

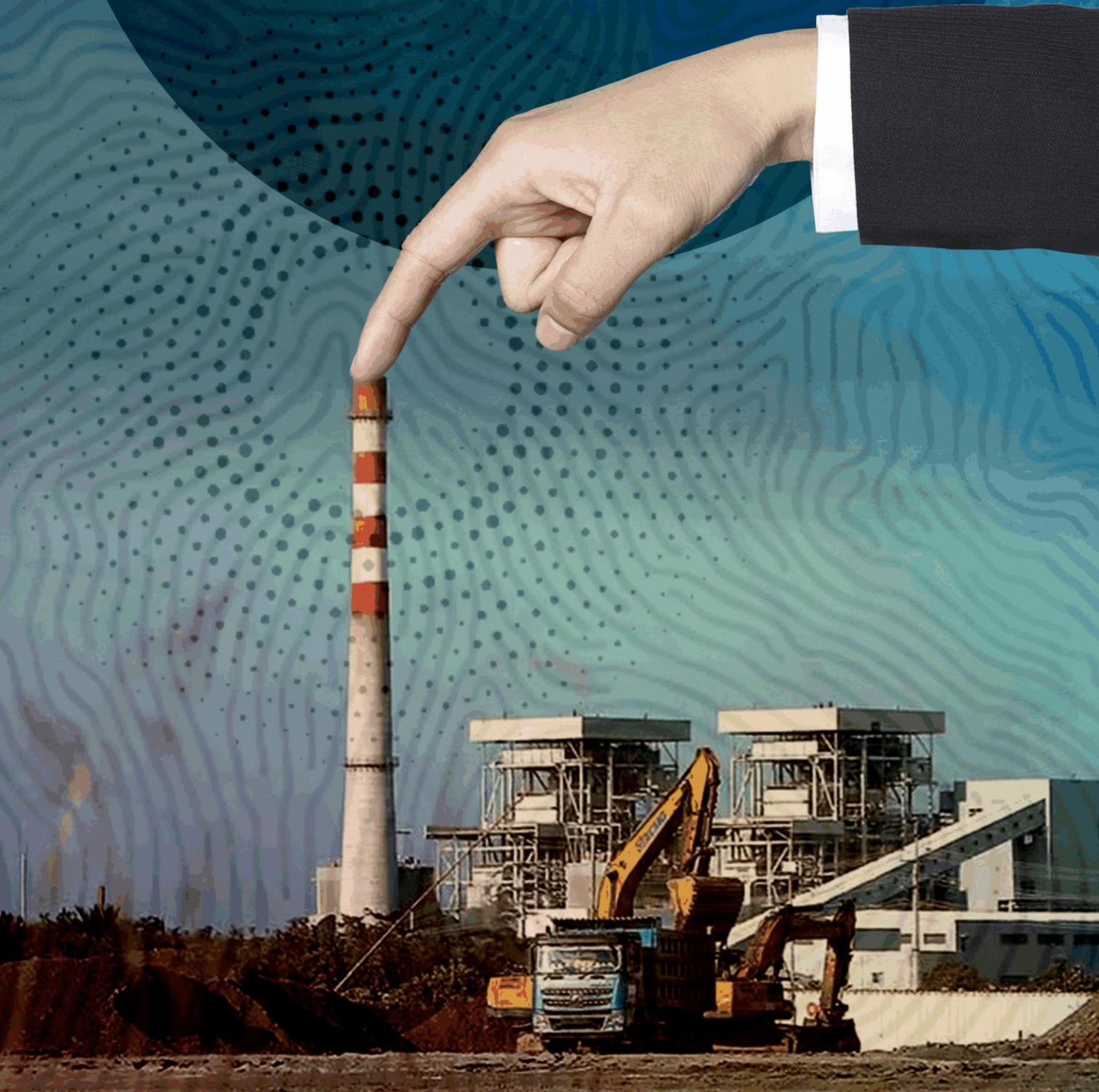


**ROSA  
LUXEMBURG  
STIFTUNG**



# Dari *Captive* ke *Grid Hijau*

Peran Industri Nikel dalam Dekarbonisasi  
Sistem Kelistrikan Sulawesi



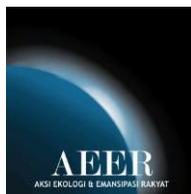


# Dari *Captive* ke *Grid Hijau*:

Peran Industri Nikel  
dalam Dekarbonisasi  
Sistem Kelistrikan Sulawesi

Oleh:  
**Riski Saputra**  
**Timotius Rafael**

Diterbitkan atas kerjasama:



**Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER)**  
dengan dukungan Rosa-Luxemburg-Stiftung

2025

**Dari Captive ke Grid Hijau:  
Peran Industri Nikel dalam Dekarbonisasi Sistem Kelistrikan Sulawesi**

Ukuran : 17x23,8 cm, Halaman : ix + 42

Penulis : Riski Saputra  
Timotius Rafael

Penanggung Jawab : Pius Ginting

Desain & Tata Letak : Taqi

Diterbitkan oleh : Perkumpulan Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER) dengan dukungan Rosa-Luxemburg-Stiftung

[www.rosalux.de](http://www.rosalux.de)

Buku ini disponsori oleh Rosa Luxemburg Siftung (RLS) dengan dana dari Kementerian Federal Kerja Sama Ekonomi dan Pembangunan Republik Federasi Jerman. Buku ini adalah bagian yang dapat digunakan oleh orang lain tanpa biaya sepanjang dicantumkan referensi yang layak kepada dokumen aslinya.

AEER bertanggung jawab penuh atas si buku ini, dan isi buku ini tidak mencerminkan posisi RLS.



**Tentang Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER)**

AEER adalah sebuah organisasi lingkungan di Indonesia yang didirikan pada tahun 2017, yang berdedikasi untuk menangani masalah keadilan ekologi dan sosial, terutama yang diperburuk oleh praktik industri yang tidak berkelanjutan. Misi AEER adalah penyelamatan komunitas yang terdampak oleh kerusakan lingkungan dan mendorong kebijakan yang mendukung keberlanjutan. Organisasi ini secara aktif berkampanye untuk mengurangi ketergantungan negara pada bahan bakar fosil, terutama batubara, sambil mendorong transisi ke alternatif energi rendah karbon. Komitmen ini tercermin dalam target mereka untuk membantu mengurangi emisi karbon Indonesia sebesar 446 juta ton CO<sub>2</sub> di sektor energi pada tahun 2060.

Organisasi ini bekerja sama dengan mitra lokal dan internasional, termasuk kelompok masyarakat, badan pemerintah, dan NGO lainnya, untuk melakukan penelitian dan kampanye advokasi. Kegiatan AEER sangat penting dalam konteks pertumbuhan industri nikel di Indonesia, yang meskipun berperan penting dalam transisi global menuju kendaraan listrik, juga menimbulkan tantangan lingkungan dan sosial yang signifikan. Dengan meningkatkan kesadaran, menghasilkan laporan penelitian terperinci, dan terlibat dalam dialog kebijakan, AEER berupaya untuk mengurangi dampak negatif dari pertambangan dan aktivitas industri lainnya. Organisasi ini juga menekankan pentingnya konservasi keanekaragaman hayati dan perlindungan ekosistem penting, dengan bekerja untuk memastikan bahwa pembangunan ekonomi tidak mengorbankan integritas lingkungan.

<b>PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>BAB I</b>	
<b>Sulawesi Sebagai Sentra Produksi Nikel Dunia</b> .....	3
A. Kapasitas Produksi Smelter, Sumber Energi .....	3
Sumber Energi Industri Nikel: Dominasi PLTU Captive dan Konsekuensinya .....	4
B. Situasi Pertambangan .....	6
Cadangan Nikel: Total Nasional dan Dominasi Cadangan di Pulau Sulawesi .....	6
Target Produksi Pertambangan Nikel Nasional dan Kontribusi Sulawesi .....	7
Keberlanjutan Cadangan dan Sistem RKAB .....	8
<b>BAB II</b>	
<b>Interkoneksi Jaringan Sulawesi dengan EBT sebagai Kunci Dekarbonisasi Industri Nikel</b> .....	11
Rencana Transmisi Areal Nikel atas tingginya permintaan Kawasan Industri Baru .....	14
Peran Industri Nikel dan PLN sebagai Penggerak Utama Dekarbonisasi Nikel .....	18
Dukungan Pemerintah melalui Penambahan Kuota EBT di Sulawesi .....	19
Rencana Pengembangan Kapasitas Pembangkitan (2025-2034): Skenario RE Base vs. ARED .....	20
Skenario RUPTL Masih Belum Memuat Rencana Penghentian PLTU batubara Captive di Kawasan Industri Nikel Sulawesi .....	21

<b>BAB III</b>	
<b>Pembatasan Produksi Nikel dalam Dekarbonisasi Industri Nikel</b> .....	23
Membaca Ulang Potensi Energi Terbarukan di Pulau Sulawesi .....	23
A. Skenario BAU pada Penambangan dan Produksi Industri Nikel .....	27
Perbaikan Rencana Produksi Pertambangan .....	30
B. Skenario Dekarbonisasi Berbasis Produksi Terbatas .....	32
Penyesuaian Kapasitas Smelter dan Produksi Pertambangan .....	34
Kebutuhan Energi dan Implementasinya .....	35
<b>KESIMPULAN &amp; REKOMENDASI</b> .....	37
Kesimpulan .....	37
Rekomendasi .....	38
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	41

Sulawesi memiliki posisi yang sangat strategis dalam peta industri nikel global. Lebih dari 60% cadangan nikel Indonesia berada di pulau ini, menjadikannya pusat pertumbuhan kawasan industri smelter yang masif dalam satu dekade terakhir. Namun, perkembangan ini membawa tantangan besar terhadap agenda transisi energi dan dekarbonisasi nasional.

Salah satu masalah utama adalah ketergantungan industri nikel pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) *captive* berbahan bakar batubara. Kapasitas PLTU *captive* di Sulawesi mencapai lebih dari 8,7 GW dan menyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sekitar 68 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2024, atau 12,3% dari total emisi nasional. Kondisi ini bertolak belakang dengan komitmen Indonesia untuk mencapai puncak emisi energi pada 2035 dan Net Zero Emission (NZE) pada 2060.

Indonesia tidak dapat mengklaim diri sebagai motor transisi energi global sambil membiarkan produksi nikel berbasis energi kotor batubara. Berdasarkan RUKN, potensi energi terbarukan di Sulawesi mencapai 250 GWp, sehingga jalan keluar dari ketergantungan terhadap PLTU *Captive* terbuka lebar. Meski Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) belum sepenuhnya mengakomodasi potensi tersebut untuk menggantikan PLTU *captive*, tetapi dokumen operasional ini telah merencanakan integrasi jaringan Sulbagsel-Sulbagut yang menjadi prasyarat dalam dekarbonisasi kelistrikan kawasan industri.

Berdasarkan perhitungan kami, PLTU *Captive* dapat dihentikan sepenuhnya pada tahun 2034. Untuk mencapai tujuan ini, perlu langkah strategis antara lain pembatasan produksi nikel dan perbaikan tata kelola produksi tambang agar cadangan mineral strategis ini tidak habis sebelum waktunya, sekaligus mencegah munculnya *stranded asset* infrastruktur pembangkit energi terbarukan yang kehilangan industri penggunaannya karena cepatnya cadangan menyusut karena produksi tinggi; mengurangi dominasi teknologi RKEF yang intensif energi dan membatasi pertumbuhan teknologi HPAL yang relevan dengan kebutuhan baterai listrik digantikan dengan proses yang lebih rendah intensitas energinya seperti *bioleaching*; dan melindungi hutan primer di wilayah cadangan nikel.

Upaya dekarbonisasi industri nikel di Sulawesi tidak dapat hanya mengandalkan pemerintah atau PLN semata, melainkan membutuhkan kolaborasi dari pelaku industri nikel. Perusahaan nikel sebagai konsumen energi terbesar perlu menjadi mitra strategis dalam investasi pembangkit EBT dan jaringan transmisi, baik melalui skema *corporate power purchase agreement (PPA)*, ataupun *joint venture*.



Pemerintah pusat dan daerah berperan memastikan regulasi yang kondusif, mengefektifkan perizinan, serta insentif fiskal bagi energi bersih, sementara lembaga keuangan dan investor internasional dapat mendukung pendanaan hijau yang berkelanjutan. Dengan sinergi ini, pembangunan pembangkit dan transmisi EBT di Sulawesi dapat berjalan lebih cepat, menghentikan ketergantungan pada PLTU *captive*, sekaligus memperkuat daya saing nikel Indonesia di pasar global.

Pius Ginting  
Koordinator AEER

**S**ulawesi menempati posisi sentral dalam rantai pasok nikel dunia, dengan estimasi 36% pertambangan dan 26,5% kapasitas produksi nikel global. Dari total cadangan nikel Indonesia yang mencapai 5,1 miliar WMT (*wet metric ton*), lebih dari 60% berada di pulau ini. Keunggulan cadangan ini mendorong pertumbuhan kawasan industri pengolahan nikel yang masif, terutama di Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Selatan.

Dalam satu dekade terakhir, kawasan-kawasan seperti Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP), Virtue Dragon Industrial Park (VDIP), Stardust Estate Investment (SEI), dan Indonesia Huabao Industrial Park (IHIP) tumbuh menjadi simpul produksi nikel global. Pertumbuhan pesat ini didorong oleh kebijakan hilirisasi yang mewajibkan pengolahan bijih di dalam negeri, serta permintaan global yang meningkat akibat transisi energi dan produksi baterai kendaraan listrik.

Namun, terdapat persoalan mendasar yang berpotensi melemahkan narasi keberlanjutan yang selama ini dibunyikan pemerintah. Hampir seluruh smelter di Sulawesi beroperasi dengan pasokan listrik dari pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) *captive* berbahan bakar batubara. Sumber daya batubara yang murah dan pasokan listrik stabil menjadi alasan utama industri menggunakan PLTU *captive*. PLTU *captive* adalah pembangkit listrik tenaga uap yang berbahan bakar batubara yang dibangun untuk kepentingan industri di suatu areal yang intensif energi dan emisi. Akibatnya, Sulawesi bukan hanya produsen nikel terbesar, tetapi juga menjadi salah satu episentrum emisi karbon di Indonesia.

### A. Kapasitas Produksi Smelter, Sumber Energi

Industri nikel di Indonesia saat ini didominasi oleh dua teknologi pengolahan utama: *High Pressure Acid Leaching* (HPAL) dan *Rotary Kiln-Electric Furnace* (RKEF). HPAL digunakan untuk mengolah bijih nikel limonit, yang memiliki kadar rendah, menjadi produk bernilai tambah seperti *Mixed Hydroxide Precipitate* (MHP) atau nikel sulfat. Produk ini umumnya digunakan sebagai bahan baku untuk baterai kendaraan listrik. Sebaliknya, teknologi RKEF mengolah bijih nikel saprolit, yang memiliki kadar tinggi, menjadi feronikel atau *nikel pig iron* (NPI), bahan baku esensial untuk produksi baja nirkarat. Selain kedua teknologi ini, terdapat juga fasilitas *Matte Converter* yang merupakan lanjutan dari proses RKEF untuk menghasilkan nikel *matte*.

Secara nasional, kapasitas produksi nikel (Ni-eq) dari teknologi HPAL mencapai 179 ribu ton per tahun. Kapasitas RKEF jauh lebih besar, yaitu 1,693 juta ton Ni-eq per tahun, menunjukkan dominasi teknologi ini dalam produksi nikel Indonesia. Tambahan 101 ribu ton Ni-eq berasal dari fasilitas *Matte Converter*.

Di Sulawesi, kapasitas produksi HPAL adalah 85 ribu ton Ni-eq, dan RKEF sebesar 1,054 juta ton Ni-eq. Sulawesi juga menyumbang penuh kapasitas *Matte Converter* nasional sebesar 101 ribu ton Ni-eq. Angka-angka ini menegaskan bahwa Sulawesi adalah pusat produksi nikel utama di Indonesia, mengkonsolidasikan sebagian besar aktivitas pengolahan nikel di tanah air.

**Tabel 1. Kapasitas Produksi Nikel Indonesia**

Teknologi	Kapasitas Nasional (ribu ton Ni-eq/tahun)	Kapasitas Sulawesi (ribu ton Ni-eq/tahun)
HPAL	179	85
RKEF	1.693	1.054
<i>Matte Conv.</i>	101	101
<b>Total</b>	<b>1.973</b>	<b>1.240</b>

*Sumber: Bappenas & WRI (2025)*

### Sumber Energi Industri Nikel: Dominasi PLTU *Captive* dan Konsekuensinya

Industri pengolahan nikel merupakan sektor yang sangat intensif energi. Dalam proses produksi, smelter RKEF memerlukan sekitar 30-50 MWh (Megawatt-hour) untuk menghasilkan 1 ton ni-eq, sementara smelter HPAL membutuhkan energi sebesar 15,58 MWh / ton Ni-eq. Perhitungan di laporan ini hanya terbatas pada sumber energi listrik, padahal industri nikel juga menggunakan batubara sebagai reduktan bijih nikel dalam proses pengolahannya, tidak hanya sebagai bahan bakar PLTU *captive* semata.

Kawasan industri di Sulawesi Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP) di Sulawesi Tengah, misalnya, memiliki kapasitas terpasang 4.800 MVA. Indonesia Huabao Industrial Park (IHIP) memiliki 412 MVA, Gunbuster Nickel Industry (PT. GNI) - Sulawesi Estate Investment (SEI) dengan 1.115 MVA, dan Virtue Dragon Nickel Industry - Obsidian Stainless Steel (OSS) di Sulawesi Tenggara dengan 2.370 MVA. Total kapasitas ini mencapai 8.702 MVA, yang sepenuhnya didominasi oleh PLTU batubara. Energi ini digunakan untuk berbagai tahapan proses, mulai dari pengolahan bijih, operasional pabrik, kantor, hingga sarana pendukung. Diketahui bahwa MVA adalah kapasitas total daya yang tersedia, sedangkan MW adalah daya yang digunakan.

**Tabel 2.** Kapasitas PLTU *Captive* Kawasan Industri Nikel di Sulawesi

Kawasan Industri / Perusahaan	Lokasi (Provinsi)	Kapasitas Terpasang (MVA)
Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP)	Sulawesi Tengah	4.800
Indonesia Huabao Industrial Park (IHIP)	Sulawesi Tengah	412
Gunbuster Nickel Industry (PT. GNI) - Sulawesi Estate Investment (SEI)	Sulawesi Tengah	1.115
Virtue Dragon Nickel Industry - Obsidian Stainless Steel (OSS)	Sulawesi Tenggara	2.370
<b>Total</b>	–	<b>8.702</b>

Sumber Data: Global Energy Monitor (2024)

Penggunaan PLTU batubara membuat kawasan industri nikel di Sulawesi tidak hanya memproduksi produk nikel olahan, tetapi di saat yang sama menghasilkan polusi dan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi.

PLTU *Captive* nikel di Sulawesi menghasilkan emisi total sekitar 68 juta ton CO<sub>2</sub> setara 57% dari total emisi pembangkit *captive* nasional sebesar 119 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2024 (ESDM, 2025; Bappenas, 2025). Bila dibandingkan dengan total emisi GRK nasional sebesar 880 juta ton CO<sub>2</sub>, industri nikel Sulawesi menyumbang 12,3% emisi. Sementara kontribusi Pulau Sulawesi terhadap PDRB nasional pada tahun 2023 hanya 7,1%, menandakan ketimpangan yang signifikan antara beban ekologis dan kontribusi ekonomi. Dominasi PLTU *captive* untuk industri nikel tidak hanya memperburuk krisis iklim, tetapi juga memperdalam ketidakadilan regional, di mana wilayah dengan kontribusi ekonomi relatif kecil harus menanggung kerusakan ekologis dan kesehatan masyarakat yang besar. Hal ini juga mengonfirmasi bahwa model pembangunan berbasis ekstraksi dan energi fosil tidak sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan maupun keadilan iklim.

Produksi emisi yang tinggi ini menjadikan industri nikel di Sulawesi sebagai wilayah prioritas dalam agenda dekarbonisasi sektor nikel nasional.

Berdasarkan proses pada teknologi pengolahannya, setiap ton nikel yang dihasilkan dari smelter RKEF akan menghasilkan emisi sekitar 58,09 CO<sub>2</sub>-eq yang bersumber konsumsi listrik dari PLTU *Captive*. Sedangkan teknologi HPAL, menghasilkan sekitar 5,40 CO<sub>2</sub>-eq untuk setiap ton (Ni-eq).

Ketergantungan pada PLTU batubara tentu bertentangan dengan komitmen Indonesia untuk mencapai puncak emisi energi pada tahun 2035 dan target *Net Zero Emission* (NZE) 2060, berpotensi memperlama tahun puncak emisi. Oleh karena itu, setiap strategi dekarbonisasi yang efektif harus secara langsung *mengeliminasi* ketergantungan pada PLTU *captive*. Tanpa penutupan PLTU *captive*, target dekarbonisasi industri nikel di Sulawesi akan sulit tercapai.

## B. Situasi Pertambangan

### Cadangan Nikel: Total Nasional dan Dominasi Cadangan di Pulau Sulawesi

Indonesia memiliki cadangan nikel yang melimpah, dengan total sekitar 5,1 miliar WMT (*wet metric ton*) atau tonase bijih yang menyatakan kondisi basah (ESDM, 2022). Dari jumlah ini, Pulau Sulawesi merupakan penyimpan cadangan terbesar, menyumbang 61% atau sekitar 3,1 miliar WMT dari total cadangan nasional. Dominasi ini mempertegas Sulawesi sebagai tulang punggung pasokan bahan baku nikel bagi kawasan industri nikel di Indonesia.

Di dalam Pulau Sulawesi, cadangan nikel tidak tersebar merata. Sulawesi Tenggara memiliki cadangan terbesar, mencapai 1,7 miliar WMT. Ini diikuti oleh Sulawesi Tengah dengan 0,8 miliar WMT, dan Sulawesi Selatan dengan 0,6 miliar WMT. Konsentrasi cadangan di provinsi-provinsi ini secara langsung berkaitan dengan lokasi industri nikel utama yang telah beroperasi dan direncanakan akan terus bertambah.

Saat ini, terdapat 369 IUP (Izin Usaha Pertambangan) nikel secara nasional. Dari jumlah tersebut, mayoritas (85% atau 313 IUP) berada di Pulau Sulawesi. Sulawesi Tenggara memimpin dengan 172 IUP, diikuti Sulawesi Tengah dengan 130 IUP, dan Sulawesi Selatan dengan 11 IUP. Selain itu, dari total 3 IUPK (Izin Usaha Pertambangan Khusus) nikel nasional, ketiganya berlokasi di Sulawesi. Ratusan konsesi pertambangan ini mencakup luasan signifikan. Secara nasional, total luasan konsesi mencapai 1,17 juta hektar, dengan 673,9 ribu hektare di antaranya berada di Pulau Sulawesi.

Sumber Foto : komiu.id

## Target Produksi Pertambangan Nikel Nasional dan Kontribusi Sulawesi

Rencana Kerja dan Anggaran Biaya (RKAB) adalah dokumen perencanaan produksi tahunan bagi perusahaan pertambangan. Untuk tahun 2024, target produksi ore nikel nasional berdasarkan RKAB yang disetujui mencapai 221 juta WMT. Pulau Sulawesi diproyeksikan menyumbang porsi terbesar dari target ini, yaitu 153,3 juta WMT, atau sekitar 69% dari total RKAB nasional. Sebaran kontribusi provinsi di Sulawesi adalah Sulawesi Tenggara (92,9 juta WMT), Sulawesi Tengah (42,7 juta WMT), dan Sulawesi Selatan (17,7 juta WMT).

**Tabel 3.** Cadangan Nikel, Jumlah IUP/IUPK, Luas Konsesi, dan RKAB di Sulawesi per Provinsi (2024)

Provinsi	Cadangan Nikel (miliar WMT)	Jumlah IUP	Jumlah IUPK	Luas Konsesi (ribu Ha)	RKAB 2024 (juta WMT)
Sulawesi Tenggara	1,7	172	2	272,8	92,9
Sulawesi Tengah	0,8	130	1	361,2	42,7
Sulawesi Selatan	0,6	11	0	39,9	17,7
<b>Total Sulawesi</b>	<b>3,1</b>	<b>313</b>	<b>3</b>	<b>673,9</b>	<b>153,3</b>
<b>Total Nasional</b>	<b>5,1</b>	<b>369</b>	<b>3</b>	<b>1.170</b>	<b>221</b>

*Sumber: Diolah dari data Bappenas & WRI (2025)*

Data di atas memberikan gambaran mengenai lanskap pertambangan nikel di Sulawesi, menunjukkan skala sumber daya dan aktivitas yang berlangsung. Data ini juga menjadi dasar kuantitatif untuk analisis kritis mengenai penipisan cadangan dan pentingnya tata produksi yang lebih baik.

Sumber Foto : Dimas Ardian - Bloomberg



## Keberlanjutan Cadangan dan Sistem RKAB

Meskipun Indonesia memiliki cadangan nikel yang besar, laju penambangan saat ini menimbulkan kekhawatiran serius terhadap keberlanjutan. Dengan asumsi tidak ada penemuan cadangan baru dan RKAB diasumsikan statis, nikel Indonesia diprediksi akan habis sebelum 2060 atau saat NZE direncanakan tercapai.

**Tabel 4.** Data RKAB dan Estimasi Umur Tambang Nikel

Provinsi	Cadangan (miliar WMT)	RKAB (juta WMT)	Umur (tahun)
Sulawesi Tenggara	1,7	92,9	18
Sulawesi Tengah	0,8	42,7	19
Papua Barat	0,1	4,3	23
Maluku Utara	1,9	63,4	30
Sulawesi Selatan	0,6	17,7	34
<b>Nasional</b>	<b>5,1</b>	<b>221,00</b>	<b>23</b>

Sumber: Diolah dari data Bappenas & WRI (2025)



**Gambar 1.** Proyeksi Pengurangan Cadangan Nikel di Sulawesi

Sumber: Diolah dari data Bappenas & WRI (2025)

Yang lebih krusial adalah kondisi cadangan nikel saprolit, Bappenas dan WRI memprediksi bahwa nikel saprolit Indonesia akan habis total pada tahun 2038. Proyeksi ini sangat mengkhawatirkan karena mengindikasikan bahwa industri nikel, terutama yang berbasis RKEF, memiliki usia operasional yang sangat pendek. Hal ini menimbulkan risiko besar terhadap investasi energi terbarukan, yang direncanakan untuk mendekarbonisasi industri nikel. Oleh karena itu, pengurangan produksi menjadi langkah krusial agar upaya dekarbonisasi tetap relevan.

Dari sisi kebutuhan bahan baku, smelter HPAL membutuhkan volume *ore* yang jauh lebih besar dibanding RKEF. Untuk menghasilkan 1 ton Ni-eq, HPAL membutuhkan sekitar 120–150 WMT nikel limonit, sedangkan RKEF membutuhkan sekitar 60–70 WMT nikel saprolit. Dengan kapasitas produksi smelter sekarang, total kebutuhan *ore* nikel smelter diperkirakan sebanyak 86,53 juta WMT, terdiri atas 12 juta WMT untuk HPAL dan 73,7 juta WMT untuk RKEF.

Kebutuhan smelter ini mengkonsumsi sekitar 56% dari total tingkat produksi pertambangan yang diperbolehkan di Sulawesi. Jika diasumsikan bahwa 20% diantaranya adalah untuk *stockpile*, maka terdapat 36 juta WMT produksi nikel yang dikirim ke luar pulau Sulawesi atau bisa jadi adalah hasil produksi yang tidak efisien. *Stockpile* atau tempat penyimpanan sementara bijih nikel sebelum proses menjadi satu variabel untuk memitigasi apabila terjadi krisis kebutuhan untuk industri pengolahan nikel, memiliki analogi yang sama dengan air di bendungan atau cadangan listrik (*reserve margin*) di ketenagalistrikan.

**Tabel 5.** Perhitungan Distribusi Produksi (RKAB) Tambang Nikel di Sulawesi

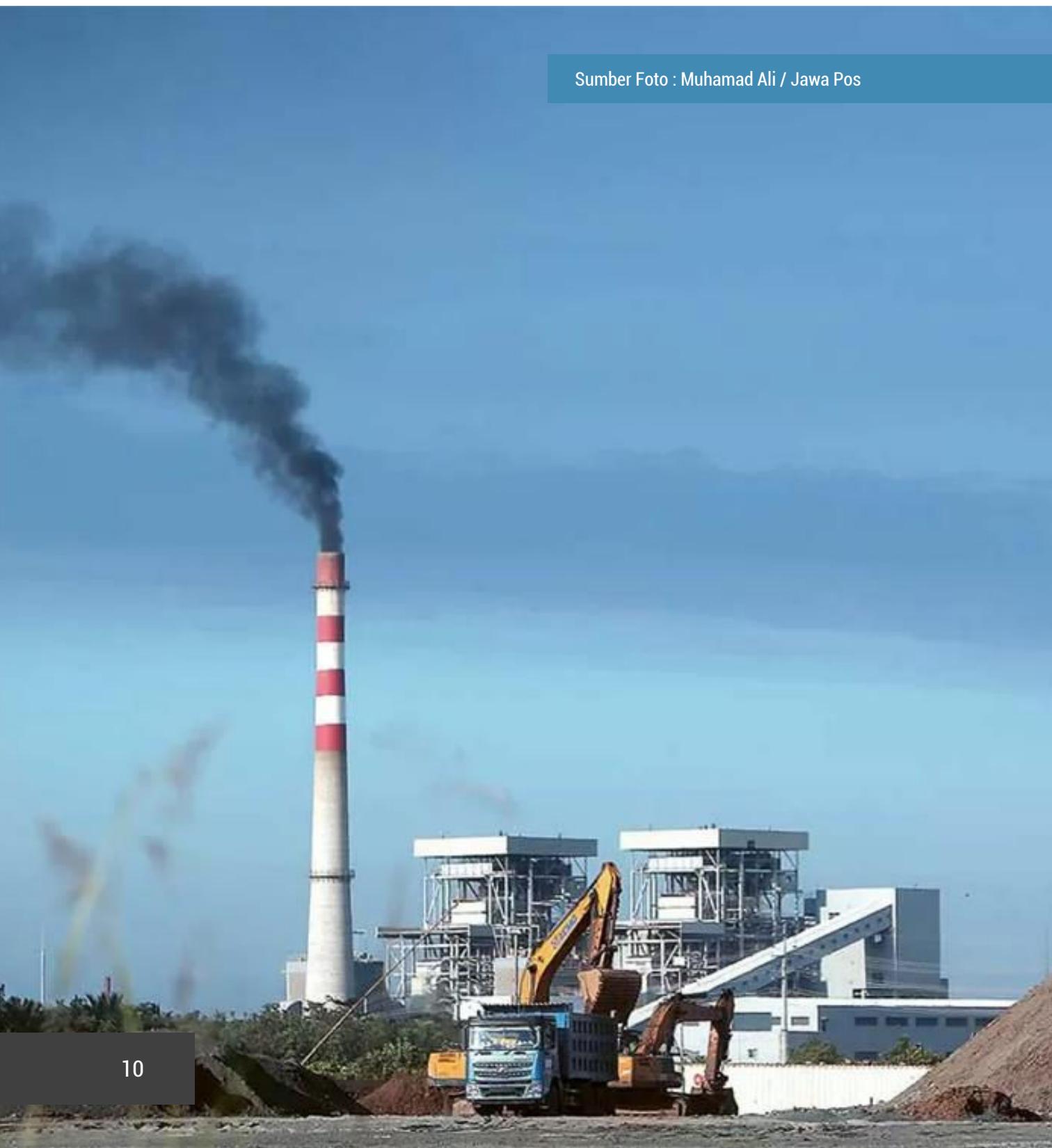
Komponen	Volume (Juta WMT)	Persentase (%)
Kebutuhan <i>Ore</i> Smelter (Sulawesi)	86,53	56,44
Perkiraan <i>stockpile</i> (20%)	30,66	20,00
Perkiraan sisa (dikirim ke luar pulau / tidak efisien)	36,11	23,56
<b>Total</b>	<b>153,30</b>	<b>100,00</b>

RKAB saat ini masih disusun dalam bentuk agregat, yakni total volume *ore* nikel tanpa pemisahan antara limonit dan saprolit. Padahal kedua jenis *ore* ini memiliki rute pengolahan yang berbeda. Ketidakrincian ini membuat distribusi *ore* berpotensi besar menjadi tidak efisien, berisiko membuat penumpukan jenis *ore* yang tidak dapat langsung dimanfaatkan oleh smelter di kawasan industri.

Bila produksi terus dilanjutkan tanpa perencanaan berbasis jenis *ore* dan kapasitas aktual smelter, maka cadangan nikel akan habis dalam waktu yang lebih cepat dan tentu akan menyebabkan kelangkaan. Oleh karena itu diperlukan perbaikan manajemen *supply chain* yang mampu menyatukan perencanaan di tingkat produksi tambang nikel dengan kebutuhan aktual smelter.

Pemerintah perlu mendorong penyusunan rencana kebutuhan bahan baku oleh perusahaan smelter secara periodik dan berbasis jenis *ore* yang dibutuhkan, menjadikannya acuan dalam persetujuan RKAB, dan mengintegrasikannya ke sistem pelaporan industri. Dengan demikian, pemerintah akan memiliki kendali presisi terhadap laju dan arah pemanfaatan sumber daya nikel, meningkatkan efisiensi penggunaan cadangan, meminimalkan ketidaksesuaian *supply-demand*, dan tentu saja mendukung upaya dekarbonisasi industri.

Sumber Foto : Muhamad Ali / Jawa Pos

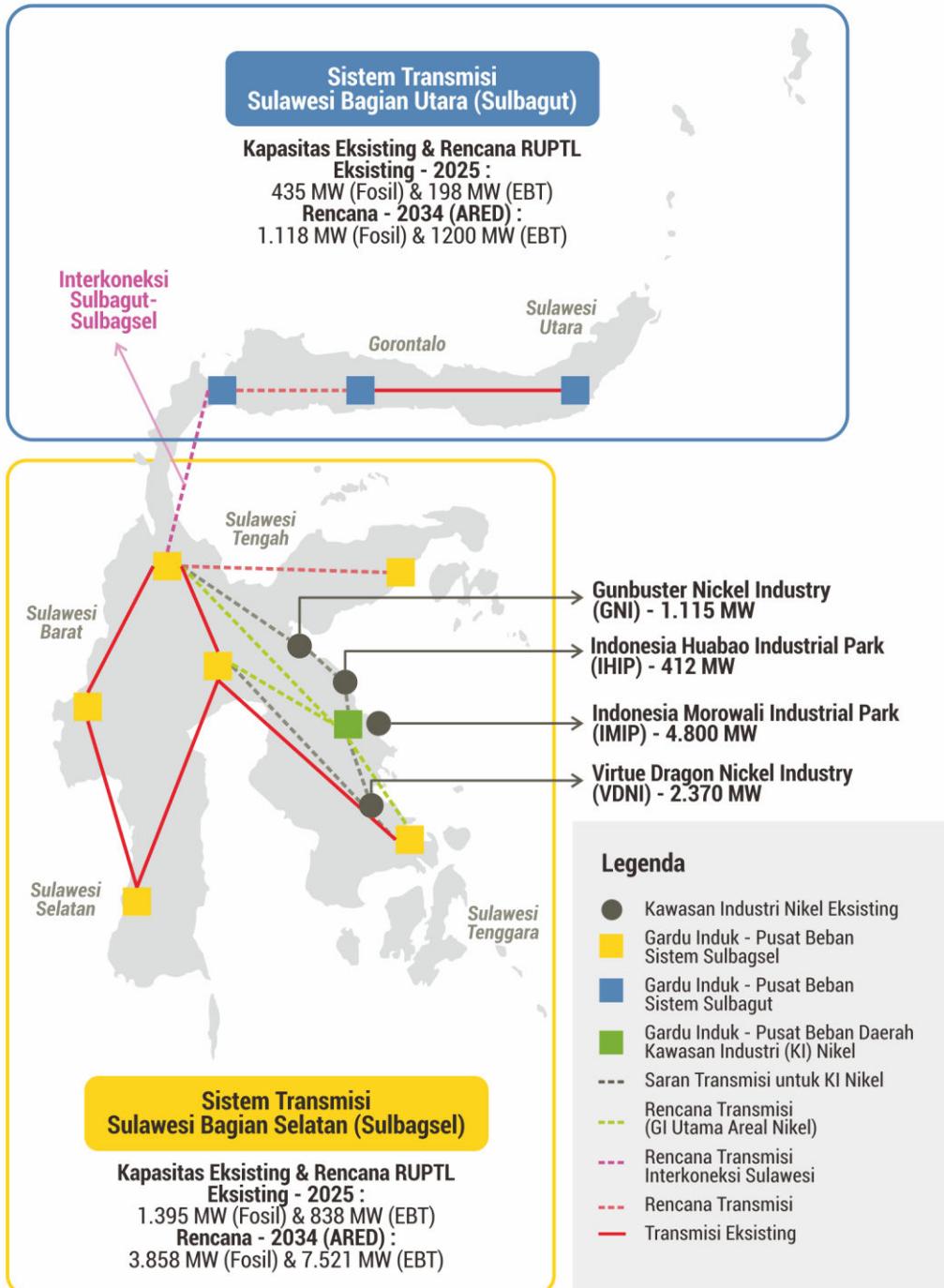


## BAB II Interkoneksi Jaringan Sulawesi dengan EBT sebagai Kunci Dekarbonisasi Industri Nikel

Sistem kelistrikan Sulawesi terbagi dua yakni Sulbagsel (Sulawesi bagian Selatan) dan Sulbagut (Sulawesi bagian Utara). Sulbagsel adalah penggabungan sistem Sulawesi Selatan-Sulawesi Barat, Sulawesi Tengah, dan Sulawesi Tenggara, sedangkan Sulbagut adalah pengembangan dari sistem Minahasa - Gorontalo ke arah Sulawesi Tengah (Moutong, Tolitoli, dan Bangkir). Sulbagsel lebih maju dengan *backbone* 275 kV, sedangkan Sulbagut masih bertumpu pada tegangan 150 kV *isolated* dengan kapasitas kecil dan keterbatasan interkoneksi.

Sumber Foto : bigstock.com

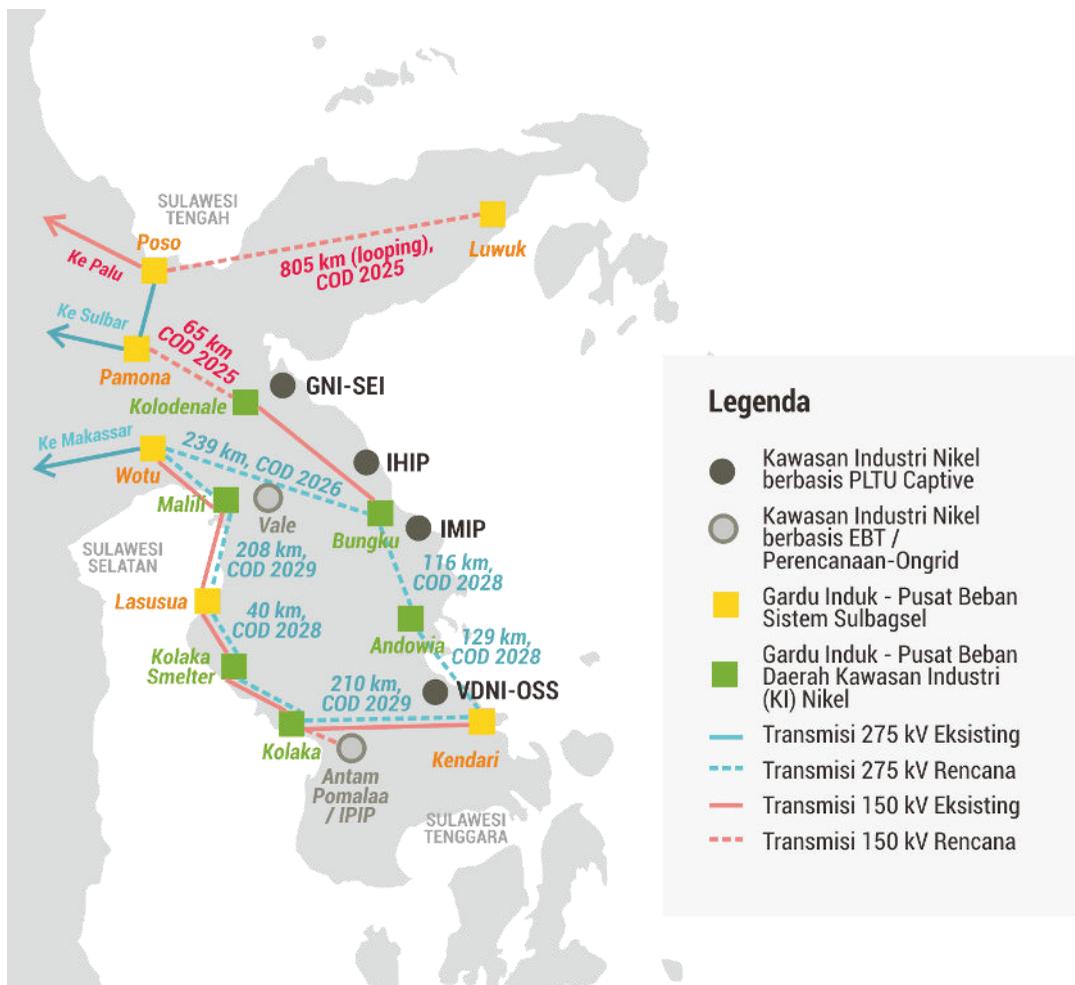




**Gambar 2.** Peta Potensi Interkoneksi Sistem Kelistrikan Sulawesi untuk Menggantikan PTLU *Captive* di Kawasan Industri Nikel

Sumber: diolah dari RUPTL dan RUKN, 2025

Interkoneksi jaringan Sulbagut-Sulbagsel adalah kunci untuk mengurangi penggunaan energi fosil baik untuk distribusi *ongrid* ataupun industri nikel *captive* dengan energi bersih. Interkoneksi ini melalui transmisi 150 kV Tambu – Bangkir (Provinsi Sulawesi Tengah) yang direncanakan COD (*Commercial Operation Date*) tahun 2028. Program ini masuk ke dalam prioritas supergrid dalam kategori interkoneksi internal pulau berdasarkan RUKN. Potensi geothermal dan bayu (angin) di utara digabungkan dengan potensi air, angin, geothermal, dan bayu di selatan akan meningkatkan keandalan listrik dan bauran energi bersih. Kunci mendekarbonisasi industri Nikel Sulawesi dapat dilakukan dengan menghubungkan smelter dengan jaringan *ongrid* PLN namun tetap perlu didukung oleh *supply* EBT yang mumpuni.



**Gambar 3.** Peta Transmisi Perencanaan dan Eksisting untuk Konsentrasi Area Kawasan Industri Nikel di Sulawesi

Sumber: diolah dari RUPTL PLN (2025)

## Rencana Transmisi Areal Nikel atas tingginya permintaan Kawasan Industri Baru

Secara perencanaan, RUPTL telah merencanakan dengan matang untuk integrasi transmisi listrik di Sulawesi. Namun, kawasan industri dengan kapasitas PLTU *Captive* yang besar tidak diintegrasikan ke dalam jaringan. Seharusnya peluang untuk interkoneksi tidak hanya terjadi antar Gardu Induk dan Provinsi, namun antara jaringan dan kawasan industri nikel khususnya. Berikut merupakan rincian perpanjangan transmisinya.

**Tabel 6.** Rincian Rencana Pengembangan Transmisi Areal Nikel Sulawesi

No	Wilayah / Nama Proyek	Jalur / Rute Transmisi	Tegangan	Panjang (km)	Status	COD	Tujuan Utama
1	Sulawesi Tenggara (Jalur Utama)	Wotu – Bungku – Andowia – Kendari	275 kV	± 968	Direncanakan	2026	Interkoneksi utama wilayah Sultra
2	Looping Sulawesi Tenggara	Wotu – Malili – Kolaka Smelter – Kendari	275 kV	± 952	Direncanakan	2029	Integrasi kawasan industri dan sistem utama
3	Percepatan proyek SUTT (Saluran Udara Tegangan Tinggi) 150 kV	Tentena (Pamona) – Kolonedale – Bungku	150 kV	± 155	Progress Konstruksi (± 50%)	2025	Pasokan Daya Listrik KTT di Sulteng dan Sultra

Sumber: RUPTL PLN (2025)

Pengembangan transmisi tidak hanya perlu dilakukan antar interkoneksi kedua sistem Sulawesi namun juga menghubungkan jaringan dengan area padat kawasan industri nikel di area Morowali, Sulawesi Tengah - Konawe, Sulawesi Tenggara. Hal ini didukung dengan adanya GITET (Gardu Induk Tegangan Ekstra Tinggi) Bungku (Sulawesi Tengah) yang sudah beroperasi di tahun 2025 dan GITET Andowia (Sulawesi Tenggara) yang berada dalam tahap pembangunan.

RUPTL PLN telah mengidentifikasi calon Konsumen Tegangan Tinggi (KTT) untuk kawasan industri maupun tambang nikel di Sulawesi yang terdiri dari:

**Tabel 7. Rincian KTT di 3 (tiga) Provinsi Penghasil Nikel di Sulawesi**

Nama Industri/Kawasan Industri/Tambang	Lokasi	Perkiraan Tahun Awal Kebutuhan	Kapasitas Kebutuhan Total (MVA)
PT Vale Indonesia	Kab. Morowali, Sulawesi Tengah	2027	706
PT Hengjaya Mineralindo		2027	88
PT Sarana Mineralindo Perkasa		2027	90
PT Enam Sembilan Kawasan Industri (ESKI)	Kab. Morowali Utara, Sulawesi Tengah	2029	600
PT Huayou Int Mining (Maili)	Kab. Luwu Timur, Sulawesi Selatan	2027	71
PT Indo Nickel Industri (Citra Lampia)		2028	236
PT Huadi 6 (Yatai SS)	Kab. Jeneponto, Sulawesi Selatan	2027	30
PT Buttaota Smelter Pratama		2027	236
PT Huadi 4 (Hengsheng) Tahap 2		2032	220
PT Industri Smelter Nusantara (ISN)	Kab. Konawe Utara, Sulawesi Tenggara	2027	70
PT Huayou Int Mining (Konawe Utara)		2031	425
PT Nikel Prima Gemilang		2027	100
PT Huayou Int Mining (Pomalaa) / IPIP	Kab. Kolaka, Sulawesi Tenggara	2029	341
PT Jaya Makmur Metal Industri (JMMI)	Kab. Konawe Selatan, Sulawesi Tenggara	2030	240
KI Kendari	Kota Kendari, Sulawesi Tenggara	2031	450
PT Sulawesi Cahaya Mineral	Kab. Konawe, Sulawesi Tenggara	2031	430
PT Celebessi Metalindo Utama	Kab. Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara	2031	450
PT Kovalen Mining		2027	120
<b>Total MVA</b>			<b>4.983</b>

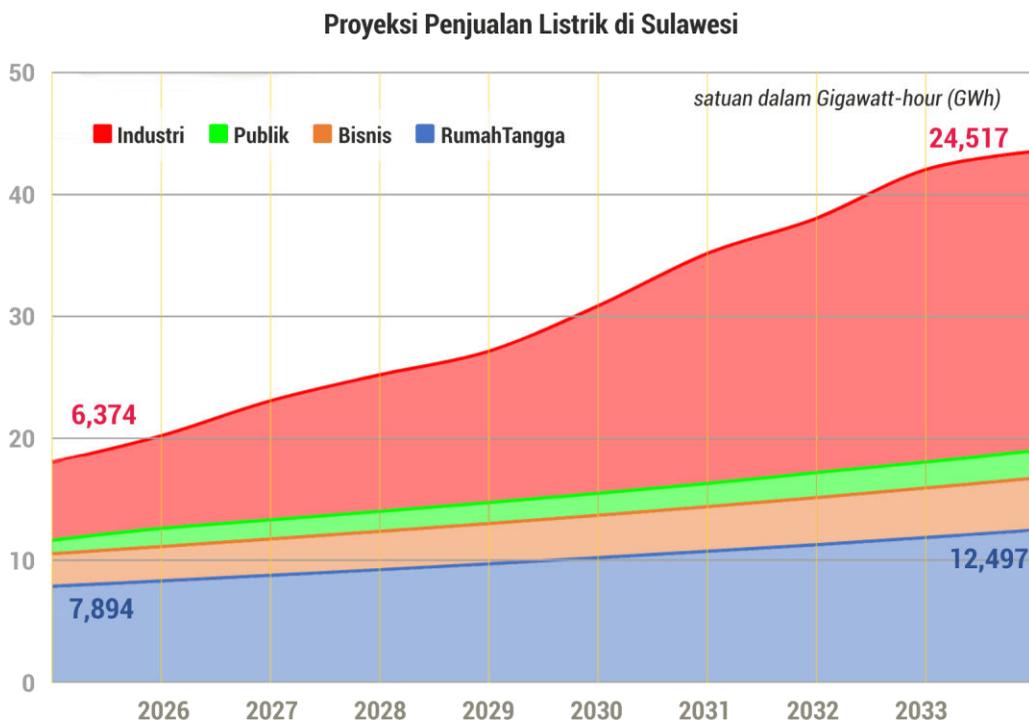
Sumber: RUPTL PLN (2025)

Namun, sayangnya calon pelanggan untuk jaringan PLN/*ongrid* belum mencakup di 4 kawasan dengan PLTU batubara *captive* utama berdasarkan tabel Industri Nikel dengan kapasitas besar hingga 8,8 GW. Seharusnya dengan potensi calon pembeli baru menjadi sinyal untuk PLN untuk menyuplai energi listrik ke kawasan industri besar agar PLTU batubara *captive* dapat dihentikan. Selain itu integrasi kawasan industri smelter akan menambah potensi pelanggan *ongrid* sehingga menaikkan kemungkinan untuk pembangunan EBT di Sulawesi dengan meningkatnya minat investor.

PLN melalui dokumen RUPTL menilai bahwa interkoneksi Sulawesi melalui SUTT 150 kV Tambu Bangkir layak secara teknis/operasional namun tidak secara finansial. Pasalnya transmisi yang awalnya direncanakan COD 2024 ini hanya dapat mentransfer 4,8 MW daya untuk dua *line* dari Sulbagut ke Sulbagsel sehingga benefit dari interkoneksi tidak sepadan dengan investasi yang akan dikeluarkan. Interkoneksi Tambu – Bangkir secara teknis dan finansial akan layak ketika pembebanan transmisi sebesar 43,6 MW setidaknya, atau dengan kata lain terdapat penambahan beban di sekitar Tambu dan Bangkir sehingga daya listrik dapat mengalir secara optimal tanpa menyebabkan gangguan stabilitas sistem (diproyeksikan pada tahun 2028).

Penugasan pemerintah seperti dikutip di dokumen RUPTL diperlukan untuk PLN melakukan percepatan pengembangan interkoneksi sistem Sulawesi. Hal ini akan layak dan menjadi urgensi apabila variabel permintaan kawasan industri nikel yang bertumpu pada PLTU *captive* dimasukkan ke calon konsumen jaringan *ongrid*. Hal ini akan membantu mengurangi dan mengkompensasi daya yang diberikan oleh PLTU *captive* dengan pembukaan pembangkit EBT yang baru. Maka, penutupan PLTU *captive* di kawasan smelter nikel harus segera dilakukan agar perencanaan dan penggabungan sistem kelistrikan Sulawesi berbasis EBT dapat segera dilakukan.

#### Industri sebagai Konsumen Terbesar dalam sektor Ketenagalistrikan di Sulawesi



**Gambar 4.** Proyeksi Pertumbuhan Konsumsi Listrik per Sektor Pelanggan

Sumber: RUPTL PLN, 2025

Sektor industri akan menjadi salah satu konsumen terbesar di Sulawesi dalam 10 tahun ke depan. Namun, penyediaan listrik sebagai energi terbesar untuk smelter nikel akan menjadi tantangan bagi PLN ataupun swasta (IPP) dalam mengejar permintaan dalam waktu singkat (2-3 tahun) dan besar (rata-rata di atas 100 MW tiap industri). Solusi untuk menggunakan PLTG atau PLTMG yang sesuai dengan ketersediaan barang di pasar dan pembangunan yang cepat hanyalah solusi semu dan hanya menambah permasalahan baik polusi dan emisi GRK karena penggunaan energi gas fosil.

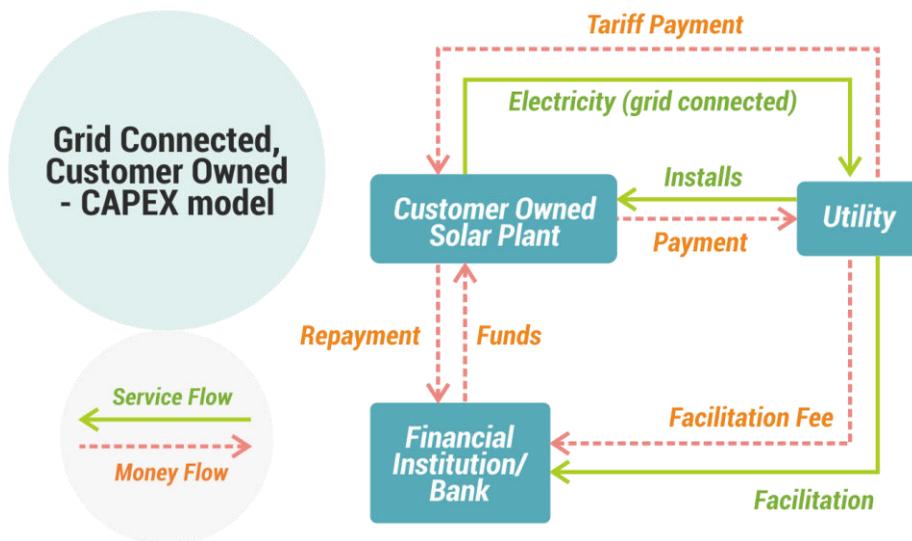
Smelter nikel secara teknis membutuhkan energi yang besar dan *firm* (stabil), di dalam konteks EBT terdapat PLTA yang dapat dikontrol dan dapat mempunyai kapasitas yang besar. Namun, terdapat kekhawatiran atas isu cuaca dan iklim seperti El Nino yang terjadi di 2023 lalu untuk pengembangan PLTA karena daya mampu yang dapat menyusut. *Justru* penambahan pembangkit fosil akan memperparah pembangkit EBT yang akan datang akibat ketidakpastian dan krisis iklim ke depannya. PLTA juga diperhitungkan akan lama dalam pembangunannya (4-6 tahun) sehingga tidak difavoritkan untuk mendukung daya dukung energi EBT untuk smelter.

Opsi lain terdapat pada energi surya hingga 240 GW di Sulawesi. PLTS yang didukung dengan BESS (*battery energy system storage / baterai*) akan menjawab permasalahan kebutuhan energi oleh smelter nikel dan meningkatkan bauran di Sulawesi (Kapasitas BESS 80%-200% dari PLTS). PLTS terapung sebagai solusi jangka pendek dapat dibangun di danau Poso yang sudah terbangun PLTA sehingga dapat dimaksimalkan untuk memikul beban puncak baik untuk industri ataupun konsumsi lainnya.

PLTS + BESS akan sangat besar keperluannya untuk dekarbonisasi baik industri nikel ataupun sistem Sulawesi karena *capacity factor* yang kecil (20%-30%). Biaya Pokok Penyediaan Tenaga (BPP) listrik akan sangat tinggi di awal, namun dengan peningkatan penggunaan PLTS serta mekanisme penyesuaian tingkat komponen dalam negeri (TKDN) dan industri produksi surya nasional yang semakin banyak akan menurunkan BPP VRE+BESS untuk menggantikan PLTU batubara dan pembangkit berteknologi bahan bakar gas (PLGTU/G/MG), baik itu angin ataupun surya. Hal ini akan didukung dengan permintaan produk "hijau" dari pasar dan *Technology Readiness Level* (TLR) lokal, nasional, dan global. EBT variabel + BESS pada dasarnya dapat dimanfaatkan untuk menyimpan energi berlebih pada saat kondisi beban rendah (pagi hari) dan energi tersebut digunakan kembali pada malam hari khususnya saat beban puncak (*shifting*). Hal ini akan memberikan dampak positif pada pengurangan pemakaian pembangkit berbahan bakar gas yang pada umumnya memiliki BPP tinggi.

## Peran Industri Nikel dan PLN sebagai Penggerak Utama Dekarbonisasi Nikel.

Cara pandang RUPTL terkait penyediaan energi untuk KTT baru dinilai keliru jika dilihat dari segi keberlanjutan. Walaupun PLN sudah memperhitungkan beban smelter yang akan masuk dan akan terserap habis daya yang disediakan, namun hal ini tidak menjawab dekarbonisasi kawasan nikel eksisting. Seharusnya prioritas koneksi smelter ke jaringan listrik Sulawesi dilakukan di kawasan IMIP, IHIP, GNI-SEI, dan VDNI-OSS yang memiliki PLTU *Captive* hingga 8 GW total. Jika pengembangan pembangkit EBT lambat dalam pelaksanaannya, seharusnya industri baru nikel yang menjadi KTT baru PLN harus ditunda terlebih dahulu hingga ada daya yang mampu mendukung setelah kawasan prioritas dielektifikasi dengan energi bersih.



**Gambar 5.** Skema/Model Peluang Kolaborasi antar PLN (utilitas) dan Industri Nikel (konsumen) dalam PLTS+BESS – *Grid connected, Customer owned Model*

Sumber: (International Solar Alliance, 2023)

Selain itu, dokumen RUPTL juga menegaskan bahwa partisipasi listrik swasta masih sangat diperlukan dalam bidang ketenagalistrikan hingga 2034 karena biaya investasi yang besar untuk proyek EBT. Industri nikel dalam hal ini dapat menjadi kunci untuk bisa melakukan bentuk kerjasama dengan PLN dalam membentuk suatu pembangkit *ongrid* dengan mekanisme *joint operation/joint venture* yang menggunakan energi terbarukan. Hal ini akan menghasilkan manfaat ganda, yaitu keuntungan dari penjualan ke masyarakat dalam hal kelistrikan serta *image* perusahaan dengan penggunaan energi bersih dan berpotensi untuk mendapatkan investasi dan keringanan atas inisiatif hijau yang dilakukan. Namun perlu dikawal dengan baik, karena permasalahan umum dengan pengembangan listrik swasta antara lain adalah masalah pembebasan lahan dan mundurnya *financial close* yang mempersulit pengembang listrik. Peraturan seperti Peraturan Presiden Nomor 112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik dapat mempercepat proses pengembangan EBT di Indonesia, namun perlu menghapus pasal untuk pembangunan PLTU *captive* untuk industri nikel ataupun mineral kritis lainnya.

## Dukungan Pemerintah melalui Penambahan Kuota EBT di Sulawesi

Dalam pengembangan EBT, perlu direncanakan kuota kapasitas pembangkit yang dapat masuk ke dalam suatu sistem. Kuota ini nantinya dapat dipenuhi dengan pengembangan pembangkit PLN maupun rencana pembangkit IPP yang belum memasuki tahap PPA. Rencana pembangkit ini dinyatakan sebagai kuota kapasitas yang tersebar dalam suatu sistem dan bukan berdasarkan provinsi. Kuota pengembangan EBT tersebut dapat dipenuhi oleh seluruh potensi yang terletak pada lokasi sistem tersebut walaupun berbeda provinsi. Kuota kapasitas tersebar tersebut dapat diisi oleh potensi baik yang sudah tercantum dalam daftar potensi maupun yang belum apabila telah menyelesaikan studi kelayakan dan studi penyambungan yang diverifikasi PLN serta mempunyai kemampuan pendanaan untuk pembangunan, dan harga listrik sesuai ketentuan yang berlaku.

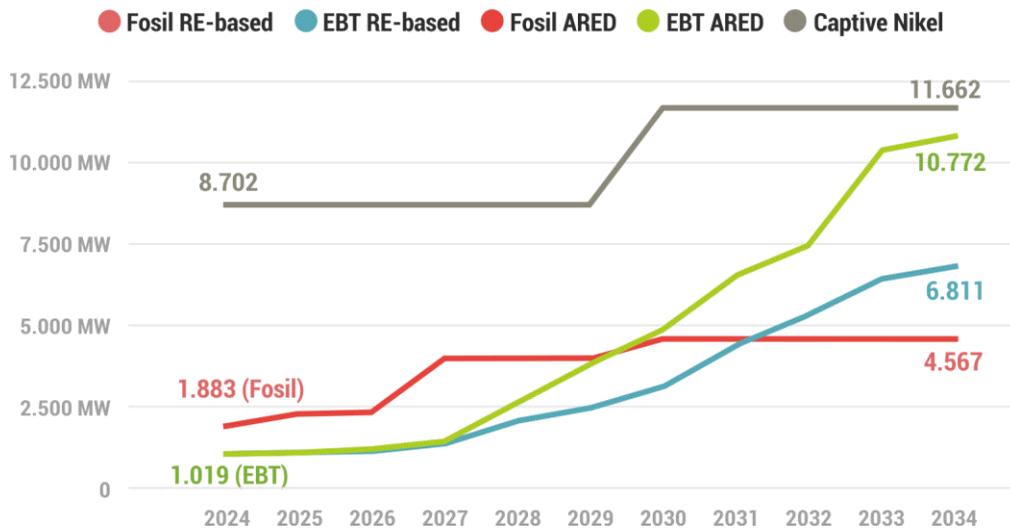
Pada beberapa sistem telah dibuka kuota PLTB serta PLTS dengan BESS yang kapasitasnya dinyatakan dalam satuan MWac (*alternating current* / arus bolak-balik). BESS pada tahap awal akan digunakan sebagai *smoothing* untuk mengatasi dampak *intermittent* dari PLTB dan PLTS. Namun, penambahan kuota PLTS dan PLTB yang dilengkapi dengan BESS sampai saat ini belum dapat menggantikan pembangkit dengan bahan bakar gas (Gas Uap/Gas/Mesin Gas) apabila memperhatikan regulasi (TKDN, harga pembelian tenaga listrik) yang ada saat ini. Maka dari itu, deregulasi untuk penggunaan EBT di Sulawesi mengingat tingginya potensi permintaan EBT oleh kawasan industri nikel perlu segera dilakukan agar kuota EBT diperbesar mengingat potensi EBT yang sangat besar juga. Selain itu, strategi ini akan memudahkan investor untuk pembangkit ataupun transmisi dalam pengembangan EBT di klaster industri nikel Sulawesi.

Sumber Foto : bigstock.com

## Rencana Pengembangan Kapasitas Pembangkitan (2025-2034): Skenario RE Base vs. ARED

RUPTL PLN 2025-2034 menguraikan dua skenario utama untuk pengembangan kapasitas pembangkitan di Sulawesi yakni skenario *RE Base* dan skenario *Accelerated Renewable Energy Development (ARED)* yang lebih ambisius. Skenario *RE Base* memproyeksikan kapasitas pembangkitan tambahan untuk Sulawesi sebesar 8.477 MW. Sedangkan skenario ARED memproyeksikan total yang lebih tinggi, yaitu 12.436 MW.

### Skenario Pertumbuhan Pembangkit di Sulawesi



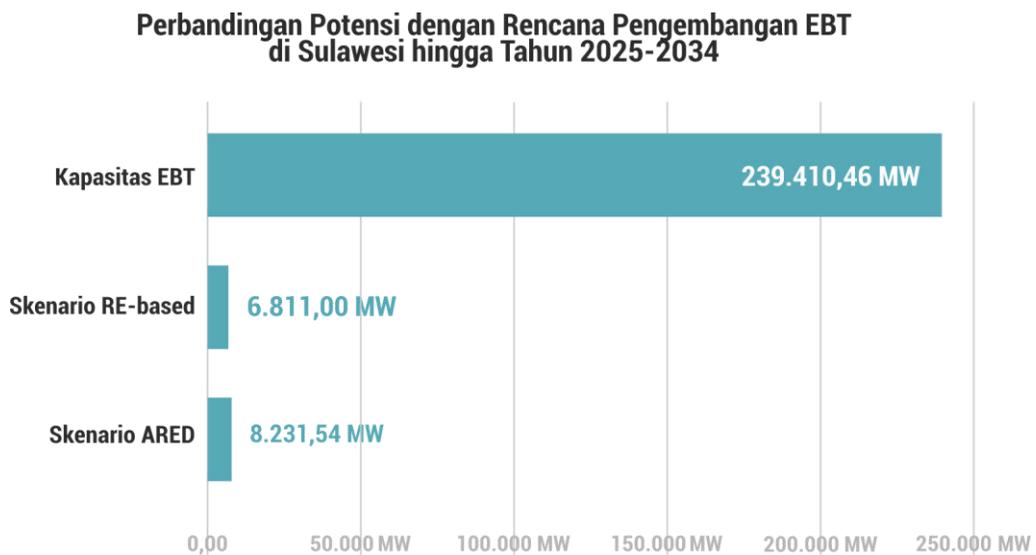
**Gambar 6.** Skenario Pertumbuhan Pembangkit di Sulawesi

Sumber: (ESDM, 2025). (RUPTL, 2025), (RMI, 2025)

Sumber Foto : Dokumentasi AEER

## Skenario RUPTL Masih Belum Memuat Rencana Penghentian PLTU batubara *Captive* di Kawasan Industri Nikel Sulawesi

PLTU *Captive* di Sulawesi meningkat secara masif sejak tahun 2020 untuk smelter Nikel, kawasan IMIP paling besar. Melihat tren proyeksi peningkatan PLTU *Captive* nikel dalam 5 tahun ke depan sebesar 3 GW, serta proyeksi KTT berdasarkan RUPTL sekitar 4.983 MVA, maka diasumsikan smelter nikel ke depannya akan lebih banyak menggunakan energi listrik dari jaringan PLN. Namun permasalahan PLTU *Captive* eksisting tidak selesai karena alih-alih ditutup, rencana pengembangan pembangkit berdasarkan RUPTL malah mengakomodir kawasan nikel industri baru yang akan membahayakan cadangan nikel serta harganya yang selalu menurun dan mengikuti tren produksi Indonesia.



**Gambar 7.** Kesenjangan antara Perencanaan EBT dengan Potensi Tersedia di Sulawesi

Sumber: RUKN, 2025 dan RUPTL 2025.

Di lain sisi, RUPTL 2025-2034 dinilai masih kurang maksimal dalam mengutilisasi potensi EBT yang ada di Sulawesi. Bukan berarti harus membangkitkan semua potensi yang ada, namun penggantian energi fosil dengan energi terbarukan sangat dimungkinkan. Hal ini dapat didukung dengan regulasi, *political will*, serta arah kewajiban untuk industri (nikel salah satunya) untuk menggunakan EBT. EBT berdasarkan gambar 4 (skema kolaborasi) tidak hanya diperuntukkan untuk industri saja namun juga untuk masyarakat umum. Hal ini akan meminimalisir potensi EBT untuk industri menjadi *stranded asset* (aset terbengkalai), karena proyeksi penjualan dan konsumsi listrik di Sulawesi yang akan meningkat dalam 10 (sepuluh) tahun ke depan, bahkan hingga *Net Zero Emission* (NZE) 2060 yang harus didukung juga dengan pengembangan EBT dari sekarang.



## Pembatasan Produksi Nikel dalam Dekarbonisasi Industri Nikel

Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional belum mampu menjawab kebutuhan energi terbarukan untuk menggantikan PLTU batubara di kawasan industri nikel yang telah beroperasi di Sulawesi. Padahal industri eksisting tersebutlah yang penting mendesak untuk segera dihentikan ketergantungannya dari PLTU. Oleh karena itu, dibutuhkan tawaran ide alternatif yang dapat menunjukkan bahwa potensi energi terbarukan yang tersedia di Sulawesi dapat menggantikan kebutuhan operasi industri nikel saat ini.

Meskipun demikian, penting untuk mempertimbangkan dengan cermat cadangan nikel yang tersisa, tingkat produksi *ore* nikel, dan tingkat produksi nikel olahan. Hal ini agar pembangunan EBT tidak berujung pada *stranded asset*. Seperti telah dibahas sebelumnya, diperlukan perbaikan tata kelola (integrasi) produksi antara pertambangan dan industri nikel agar tidak terjadi pemborosan cadangan karena RKAB yang masih bersifat agregat.

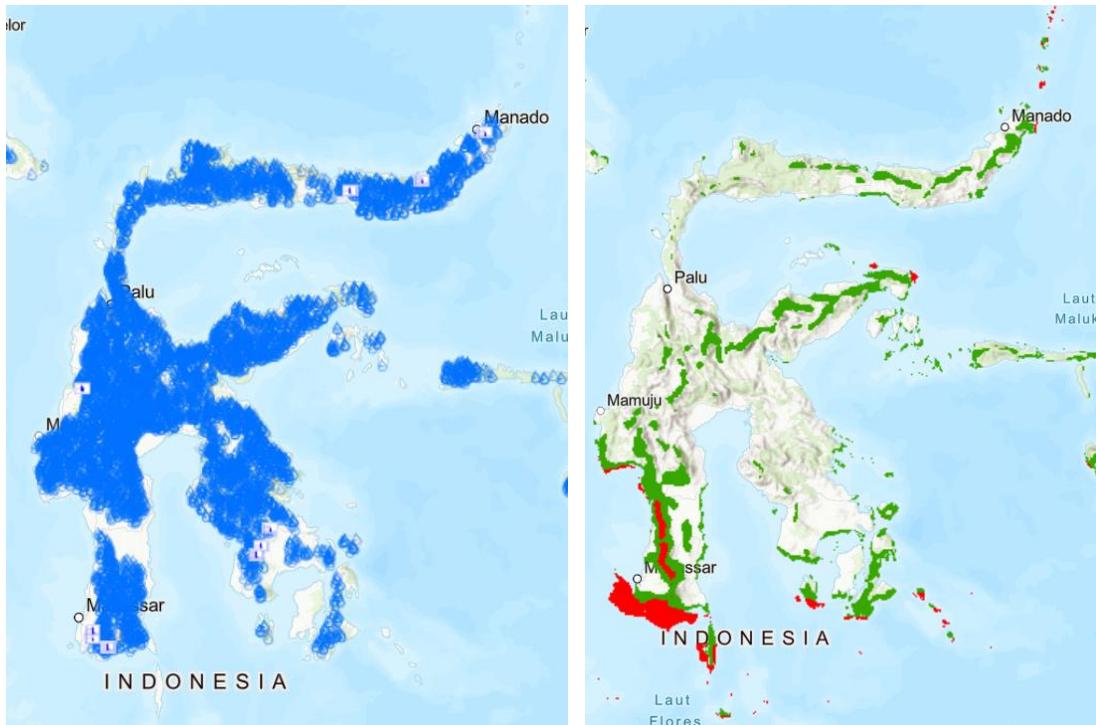
### Membaca Ulang Potensi Energi Terbarukan di Pulau Sulawesi

Berdasarkan RUKN, potensi energi terbarukan di Sulawesi sangat melimpah dan beragam. Potensi terbesar adalah tenaga surya yang mencapai 230.000 MW, diikuti tenaga bayu sebesar 14.885 MW dan PLTA 2.976 MW. Potensi tenaga surya yang tinggi tersebar di seluruh wilayah, khususnya Sulawesi Selatan dan Tengah. Besarnya potensi ini memberikan peluang untuk mempercepat transisi energi dan mendukung dekarbonisasi industri, terutama di kawasan smelter nikel yang menjadi produsen emisi signifikan.

**Tabel 8.** Potensi EBT di Sulawesi (MW)

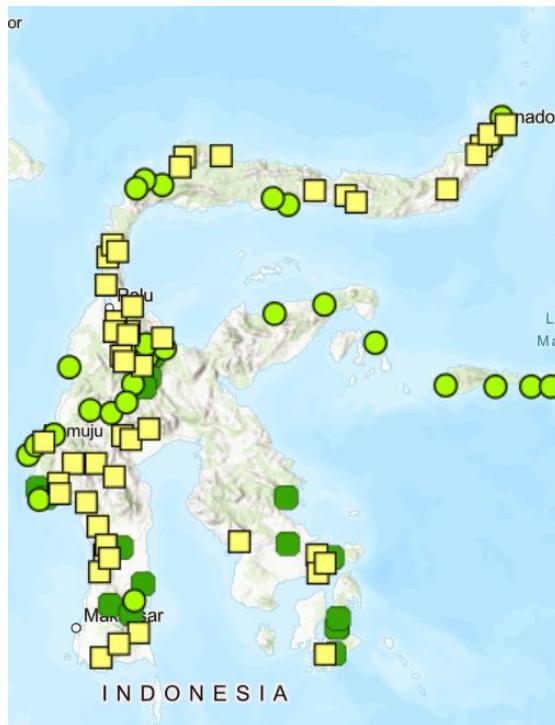
Provinsi	Panas Bumi	Bayu (Angin)	Hidro (Air)	Surya (Matahari)	Biomassa	Biogas	Arus Laut
Sulawesi Utara	838	2.783	51	12.000	489	11	159
Gorontalo	160	137	78	7.000	476	7	
Sulawesi Tengah	833	1174	1373	41.000	434	14	
Sulawesi Selatan	516	8345	822	65.000	1.113	89	
Sulawesi Tenggara	318	1795	230	85.000	200	14	
Sulawesi Barat	406	651	422	20.000	508	7	
<b>Total</b>	<b>3.071</b>	<b>14.885</b>	<b>2976</b>	<b>230.000</b>	<b>3.220</b>	<b>142</b>	<b>159</b>

Sumber: RUKN ESDM 2025.



(a)

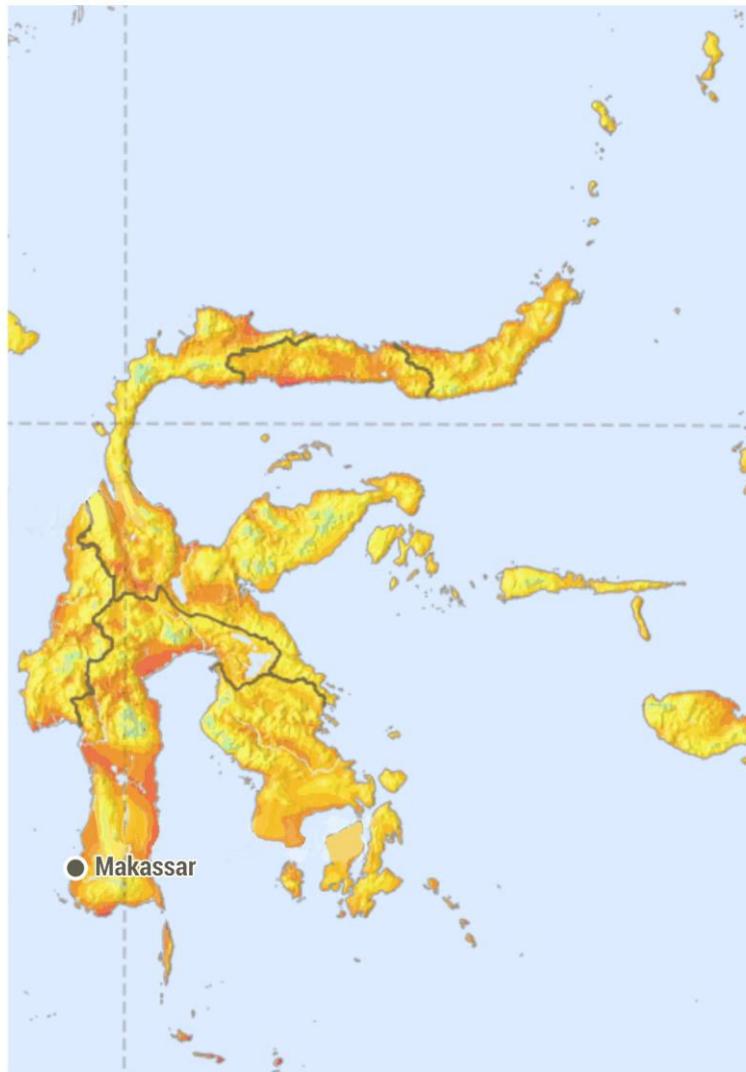
(b)



(c)

**Gambar 8.** Peta Potensi Energi Terbarukan Air (a), Bayu (b) , dan Panas Bumi (c) di Sulawesi

Sumber: Geoportal ESDM, 2025



Long term average of PVOUT, period from 2007 (1999 in the West) to 2018



**Gambar 9.** Peta Potensi Surya di Sulawesi di Sulawesi

Sumber: Solargis.com, 2025

Merujuk ke Gambar 7 dan 8, potensi EBT tersebar di seluruh provinsi di Pulau Sulawesi. Panas Bumi tersebar dari utara hingga selatan pulau karena dilalui oleh cincin api (*ring of fire*). Sedangkan, potensi hidro tersebar di seluruh Pulau sehingga potensi mikrohidro dan minihidro untuk komunitas/masyarakat setempat sangatlah memungkinkan. Angin (bayu) memiliki potensi tinggi (ditandai warna merah) di selatan pulau terutama daerah Sidrap dan Jeneponto, serta Manado di utara. Surya di lain sisi memiliki potensi yang tersebar, namun memiliki potensi yang besar di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Tenggara.

Bila mempertimbangkan *capacity factor* (CF), potensi energi terbarukan di Sulawesi menghasilkan daya efektif total sekitar 53.470 MW. Kontribusi terbesar berasal dari PLTS dengan daya efektif 41.400 MW atau 77,43% dari total, diikuti PLTB sebesar 5.210 MW (9,74%), PLTP 2.610 MW (4,88%), dan biomassa 2.576 MW (4,82%). Sementara itu, PLTA 1.488 MW (2,78%), sedangkan biogas dan arus laut relatif kecil masing-masing 106 MW (0,20%) dan 80 MW (0,15%). Perhitungan ini menunjukkan bahwa tenaga surya dapat menjadi tulang punggung pengembangan EBT di Sulawesi, dengan tambahan BESS atau sumber energi lain sebagai pelengkap yang dapat memperkuat keandalan sistem listrik berbasis rendah karbon.

**Tabel 9.** Daya Efektif yang Mampu dihasilkan dari Potensi EBT di Sulawesi

Jenis	Potensi (MW)	Capacity Factor (%)	Daya Rerata (MW)	Persentase Daya Rerata (%)
PLTS	230.000	18	41.400	77,43
PLTB	14,85	35	5.210	9,74
PLTP	3.071	85	2.610	4,88
PLTA	2.976	50	1.488	2,78
Biomassa	3.220	80	2.576	4,82
Biogas	142	75	106	0,20
Arus Laut	159	50	80	0,15
<b>Total</b>	<b>254.453</b>		<b>53.470</b>	<b>100,00</b>

Sumber: Olah data RUKN (2025)

Salah satu persoalan untuk pengembangan PLTS adalah isu lahan. Dengan asumsi kebutuhan lahan 1,6 hektar per MW, dibutuhkan lahan sekitar 368.000 hektar untuk memabangun PLTS dengan kapasitas 230.000 MW. Lahan seluas itu setara dengan 1,98% dari total luas Pulau Sulawesi (18.621.616 ha). Bila dibandingkan dengan provinsi penghasil nikel (Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara) yang total luasnya 14.309.598 ha, persentasenya adalah 2,57%.

Sumber Foto : Dokumentasi AEER



## A. Skenario BAU pada Penambangan dan Produksi Industri Nikel

Pada skenario BAU (*business as usual*), produksi nikel diasumsikan tetap pada baseline saat ini yakni RKEF 1.054.000 ton Ni-eq per tahun dan HPAL 85.000 ton Ni-eq per tahun. Kombinasi produksi ini memerlukan energi sekitar 46,1 TWh per tahun, setara dengan beban rata-rata  $\pm 5,27$  GW.

Apabila seluruh kebutuhan energi tersebut dipasok hanya dengan PLTS, dengan asumsi *capacity factor* (CF) 18%, maka kapasitas terpasang yang dibutuhkan untuk sekadar memenuhi energi tahunan adalah sekitar 29,25 GW<sub>peak</sub>. Namun dalam kondisi nyata, perlu memperhitungkan rugi siklus BESS (*RTE/Round Trip Efficiency* = 0,88) serta *availability/soiling* PLTS (0,95). Dengan memasukkan faktor-faktor tersebut, kebutuhan kapasitas PLTS praktis naik menjadi sekitar 35 GWp untuk Sulawesi.

Karena PLTS tidak menghasilkan listrik pada malam hari, maka dibutuhkan *Battery Energy Storage System* (BESS) untuk menjamin suplai beban kawasan industri sepanjang hari. Dengan beban rata-rata pabrik sekitar 5,3 GW, kebutuhan energi malam ( $\approx 12$  jam) mencapai 63 GWh per hari. Setelah memperhitungkan efisiensi siklus BESS, energi yang harus di-charge adalah sekitar 72 GWh per hari. Untuk menutup variabilitas harian dan cadangan operasional, idealnya dibutuhkan kapasitas BESS sebesar  $\sim 6$  GW/80–85 GWh. Angka ini berarti BESS mampu mengalirkan daya hingga 6.000 MW sekaligus, dan menyuplai energi total sekitar 80–85 juta kWh, cukup untuk  $\pm 15$  jam suplai penuh.

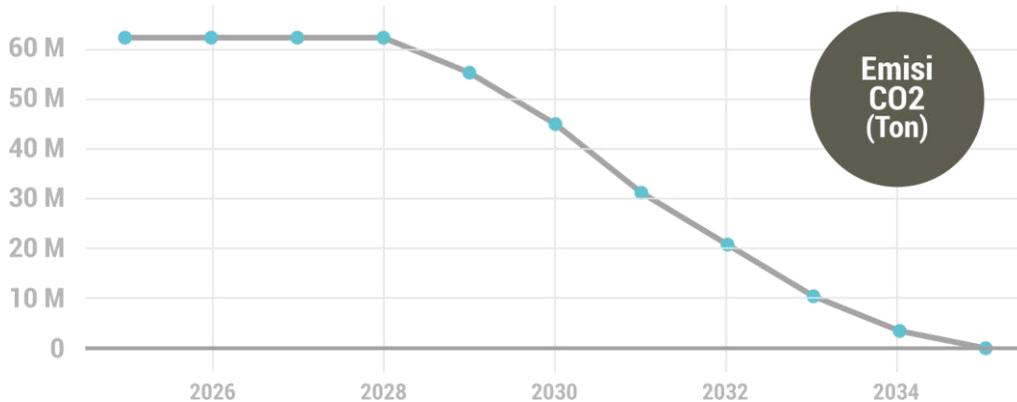
**Tabel 10.** Rangkuman Kebutuhan PLTS + BESS berdasarkan Skenario BaU

Komponen	Perhitungan	Hasil (pembulatan)
Beban rata-rata sistem	46,1 TWh $\div$ 8.760 jam	$\approx 5,27$ GW
PLTS (energy-only)	46,1 TWh $\div$ (8.760 $\times$ CF 18%)	$\approx 29,24$ GWp
PLTS praktis (koreksi RTE 0,88 & soiling 0,95)	29,24 $\times$ 1/(0,88 $\times$ 0,95)	$\approx 35,0$ GWp
Energi malam (12 jam)	5,27 GW $\times$ 12 jam	$\approx 63,15$ GWh/hari
Energi yang harus di-charge	63,15 $\div$ 0,88	$\approx 71,76$ GWh/hari
+15% cadangan operasional	71,76 $\times$ 1,15	$\approx 82,5$ GWh
Daya BESS (beban +10% margin)	5,27 $\times$ 1,10	$\approx 5,8$ GW
<b>Kebutuhan BESS</b>	–	<b><math>\approx 6</math> GW / 80–85 GWh</b>

Dengan kapasitas 35 GWp, PLTS menghasilkan rata-rata  $\sim 12,6$  GW saat siang. Setelah melayani beban pabrik 5,3 GW, tersisa surplus  $\sim 7,3$  GW, yang selama 12 jam siang setara dengan  $\sim 88$  GWh per hari. Surplus ini lebih besar daripada kebutuhan *charge* BESS ( $\sim 72$  GWh), sehingga baterai bisa terisi penuh sambil pabrik tetap beroperasi. Masih ada *buffer* harian sekitar 16 GWh untuk menutupi rugi-rugi tambahan atau cuaca kurang cerah.

Dengan demikian, kombinasi PLTS ~35 GWp + BESS ~6 GW / 80–85 GWh cukup secara energi tahunan maupun profil harian untuk menggantikan PLTU *captive* nikel.

Asumsi pembangunan PLTS+BESS dimulai pada 2028 dan berlangsung bertahap hingga 2034, dengan total kapasitas terpasang mencapai sekitar 35 GWp sesuai kebutuhan. Fase *On-grid* ke areal industri nikel dimulai pada 2030 merupakan waktu saat pembangkit pertama mulai masuk sistem dan mengurangi porsi penyerapan PLTU secara progresif. Dengan skenario seperti ini, PLTU *captive* yang ada saat ini dapat di-*shutdown* sepenuhnya pada tahun 2035. Emisi tahunan sekitar 62 juta ton CO<sub>2</sub> dari PLTU *Captive* untuk proses produksi dan utilitas juga dapat dihilangkan.



**Gambar 10.** Proyeksi Penurunan Emisi CO<sub>2</sub> dari PLTU *Captive* menggunakan Skenario BaU

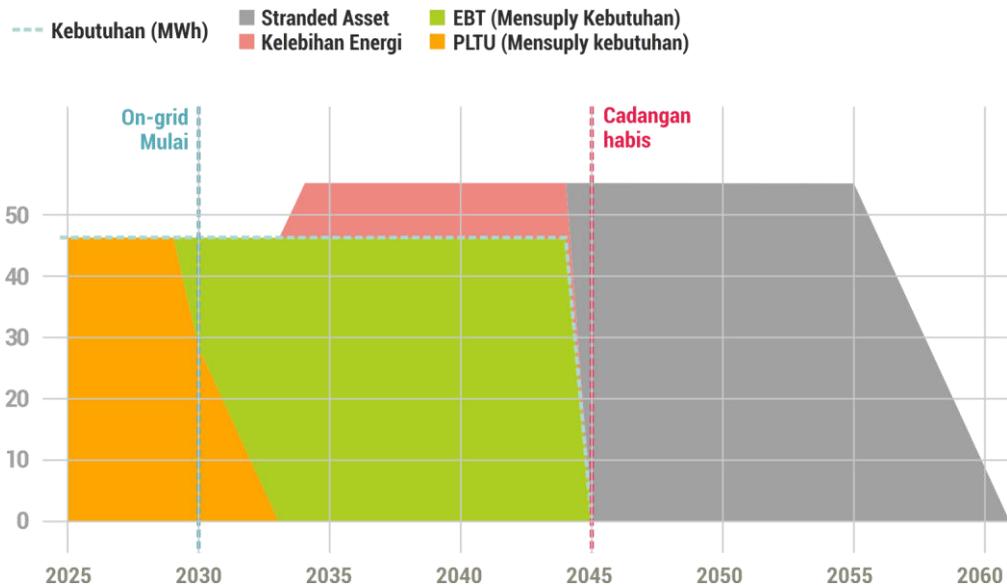
Periode 2030 sampai 2034 adalah masa *ramp-up* PLTS. Porsi PLTU berkurang mengikuti kenaikan kapasitas PLTS yang beroperasi. Mulai 2034, PLTS akan mampu memenuhi sepenuhnya kebutuhan energi tahunan smelter. Tetapi setelah cadangan habis, PLTS yang dapat berumur 25-30 tahun menjadi *stranded asset* untuk industri nikel.



**Gambar 11.** Sisa Cadangan dan Realisasi Ore Nikel 2025 – 2045 berdasarkan Skenario BaU

Pada skenario BAU, produksi tambang nikel dianggap statis yakni sebesar 153,30 juta WMT per tahun. Tanpa penemuan cadangan baru, nikel di Sulawesi akan habis sekitar 2045.

### Grafik Transisi (Energi, Stacked Area): PLTU → EBT vs Kebutuhan



**Gambar 12.** Perbandingan Bauran PLTU dan EBT skenario BAU

Ketika cadangan nikel habis, kebutuhan energi smelter menjadi nol. Energi yang dihasilkan PLTS masuk kategori *stranded asset*. Dalam model, besarnya akan menurun bertahap mengikuti usia teknis dan jadwal pensiun pembangkit hingga 2060. Gambaran ini menegaskan pentingnya memperhitungkan akhir umur cadangan dalam dekarbonisasi kelistrikan kawasan industri nikel Sulawesi.

Perbaikan tata kelola produksi perlu menitikberatkan pada pembaruan RKAB yang sinkron dengan jadwal *commissioning* PLTS, dan penetapan batas atas kapasitas EBT sesuai kurva kebutuhan. Di sisi smelter, rencana operasi dan pemeliharaan perlu dipadankan dengan jadwal masuknya kapasitas PLTS agar beban dan pasokan bergerak dengan ritme yang sama.

Interkoneksi jaringan yang telah direncanakan dalam RUPTL harus diimplementasikan. *On-grid* 2030 memerlukan kesepakatan interkoneksi, kapasitas serap jaringan yang memadai, serta skema *offtake* yang jelas. Dengan skenario ini, jalur pemanfaatan PLTS setelah industri nikel kehabisan cadangan perlu ditetapkan, misalnya pengalihan ke beban industri pengganti, atau pemanfaatan lain yang realistis. Ini mengurangi volume energi yang akan berubah menjadi *stranded*.

Singkatnya, skenario BAU dapat menjalankan peralihan dari PLTU ke PLTS selama masa operasi, tetapi potensi *stranded asset* PLTS cukup besar.

## Perbaikan Rencana Produksi Pertambangan

Dengan skenario tingkat produksi smelter tetap sama (BAU) yakni RKEF 1.054.000 ton Ni-eq per tahun dan HPAL 85.000 ton Ni-eq, produksi di pertambangan di Sulawesi sebenarnya dapat dikurangi 49 juta WMT, sehingga menjadi 103.84 juta WMT.

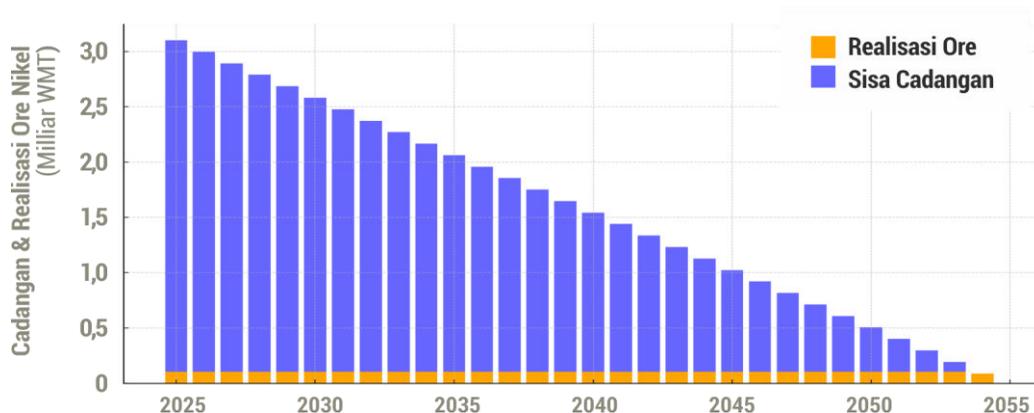
**Tabel 11.** Rekomendasi Perubahan RKAB untuk Tambang Nikel

Komponen	Nilai (juta WMT/tahun)
Kebutuhan ore RKEF	73,78
Kebutuhan ore HPAL	12,75
Total kebutuhan ore RKEF+HPAL	86,53
Stockpile 20%	17,31
RKAB Ideal (kebutuhan + 20% stockpile)	103,84
RKAB saat ini	153,3

Skenario pengurangan produksi tambang ini masih akan mampu memenuhi kebutuhan produksi optimum smelter RKEF dan HPAL yang ada saat ini. Sedangkan alokasi 20% *stockpile* dapat bertahan selama 2 – 3 bulan.

Pengurangan produksi ini dapat memperpanjang usia cadangan nikel Sulawesi sampai tahun 2054; 10 tahun lebih lama dibandingkan skenario RKAB saat ini (153.30 juta WMT). RKAB rekomendasi secara tonase berkurang 47,6% dari RKAB eksisting.

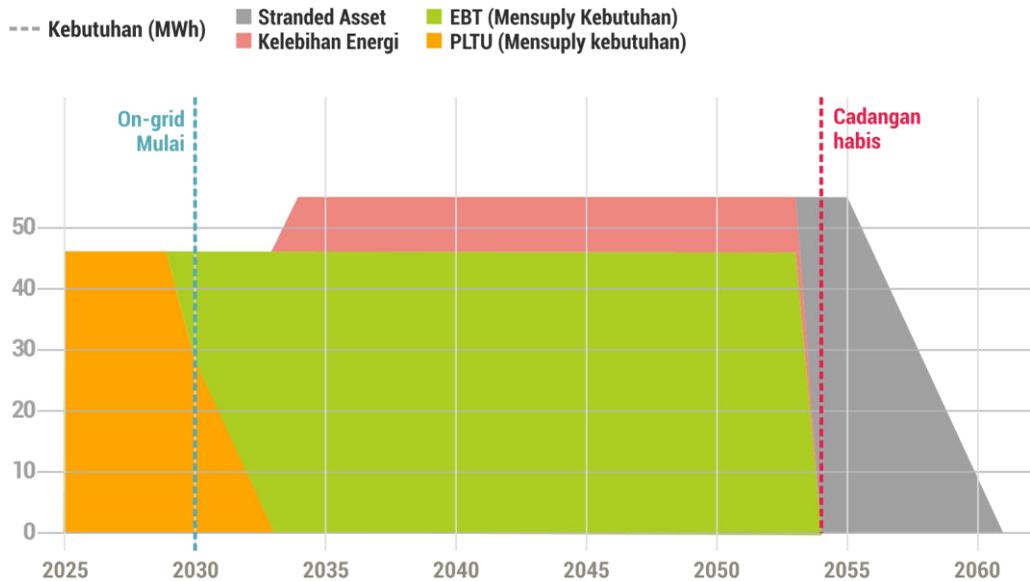
### Sisa Cadangan & Realisasi Ore Nikel (RKAB Ideal, 2025-2045)



**Gambar 13.** Sisa Cadangan dan Realisasi Ore Nikel Skenario Ideal (2025-2054)

Grafik di atas menunjukkan bahwa umur cadangan nikel dapat diperpanjang hingga setidaknya 10 tahun jika tingkat produksi pertambangan diturunkan, mengacu pada kebutuhan smelter dan *stockpile*.

## Grafik Transisi (Energi, Stacked Area): PLTU → EBT vs Kebutuhan



**Gambar 14.** Grafik Transisi Energi di Kawasan Industri Nikel berdasarkan Skenario BaU dengan RKAB Ideal

Dengan menggunakan skenario dekarbonisasi kelistrikan yang sama seperti sebelumnya, yakni pembangunan PLTS dimulai bertahap 2028-2034 dan jaringan *On-grid* terhubung ke kawasan industri di tahun 2030, pengurangan produksi tambang akan membuat masa *stranded asset* PLTS menjadi lebih pendek, yakni sekitar 5 tahun.

Skenario ini juga menutup PLTU batubara *captive* setidaknya sejak tahun 2030 atau saat interkoneksi terjadi. Skenario ini akan menciptakan manfaat ganda, yaitu perpanjangan umur nikel serta peningkatan bauran EBT untuk memitigasi krisis iklim.

Sumber Foto : Dokumentasi AEER



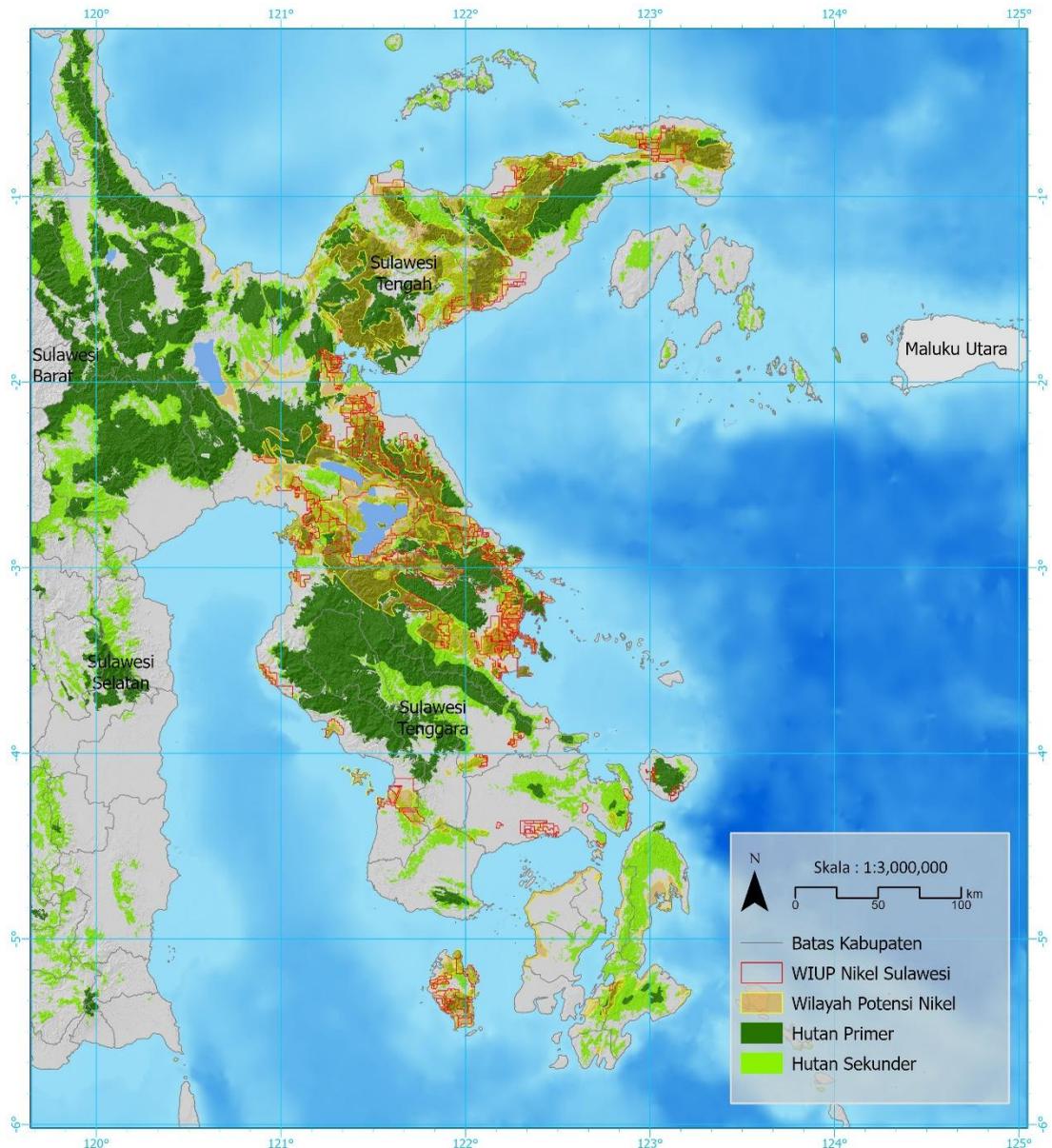
## B. Skenario Dekarbonisasi Berbasis Produksi Terbatas

Industri nikel memiliki peran strategis dalam transisi energi bersih menuju net zero emission, karena nikel merupakan bahan utama dalam baterai kendaraan listrik. Namun, kegiatan penambangan nikel juga membawa risiko besar terhadap keanekaragaman hayati, ekosistem, dan keberlanjutan lingkungan.

Secara spasial, cadangan nikel di Sulawesi yang mencapai 3,1 miliar WMT sebagian besar tersebar di atas kawasan formasi ultramafik seluas 1.721.220 hektare, yakni wilayah yang secara geologis menyimpan potensi endapan nikel laterit. Dari luasan tersebut, sekitar 1.231.060 hektare atau 71,5% berada di dalam kawasan hutan, dengan 733.370 hektare ( $\pm 42,6\%$ ) berupa hutan primer yang memiliki nilai ekologis tinggi dan peran penting dalam mitigasi perubahan iklim. Jika dihitung berdasarkan faktor cadangan karbon untuk Sulawesi, hutan primer tersebut menyimpan sekitar 100,9 juta ton karbon, sementara hutan sekunder yang tersisa menyimpan sekitar 51,4 juta ton karbon. Secara keseluruhan, cadangan karbon di kawasan hutan ini mencapai 152,3 juta ton C, setara dengan 559 juta ton CO<sub>2</sub>-eq.

Sumber Foto : Dokumentasi AEER





**Gambar 15.** Peta Sebaran Izin Pertambangan Nikel di Sulawesi

Besarnya wilayah ultramafik yang berada di ekosistem hutan ini menunjukkan bahwa pengembangan industri nikel tidak hanya berkaitan dengan isu energi dan emisi, tetapi juga membawa konsekuensi langsung terhadap konservasi keanekaragaman hayati, fungsi ekologis, dan tata kelola kehutanan. Oleh karena itu, strategi dekarbonisasi industri nikel dan pengelolaan cadangan nikel di Sulawesi perlu mempertimbangkan keterkaitan erat antara potensi tambang dan keberadaan ekosistem hutan, terutama perlindungan terhadap hutan primer serta pengelolaan hutan sekunder secara berkelanjutan. Hal ini merupakan bentuk penerapan *Hierarchy of Mitigation in Biodiversity* (Avoid–Minimize–Rehabilitate–Offset).

Dengan mempertimbangkan bahwa 733.370 hektare ( $\pm 42,6\%$ ) dari wilayah prospektif nikel merupakan hutan primer, maka cadangan di area tersebut harus dikecualikan dari kegiatan pertambangan. Jika seluruh kawasan hutan primer dilindungi penuh, cadangan nikel yang layak ditambang hanya sekitar 57,4% dari total, atau setara  $\pm 1,78$  miliar WMT, yang menjadi batas atas realistis untuk penambangan jangka panjang hingga setidaknya tahun 2060 agar sejalan dengan visi net zero emission 2060.

Dalam kerangka itu, prinsip *Hierarchy of Mitigation in Biodiversity* menjadi landasan dekarbonisasi industri nikel berbasis produksi terbatas. Langkah *Avoidance* dilakukan dengan menutup akses tambang di hutan primer, sementara penambangan di luar kawasan tersebut harus diminimalkan dampaknya melalui teknologi ramah lingkungan, reklamasi progresif, pengelolaan tailing, dan penggunaan energi terbarukan. Setelah aktivitas berakhir, lahan wajib direhabilitasi dengan penanaman vegetasi lokal, perbaikan tanah, dan pemulihan hidrologi, dan apabila masih terdapat dampak residu yang tak dapat dipulihkan, maka harus dilakukan kompensasi melalui konservasi spesies endemik, perlindungan hutan bernilai tinggi di lokasi lain, atau dukungan proyek karbon biru, sehingga transisi energi bersih tetap berjalan tanpa mengorbankan keanekaragaman hayati Sulawesi.

Dalam kerangka produksi terbatas, strategi dekarbonisasi tidak hanya membatasi ruang tambang pada kawasan non-hutan primer, tetapi juga menata kembali pola produksi smelter agar kebutuhan bijih nikel lebih selaras dengan kapasitas cadangan yang tersedia. Penyesuaian dilakukan melalui pengurangan bertahap kapasitas RKEF yang sangat boros energi, sekaligus peningkatan proporsional kapasitas HPAL sesuai dengan kenyataan bahwa permintaan baterai listrik semakin meningkat. Perubahan bauran teknologi ini secara langsung menurunkan volume penambangan tahunan, sehingga laju depleksi cadangan lebih terkendali dan umur tambang dapat diperpanjang.

### **Penyesuaian Kapasitas Smelter dan Produksi Pertambangan**

Dalam skenario produksi terbatas ini, smelter RKEF diasumsikan mengalami penurunan kapasitas produksi 60% dan HPAL mengalami kenaikan 100% sampai dengan 2030 dibandingkan dengan tingkat produksi 2025. Apabila metode HPAL dikombinasikan dengan *bioleaching* maka intensitas energi dapat dikurangi dan umur cadangan nikel akan lebih panjang. Namun, kajian ini belum memasukkan peran teknologi *bioleaching*. Pola penambangan mengikuti perubahan struktur produksi smelter. Dan jumlah cadangan yakni 1,78 miliar WMT.

Kapasitas produksi RKEF diskenariokan mengalami penurunan 10% per tahun sejak 2025, sampai 421.600 ton ni-eq/tahun, sehingga maka kebutuhan ore saprolit sebagai bahan baku RKEF ikut turun signifikan menjadi 29,51 juta WMT/tahun. Penurunan kebutuhan ore RKEF otomatis membuat total realisasi penambangan per tahun lebih rendah dibandingkan skenario BAU, yang sebesar 73.78 juta WMT/tahun.

Sebaliknya, kapasitas HPAL mulai meningkat pada 2026 dengan laju 20% per tahun, sehingga pada 2030 naik 100% secara kumulatif hingga mencapai 170.000 ton Ni-eq/tahun. Dengan kebutuhan ore sebesar 150 WMT per ton Ni-eq, konsumsi limonit bertambah menjadi 25,5 juta WMT per tahun.

Dengan demikian, total kebutuhan ore untuk smelter RKEF dan HPAL dalam skenario ini adalah 55 juta WMT/tahun. Dengan penambahan 20% untuk *stockpile*, tingkat produksi idealnya 66 juta WMT/tahun. Angka ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan tingkat produksi saat ini, sehingga meskipun cadangan nikel yang boleh ditambang dibatasi, umur tambang tetap lebih panjang dan pasokan ore relatif lebih terjaga hingga awal 2050-an.

### Kebutuhan Energi dan Implementasinya

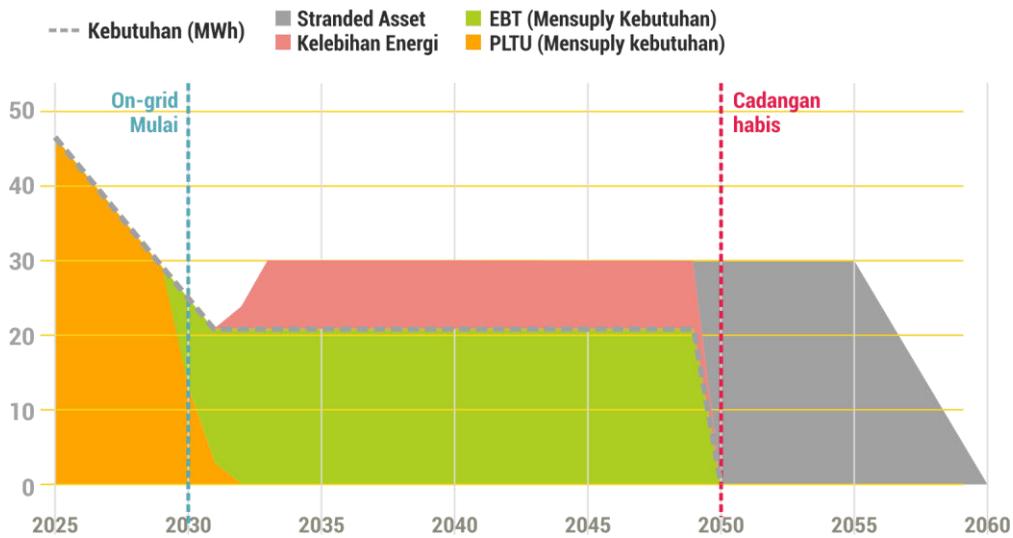
Perubahan struktur kapasitas produksi RKEF dan HPAL membuat kebutuhan energi untuk skenario ini juga mengalami perubahan. Dari awalnya 46 juta MWh/tahun turun menjadi 20,5 juta MWh/tahun pada 2031. Untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut sepenuhnya dari sumber terbarukan, maka Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) perlu dibangun dengan kapasitas yang memadai.

**Tabel 12.** Kebutuhan Energi untuk Skenario Produksi Nikel Terbatas di Sulawesi

Komponen	Perhitungan	Hasil
Beban rata-rata pabrik	$20.566.600 \text{ MWh} \div 8.760 \text{ jam}$	$\approx 2,35 \text{ GW}$
PLTS (energy-only)	$20.566.600 \div (8.760 \times 0,18)$	$\approx 13,04 \text{ GWp}$
PLTS praktis (koreksi rugi BESS & soiling)	$13,04 \times 1 / (0,88 \times 0,95)$	$\approx 15,6 \text{ GWp}$
Energi malam (12 jam)	$2,35 \text{ GW} \times 12 \text{ jam}$	$\approx 28,2 \text{ GWh}$
Energi yang harus di-charge (RTE 88%)	$28,2 \div 0,88$	$\approx 32,0 \text{ GWh}$
+15% cadangan operasi	$32,0 \times 1,15$	$\approx 36,8 \text{ GWh}$
Daya BESS	Beban rata-rata + 10% margin	$\approx 2,6 \text{ GW}$
<b>Kapasitas BESS total</b>	<b>Daya <math>\times</math> durasi (<math>\approx 14-15 \text{ jam}</math>)</b>	<b><math>\approx 2,6 \text{ GW} / 37 \text{ GWh}</math></b>

Dengan mempertimbangkan faktor kapasitas dan rugi-rugi sistem, kebutuhan energi sebesar 20,5 juta MWh per tahun setara dengan pembangunan PLTS sekitar 15 GWp, yang dipadukan dengan sistem penyimpanan energi baterai (BESS) berkapasitas sekitar 2,6 GW / 37 GWh. Kombinasi ini memungkinkan suplai listrik berlangsung stabil selama 24 jam, baik siang maupun malam.

## Grafik Transisi (Energi, Stacked Area): PLTU → EBT vs Kebutuhan



**Gambar 16.** Grafik Transisi Energi di Kawasan Industri Nikel berdasarkan Skenario Pembatasan Produksi Terbatas di Sulawesi

Penurunan realisasi penambangan ini memiliki dua implikasi penting. Pertama, cadangan habis lebih lambat (sekitar pertengahan abad, ±2050, bukan 2045 seperti BAU). Kedua, beban energi untuk operasi smelter ikut menurun sehingga kebutuhan PLTS hanya 15 GWp dibandingkan 35 GWp pada BAU. Artinya, dengan mempertimbangkan aspek ekologis, realisasi penambangan yang lebih rendah, transisi energi lebih mudah dicapai dan risiko *stranded asset* PLTS berkurang.

**Tabel 13.** Perbandingan Kebutuhan PLTS + BESS Skenario BaU dan Produksi Terbatas

Aspek	BAU	Perbaikan RKAB	Produksi Terbatas
Produksi smelter	RKEF 1.054.000 t + HPAL 85.000 t	Sama seperti BAU	RKEF 421.600 t (-60%), HPAL 170.000 t (+100%)
Kebutuhan energi	<b>46,1 TWh/tahun</b>	<b>46,1 TWh/tahun</b>	<b>20,5 TWh/tahun</b>
PLTS diperlukan	~35 GWp	~35 GWp	~15–16 GWp
BESS diperlukan	~6 GW / 80–85 GWh	~6 GW / 80–85 GWh	~2,6 GW / 37 GWh
PLTU <i>shutdown</i>	2035	2035	2035
Tingkat RKAB	153,3 juta WMT	103,8 juta WMT (RKAB ideal)	55 juta WMT (+20% <i>stockpile</i> → 66 juta)
Cadangan yang ditambang	3,1 miliar WMT	3,1 miliar WMT	1,78 WMT *pertimbangan hutan alam
Umur cadangan 1,78	Habis ~2045	Habis ~2054	Habis ~2050-an
Risiko <i>stranded asset</i> PLTS	+/-15 tahun	±5 tahun	+/-10 tahun

### Kesimpulan

Sulawesi merupakan pusat produksi nikel Indonesia dengan cadangan terbesar, sekitar 61% dari total nasional ( $\pm 3,1$  miliar WMT), terutama terkonsentrasi di Sulawesi Tenggara, Tengah, dan Selatan. Kawasan industri yang berkembang pesat seperti IMIP, VDIP, SEI, dan IHIP mendorong Sulawesi menjadi episentrum nikel dunia, sekaligus episentrum emisi nasional akibat dominasi PLTU *captive* batubara yang memasok energi untuk smelter. Pada 2024 saja, PLTU *captive* di kawasan nikel menghasilkan 68 juta ton CO<sub>2</sub>, setara dengan 12,3% total emisi Indonesia.

Dekarbonisasi industri nikel hanya mungkin tercapai bila seluruh kawasan smelter *On-grid* ke sistem PLN dan tidak lagi bergantung pada PLTU *captive*. Potensi energi terbarukan Sulawesi sangat besar, surya  $\pm 230$  GW, bayu 14,9 GW, dan hidro 3 GW sehingga secara teknis mampu menopang suplai energi bersih bagi industri, asalkan interkoneksi jaringan dipercepat dan proyek PLTS, PLTA, PLTB, serta BESS diprioritaskan. Namun, RUPTL 2025–2034 meskipun merencanakan pembangunan transmisi dan calon konsumen tegangan tinggi ( $\pm 4.983$  MVA), belum sepenuhnya mencakup empat kawasan industri besar dengan kapasitas PLTU *captive* mencapai  $\pm 7,8$  GW, sehingga arah kebijakan masih belum konsisten dengan komitmen dekarbonisasi.

Dalam skenario BAU, ketika kapasitas smelter RKEF dan HPAL serta laju produksi tambang (RKAB 153,3 juta WMT/tahun) dianggap statis, kebutuhan pembangunan agar industri tersuplai penuh oleh energi bersih adalah PLTS  $\pm 35$  GWp dengan dukungan BESS  $\pm 6$  GW/80–85 GWh. Fase *On-grid* dimulai 2030, PLTS mampu menutup kebutuhan energi tahunan pada 2034, dan *shutdown* PLTU *captive* dapat dilakukan pada 2035 sekaligus menghapus  $\pm 62$  MtCO<sub>2</sub> emisi tahunan. Namun, dengan laju produksi tambang nikel saat ini, cadangan nikel diperkirakan habis sebelum 2045, sehingga pada saat industri berhenti, sebagian kapasitas PLTS berisiko menjadi *stranded asset* dengan sisa umur teknis  $\pm 15$  tahun.

Jika skenario BAU dijalankan tetapi dengan perbaikan RKAB menuju level ideal  $\pm 103,8$  juta WMT/tahun, tekanan terhadap cadangan nikel akan berkurang, dan risiko *stranded asset* juga menurun, tersisa sekitar  $\pm 5$  tahun.

Opsi paling berkelanjutan adalah skenario pembatasan produksi yang secara eksplisit menyeimbangkan kebutuhan energi, lingkungan, dan cadangan mineral. Dengan penurunan kapasitas RKEF (-60%) yang boros energi, pembatasan peningkatan HPAL (+100%), serta perlindungan ketat terhadap hutan primer Sulawesi sebagai penyangga keanekaragaman hayati sekaligus penyerap karbon alami, beban listrik industri lebih moderat. Dalam skenario ini, kebutuhan energi turun menjadi PLTS ±15–16 GWp dan BESS ±2,6 GW/±37 GWh, sementara umur cadangan bisa dipertahankan hingga pertengahan abad (±2050-an). Risiko *stranded asset* juga berkurang, sekitar ±10 tahun, dan tekanan ekologis dapat diminimalkan karena skenario ini akan meneksklusi cadangan nikel di hutan primer dari penambangan.

Dengan demikian, strategi dekarbonisasi yang paling aman adalah menggabungkan *On-grid* berbasis EBT, percepatan proyek PLTS–BESS, perbaikan tata kelola produksi (RKAB), pembatasan ekspansi industri, serta perlindungan hutan alam. Pendekatan ini bukan hanya akan mengakhiri peran Sulawesi sebagai episentrum emisi, tetapi juga mentransformasikannya menjadi pusat energi bersih, mengurangi bencana ekologis, sekaligus memperkuat kredibilitas komitmen iklim Indonesia di panggung internasional.

## Rekomendasi

### 1. Percepatan *On-grid* Kawasan Industri Nikel

Pemerintah dan PLN harus memastikan seluruh kawasan industri nikel di Sulawesi terhubung ke jaringan PLN berbasis EBT paling lambat 2030. Interkoneksi Sulbagsel–Sulbagut dan pembangunan jalur transmisi ke kawasan industri besar (IMIP, VDNI–OSS, SEI, IHIP) harus menjadi prioritas nasional, agar penghentian PLTU *captive* dapat tercapai pada 2034–2035. Industri nikel berkomitmen sebagai pengguna energi terbarukan dari jaringan listrik yang terkoneksi dengan skema *corporate power purchase agreement*.

### 2. Pengembangan Besar-besaran PLTS + BESS

- Skenario BAU: pembangunan ±35 GWp PLTS dan ±6 GW/80–85 GWh BESS harus dipersiapkan, dengan target COD bertahap hingga 2034.
- Skenario Pembatasan Produksi: cukup ±15–16 GWp PLTS dan ±2,6 GW/≈37 GWh BESS, sehingga lebih efisien secara biaya dan risiko *stranded asset* lebih rendah.

Pemerintah perlu membuka kuota PLTS utility-scale dan BESS yang besar, memberi kepastian regulasi, dan melibatkan IPP/swasta melalui skema kolaboratif dengan PLN.

### **3. Revisi dan Perbaiki RKAB**

RKAB harus disesuaikan ke level ideal sesuai kebutuhan industri smelter yakni sekitar  $\pm 103,8$  juta WMT/tahun, bukan 153 juta WMT/tahun. Hal ini menjaga umur cadangan hingga pertengahan abad. Pengendalian produksi ini akan mengurangi risiko *stranded asset* PLTS-BESS dan mencegah ledakan kapasitas berlebih di sektor kelistrikan.

### **4. Pembatasan Produksi dan Diversifikasi Teknologi**

Pemerintah perlu mengarahkan industri nikel untuk menurunkan dominasi RKEF (-60%) yang boros energi, dan membatasi peningkatan HPAL hanya 100% dari kapasitas tahun 2025 dan dikombinasikan dengan teknologi *bioleaching*. Diversifikasi teknologi akan mengurangi beban listrik jangka panjang dan meningkatkan nilai tambah industri.

### **5. Perlindungan Hutan Alam**

Pemerintah harus melarang ekspansi tambang nikel ke hutan primer, melakukan moratorium izin baru di kawasan hutan alam Sulawesi sebagai bagian dari komitmen iklim nasional. Perlindungan hutan tidak hanya menjaga biodiversitas, tetapi juga memperkuat fungsi Sulawesi sebagai penyerap karbon alami.

### **6. Integrasi Dekarbonisasi Nikel ke Komitmen Iklim Nasional**

Pemerintah harus menetapkan 2034 sebagai target resmi penghentian PLTU *captive* batubara di kawasan industri nikel Sulawesi, dan memasukkannya ke dalam RUPTL serta NDC Indonesia. Dekarbonisasi kelistrikan kawasan industri nikel harus diposisikan sebagai kontribusi strategis Indonesia dalam mewujudkan transisi energi global yang adil, sekaligus memperkuat daya tawar Indonesia dalam diplomasi iklim.



Sumber Foto : Anton Petrus / [gettyimages.com](https://www.gettyimages.com)

- Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER). 2024. *Dekarbonisasi Ketenagalistrikan dan Pembatasan Porduksi Mineral di Sulawesi*. Diakses dari <https://www.aeer.or.id/wp-content/uploads/2024/07/AEER-Slides-Dekarbonisasi-Industri-Nikel.pdf>
- Aksi Ekologi dan Emansipasi Rakyat (AEER). 2025. *Kondisi PLTU Captive untuk Area Konsentrasi Smelter Nikel di Sulawesi dan Alternatif Substitusi Infrastruktur Energi*. Diakses dari [https://www.aeer.or.id/wp-content/uploads/2024/12/AEER-PLTU-Captive-Area-Smelter-di-Sulawesi\\_compressed.pdf](https://www.aeer.or.id/wp-content/uploads/2024/12/AEER-PLTU-Captive-Area-Smelter-di-Sulawesi_compressed.pdf)
- Global Energy Monitor (GEM). 2024. *Global Coal Plant Tracker*. Diakses dari <https://globalenergymonitor.org/projects/global-coal-plant-tracker/tracker/>
- International Solar Alliance. 2023. *Business Models and Financing Instruments in The Solar Energy Sector*. Diakses dari <https://isolaralliance.org/uploads/docs/5263dc460d977ca3e1c1d92514a77b.pdf>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). 2025. *Peta Energi Baru Terbarukan*. Diakses dari <https://geoportal.esdm.go.id/ebtke/>
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). 2025. *Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional*. Diakses dari [https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/28dd4-ruknpdf](https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/28dd4-ruknpdf)
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional / Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), dan World Resources Institute (WRI). 2025. *Peta Jalan Dekarbonisasi Industri Nikel Indonesia*. Diakses dari [drive.google.com/drive/folders/1Gh\\_V9C8qtEAuD9oz1geabll\\_XP50E6M2](https://drive.google.com/drive/folders/1Gh_V9C8qtEAuD9oz1geabll_XP50E6M2)
- Perusahaan Listrik Negara. 2025. *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025 - 2034*. Diakses dari <https://web.pln.co.id/statics/uploads/2025/06/b967d-ruptl-pln-2025-2034-pub-.pdf>
- Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panas Bumi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2023. *Neraca Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Batubara, dan Panas Bumi Indonesia Tahun 2022*. Diakses di <https://geologi.esdm.go.id/storage/publikasi/r27Mld7QWMfhjbtCdhQCtmqjUUM7CO MZqZPLSyQi.pdf>
- Rocky Mountain Institute (RMI) Southeast Asia. 2025. *The Landscape of Captive Power Plants in Indonesia: Associated Industries and Future Outlook*.

Sumber Foto : [powerline.net.in](http://powerline.net.in)





Pemerintah pusat dan daerah berperan memastikan regulasi yang kondusif, mengefektifkan perizinan, serta insentif fiskal bagi energi bersih, sementara lembaga keuangan dan investor internasional dapat mendukung pendanaan hijau yang berkelanjutan. Dengan sinergi ini, pembangunan pembangkit dan transmisi EBT di Sulawesi dapat berjalan lebih cepat, menghentikan ketergantungan pada PLTU *captive*, sekaligus memperkuat daya saing nikel Indonesia di pasar global.

Sulawesi memiliki posisi yang sangat strategis dalam peta industri nikel global. Lebih dari 60% cadangan nikel Indonesia berada di pulau ini, menjadikannya pusat pertumbuhan kawasan industri smelter yang masif dalam satu dekade terakhir. Namun, perkembangan ini membawa tantangan besar terhadap agenda transisi energi dan dekarbonisasi nasional.

Salah satu masalah utama adalah ketergantungan industri nikel pada pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) *captive* berbahan bakar batubara. Kapasitas PLTU *captive* di Sulawesi mencapai lebih dari 8,7 GW dan menyumbang emisi Gas Rumah Kaca (GRK) sekitar 68 juta ton CO<sub>2</sub> pada 2024, atau 12,3% dari total emisi nasional. Kondisi ini bertolak belakang dengan komitmen Indonesia untuk mencapai puncak emisi energi pada 2035 dan *Net Zero Emission* (NZE) pada 2060.

Indonesia tidak dapat mengklaim diri sebagai motor transisi energi global sambil membiarkan produksi nikel berbasis energi kotor batubara. Berdasarkan RUKN, potensi energi terbarukan di Sulawesi mencapai 250 GWp, sehingga jalan keluar dari ketergantungan terhadap PLTU *Captive* terbuka lebar. Meski Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) belum sepenuhnya mengakomodasi potensi tersebut untuk menggantikan PLTU *captive*, tetapi dokumen operasional ini telah merencanakan integrasi jaringan Sulbagsel-Sulbagut yang menjadi prasyarat dalam dekarbonisasi kelistrikan kawasan industri.

Upaya dekarbonisasi industri nikel di Sulawesi tidak dapat hanya mengandalkan pemerintah atau PLN semata, melainkan membutuhkan kolaborasi dari pelaku industri nikel. Perusahaan nikel sebagai konsumen energi terbesar perlu menjadi mitra strategis dalam investasi pembangkit EBT dan jaringan transmisi, baik melalui skema *corporate power purchase agreement* (PPA), ataupun *joint venture*.



## AKSI EKOLOGI DAN EMANSIPASI RAKYAT

Talavera Office Park, 28th floor  
Jl. TB Simatupang Kav 22-26, Jakarta 12430

 [aeer.or.id](http://aeer.or.id)

 [info@aeer.or.id](mailto:info@aeer.or.id)

 AEER - AKSI EKOLOGI & EMANSIPASI RAKYAT  @AEER\_INFO  
 AEER - AKSI EKOLOGI & EMANSIPASI RAKYAT  @AEER\_INFO