



POLICY BRIEF

PERTANIAN, KELAUTAN, DAN BIOSAINS TROPIKA Vol. 8 No. 2 Tahun 2026

Peluang dan Tantangan Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pemanfaatan Slag Nikel

Penulis

Vincentius Alfons Leander¹, Novindra¹, Adi Hadianito¹, Mohamad Hanif Bachtiar², Wangi Kusuma Arassya²

1 Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, IPB University, Bogor, Indonesia

2 Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia

Peluang dan Tantangan Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pemanfaatan Slag Nikel

Isu Kunci

Policy Brief ini memuat poin-poin penting sebagai berikut:

- 1) Kebijakan hilirisasi nikel di Indonesia tidak hanya meningkatkan ekspor produk hilirisasi nikel, namun juga menambah konsekuensi ekologis berupa peningkatan volume limbah slag nikel.
- 2) Meskipun tergolong limbah non-B3, slag nikel berpotensi melepaskan logam berat melalui proses leaching ke air tanah yang berisiko memicu masalah kesehatan serius bagi masyarakat sekitar.
- 3) Klaim manfaat ekonomi sirkular pada industri pertambangan berisiko menjadi *greenwashing* jika tidak didukung oleh standar verifikasi independen internasional (seperti ISO 14064 atau GRI)
- 4) Slag nikel memiliki potensi sebagai bahan konstruksi berkelanjutan, namun pemanfaatannya masih terhambat karena SNI 8870:2019 belum diwajibkan dan belum terintegrasi ke dalam NSPK (Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria) pengadaan Pemerintah.

Ringkasan

Sebagai pemilik cadangan nikel terbesar di dunia, Indonesia menjadikan hilirisasi nikel sebagai prioritas strategis nasional dan berhasil meningkatkan ekspor produk hilir lebih dari tiga kali lipat sejak 2020. Namun, keberhasilan tersebut membawa konsekuensi ekologis berupa akumulasi slag nikel dalam jumlah besar di kawasan smelter. Walaupun tergolong limbah non-B3, slag nikel berpotensi melepaskan logam berat melalui *leaching* ke tanah dan air tanah yang membahayakan kesehatan masyarakat. Risiko tersebut dapat diminimalkan melalui penerapan ekonomi sirkular dengan memanfaatkan slag nikel sebagai material konstruksi (beton, batako, dan campuran aspal), sehingga limbah tidak menumpuk di lingkungan. Pemanfaatannya sebagai campuran beton terbukti menurunkan biaya produksi hingga 13,6% sekaligus mengurangi emisi CO₂ hingga 200 kg CO₂/m³ (untuk formulasi geopolimer) dibandingkan beton konvensional. Namun, klaim tersebut berpotensi menjadi *greenwashing* apabila tidak didukung verifikasi independen berstandar global. Optimalisasi pemanfaatan slag nikel juga terhambat kendala struktural: SNI 8870:2019 masih bersifat sukarela dan belum diwajibkan dalam pengadaan pemerintah (absen dari NSPK Bina Marga), meskipun variabilitas mutu antarfasilitas smelter justru mempertegas urgensi kewajiban tersebut, serta resistensi pasar di luar kawasan industri. Untuk mengatasinya, diperlukan tiga langkah kebijakan; penguatan pengawasan lingkungan dan verifikasi independen, kewajiban SNI beserta integrasinya dalam pengadaan infrastruktur pemerintah, serta akselerasi komersialisasi melalui insentif produksi dan perluasan adopsi pasar swasta.

Kata kunci: slag nikel, ekonomi sirkular, material konstruksi, *greenwashing*, NSPK

Diterima: 11 Feb 2026
Direvisi: 05 Jun 2026
Disetujui: 11 Jun 2026
Publikasi: 23 Jun 2026

Sitasi:

Leander, V. A., Novindra., Hadiano, A., Bachtiar, M. A., & Arrasya, W. K. 2026. Peluang dan Tantangan Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pemanfaatan Slag Nikel. *Policy Brief Pertanian Kelautan dan Biosains Tropika*, 8(2), 1644-1652.



© 2026 The Author(s).
Published by IPB
University.

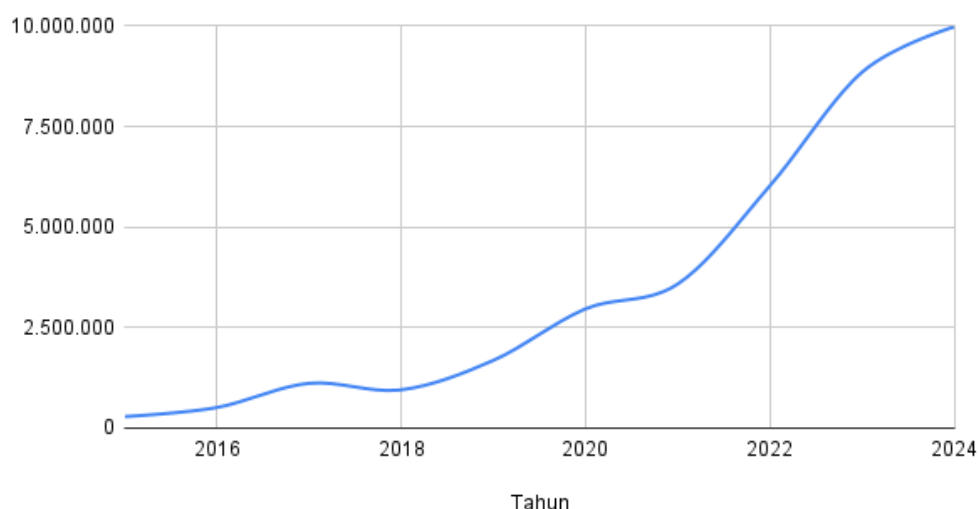
Pendahuluan

Sebagai salah satu negara dengan cadangan nikel terbesar di dunia (55 juta ton), Indonesia telah menjadikan hilirisasi industri nikel sebagai prioritas strategis dalam kerangka Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). Kebijakan ini bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah produk nikel, mengurangi ketergantungan pada ekspor bahan mentah, menciptakan lapangan pekerjaan, dan meningkatkan perekonomian nasional (Perpres Nomor 12 Tahun 2025). Selain itu, pemerintah Indonesia juga mendorong pembangunan smelter serta pelarangan ekspor bijih nikel melalui Permen ESDM Nomor 11 Tahun 2019, untuk mempercepat pengembangan hilirisasi industri nikel dan mendorong ekonomi domestik.

Pengembangan hilirisasi industri nikel telah mendorong peningkatan nilai ekspor produk hilir nikel (*ferro* nikel dan *nickel matte*) secara signifikan. Berdasarkan data United Nations (2025), ekspor produk hilirisasi nikel Indonesia mengalami transformasi yang mencolok antara periode sebelum dan sesudah implementasi kebijakan hilirisasi. Pada periode 2015-2019, volume ekspor produk nikel stagnan di bawah 2,5 juta ton per tahun. Namun, setelah kebijakan pelarangan ekspor bijih nikel

diterapkan pada 2020, volume ekspor mengalami peningkatan signifikan. Ekspor nikel melonjak dari 2,9 juta ton menjadi hampir 10 juta ton, dengan mencatatkan pertumbuhan lebih dari 300%. Hasil ini membuktikan keberhasilan kebijakan hilirisasi nikel dalam meningkatkan nilai tambah ekonomi nasional.

Namun demikian, keberhasilan kebijakan hilirisasi nikel juga memunculkan konsekuensi ekologis yang signifikan. Proses peleburan nikel melalui jalur pyrometalurgi menghasilkan limbah padat berupa slag nikel dengan rasio 6-16 ton slag per ton nikel yang diproduksi (Bartzas *et al.*, 2021). Seiring meningkatnya kapasitas produksi nikel Indonesia, volume slag nikel yang harus dikelola pun akan terus bertambah. Penumpukan slag nikel dalam jumlah besar menimbulkan dua persoalan utama. Di satu sisi, kebutuhan lahan penampungan yang luas berpotensi menyebabkan degradasi lahan dan hilangnya biodiversitas. Di sisi lain, kandungan logam berat seperti nikel, kobalt, dan kromium dapat terlepas melalui proses leaching ke tanah dan air tanah dalam jangka panjang, terutama pada kondisi asam akibat curah hujan tinggi (Bartzas *et al.*, 2021; Piatak *et al.*, 2015). Kedua persoalan ini menimbulkan tantangan serius bagi kapasitas pengelolaan limbah dan perlindungan lingkungan di sekitar kawasan smelter.



Gambar 1 Ekspor Produk Hilirisasi Nikel Indonesia (Ton)
Sumber: United Nations (2025b)

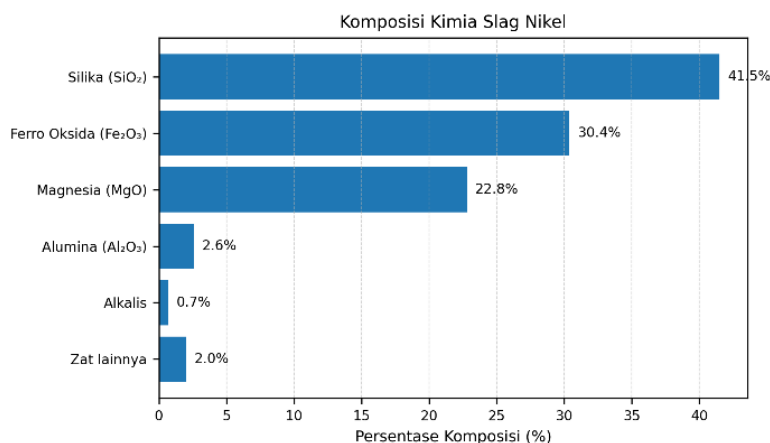
Pemerintah telah menyediakan kerangka regulasi pengelolaan slag nikel melalui PP Nomor 22 Tahun 2021 yang mengategorikannya sebagai limbah non-B3 dan Permen LHK Nomor 19 Tahun 2021 yang mengatur pemanfaatannya. Namun, kerangka regulasi ini masih menyisakan sejumlah celah kebijakan yang signifikan. Klasifikasi non-B3 justru mengurangi urgensi pengelolaan slag nikel karena tidak mensyaratkan prosedur penanganan seketat limbah B3, meskipun dalam volume besar slag nikel tetap menimbulkan risiko lingkungan. Di samping itu, meskipun BSN telah menerbitkan SNI 8870:2019 tentang material pilihan terak nikel (BSN, 2019), standar ini bersifat sukarela dan belum diwajibkan melalui regulasi teknis. Selain itu, SNI tersebut tidak tercantum dalam daftar Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) Bina Marga, sehingga tidak memiliki daya ikat bagi produsen maupun pengadaan pemerintah. Celah ini diperparah oleh belum adanya mekanisme koordinasi antarinstansi yang efektif antara Kementerian ESDM, Kementerian LHK, Kementerian PUPR, dan Badan Standardisasi Nasional (BSN) dalam mengembangkan standar dan mengawasi pemanfaatan slag nikel. Ketiga celah tersebut secara kolektif menghambat transformasi slag nikel menjadi sumber daya ekonomi. Slag terus menumpuk dan menjadi beban biaya bagi industri, sementara investasi pada teknologi pengolahannya tertahan oleh ketidakpastian regulasi dan pasar.

Penerapan prinsip ekonomi sirkular menawarkan solusi atas tantangan tersebut dengan

mengubah slag nikel dari beban lingkungan menjadi sumber daya ekonomi. Beberapa perusahaan seperti PT Harita Nickel dan IMIP telah membuktikan kelayakan teknis pemanfaatan slag nikel sebagai bahan konstruksi, namun inisiatif ini masih bersifat sporadis dan terbatas pada kebutuhan internal karena tidak ditopang kerangka kebijakan yang memadai. Oleh karena itu, diperlukan penguatan kebijakan secara terstruktur, khususnya melalui kewajiban SNI 8870:2019 melalui regulasi teknis, pengintegrasian produk slag nikel dalam pengadaan infrastruktur pemerintah untuk menciptakan permintaan pasar, serta penguatan pengawasan lingkungan agar manfaat ekonomi sirkular yang diklaim dapat dibuktikan secara ilmiah.

Penerapan Ekonomi Sirkular dalam Pemanfaatan Slag Nikel

Slag nikel memiliki karakteristik kimia yang mendukung pemanfaatannya sebagai bahan substitusi agregat dalam pembuatan beton. Kandungan silika (41,47%), ferro oksida (30,44%), dan alumina (2,58%) memungkinkan slag nikel berperan sebagai agregat kasar maupun halus, sekaligus memperkuat ikatan antara agregat dan pasta semen sehingga meningkatkan daya tahan beton (Mustika *et al.*, 2016). Kelayakan teknis ini menjadi dasar bagi pengembangan model bisnis ekonomi sirkular yang mengubah slag nikel dari beban biaya pengelolaan limbah menjadi sumber pendapatan baru bagi industri smelter.



Gambar 2 Komposisi Kimia Slag Nikel

Sumber: Mustika *et al.* (2016)

Secara teknis, slag nikel cair dipisahkan dari logam melalui proses skimming lalu didinginkan dengan granulasi air bertekanan tinggi, menghasilkan partikel mirip butiran pasir yang dapat diproses menjadi batako, paving block, dan beton (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021). Namun, karakteristik granul sangat bergantung pada teknologi smelter dan jenis bijih yang digunakan, sehingga konsistensi mutu antarfasilitas produksi menjadi isu kritis yang memperkuat urgensi kewajiban SNI 8870:2019 melalui regulasi teknis.

Di Indonesia, beberapa perusahaan telah merintis praktik ekonomi sirkular pemanfaatan slag nikel. PT Harita Nickel memanfaatkan 24.000 paving block, 146.000 batako, dan 441 m³ beton berbahan slag nikel untuk pembangunan fasilitas Loji Central Nursery dan program reklamasi lahan tambang (PT Harita Nickel, 2025). IMIP juga telah memproduksi 16.000 batako dan 24.000 paving block per hari dengan bahan utama slag nikel (PT Indonesia Morowali Industrial Park, 2025). Slag nikel juga telah diuji sebagai agregat pada campuran aspal perkerasan jalan dan memenuhi parameter mutu Spesifikasi Umum Bina Marga 2018, meskipun spesifikasi tersebut merupakan standar mutu umum yang berlaku bagi seluruh jenis agregat dan bukan merupakan bentuk adopsi SNI 8870:2019 (Kurniawan *et al.*, 2025). Namun, berbagai inisiatif tersebut baru mampu menyerap sebagian kecil dari

total volume slag yang dihasilkan dan pemanfaatannya masih terbatas untuk kebutuhan kawasan internal industri. Belum berkembangnya praktik ini menjadai pasar yang lebih luas disebabkan oleh SNI 8870:2019 yang masih bersifat sukarela, serta belum tersedianya mekanisme penyerapan oleh sektor konstruksi eksternal.

Praktik serupa juga berkembang di luar Indonesia. Di New Caledonia, slag nikel dari industri pyrometalurgi dimanfaatkan dalam proyek Carboval melalui proses mineralisasi CO₂ menggunakan gas buang pembangkit listrik untuk menghasilkan semen siliko magnesian sebagai substitusi semen konvensional (Quéheille *et al.*, 2021). Meskipun masih dalam tahap pengembangan, model ini menunjukkan bahwa pemanfaatan slag nikel dapat dikombinasikan dengan strategi dekarbonisasi industri sehingga membuka peluang nilai tambah ganda dari sisi ekonomi dan lingkungan.

Manfaat Bagi Ekonomi dan Lingkungan

Pemanfaatan slag nikel memberikan sejumlah manfaat signifikan, baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan. Dari perspektif ekonomi, penerapan ekonomi sirkular dalam pemanfaatan slag nikel sebagai bahan konstruksi dapat menurunkan biaya produksi beton secara terukur.

Tabel 1. Manfaat Ekonomis Beton dari Slag Nikel

Parameter	Beton Konvensional	Beton + Slag Nikel (15%)	Penghematan
Biaya Material (Rp/m ³)	850.000	720.000	15,30%
Biaya Transportasi (Rp/m ³)	125.000	110.000	12%
Biaya Total Produksi (Rp/m ³)	1.200.000	1.080.000	13,60%
Durabilitas (tahun)	50	60-70	20-40%
Biaya Pemeliharaan (Rp/m ² /tahun)	15.000	12.000	20%

Sumber: Rambak *et al.* (2025)

Tabel 2. Manfaat Ekologis Beton dari Slag Nikel

Jenis Beton	Emisi CO ₂ (kgCO ₂ /m ³)	Konsumsi Energi (MJ/m ³)	Limbah yang Dimanfaatkan (kg/m ³)
Beton Konvensional	280-320	1850-2100	0
Beton + 10% Slag Nikel	245-285	1650-1900	45-55
Beton + 20% Slag Nikel	210-250	1450-1700	90-110
Geopolimer Nikel	80-120	650-900	350-400

Sumber: Rambak *et al.*, (2025)

Berdasarkan penelitian Rambak *et al.*, (2025), campuran slag nikel sebesar 15% dalam pembuatan beton mampu mengurangi biaya material sebesar 15,3% (dari Rp850.000/m³ menjadi Rp720.000/m³) dan biaya total produksi sebesar 13,6% (dari Rp1.200.000/m³ menjadi Rp1.080.000/m³) dibandingkan beton konvensional. Penghematan tersebut berasal dari harga slag nikel yang lebih murah dibandingkan semen dan agregat konvensional. Selain itu, beton berbahan slag nikel memiliki durabilitas yang lebih panjang (60-70 tahun dibanding 50 tahun pada beton konvensional) dan biaya pemeliharaan yang lebih rendah (Rp12.000/m²/tahun dibanding Rp15.000/m²/tahun), sehingga memberikan efisiensi jangka panjang bagi proyek infrastruktur.

Sementara itu dari perspektif lingkungan, pemanfaatan slag nikel juga dapat mengurangi volume limbah yang harus ditimbun. Berdasarkan data Rambak *et al.*, (2025), beton konvensional menghasilkan emisi 280-320 kg CO₂/m³ dan mengonsumsi energi 1.850-2.100 MJ/m³, sementara penambahan slag nikel sebesar 10-20% dapat menurunkan emisi menjadi 210-285 kg CO₂/m³ dan konsumsi energi menjadi 1.450-1.900 MJ/m³. Penurunan yang lebih signifikan dicapai oleh formulasi geopolimer berbahan slag nikel, dengan emisi hanya 80-120 kg CO₂/m³ (turun hingga 200 kg CO₂/m³ dibandingkan beton konvensional), konsumsi energi 650-900 MJ/m³, dan pemanfaatan slag mencapai 350-400 kg/m³. Dengan demikian, semakin tinggi proporsi slag nikel dalam campuran beton, semakin besar penurunan emisi karbon dan limbah tertimbun, sehingga pemanfaatan slag nikel sekaligus mendukung target dekarbonisasi sektor

konstruksi dan pengurangan tekanan lahan penampungan limbah industri.

Tantangan yang Dihadapi

Implementasi ekonomi sirkular dalam pemanfaatan slag nikel menghadapi sejumlah tantangan signifikan yang perlu diatasi untuk mewujudkan keberlanjutan industri nikel Indonesia. Tantangan tersebut mencakup risiko lingkungan, regulasi, dan akses pasar sebagai berikut:

1. Risiko lingkungan jangka panjang dan potensi greenwashing.
- Meskipun slag nikel diklasifikasikan sebagai limbah non-B3, kajian ilmiah menunjukkan bahwa slag dan residu leaching industri nikel dapat mengandung logam berat dalam jumlah signifikan yang berpotensi terlepas ke lingkungan dalam kondisi tertentu, sementara penelitian tentang perilaku leaching jangka panjangnya masih sangat terbatas (Bartzas *et al.*, 2021; Piatak *et al.*, 2015). Pelepasan logam berat (seperti nikel, kobalt, dan kromium) ke air tanah pada kondisi curah hujan tinggi berisiko memicu masalah kesehatan serius bagi masyarakat sekitar, mengingat paparan kronis logam berat melalui konsumsi air yang terkontaminasi dapat memicu kerusakan organ hingga risiko karsinogenik (Briffa *et al.*, 2020). Di sisi lain, narasi ekonomi sirkular pada industri pertambangan dilaporkan menghadapi risiko greenwashing, yaitu ketika perusahaan mengklaim manfaat lingkungan tanpa didukung verifikasi yang memadai, sehingga dapat mengikis kepercayaan publik dan menghambat kemajuan substantif (Jose
- Peluang dan Tantangan Implementasi Ekonomi Sirkular dalam Pemanfaatan Slag Nikel

1648

et al., 2024). Untuk memitigasi risiko ini, pemerintah perlu mengadopsi standar verifikasi internasional seperti ISO 14064 atau Global Reporting Initiative (GRI). Tanpa pengujian leaching jangka panjang dan transparansi data lingkungan, klaim manfaat ekonomi sirkular slag nikel berisiko bersifat parsial dan tidak mencerminkan dampak ekologis secara utuh.

2. Absennya Kewajiban Regulatif atas SNI Slag Nikel dalam Pengadaan Konstruksi Pemerintah.

Meskipun BSN bersama Kemenperin telah menerbitkan SNI 8870:2019 tentang material pilihan terak nikel hasil tanur listrik (BSN 2019), standar ini masih bersifat sukarela dan belum diwajibkan melalui regulasi teknis. Policy gap yang sesungguhnya bukan ketiadaan standar, melainkan absennya kewajiban adopsinya: SNI 8870:2019 tidak tercantum dalam daftar NSPK Bina Marga (Ditjen Bina Marga 2021) dan tidak ada Peraturan Menteri yang mengharuskan penggunaannya dalam proyek konstruksi pemerintah. Pola adopsi semacam ini sebenarnya bukan hal baru: SNI 8378-8379:2017 untuk slag baja dan SNI 9092:2022 untuk FABA telah lebih dulu diintegrasikan ke dalam NSPK Bina Marga sebagai acuan teknis konstruksi jalan nasional, sementara slag nikel-meskipun secara teknis serupa dan telah memiliki SNI sejak 2019-belum mengikuti jalur adopsi yang sama. Akibatnya, kontraktor dan pejabat pengadaan tidak memiliki dasar

hukum yang cukup untuk menetapkan slag nikel sebagai material alternatif, sehingga permintaan pasar tetap rendah meskipun standar teknis secara formal telah tersedia. Urgensi kewajiban ini semakin tinggi mengingat variabilitas komposisi kimia slag nikel antarfasilitas smelter yang dapat memengaruhi konsistensi mutu produk turunannya, sehingga hanya SNI yang bersifat wajib dan ditegakkan melalui sistem sertifikasi yang mampu menjamin standar mutu di seluruh rantai pasok.

3. Keterbatasan akses pasar untuk mengkomersialkan produk campuran slag nikel.

Meskipun beberapa perusahaan, seperti PT Harita Nickel dan IMIP, telah berhasil memproduksi batako dan paving block dari slag nikel, pemanfaatannya masih terbatas pada kebutuhan internal, seperti pembangunan infrastruktur di kawasan industri dan program reklamasi. Akses ke pasar konstruksi yang lebih luas masih terkendala oleh kurangnya pemahaman konsumen tentang kualitas dan keamanan produk berbasis slag nikel, serta persaingan dengan produk konvensional yang sudah mapan. Keterbatasan jaringan distribusi dan promosi juga menjadi hambatan dalam memperluas penetrasi pasar. Kondisi ini diperparah dengan resistensi dari pelaku pasar yang cenderung konservatif dalam mengadopsi material baru tanpa rekam jejak penggunaan yang terbukti.

Tabel 3 Analisis Pemangku Kepentingan Utama

Aktor	Peran Utama	Potensi Hambatan
Kementerian PUPR	Pengadaan produk konstruksi berbahan slag nikel.	Membutuhkan penyesuaian prosedur pengadaan nasional.
Badan Standarisasi Nasional	Penetapan dan pengawasan standar mutu (SNI).	Keterbatasan data pengujian teknis jangka panjang.
Industri <i>Smelter</i>	Penyedia bahan baku dan investasi teknologi pengolahan.	Ketidakpastian permintaan pasar atas produk turunan.

Aktor	Peran Utama	Potensi Hambatan
Konsumen atau Kontraktor	Pengadopsi material konstruksi alternatif.	Konservatisme teknis terhadap material bangunan baru.

Rekomendasi

Untuk memaksimalkan penerapan ekonomi sirkular slag nikel, diperlukan pemetaan pemangku kepentingan guna mengidentifikasi peran dan hambatan spesifik dari masing-masing aktor (Tabel 3). Berdasarkan pemetaan hambatan tersebut, langkah strategis yang perlu dilakukan untuk mendorong pemanfaatan slag nikel meliputi:

1. Penguatan Pengawasan Lingkungan dan Verifikasi Independen

Pemerintah perlu mewajibkan pengujian leaching jangka panjang serta pelaporan kinerja lingkungan secara berkala bagi industri smelter yang memanfaatkan slag nikel, dengan verifikasi oleh pihak ketiga yang independen. Mekanisme ini berfungsi untuk memastikan klaim manfaat ekonomi sirkular didukung data ilmiah yang transparan dan mencegah praktik greenwashing yang dapat mengikis kepercayaan publik.

2. Pewajiban SNI dan Integrasinya dalam Pengadaan Infrastruktur Pemerintah

Pemerintah perlu mewajibkan SNI 8870:2019 melalui regulasi teknis (Peraturan Menteri) dan mencantumkannya dalam NSPK Bina Marga agar menjadi acuan wajib dalam konstruksi nasional, sebagaimana telah dilakukan untuk SNI FABA dan slag baja. Dengan masuknya standar ini ke dalam NSPK, pemerintah dapat langsung berperan aktif sebagai lead user dengan memprioritaskan penggunaan produk turunan slag nikel (seperti beton, paving block, dan batako) dalam pengadaan proyek infrastruktur strategis. Langkah integratif yang dilengkapi dengan sistem sertifikasi mutu ini tidak hanya menjamin keamanan produk di lapangan, tetapi juga langsung menciptakan kepastian rantai pasok dan mengatasi keterbatasan akses pasar bagi industri.

3. Akselerasi Komersialisasi melalui Insentif dan Perluasan Adopsi Pasar

Dari sisi produksi, pemberian insentif fiskal dan nonfiskal (seperti keringanan pajak, kemudahan pembiayaan, dan pembebasan bea masuk peralatan) perlu diarahkan kepada perusahaan yang mengembangkan teknologi pengolahan slag nikel guna mendorong investasi dan peningkatan skala produksi. Dari sisi permintaan, pemerintah perlu mendorong pencantuman produk berbasis slag nikel dalam kriteria sistem sertifikasi bangunan hijau (seperti Greenship GBCI), sehingga pengembang properti swasta memiliki alasan komersial untuk mengadopsinya. Upaya ini perlu didukung oleh proyek infrastruktur percontohan yang hasilnya dipublikasikan secara terbuka, sehingga rekam jejak penggunaan slag nikel dapat diverifikasi langsung oleh calon pengguna di luar kawasan industri.

Kesimpulan

Kebijakan hilirisasi industri nikel Indonesia telah berhasil meningkatkan ekspor produk hilir secara signifikan. Namun, keberhasilan ini juga menghasilkan akumulasi slag nikel dalam jumlah masif yang menimbulkan risiko ekologis dan sosial jangka panjang. Kajian ilmiah menunjukkan bahwa slag nikel berpotensi melepaskan logam berat yang mengancam kesehatan masyarakat di sekitar kawasan smelter akibat curah hujan tinggi. Selain itu, klaim manfaat lingkungan dari ekonomi sirkular rentan menjadi praktik greenwashing jika tidak dikawal oleh standar verifikasi internasional. Di sisi lain, potensi slag nikel sebagai material alternatif konstruksi yang andal telah terbukti secara teknis dan ekonomis. Akan tetapi, pemanfaatan ini belum dapat dioptimalkan karena SNI 8870:2019 masih bersifat sukarela, belum terintegrasinya standar

teknis tersebut ke dalam NSPK pengadaan pemerintah, serta masih adanya resistensi dari konsumen eksternal.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, dibutuhkan respons kebijakan yang terstruktur, melibatkan sinergi antar-pemangku kepentingan, dan berbasis bukti. Langkah paling mendasar adalah mewajibkan pengujian leaching jangka panjang dan mengadopsi standar verifikasi independen (seperti ISO 14064 atau GRI) untuk mencegah praktik greenwashing. Pada saat bersamaan, pemerintah perlu mewajibkan SNI 8870:2019 melalui regulasi teknis dan segera mengintegrasikannya ke dalam NSPK Bina Marga, sehingga pemerintah dapat bertindak sebagai lead user yang langsung menyerap produk turunan slag nikel dalam proyek infrastruktur strategis dan menciptakan kepastian rantai pasok. Upaya tersebut perlu didukung oleh akselerasi komersialisasi, baik melalui insentif fiskal dan nonfiskal bagi produsen maupun perluasan adopsi ke pasar swasta melalui sertifikasi bangunan hijau dan proyek percontohan. Melalui rangkaian langkah ini, Indonesia dapat mentransformasi slag nikel dari beban lingkungan menjadi sumber daya ekonomi yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [Permen ESDM]. (2019). Permen ESDM Nomor 11 Tahun 2019. *Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral No. 11 Tahun 2019*, (Peraturan Menteri), 7. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/142232/permen-esdm-no-11-tahun-2019>
- [Permen LHK]. (2021). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2018 Tentang Tata Cara Pengelolaan Limbah Non Bahan Berbahaya dan Beracun*. (1214).
- Bartzas, G., Tsakiridis, P. E., & Komnitsas, K. (2021). Nickel industry: Heavy metal(loid)s contamination - sources, environmental impacts and recent advances on waste valorization. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 21, 100253. <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2021.100253>
- Briffa, J., Sinagra, E., & Blundell, R. (2020). Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*, 6(9), e04691. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04691>
- BSN. (2019). *Material pilihan terak (slag) nikel hasil tanur listrik (electric furnace)* (8870:2019). <https://staging-ilmate.kemenperin.go.id/pelayanan-publik/sni/1>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Pemanfaatan Limbah Slag Nikel sebagai Bahan Perkerasan Jalan*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat RI. <https://binamarga.pu.go.id/index.php/article/pemanfaatan-limbah-slag-nikel-sebagai-bahan-perkerasan-jalan>
- Jose, A. S., Calhoun, J., Renteria, O. B., Mercado, P., Nakajima, S., Hope, C. N., Sotelo, M., & Menezes, P. L. (2024). Promoting a Circular Economy in Mining Practices. *Sustainability*, 16(24), 11016. <https://doi.org/10.3390/su162411016>
- Kurniawan, A., Nashir, M., & Kasmaida. (2025). Study Eksperimental Slag Nikel Pada Campuran Aspal Beton (Study Kasus Slag Nikel di PT. Huady Nickel-Alloy Indonesia). *SILITEK*, 05(02), 884–897. <https://doi.org/https://doi.org/10.51135/qjwq6614>
- Mustika, W., Salain, I. M. A. K., & Sudarsana, I. K. (2016). PENGGUNAAN TERAK NIKEL SEBAGAI AGREGAT DALAM CAMPURAN BETON. *Jurnal Spektran*, 4(2), 36–45. <https://doi.org/10.24843/SPEKTRAN.2016.v04.i02.p05>
- [Perpres] Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2025 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2025-2029, Pemerintah Indonesia (2025). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/314638/perpres-no-12-tahun-2025>
- Piatak, N. M., Parsons, M. B., & Seal, R. R. (2015). Characteristics and environmental aspects of

slag: A review. *Applied Geochemistry*, 57, 236–266.

<https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2014.04.009>

PT Harita Nickel. (2025). *Mengenal Slag Nikel: Sisa Hasil Pengolahan Nikel yang Bisa Menjadi Produk Bernilai Tinggi*. <https://tbpnickel.com/id/mengenal-slag-nikel-sisa-hasil-pengolahan-nikel-yang-bisa-menjadi-produk-bernilai-tinggi>

PT Indonesia Morowali Industrial Park. (2025). *Inovasi IMIP, Slag Nikel Jadi Bata Berkualitas Tinggi*. <https://imip.co.id/inovasi-imip-slag-nikel-jadi-bata-berkualitas-tinggi/>

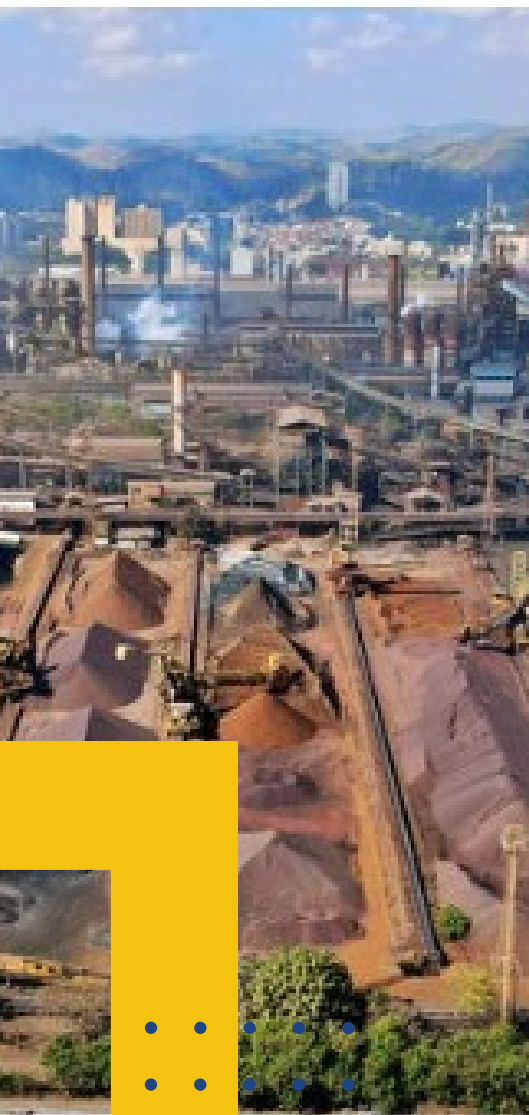
Quéheille, E., Dauvergne, M., & Ventura, A. (2021). Prospective Life Cycle Assessment at Early Stage of Product Development: Application to Nickel Slag Valorization Into Cement for the Construction Sector. *Frontiers in Built Environment*, 7(October), 1–14.

<https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.743948>

Rambak, E. P., Wardani, A., Darwis, M., Rahman, L., Simanjutak, R. A. H., Badia, B. A., & Putra, M. I. (2025). Studi Literatur: Potensi Pemanfaatan Slag Nikel sebagai Material Alternatif Ramah Lingkungan dalam Konstruksi Berkelanjutan. *Media Konstruksi*, 10(1), 140–148. <https://doi.org/10.33772/jmk.v10i1.155>

United Nations. (2025a). *UN Comtrade Database: Exports of Ferro Nickel (HS Code 720260) from Indonesia to World, 2015–2024*. United Nations Statistics Division. <https://comtrade.un.org/>

United Nations. (2025b). *UN Comtrade Database: Exports of Nickel Matte (HS Code 750110) from Indonesia to World, 2015–2024*. United Nations Statistics Division. <https://comtrade.un.org/>



Policy Brief Pertanian, Kelautan, dan Biosains Tropika merupakan upaya mengantarmukakan sains dan kebijakan (science-policy interface) untuk mendukung pembangunan berkelanjutan yang inklusif. Media ini dikelola oleh Direktorat Kajian Strategis dan Reputasi Akademik (D-KASRA) IPB University. Substansi policy brief menjadi tanggung jawab penulis sepenuhnya dan tidak mewakili pandangan IPB University.

Author Profile



Vincentius Alfons Leander, adalah mahasiswa Program Sarjana Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University. Policy brief ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perumusan kebijakan dalam mendorong pengelolaan limbah industri pertambangan yang lebih efisien, bernilai tambah, dan berwawasan lingkungan.. **(Corresponding Author)**
Email: vincentiusleander77@gmail.com



Novindra, adalah Dosen dan sekaligus Sekretaris Program Studi Pascasarjana (S2 dan S3) Ekonomi Kelautan Tropika di Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen (FEM), IPB. Pendidikan Program Doktor diperoleh dari Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian, FEM, IPB. Kepakaran dalam bidang Pemodelan Ekonomi dan Kajian Ekonomi Pertanian, Sumberdaya dan Lingkungan.



Adi Hadianito, merupakan Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, IPB University. Pendidikan Doktor diraih dari Program Studi Ilmu Ekonomi Pertanian, IPB. Memiliki kepakaran dalam bidang ekonomi dan kebijakan pertanian pangan, dan pengembangan ekonomi wilayah.



Mohamad Hanif Bachtar, merupakan Senior Policy Analyst di Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia. Saat ini menangani perumusan dan koordinasi kebijakan hilirisasi industri pertambangan, serta isu terkait energi, transisi energi, dan pembangunan berkelanjutan. Pendidikan terakhir Program Magister diperoleh dari Master of Climate Change, The Australian National University (ANU) dengan dukungan beasiswa LPDP. Memiliki kepakaran pada kebijakan ekonomi, energi dan iklim, pembiayaan hijau, serta pengembangan industri berbasis sumber daya.



Wangi Kusuma Arassya, merupakan seorang Analis Kebijakan pada Unit Asisten Deputi Pengembangan Hilirisasi Industri Pertambangan, Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian. Memiliki pengalaman dalam penyusunan serta perumusan rekomendasi kebijakan di bidang hilirisasi industri pertambangan.

ISSN 2828-285X



9 772828 285006



Telepon

+62 811-1183-7330



Email

dkasra@apps.ipb.ac.id



Alamat

Gedung LSI Lt. 1
Jl. Kamper Kampus IPB Dramaga
Bogor - Indonesia 16680