

The Silver Institute. *World Silver Survey 30th Edition*. 2020.

Thomas Parker. *Coalite, a School, and a Plaque*. University of Wolverhampton, 2008.

Timperley, J. *The Carbon Brief Profile: Australia*. Carbon Brief, 2019.

Tin Sustainability Information. BGR. s.l. : Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, 2020.

Tjahjana, Agus. *Rencana Pengembangan Ekosistem Industri Baterai KBL Terintegrasi BUMN*. s.l. : MIND ID, 2020. *Tracing the global tin flow network: highly concentrated production and consumption*. Haodong Li, Wenqing Qin, Jinhui Li, Zuyuan Tian, Fen Jiao, Congren Yang. s.l. : Resources, Conservation & Recycling, 2021, Vol. 169.

Transisi Energi. Ekspor Batubara Indonesia Berdasarkan Negara Tujuan. *Transisi Energi* https://transisienergi.id/data_input/ekspor-batubara-indonesia-berdasarkan-negara-tujuan/. [diakses Juli 2021]

U.S. Geological Survey. *Mineral commodity summaries*. s.l. : U.S. Geological Survey, <https://doi.org/10.3133/mcs2021>, 2021. [diakses Juli 2021]

Wang, T. *An Overview of IGCC System*. in Woodhead Publishing (eds. Wang, T. & Stiegel, G.) 1–80 (2017).

Wheeldon, J. M. & Phillips, J. N. *An economic and engineering analysis of a 700oC advanced ultra-supercritical pulverized coal power plant*. in *Ultra-supercritical coal power plants: Materials, technologies and optimisation* (ed. Zhang, D.) 229–243 (Woodhead Publishing, 2013).

World Bank Group. *Grand Strategy Energy*. s.l. : World Bank Group, 2020.

World Bank Report. *Commodity Markets Outlook: Causes and Consequences of Metal Price Shocks*. s.l. : World Bank Group, 2021.

World Gold Council. *Gold Demand Trend Statistic*. 2020.

Zulfiadi Zulhan, Gina Levina, Taufiq Hidayat. *Studi ekstraksi logam magnesium dan ferroalloy dari slag feronikel*. 2019.

Biro Advokasi Perdagangan 2021.

