



MINISTRY OF INVESTMENT
AND DOWNSTREAM INDUSTRY/BKPM



ENERGY
TRANSITION
PARTNERSHIP



UNOPS



LAPORAN

Integrasi Rantai Pasok Rantai Nilai Baterai untuk Transisi Energi di Indonesia

RFP/2023/49848

2025

Deliverable 3: Panduan komprehensif dan peta jalan untuk mendukung para pemangku kepentingan dalam mempercepat transisi energi

Disusun oleh:

- Hartree Consultores
- Kolibri Orbis

Hartree®



Environment and
Climate Change Canada
Environnement et
Changement climatique Canada



UNOPS - Energy Transition Partnership

Panduan komprehensif dan peta jalan untuk mendukung para pemangku kepentingan dalam mempercepat transisi energi – Deliverable 3

“Integrasi Rantai Pasok dalam Rantai Nilai Baterai untuk Transisi Energi di Indonesia”

RFP/2023/49848
Juli 2025

Laporan ini telah diterbitkan dan direvisi sebagai berikut:

Edisi	Revisi	Deskripsi	Tanggal	Tertanda
1	4	Panduan komprehensif dan peta jalan untuk mendukung para pemangku kepentingan dalam mempercepat transisi energi – Deliverable 3	23/07/2025	GS

Proyek dilaksanakan oleh:
Hartree Consultores dan Kolibri

Penafian

Informasi yang disediakan dalam dokumen ini diberikan “sebagaimana adanya” tanpa jaminan apa pun, baik tersurat maupun tersirat, termasuk, namun tidak terbatas pada, jaminan kelayakan untuk diperdagangkan, kesesuaian untuk tujuan tertentu, dan tidak adanya pelanggaran. UNOPS secara khusus tidak memberikan jaminan atau pernyataan mengenai keakuratan atau kelengkapan dari informasi tersebut. Dalam keadaan apa pun UNOPS tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan, tanggung jawab, atau biaya yang timbul atau diderita yang diklaim diakibatkan oleh penggunaan informasi yang terdapat di sini, termasuk, tanpa batasan, segala kesalahan, kekeliruan, kelalaian, gangguan, atau keterlambatan yang berkaitan dengan hal tersebut. Dalam keadaan apa pun, termasuk jika terjadi kelalaian, UNOPS atau afiliasinya tidak bertanggung jawab atas kerugian langsung, tidak langsung, insidental, khusus, atau konsekuensial, meskipun UNOPS telah diberitahu mengenai kemungkinan terjadinya kerugian tersebut. Dokumen ini juga dapat berisi saran, opini, dan pernyataan dari berbagai penyedia informasi. UNOPS tidak menyatakan maupun mendukung keakuratan atau keandalan saran, opini, pernyataan, atau informasi lain yang diberikan oleh penyedia informasi manapun. Mengandalkan saran, opini, pernyataan, atau informasi tersebut sepenuhnya menjadi risiko pembaca. Baik UNOPS maupun afiliasinya, atau agen, karyawan, penyedia informasi, maupun penyedia konten dari masing-masing pihak tersebut, tidak bertanggung jawab kepada pembaca atau siapa pun atas ketidakakuratan, kesalahan, kelalaian, gangguan, penghapusan, cacat, perubahan, atau penggunaan konten apa pun di sini, maupun atas ketepatan waktu atau kelengkapannya.

Tentang Southeast Asian Energy Transition Partnership (ETP) dan proyek ini

Southeast Asia Energy Transition Partnership (ETP) adalah sebuah program dari United Nations Office for Project Services (UNOPS) dan merupakan kemitraan dinamis antara pemerintah serta mitra filantropi, yang bekerja untuk memfasilitasi transisi energi berkelanjutan di Asia Tenggara. ETP diperkuat oleh pengetahuannya mengenai kawasan, komitmen yang teguh terhadap pertumbuhan inklusif, serta kemampuannya untuk menggerakkan layanan dukungan yang sesuai dengan kebutuhan unik dari setiap proyek.

Tim ETP menyinergikan kekuatan sektor publik dan swasta serta mitra pelaksana, dengan keahlian manajemen proyek dari UNOPS untuk mengoordinasikan sumber daya teknis dan keuangan yang diperlukan agar dapat memberikan dampak nyata.

Melalui perancangan dan pelaksanaan program bantuan teknis yang terarah, yang selaras dengan inisiatif yang sedang berlangsung di kawasan, ETP menyediakan keahlian, koordinasi, dialog, dan perluasan pengetahuan yang dibutuhkan untuk mempercepat transisi energi.

Pekerjaan ETP disusun berdasarkan empat bidang hasil strategis (Strategic Outcome/SO):

- I. Penyesuaian kebijakan dengan komitmen iklim,
- II. Mengurangi risiko investasi pada energi terbarukan, efisiensi energi, dan penghapusan bertahap bahan bakar fosil,
- III. Infrastruktur yang berkelanjutan dan tangguh, dan
- IV. Transisi yang berkeadilan.

Integrasi Rantai Pasok Baterai untuk Transisi Energi di Indonesia

Tujuan keseluruhan dari proyek *“Supply Chain Integration of Battery Value Chain for Energy Transition in Indonesia”* yang didanai oleh ETP adalah untuk membantu Indonesia mempercepat upaya transisi energinya dengan mengintegrasikan rantai pasok lokal untuk baterai dengan kendaraan listrik (EV), bisnis Pembangkit Listrik Tenaga Surya Fotovoltaik (PV), serta pembangkit listrik energi terbarukan (RE) lainnya melalui pengembangan peta jalan rantai pasok, pengembangan kebijakan, dan identifikasi peluang investasi, beserta pedoman investasi yang menyertainya.

Metodologi dan pendekatan yang disediakan oleh mitra pelaksana dalam *Inception Report* akan membantu:

1. Mendorong berkembangnya rantai pasok baterai yang berkelanjutan¹,
2. Mengembangkan rantai pasok kendaraan listrik (EV) yang terintegrasi, dan

¹ **Rantai pasok baterai yang berkelanjutan** mengintegrasikan pertimbangan lingkungan, sosial-ekonomi, dan finansial di setiap tahap, mulai dari produksi hingga akhir masa pakai. Rantai pasok ini menyadari adanya potensi dampak negatif dan menerapkan langkah-langkah untuk memitigasinya, dengan memastikan kesetaraan gender, inklusi sosial, praktik etis, kesejahteraan masyarakat, serta perlindungan lingkungan sejak dari tahap ekstraksi bahan baku hingga proses daur ulang.

3. Memanfaatkan kelimpahan sumber daya alam di Indonesia, khususnya nikel.

Dikembangkan melalui empat *workstream*, laporan dari **Workstream B** dan **Workstream C** menargetkan analisis rantai pasok baterai Indonesia saat ini, dengan menyoroti setiap mata rantai. Laporan ini menyajikan panduan dan peta jalan komprehensif untuk mendukung calon investor, pemangku kepentingan, dan pemerintah dalam mempercepat transisi energi melalui baterai untuk EV, pengembangan ekosistem PV surya, dan pembangkit listrik RE lainnya. Laporan ini mengeksplorasi integrasi rantai pasok, mengevaluasi skema insentif yang ada, menilai kesesuaian kebijakan yang berlaku dengan target nasional, serta memberikan rencana implementasi.

Proyek ini akan terdiri dari dua laporan tambahan yang melengkapi laporan ini. Laporan-laporan tersebut akan mencakup topik tambahan seperti penilaian dampak lingkungan dan sosial serta memperluas sejumlah topik yang dibahas dalam laporan ini, seperti peta jalan komprehensif dan rekomendasi untuk kebijakan di masa depan.

Daftar isi

Penafian	2
Tentang Southeast Asian Energy Transition Partnership (ETP) dan proyek ini	3
Daftar isi.....	5
Akronim	7
Daftar tabel.....	9
Daftar gambar	10
Ringkasan eksekutif	11
1. Baterai dalam Transisi Energi Indonesia: Kondisi Terkini	18
1.1 Target kendaraan listrik (EV)	19
1.1.1 Kebijakan dan instrumen pendukung target EV	19
1.2 Target energi terbarukan (RE)	22
1.2.1 Kebijakan dan instrumen pendukung target energi terbarukan (RE)	23
1.3 Kesesuaian pengembangan rantai pasok baterai dengan target transisi energi.....	25
1.4 Pemain ekosistem baterai di Indonesia.....	29
2. Evaluasi skema insentif dan tantangan yang teridentifikasi.....	35
2.1 Kerangka legislatif untuk tahapan rantai pasok baterai.....	35
2.1.1 Mining and Refining	35
2.1.2 Manufaktur	36
2.1.3 Penggunaan akhir (end-use).....	38
2.1.4 Akhir Siklus Hidup (End-of-life).....	42
2.2 Evaluasi insentif.....	45
2.2.1 Tentang kebijakan TKDN di negara lain	49
2.3 Tantangan utama dan kesenjangan kebijakan	51
2.3.1 Ekstraksi dan Pemurnian	51
2.3.2 Manufaktur	51
2.3.3 Pemanfaatan akhir: EV	52
2.3.4 Pemanfaatan akhir: BESS	53
2.3.5 End-of-life	54
2.3.6 Risiko terkait pada setiap tahap rantai pasok	54
3. Mencapai target: kelayakan operasional dan viabilitas finansial	62
3.1 Kelayakan operasional untuk EV	62
3.1.1 Bahan baku baterai.....	62
3.1.2 Pengolahan	64
3.1.3 Bahan Katoda Aktif (Cathode Active Materials/CAM).....	66
3.1.4 Bahan Aktif Anoda.....	67
3.1.5 LIB cells.....	67
3.2 Kelayakan operasional untuk BESS.....	67
3.3 Integrasi dan implementasi rantai pasok.....	70
3.4 Pembiayaan proyek rantai pasok baterai	71
3.4.1 Peluang investasi di Indonesia	75
3.4.2 Jalur regulasi untuk berinvestasi di Indonesia	76
3.5 Area pengembangan utama.....	78
4. Rencana implementasi peta jalan (roadmap).....	84
4.1 Aksi peta jalan untuk kebijakan dan regulasi	89
Rencana aksi untuk area kunci: Kebijakan dan regulasi.....	95
Peran Pemangku Kepentingan	95
4.2 Tindakan untuk kapasitas produksi dan manajemen akhir masa pakai.....	95
Rencana aksi untuk area kunci: kapasitas produksi dan pengelolaan akhir masa pakai	102
Peran pemangku kepentingan.....	102

4.3	<i>Tindakan untuk penelusuran (traceability) dalam rangka kepatuhan dan kesiapan</i>	103
	Rencana aksi untuk area utama: Penelusuran untuk kepatuhan dan kesiapan ekspor	106
	Peran pemangku kepentingan.....	106
4.4	<i>Tindakan untuk perluasan segmen penggunaan akhir</i>	106
	Rencana aksi untuk area utama: Perluasan segmen penggunaan akhir	108
	Peran pemangku kepentingan.....	109
4.5	<i>Tindakan untuk pembiayaan dan bankability.....</i>	109
	Rencana aksi untuk area utama: Pembiayaan dan <i>bankability</i>	112
	Peran pemangku kepentingan.....	112
5.	Rekomendasi dan kesimpulan.....	113
5.1	<i>Rekomendasi 1: Mendorong rantai pasok baterai terintegrasi melalui tata kelola kebijakan yang koheren, adaptif, dan selaras.....</i>	113
5.2	<i>Rekomendasi 2: Memperkuat kemitraan strategis untuk diversifikasi dan keamanan rantai pasok baterai.....</i>	114
5.3	<i>Rekomendasi 3: Mendorong kerangka ekonomi sirkular untuk akhir masa pakai baterai di Indonesia</i>	115
5.4	<i>Kesimpulan</i>	118
Lampiran 1		121
Lampiran 2		123
Lampiran 3		125
Lampiran 4		127
Lampiran 5		131
Lampiran 6		132

Akronim

AI	Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)
ARED	Pengembangan Energi Terbarukan Dipercepat (Accelerated Renewable Energy Development)
ASEAN	Perhimpunan Bangsa-Bangsa Asia Tenggara (Association of Southeast Asian Nations)
B3	Bahan Berbahaya dan Beracun
BEV	Kendaraan Listrik Baterai (Battery Electric Vehicle)
BESS	Sistem Penyimpanan Energi Baterai (Battery Energy Storage Systems)
BKPM	Kementerian Investasi dan Hilirisasi / Badan Koordinasi Penanaman Modal
BSN	Badan Standardisasi Nasional
CAM	Material Katoda Aktif (Cathode Active Material)
CAPEX	Belanja Modal (Capital Expenditure)
CBA	Analisis Biaya-Manfaat (Cost-Benefit Analysis)
CCGT	Pembangkit Listrik Gas Siklus Gabungan (Combined Cycle Gas Turbine)
CCU	Penangkapan dan Penyimpanan Karbon (Carbon Capture Storage)
CCUS	Penangkapan, Pemanfaatan, dan Penyimpanan Karbon (Carbon Capture Utilization Storage)
DLH	Dinas Lingkungan Hidup
Disnaker	Dinas Ketenagakerjaan
DMO	Kewajiban Pasar Domestik (Domestic Market Obligation)
DPR	Dewan Perwakilan Rakyat
EBT	Energi Baru dan Terbarukan
EBITDA	Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization
EPR	Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility)
ENDC	Enhanced Nationally Determined Contribution
ENTREV	Meningkatkan Kesiapan Transisi ke Kendaraan Listrik (Enhancing Readiness for the Transition to Electric Vehicles)
ESG	Lingkungan, Sosial, dan Tata Kelola (Environmental, Social, and Governance)
ETM	Mekanisme Transisi Energi (Energy Transition Mechanism)
EV	Kendaraan Listrik (Electric Vehicles)
FF	Bahan Bakar Fosil (Fossil Fuel)
GRK	Gas Rumah Kaca
HNWI	Individu dengan Kekayaan Tinggi (High-Net-Worth Individuals)
HPMSM	Sulfat Mangan Berkualitas Tinggi (High Purity Manganese Sulphate)
IBC	Indonesia Battery Cooperation
ICE	Mesin Pembakaran Internal (Internal Combustion Engine)
IEA	Badan Energi Internasional (International Energy Agency)
IMIP	Indonesia Morowali Industrial Park
IRA	Inflation Reduction Act
IRMA	Inisiatif Penambangan Bertanggung Jawab (Initiative for Responsible Mining Assurance)
JETP	Kemitraan Transisi Energi yang Berkeadilan (Just Energy Transition Partnership)
KEN	Kebijakan Energi Nasional
KESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Kemenhub	Kementerian Perhubungan
Kemenkeu	Kementerian Keuangan
Kemenperin	Kementerian Perindustrian
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
KPI	Indikator Kinerja Utama (Key Performance Indicators)

LCE	Lithium Carbonate Equivalent
LFP	Litium Besi Fosfat (Lithium Iron Phosphate)
LIB	Baterai Lithium-Ion (Lithium-Ion Battery)
LMN	Lithium Manganese Oxide
LMO	Lithium Manganese Oxide
MHP	Mixed Hydroxide Precipitate
MWh	Megawatt Hours
NDC	Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional (Nationally Determined Contribution)
NCM	Nikel Kobalt Mangan (Nickel Cobalt Manganese)
NPI	Nickel Pig Iron
NZE	Net Zero Emissions (Emisi Nol Bersih)
OPEX	Belanja Operasional (Operational Expenditure)
pCaM	Precursor Cathode Active Material
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air
PLTS/PV	Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Photovoltaic)
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PHEV	Kendaraan Listrik Hibrida yang Dapat Diisi Ulang (Plug-in Hybrid Electric Vehicle)
PP	Peraturan Pemerintah
PPN	Pajak Pertambahan Nilai
RE	Energi Terbarukan (Renewable Energy)
R&D	Penelitian dan Pengembangan (Research and Development)
RNZE	Peta Jalan Emisi Nol Bersih (Roadmap Net Zero Emissions)
RIA	Penilaian Dampak Regulasi (Regulatory Impact Assessment)
ROI	Tingkat Pengembalian Investasi (Return on Investment)
RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPJPN	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional
RUEN	Rencana Umum Energi Nasional
RUKD	Rencana Umum Ketenagalistrikan Daerah
RUKN	Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
SDGs	Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals)
SPKLU	Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum
SUV	Sport Utility Vehicle
SNI	Standar Nasional Indonesia
TKDN	Kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri
TOE	Ton Ekuivalen Minyak (Tonne of Oil Equivalent)
TRL	Tingkat Kesiapan Teknologi (Technology Readiness Levels)
TWh	Terawatt Hours
RACI	Responsible, Accountable, Consulted, and Informed
VRE	Variabel Energi Terbarukan (Variable Renewable Energy)

Daftar tabel

Tabel 1.1 Instrumen legislatif untuk EV.....	21
Tabel 1.2 Perbandingan target dan realisasi bauran energi terbarukan di Indonesia.....	24
Tabel 1.3 Instrumen Legislatif untuk RE – BESS	25
Tabel 1.4 Penilaian kesesuaian proyek dengan target transisi energi.....	26
Tabel 1.5 Pemangku kepentingan kunci, pelaku usaha, dan <i>context-setters</i> yang terlibat .	29
Tabel 2.1 Ringkasan insentif fiskal dan non-fiskal untuk pertambangan dan pemurnian di Indonesia	36
Tabel 2.2 Insentif fiskal untuk mendukung kapasitas manufaktur di Indonesia	37
Tabel 2.3 Insentif fiskal dan non-fiskal untuk peningkatan adopsi EV dan BESS pada tahap penggunaan akhir	39
Tabel 2.4 Inisiatif pemerintah daerah	40
Tabel 2.5 Standar baterai Indonesia	41
Tabel 2.6 Insentif fiskal dan non-fiskal pada pengelolaan baterai akhir siklus hidup di Indonesia	43
Tabel 2.7 Target penetrasi dalam program percepatan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan (Perpres 79/2023).....	48
Tabel 3.1 Produksi EV dan kapasitas baterai terkait berdasarkan pabrik – contoh global .	62
Tabel 3.2 Perbandingan CAPEX antara proyek Mangan.....	65
Tabel 3.3 Penerapan CAM di Indonesia (kapasitas dalam ton)	66
Tabel 3.4 Produksi bahan baku CAM untuk kapasitas LIB target EV 2030.....	66
Tabel 3.5 Kapasitas yang dibutuhkan untuk target EV 2030	67
Tabel 4.1 Tantangan di sepanjang rantai pasok baterai dan usulan tindakan	85
Tabel 4.2 Matriks RACI untuk kebijakan dan regulasi	95
Tabel 4.3 Matriks RACI untuk Kapasitas Produksi dan pengelolaan akhir masa pakai	102
Tabel 4.4 Mekanisme penelusuran yang saat ini berlaku di Indonesia	104
Tabel 4.5 Matriks RACI Matrix untuk proses kepatuhan pengadaan.....	106
Tabel 4.6 Matriks RACI untuk perluasan segmen penggunaan akhir	109
Tabel 4.7 Matriks RACI untuk tindakan pembiayaan dan <i>bankability</i>	112

Daftar gambar

Gambar 1.1 Target dan Kesenjangan Ekosistem Kendaraan Listrik.....	20
Gambar 1.2 Kebijakan Indonesia untuk mendorong manufaktur domestik	21
Gambar 1.3 Target dan Capaian Energi Terbarukan	23
Gambar 1.4 Realisasi investasi energi terbarukan vs bahan bakar fosil (FF) di Indonesia 2018-2022	28
Gambar 1.5 Definisi ekonomi sirkular	29
Gambar 1.6 Matriks pengaruh/kepentingan pemangku kepentingan untuk rantai pasok baterai di Indonesia	34
Gambar 2.1 Skema ganjil-genap	41
Gambar 2.2 Kartu skor dampak insentif	45
Gambar 2.3 Kelebihan dan kekurangan kebijakan TKDN, ringkasan untuk ketentuan TKDN	50
Gambar 2.4 Jenis-jenis risiko.....	54
Gambar 2.5 Risiko dalam pemrosesan dan pemurnian material	55
Gambar 2.6 Risiko dalam pasokan bahan baku.....	55
Gambar 2.7 Risiko pada Bahan Aktif Katoda	57
Gambar 2.8 Risiko dalam manufaktur komponen	58
Gambar 2.9 Risiko dalam daur ulang dan pengelolaan akhir masa pakai.....	59
Gambar 3.1 Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2030 berdasarkan jenis baterai - EVs.....	63
Gambar 3.2 Kurva biaya berdasarkan teknologi untuk bahan kimia lithium (C1 Cash Cost)	64
Gambar 3.3 Perbandingan CAPEX antara kilang litium	65
Gambar 3.4 Permintaan sel LIB (GWh) – EV	68
Gambar 3.5 Permintaan global sel LIB (GWh) – ESS	69
Gambar 3.6 Kebutuhan bahan baku baterai untuk Indonesia 2034 berdasarkan jenis baterai – BESS.....	70
Gambar 3.7 ROI yang dapat diterima berdasarkan Jenis investor	73
Gambar 3.8 Percobaan Special Purpose Vehicle (SPV) untuk pertambangan dan pengolahan	74
Gambar 3.9 Rencana Kegiatan Eksplorasi Mineral Strategis 2025-2029.....	76
Gambar 3.10 Lima langkah jalur investor	77
Gambar 3.11 Bagaimana cara mengajukan klaim insentif? – contoh	78
Gambar 3.12 Pentingnya TRL dalam Rantai Pasok Baterai EV	81
Gambar 4.1 Area aksi utama untuk implementasi rantai pasok baterai di Indonesia	84
Gambar 4.2 Peta jalan untuk mendukung integrasi rantai pasok baterai (2026–2040)	86
Gambar 4.3 Penyelarasan aksi <i>roadmap</i> dan target nasional untuk mendukung integrasi rantai pasok baterai (2026 - 2040).....	88
Gambar 4.4 Gantt untuk aktivitas di area kunci kebijakan dan regulasi	95
Gambar 4.5 Sirkularitas dalam rantai pasok baterai: area perhatian	100
Gambar 4.6 Gantt untuk aktivitas pada area kunci Kapasitas Produksi dan Pengelolaan Akhir Masa Pakai	102
Gambar 4.7 Gantt untuk aktivitas area utama proses kepatuhan pengadaan	106
Gambar 4.8 Gantt untuk aktivitas area utama perluasan segmen penggunaan akhir	108
Gambar 4.9 Gantt untuk aktivitas area utama pembiayaan dan <i>bankability</i>	112

Ringkasan eksekutif

Untuk mencapai target Net Zero Emissions (NZE) pada tahun 2060, Pemerintah Indonesia telah berkomitmen pada strategi dekarbonisasi komprehensif di berbagai sektor, termasuk energi dan transportasi. Namun, kecepatan implementasi masih belum sejalan dengan tingkat ambisi yang dinyatakan dalam berbagai dokumen kebijakan. Nationally Determined Contribution (NDC) Indonesia yang terbaru mencerminkan peningkatan ambisi, dengan penetapan target penurunan emisi gas rumah kaca (GRK) sebesar 31,89% (tanpa syarat) dan 43,2% (bersyarat)², dengan tujuan utama membangun ekosistem energi bersih di seluruh sektor. Meski demikian, masih terdapat kesenjangan signifikan dalam pencapaian energi terbarukan (realisasi 14,1% dibandingkan target 19,5% pada 2024), produksi Electric Vehicle (EV) (68.695 unit dibandingkan target 98.746 unit pada 2025), dan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) (3.233 stasiun terpasang dibandingkan target 5.810 pada 2025).

Di sektor ketenagalistrikan, Indonesia telah menetapkan target jangka panjang agar pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dapat menyuplai sepertiga dari total pembangkitan listrik pada 2060. Namun, pengembangan PLTS maupun sistem penyimpanan energi baterai (BESS) masih terbatas, meskipun dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2025–2034 ditambahkan target baru sebesar 6 GW BESS pada 2034. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), kapasitas terpasang PLTS hanya mencapai 911,5 MW hingga akhir 2024, dan hanya menyumbang 0,9% dari total pembangkitan listrik di tahun tersebut. Terkait BESS untuk mendukung integrasi *variable renewable energy* (VRE) dalam jaringan, RUPTL 2025–2034 menetapkan target 6 GW hingga 2034 melalui skenario Accelerated Renewable Energy Development (ARED), yang sejalan dengan target NZE sektor energi pada 2060. Walaupun RUPTL 2025–2034 mencakup strategi pengembangan VRE dengan BESS, kapasitas yang ditargetkan hanya sampai 2034 dan target setelah tahun tersebut belum tersedia.

Di sektor transportasi, Indonesia menargetkan produksi domestik hampir 1.000.000 unit EV roda empat (4W) dan 9.000.000 unit EV roda dua (2W) pada 2030, yang diperkirakan membutuhkan 100 GWh baterai NCM. Namun terdapat kesenjangan besar antara kapasitas saat ini dan proyeksi kebutuhan. Saat ini, kapasitas produksi baterai Indonesia adalah 10 GWh sel baterai NCM (dari PT HLI Green Power) dan 100 MWh sel baterai LFP (dari PT Gotion Green Energy Solutions Indonesia dan PT International Chemical Industry). Jumlah ini hanya 10% dari kapasitas yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan domestik pada 2030. Distribusi geografis titik pengisian EV juga masih tidak merata, dengan 88% infrastruktur pengisian terkonsentrasi di Jawa dan Bali.

² Enhanced Nationally Determined Contribution: Republic of Indonesia. United Nations Framework Convention on Climate Change, Sept. 2022. [Tautan](#)

Sebagai eksportir nikel terbesar di dunia dan negara dengan cadangan nikel terbesar secara global, Indonesia menjadi lokasi yang menarik bagi produsen katoda baterai. Dua pabrik baterai, PT HLI Green Power dan PT LBM Energy Baru, dapat memenuhi kebutuhan baterai domestik 2030 apabila kapasitas produksi baterai NCM ditingkatkan sesuai rencana. Namun, penting untuk mengembangkan setiap mata rantai rantai pasok secara seimbang, yang berarti bahwa ekstraksi bahan baku harus dikembangkan bersamaan dengan kapasitas pemurnian dan manufaktur baterai, untuk menjamin kesinambungan suplai dan permintaan di seluruh rantai pasok.

Indonesia mampu memenuhi kebutuhan nikel secara mandiri dalam jumlah besar dan sebagian kecil dalam kobalt, sehingga memberikan keuntungan strategis dalam memenuhi kebutuhan material baterai domestik untuk EV dan BESS. Sebagai produsen nikel dan turunannya terbesar di dunia, Indonesia berada pada posisi yang kuat untuk menutup kebutuhan bahan baku dalam negeri di bawah strategi yang bertujuan meningkatkan adopsi EV dan BESS. Pada 2034, kebutuhan bahan baku untuk memenuhi proyeksi 6 GWh permintaan baterai domestik jauh lebih rendah dibandingkan kebutuhan untuk target EV saja—diperkirakan antara 62.000 hingga 82.000 ton nikel untuk EV dan 3.120 ton untuk BESS. Ketersediaan kobalt juga mendukung, dengan pasokan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan domestik, berkisar antara 10.000 hingga 23.000 ton untuk EV dan 1.380 ton untuk BESS. Sementara litium tetap menjadi kesenjangan kritis, mangan menimbulkan risiko yang lebih kecil karena kebutuhan volumenya lebih rendah (9.000 hingga 20.000 ton untuk EV dan 1.200 ton untuk BESS) serta fleksibilitas sumber pasokannya yang lebih besar di pasar global. Selain itu, pemanfaatan kembali baterai EV bekas untuk penyimpanan energi dapat semakin memperkuat ketahanan pasokan sekaligus mendukung tujuan ekonomi sirkular.

Ketiadaan cadangan litium domestik menciptakan ketergantungan strategis yang mengancam stabilitas rantai pasok baterai dan EV Indonesia. Dengan belum adanya cadangan litium yang layak saat ini, Indonesia sepenuhnya bergantung pada impor litium dari Australia—bahan baku kimia yang tidak terhindarkan baik untuk baterai NCM maupun LFP, yang membutuhkan volume konsisten dan kualitas tinggi berupa litium karbonat atau hidroksida. Untuk memenuhi proyeksi permintaan berdasarkan strategi baterai NCM, Indonesia akan membutuhkan sekitar 72.000 kMT-LCE litium pada 2030—setara dengan *output* dari tiga proyek litium berskala menengah atau lebih dari sepuluh kontrak pasokan jangka panjang masing-masing sebesar 5.000 MT-LCE. Dengan kondisi pasar saat ini, mengamankan volume sebesar itu menjadi tantangan besar dan menegaskan kebutuhan mendesak akan strategi pengadaan litium yang tangguh. Mengingat target-target BESS yang sebagian besar harus tercapai pada 2030, tidak memungkinkan untuk menunggu hingga cadangan baru terbukti atau ditemukan, terlebih dengan Australia yang sudah menjadi mitra dagang andal.

Kementerian Investasi dan Hilirisasi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, dan Kementerian Perindustrian adalah aktor kunci karena pengaruh serta kepentingannya dalam ekosistem baterai, dan harus bekerja sama erat dengan sektor swasta untuk bersama-sama menciptakan proyek yang menghasilkan pembangunan infrastruktur. PLN, sebagai satu-satunya utilitas listrik nasional, memiliki pengaruh besar karena mengendalikan Battery Energy Storage Systems (BESS). Entitas keuangan seperti bank komersial dan *sovereign wealth fund* juga penting karena

pengaruh mereka dalam menyediakan modal dan pendanaan proyek. Meskipun pengembangan rantai pasok baterai mungkin bukan prioritas utama bagi mereka, kemampuan untuk memobilisasi modal dan mendanai proyek infrastruktur berskala besar menjadikan mereka pemangku kepentingan penting dalam transisi energi Indonesia. Memastikan keterlibatan aktif mereka—melalui insentif regulasi, mekanisme pembagian risiko, atau strategi pembiayaan campuran (*blended finance*)—akan menjadi langkah krusial untuk menutup kesenjangan investasi yang saat ini menghambat pertumbuhan sektor ini.

Pengembangan ekosistem baterai di Indonesia sangat bergantung pada kebijakan hilirisasi. Alat utama dalam hal ini adalah larangan ekspor nikel. Selain itu, pemerintah juga memiliki serangkaian insentif fiskal bagi industri nikel: *tax holiday* untuk fasilitas pengolahan nikel, subsidi langsung untuk smelter dan pabrik pemurnian, pembebasan bea masuk untuk peralatan dan material pemurnian nikel, serta regulasi harga bijih nikel domestik. Berdasarkan data S&P Global, harga melonjak pada 2022 akibat diberlakukannya kembali larangan ekspor nikel oleh Indonesia³. Walaupun volume ekspor berkurang, nilai ekspor justru meningkat. Selain itu, jumlah smelter nikel di Indonesia bertambah dari hanya dua pada 2016 menjadi 54 smelter yang beroperasi pada 2025. Dalam sektor manufaktur, Indonesia telah menerapkan kebijakan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang dirancang untuk meningkat secara bertahap, dengan target berbeda sesuai periode waktu.

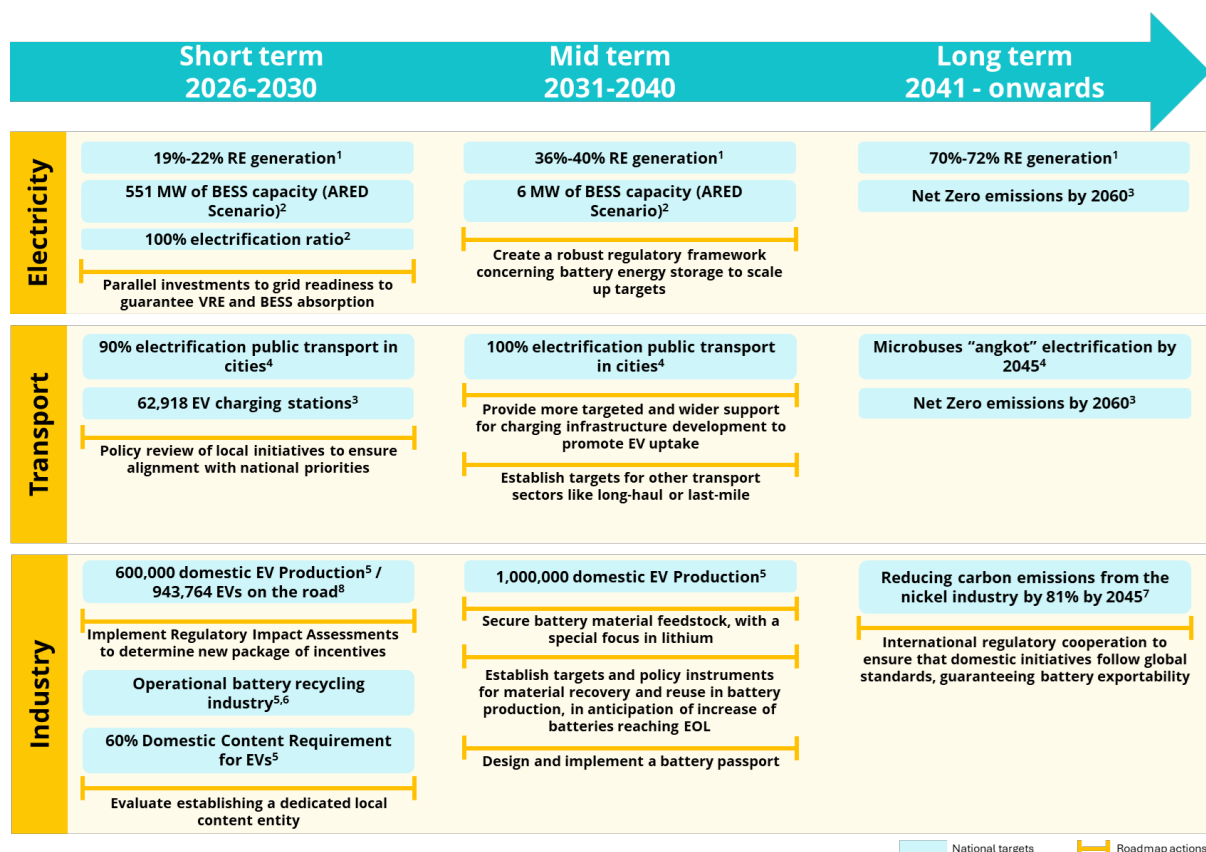
Di sektor pengolahan, instrumen kebijakan yang diperkenalkan bertujuan untuk memajukan kepentingan nasional dan pengembangan industri hilir, namun implementasinya dalam praktik justru lebih banyak menguntungkan perusahaan yang sudah memiliki kapasitas operasional dan kesiapan investasi—banyak di antaranya dimiliki oleh asing. Hasil ini menyoroti potensi ketidaksesuaian antara tujuan nasional yang diharapkan dengan distribusi manfaat yang sebenarnya terjadi. Ketergantungan besar Indonesia pada Tiongkok untuk pasokan dan pengolahan mineral membuat industri rentan terhadap volatilitas harga dan gangguan rantai pasok, sehingga menegaskan pentingnya diversifikasi investasi dan kemitraan internasional untuk memperkuat ketahanan rantai pasok. Selain itu, hanya dua model EV yang memenuhi persyaratan TKDN untuk dapat menikmati insentif yang tersedia.

Skema insentif untuk sisi penggunaan akhir sebagian besar ditujukan pada EV, dan cukup berhasil mendorong permintaan serta menarik investasi ke Indonesia. Namun, apabila penjualan tahunan EV tetap pada level saat ini (sekitar 72.000 unit per tahun), hanya akan ada tambahan 432.360 EV di jalan pada 2030—jauh di bawah target 2 juta unit, sehingga menunjukkan perlunya upaya lebih besar. Strategi Indonesia sejauh ini banyak bergantung pada persyaratan TKDN untuk mendorong produksi domestik, tetapi perkembangannya tampak stagnan, dengan angka menurun pada kuartal pertama 2025. Sebaliknya, pembebasan bea impor untuk EV terbukti sangat sukses, dengan lonjakan besar impor EV utuh, mencapai 16.133 unit pada kuartal pertama 2025 menurut data Gaikindo. Seiring meningkatnya penjualan EV,

pemerintah perlu secara bertahap menghapus subsidi pembelian atau mencari metode alternatif untuk memberikan dukungan finansial yang lebih berkelanjutan dan ramah anggaran.

Proyek pertambangan menghadapi kesulitan besar dalam memperoleh pembiayaan karena kebutuhan modal awal yang tinggi dan risiko pasar seperti fluktuasi harga komoditas. Saat ini, usaha pertambangan kesulitan mendapatkan pendanaan terutama karena investasi awal yang sangat besar. Volatilitas harga komoditas semakin memperburuk tantangan ini; khususnya, harga yang rendah meningkatkan persepsi risiko pasar, sehingga membuat investor ragu. Di Indonesia, di mana harga bijih nikel domestik diatur, pemerintah harus mempertimbangkan dinamika ini dengan cermat. Sering kali, perkiraan belanja modal untuk mengembangkan proyek tambang—yang bisa mencapai sekitar USD 500 juta—jauh melebihi valuasi pasar perusahaan yang terlibat, yang nilainya bisa di bawah USD 100 juta. Kesenjangan ini membuat struktur pembiayaan tradisional, seperti rasio utang terhadap ekuitas 60:40, menjadi tidak praktis. Namun, dana pensiun dan dana infrastruktur bisa melihat proyek ini menarik karena mereka biasanya menerima investasi dengan ekspektasi ROI sebesar 12–30% dan lebih menyukai imbal hasil yang rendah risiko serta terjamin dalam jangka 10 tahun. Sebaliknya, investor *private equity* biasanya menargetkan ROI moderat 3–10%, dengan cakrawala investasi lebih panjang dan ekspektasi yang disesuaikan dengan risiko.

Kajian ini mengusulkan sebuah peta jalan (*roadmap*) dengan rekomendasi aksi yang berfokus pada lima area utama: Kebijakan dan Regulasi; Kapasitas Produksi & Pengelolaan Akhir Masa Pakai; Penelusuran Pengadaan untuk Kepatuhan dan Kesiapan Ekspor; Perluasan Segmen Penggunaan Akhir; serta Pembiayaan dan *Bankability*.



Dalam aspek Kebijakan dan Regulasi, ketika Indonesia melangkah lebih jauh untuk mendukung fase berikutnya dari industri EV, sangat penting dilakukan tinjauan menyeluruh serta *ex-post impact assessment* terhadap kerangka legislatif nasional untuk memastikan bahwa kebijakan yang ada sejalan dengan prioritas dan tujuan nasional. Pembentukan mekanisme pemantauan dan evaluasi secara reguler terhadap implementasi kebijakan dan dampaknya akan membantu mengidentifikasi tantangan serta area yang perlu ditingkatkan. Di bawah kerangka kebijakan yang berlaku, Indonesia mengalami kerugian fiskal signifikan akibat hilangnya penerimaan pajak dari larangan ekspor bijih nikel, yang diperburuk oleh pemberian *tax holiday* bagi entitas pengolahan. Secara bersamaan, tambang-tambang Indonesia, yang sebagian besar dimiliki secara domestik karena pendekatan kepemilikan tambang yang berorientasi dalam negeri⁴, dipaksa menjual bijih mereka pada harga yang diatur pemerintah, yang lebih rendah dibandingkan harga internasional.

Dalam aspek Kapasitas Produksi, Indonesia perlu mengadopsi langkah *strategic stockpiling* untuk mengamankan pasokan bahan baku material baterai dan memperkuat keandalan sumber daya. Untuk menjamin suplai mineral kritis yang stabil, Indonesia sebaiknya menerapkan strategi penimbunan ketika harga rendah, yang dapat mengurangi dampak gangguan rantai pasok di masa depan. Selain itu, penimbunan juga dapat membantu mengelola kelebihan pasokan mineral secara efektif. Regulasi yang jelas diperlukan untuk mengatur penimbunan mineral kritis, termasuk penetapan batas maksimum stok dan mempertimbangkan moratorium smelter. Langkah-langkah ini akan meningkatkan keamanan sumber daya nasional serta memperkuat kepercayaan investor pada sektor material baterai Indonesia.

Dalam aspek Pengelolaan Akhir Masa Pakai (*End-of-life management*), Indonesia perlu memperbarui peraturan pengelolaan limbah untuk mengklasifikasikan limbah baterai sebagai sumber daya strategis, guna mendorong tumbuhnya pasar bahan baku sekunder. Pengakuan formal ini penting untuk merangsang perkembangan pasar daur ulang yang kuat serta menyelaraskan kebijakan limbah dengan pertumbuhan industri dan tujuan lingkungan. Mengingat sektor baterai yang berkembang sangat cepat, target daur ulang harus dirancang agar *future-proof*—yang berarti dapat disesuaikan ke atas seiring perubahan kondisi—sementara menjaga kepastian hukum, yang esensial untuk menarik investasi padat modal

Dalam aspek Penelusuran untuk Kepatuhan dan Kesiapan Ekspor (*Traceability for Compliance and Export Readiness*), Indonesia perlu menelaah implementasi *battery passport* dalam kerangka legislatif nasional dan mengikuti secara dekat perkembangan global, agar inisiatif domestik selaras dengan standar internasional, sehingga baterai dapat dengan mudah diekspor. Awalnya dikembangkan oleh *Global Battery Alliance*, *battery passport* telah mendapatkan status hukum dalam *EU Sustainable Batteries Regulation*, dan AS maupun Tiongkok juga tengah

⁴ Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia menegaskan bahwa sumber daya alam dikuasai oleh negara dan harus digunakan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat Indonesia. Prinsip ini dijabarkan lebih lanjut dalam Pasal 48 ayat (2) Undang-Undang No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, yang memberikan kewenangan kepada pemerintah pusat untuk mengendalikan kegiatan pertambangan mineral.

mempertimbangkan adopsinya. *Battery passport* berfungsi sebagai *digital twin* dari baterai fisik, menyediakan informasi rinci mengenai asal-usul material, komposisi kimia, riwayat manufaktur, serta kinerja keberlanjutan. Data ini tersimpan dalam kode QR yang terhubung dengan pengenalan unik yang diberikan oleh pelaku usaha yang menempatkan baterai di pasar.

Dalam aspek Perluasan Segmen Penggunaan Akhir (*Expansion of End-use Segments*), BESS muncul sebagai opsi menjanjikan untuk memfasilitasi integrasi energi terbarukan ke dalam jaringan listrik nasional, khususnya mengingat sifat intermiten dari energi surya dan angin. Penurunan harga baterai yang signifikan—hingga 90% dalam 15 tahun terakhir—menyediakan peluang besar bagi Indonesia. Namun, investasi BESS membutuhkan modal awal yang sangat besar dan keberhasilannya sangat bergantung pada kerangka pendapatan yang jelas. Untuk mendukung hal ini, Indonesia akan sangat diuntungkan dengan penyusunan peta jalan komprehensif yang menetapkan target BESS yang jelas dan jangka panjang. Peta jalan tersebut dapat memberikan arahan strategis untuk mengoptimalkan pemanfaatan BESS dan Variable Renewable Energy (VRE), meningkatkan akses energi serta elektrifikasi di wilayah terpencil, serta memandu kebutuhan investasi di masa depan.

Dalam aspek Pembiayaan dan *Bankability*, intervensi pemerintah sangat penting untuk mengurangi risiko investasi dan membuka jalur pembiayaan baru bagi sektor ini. Indonesia dapat menerapkan mekanisme pendanaan alternatif seperti *streaming agreements*, perjanjian royalti, struktur pra-pembayaran, serta pembentukan Special Purpose Vehicle (SPV) untuk menghindari dilusi ekuitas. Pemerintah Indonesia juga dapat berperan sebagai pihak kontra yang kuat untuk menanggung risiko besar, memberikan stabilitas dengan memastikan aliran pendapatan yang dapat diprediksi, sehingga membuat proyek berskala besar lebih menarik bagi pihak pendana. Proyek perlu menunjukkan adanya mitra kontra yang kuat dan *bankable* pada sisi *off take*. Untuk proyek pertambangan dan pemurnian, *off taker* yang paling *bankable* biasanya adalah pengguna akhir kontrak, dengan perusahaan otomotif sebagai yang terkuat, karena kepentingan utama mereka adalah mendapatkan stabilitas rantai pasok dan visibilitas harga.

Gambar berikut menunjukkan butir-butir aksi yang diusulkan dalam peta jalan, serta peran para pemangku kepentingan yang terlibat.

R: Bertanggung Jawab (*Responsible*), A: Akuntabel (*Accountable*), C: Dikonsultasikan (*Consulted*), I: Diberi Informasi (*Informed*).

Tindakan yang direkomendasikan	Jangka waktu			Stakeholder Role											
	Jangka pendek 2026-2030	Jangka menengah 2030-2040	Jangka panjang 2041 ke atas	BKPM	Kementerian ESDM	KLHK	Kementerian Perindustrian	Kementerian Perhubungan	Kementerian Keuangan	Kementerian BUMN	Instansi daerah	PLN	Produsen Baterai	Produsen EV	Lembaga Keuangan
1. Meninjau kebijakan yang ada untuk memastikan keselarasan dengan prioritas nasional	✓			R/A	A	C	A	R	C	I	I	-	-	-	-
2. Melaksanakan Regulatory Impact Assessments	✓			R	R	R	R	R	R	R	C	-	-	-	-
3. Mengevaluasi dan merevisi mekanisme insentif seiring perkembangan pasar	✓			R/A	R	C	C	C	R	C	C	C	C	C	-
4. Memperkuat dan menyelaraskan mekanisme insentif lokal dan regional dengan tujuan kebijakan nasional	✓			A	C	C	C	C	C	C	R	C	I	I	-
5. Membuat kerangka regulasi yang kuat terkait penyimpanan energi baterai		✓		C	R/A	C/R	C	-	I	I	I	R	I	I	-
6. Mengamankan pasokan bahan baku material baterai		✓		C	R/A	C	A	-	I	C	I	-	I	I	I
7. Menerapkan langkah <i>strategic stockpiling</i>		✓		R	A	C	C	-	C	C	I	-	I	I	C
8. Menetapkan target dan instrumen kebijakan untuk pemulihan serta penggunaan kembali material dalam produksi baterai		✓		C	R	R/A	R	-	-	I	I	-	I	I	-
9. Merancang dan menerapkan <i>battery passport</i> untuk melacak komponen EV		✓		C	A	R	R	C	-	I	I	I	I	I	-
10. Menetapkan target elektrifikasi sektor transportasi lain dalam instrumen regulasi		✓		I	A	C	R	A	-	I	-	R	I	I	-
11. Memberikan dukungan yang lebih terarah dan luas untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya		✓		C	R	C	R	R/A	C	I	-	R/I	I	I	-
12. Memastikan kepatuhan terhadap standar global agar baterai dapat diekspor secara internasional	✓		✓	R/A	I	R	R/A	-	C	I	-	-	R	R	I
13. Membangun <i>Supply Chain Tracking Platform</i> untuk industri baterai Indonesia		✓		A	C	C	C	-	C	C	C	-	I	I	C
14. Menerapkan skema keuangan untuk mengurangi risiko investasi (<i>de-risking</i>)		✓		R	C	-	C/I	-	R/A	I	-	-	C	C	I

1. Baterai dalam Transisi Energi Indonesia: Kondisi Terkini

Indonesia tengah meningkatkan upaya untuk mencapai target bauran energi terbarukan sebesar 22% pada 2030 dan mengurangi intensitas emisi GRK, sebagaimana diuraikan dalam dokumen perencanaan pembangunan nasional, termasuk Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional (RPP KEN)^{5,6}. Untuk mendukung transisi ini, pengembangan rantai pasok baterai yang kuat dan berkelanjutan sangat krusial—terutama karena baterai memegang peranan sentral dalam sistem penyimpanan energi dan kendaraan listrik. Dengan meningkatnya permintaan global terhadap EV dan teknologi baterai, Indonesia memiliki peluang strategis untuk memposisikan diri sebagai pemain kunci di pasar global—dengan catatan bahwa ambisi strategis tersebut benar-benar diwujudkan dalam implementasi yang terpadu.

Untuk mencapai target NZE pada 2060, Pemerintah Indonesia telah berkomitmen pada strategi dekarbonisasi komprehensif di berbagai sektor. Strategi ini mencakup target ambisius dan berbagai inisiatif yang berfokus pada pengurangan emisi GRK, khususnya di sektor energi dan transportasi—dua sektor dengan emisi tertinggi di Indonesia. Bab ini mengulas seberapa cepat dan efektif Indonesia dalam mencapai target tersebut. Hasil kajian menunjukkan adanya kesenjangan antara target yang ditetapkan dengan capaian aktual di lapangan.

Untuk menjembatani kesenjangan ini, baterai berperan sangat penting. Sebagai sektor penyumbang emisi terbesar ketiga dalam energi, dekarbonisasi sektor transportasi krusial bagi Indonesia untuk menurunkan emisi GRK. Pengembangan dan penerapan baterai tidak hanya memungkinkan elektrifikasi transportasi, tetapi juga mendukung penetrasi energi terbarukan. Baterai merupakan *enabler* utama adopsi energi terbarukan, terutama untuk penyimpanan energi, yang sangat penting dalam mengatasi sifat intermiten sumber energi terbarukan VRE, seperti tenaga angin dan PLTS. Ekosistem baterai yang terintegrasi dengan baik dan berkelanjutan dapat berkontribusi signifikan pada pencapaian target transisi energi Indonesia.

Menurut data 2024 dari United States Geological Survey⁷, Indonesia memiliki cadangan nikel terbesar di dunia (55 juta ton nikel atau 42,3% dari total global) dan mendominasi penambangan bijih nikel, dengan kontribusi hingga 60% pasokan global. Selain itu, Indonesia juga menyumbang 39,8% produk nikel setengah jadi dunia, seperti feronikel, *nickel pig iron (NPI)*, *mixed hydroxide precipitate (MHP)*, matte, dan lainnya⁸. Hal ini memberikan Indonesia keuntungan besar dalam manufaktur baterai, karena negara ini

⁵ KEN Versi Pembaruan, Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional, per 1 Juli 2024. [Tautan](#)

⁶ Republik Indonesia, Peraturan Presiden Nomor 12 Tahun 2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2025–2029, hlm. 104. [Tautan](#)

⁷ U.S. Geological Survey, *Nickel*, dalam *Mineral Commodity Summaries 2025* (Reston, VA: U.S. Geological Survey, Maret 2025). [Tautan](#)

⁸ Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), *Peta Jalan Dekarbonisasi Industri Nikel di Indonesia* (Jakarta: Bappenas, 2025). [Tautan](#)

sudah memiliki sebagian besar bahan baku yang dibutuhkan, mengingat nikel sangat vital dalam pembuatan katoda baterai.

1.1 Target kendaraan listrik (EV)

Di sektor transportasi, yang menyumbang 26% dari total emisi GRK Indonesia⁹, pemerintah mendorong elektrifikasi sebagai strategi dekarbonisasi. Produksi EV secara konsisten didorong oleh pemerintah. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM) menetapkan target 943.764 unit EV pada 2030 dalam Keputusan Menteri ESDM Nomor 24.K/TL/01/MEM.L/2025, yang menetapkan rencana pengembangan infrastruktur SPKLU¹⁰. Meskipun belum ada kejelasan mengenai pemisahan target antara roda empat (4W) dan roda dua (2W), laporan ini akan menggunakan asumsi 4W karena Indonesia menargetkan percepatan produksi EV roda empat. Langkah ini merupakan bagian dari strategi penetrasi kendaraan listrik, yang didukung oleh berbagai kerangka regulasi untuk mencapai target tersebut, sekaligus menunjukkan komitmen kuat terhadap reformasi lintas sektor¹¹. Baru-baru ini, Pemerintah Indonesia juga mengeluarkan reformasi regulasi untuk memperkuat persyaratan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)¹². Inisiatif-inisiatif ini menegaskan prioritas pemerintah terhadap agenda transisi energi, di mana pada kedua sektor, pengembangan rantai pasok domestik yang kuat menjadi kunci—tidak hanya untuk mengurangi ketergantungan pada pasar global, tetapi juga untuk mendukung aspirasi ekonomi jangka panjang Indonesia.

1.1.1 Kebijakan dan instrumen pendukung target EV

Untuk mendorong penetrasi EV, Pemerintah Indonesia telah memberlakukan berbagai kerangka regulasi yang bertujuan membangun ekosistem EV yang komprehensif¹³. Hal ini diikuti oleh pemberian insentif fiskal maupun non-fiskal bagi EV¹⁴, termasuk subsidi pembelian¹⁵, pengurangan pajak penghasilan badan¹⁶, insentif untuk *research and*

⁹ Menurut Agus Nurrohm, Peneliti Senior di PRKKE BRIN, sektor transportasi menyumbang sekitar 26% dari total emisi gas rumah kaca Indonesia. Pada tahun 2022, sektor ini mengonsumsi 429 juta SBM atau 60 juta TOE, setara dengan 36,74% dari total konsumsi energi final nasional. [Tautan](#)

¹⁰ Sosialisasi Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025 tentang Rencana Pengembangan Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) 2025–2030. [Tautan](#)

¹¹ Peraturan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 24.K/TL.01/MEM.L/2025. [Tautan](#)

¹² Peraturan Presiden Nomor 46 Tahun 2025 mewajibkan penggunaan produk dalam negeri dengan nilai TKDN minimal 25 persen. Jika terdapat produk dalam negeri dengan nilai gabungan TKDN dan bobot manfaat perusahaan setidaknya 40 persen, maka produk tersebut harus diprioritaskan. [Tautan](#)

¹³ Pemerintah Indonesia, Peraturan Presiden No. 55/2019 jo. [No. 79/2023](#) tentang Percepatan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan, serta peraturan Kementerian Perindustrian: [Peraturan No. 36/2021](#) (Pengembangan Kendaraan Rendah Karbon), No. 6/2022 jo. [No. 28/2023](#) (Spesifikasi dan TKDN EV), [No. 29/2023](#) (Skema CKD dan IKD), No. 6/2023 jo. [No. 21/2023](#) (Subsidi EV Roda Dua), [No. 37/2024](#) (Verifikasi Industri).

¹⁴ Pemerintah Indonesia, Peraturan Kementerian Investasi No. 6/2023 jo. [No. 1/2024](#) tentang Pedoman dan Tata Kelola Pemberian Insentif Impor dan/atau Penyerahan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Roda Empat untuk Mempercepat Investasi

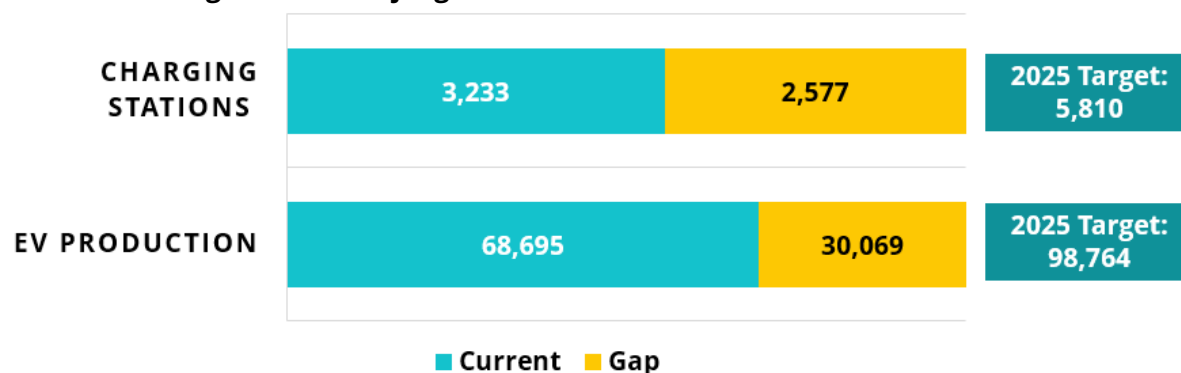
¹⁵ Pemerintah Indonesia, Peraturan Menteri Keuangan (PMK) tentang Pajak Pertambahan Nilai Ditanggung Pemerintah (PPN-DTP) untuk Mobil Listrik dan Bus pada Tahun Anggaran 2024.

¹⁶ Pemerintah Indonesia, [PMK No. 12/2025](#) tentang Fasilitas Perpajakan untuk Pengembangan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.

development (R&D)¹⁷, pengurangan pajak kendaraan bermotor¹⁸, *tax allowances*¹⁹, insentif bea masuk dan bea cukai²⁰, serta dukungan untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya²¹.

Untuk menarik investasi dan menutup kesenjangan guna mencapai target ekosistem EV (Gambar 1.1), pemerintah telah memperkenalkan berbagai insentif—seperti keringanan pajak^{22, 23}, penyederhanaan perizinan, dan percepatan proses perizinan—khususnya untuk produsen baterai dan EV. Kemitraan strategis dengan pemain internasional utama, termasuk Tiongkok²⁴, Korea Selatan, Jepang²⁵, dan Uni Eropa, semakin meningkatkan daya saing Indonesia melalui alih teknologi serta penguatan kapasitas industri lokal.

Gambar 1.1 Target dan Kesenjangan Ekosistem Kendaraan Listrik



Sumber: [Kementerian ESDM, PLN](#)

Di luar EV itu sendiri, pemerintah juga mendorong pengembangan rantai pasok baterai dari hulu hingga hilir. Insentif untuk pengembangan baterai sejauh ini mencakup *Tax Holiday* dan *Tax Allowance*²⁶. Namun, laju implementasi proyek masih berjalan bertahap, dengan ruang perbaikan yang cukup besar—karena pengembangan ekosistem masih berada pada tahap awal. Hambatan yang terus ada dan keterlambatan kemajuan membatasi potensi penuh sektor ini.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Pemerintah Indonesia, [PMK No. 9/2024](#) tentang Pajak Penjualan atas Barang Mewah Ditanggung Pemerintah (PPnBM-DTP) untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Roda Empat Tertentu pada Tahun Anggaran 2024

¹⁹ Pemerintah Indonesia, [PMK No. 12/2025](#) tentang fasilitas perpajakan yang lebih luas termasuk keringanan pajak penghasilan, insentif R&D, dan dukungan fiskal lainnya untuk pengembangan BEV.

²⁰ Pemerintah Indonesia, [PMK No. 10/2024 yang mengubah PMK No. 26/PMK.010/2022](#) tentang Klasifikasi Harmonized System (HS) Code dan Tarif Bea Masuk, memfasilitasi pengurangan atau pembebasan bea masuk untuk komponen dan kendaraan listrik.

²¹ Pemerintah Indonesia, Peraturan Kementerian Investasi No. 6/2023 *jo.* [No. 1/2024](#), yang mencakup dukungan non-fiskal untuk pengembangan infrastruktur EV termasuk stasiun pengisian; [Peraturan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral No. 1/2023](#) tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai; serta [Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025](#) tentang Pedoman Teknis Implementasi Infrastruktur Pengisian.

²² ASEAN Briefing, Indonesia Issues New Tax Incentives to Spur EV Production and Sales, [2024](#)

²³ PERMITINDO, Accelerating Indonesia's Electric Vehicle Industry: Insights into TKDN and Presidential Regulation No. 79/2023. [Tautan](#)

²⁴ Reuters, Indonesia Battery Corp, CATL unit sign JV deal, state media says. [Tautan](#)

²⁵ Necessary, Indonesia bolsters EV battery ties with Japan, South Korea amid U.S.-China tariff risks. [Tautan](#)

²⁶ Pemerintah Indonesia, [Peraturan Menteri Keuangan \(PMK\) No. 130/2020](#) tentang Fasilitas Pengurangan Pajak Penghasilan Badan; dan [Peraturan Badan Koordinasi Penanaman Modal \(BKPM\) No. 7/2020](#) tentang Rincian Bidang Usaha dan Jenis Industri Perintis serta Tata Cara Pemberian Fasilitas Pengurangan Pajak Penghasilan Badan.

Indonesia telah menerapkan sejumlah instrumen untuk mendorong kapasitas manufaktur domestik bagi EV, serta Cathode Active Material (CAM) dan sel Lithium-ion Battery (LIB). Inisiatif utama dalam hal ini ditunjukkan pada Gambar 1.2.

Gambar 1.2 Kebijakan Indonesia untuk mendorong manufaktur domestik

Policy and regulatory framework	- Industrial policies aimed at fostering the growth of the EV and battery manufacturing sectors - Local content requirements mandating specific percentages of local content in manufacturing processes, encouraging the use of domestic materials and labor
Fiscal incentives	- The government offers tax breaks and incentive for companies invest in the production of EVs and battery components, subject to local content requirements - Subsidies are provided to support research and development in battery technology and EV manufacturing
Strategic partnerships	- Indonesia has attracted significant foreign investments from companies like CATL, LG Energy Solution, and Hyundai, which are establishing manufacturing facilities in the country - Collaborations between local and international companies help transfer technology and expertise to domestic manufacturers
Infrastructure development	The establishment of dedicated industrial zones for battery and EV manufacturing provides the necessary infrastructure and facilities for production.

Kebijakan-kebijakan ini secara kolektif bertujuan mendorong pengembangan kapasitas manufaktur domestik yang kuat di seluruh rantai pasok baterai maupun EV, dan harus dilihat bersama dengan instrumen lainnya baik di sisi hulu maupun hilir. Tabel berikut menyajikan instrumen yang telah diterapkan terkait EV.

Tabel 1.1 Instrumen legislatif untuk EV

Instrumen	Tujuan
Peraturan Presiden No. 55/2019	Mempercepat adopsi dan produksi kendaraan listrik berbasis baterai, termasuk pembentukan kawasan industri khusus. Mendorong percepatan penggunaan EV melalui berbagai langkah, termasuk pemberian kewenangan untuk melaksanakan regulasi terkait. Termasuk ketentuan pengembangan rantai pasok EV dari hulu hingga hilir, mulai dari bahan baku hingga produk akhir.
Peraturan Menteri Perindustrian (Permenperin) No. 6/2022, diubah dengan Permenperin No. 21/2023	Menetapkan target TKDN progresif untuk EV, dengan kewajiban penggunaan persentase tertentu komponen lokal. Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan, dan Ketentuan Perhitungan Nilai TKDN untuk Kendaraan Listrik Berbasis Baterai. Persyaratan TKDN manufaktur: - 2020–2029: Minimum 50% komponen utama harus berasal dari lokal, termasuk setidaknya 40% untuk komponen baterai. - Mulai 2030: Persyaratan meningkat menjadi 60% komponen utama, dengan 50% untuk komponen baterai. - Selain itu, komponen pendukung harus menyumbang setidaknya 10% dari total nilai produk.
Peraturan Presiden No. 79/2023	Mengubah kebijakan sebelumnya untuk mempercepat adopsi dan produksi kendaraan listrik berbasis baterai.
Target produksi otomotif Kementerian Perindustrian	Menetapkan target produksi <i>low carbon emission vehicles</i> , termasuk target produksi EV roda dua (2W).
Keputusan Menteri ESDM No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025	Menetapkan peta jalan pembangunan SPKLU publik 2025–2030. Mengatur target jumlah dan distribusi SPKLU di Indonesia, termasuk jenis pengisi daya (menengah, cepat, ultra-cepat) dan lokasi (mal, perkantoran, <i>rest area</i> jalan tol, dll.).

Instrumen	Tujuan
Instruksi Presiden No. 7/2022	Mewajibkan penggunaan kendaraan listrik berbasis baterai sebagai kendaraan operasional instansi pemerintah pusat dan daerah.

1.2 Target energi terbarukan (RE)

Komitmen Indonesia terhadap masa depan rendah karbon tertanam kuat dalam lanskap kebijakan energi nasional. Kebijakan Energi Nasional (KEN) menetapkan target jangka panjang transisi energi, yang semakin diperkuat melalui kerangka internasional dan multilateral, termasuk Perjanjian Paris, Enhanced Nationally Determined Contribution (ENDC), dan Agenda 2030 untuk Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Ambisi ini secara sistematis diterjemahkan ke dalam instrumen perencanaan nasional seperti Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN)²⁷ dan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN)²⁸— yang menempatkan transisi energi sebagai pilar utama dari visi Indonesia Emas 2045.

Indonesia juga telah menetapkan target ambisius dalam transisi energi nasional yang bertujuan mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta mendorong terciptanya ekosistem energi yang lebih bersih dan berkelanjutan. Pemerintah terus melakukan reformasi dan pengembangan kebijakan untuk mendukung transisi ini. Baru-baru ini, Indonesia mengesahkan RPJPN 2025–2045²⁹, yang memuat komitmen untuk menurunkan intensitas emisi GRK. Revisi terbaru KEN memperbarui target bauran RE sekaligus menurunkannya; target awal 23% pada 2025 dan 31% pada 2030³⁰ direvisi menjadi:

- 19–22 pada 2030 (368 juta TOE hingga 440 juta TOE)
- 36–40% pada 2040 (468 juta TOE hingga 583 juta TOE)
- 70–72% pada 2060 (665 juta TOE hingga 776 juta TOE)³¹

Laju implementasi masih belum sejalan dengan tingkat ambisi yang telah ditetapkan. Sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 1.3 masih terdapat kesenjangan besar antara target energi terbarukan Indonesia dan realisasi aktual saat ini.

²⁷ Ibid.

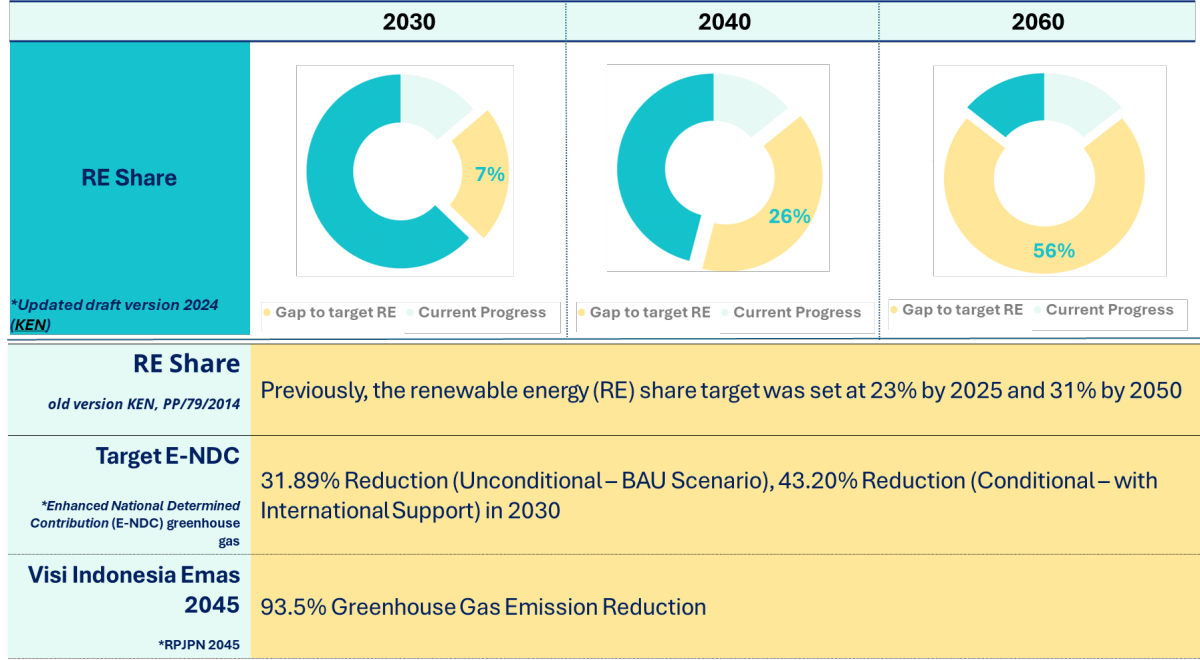
²⁸ Republik Indonesia, Undang-Undang No. 59 Tahun 2024 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) 2025–2045 (Pemerintah Indonesia, 2024). [Tautan](#)

²⁹ Pemerintah Indonesia. (2024). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 59 Tahun 2024

³⁰ Pemerintah Indonesia. (2014). Peraturan Pemerintah Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional

³¹ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, "Menyetujui RPP KEN, Menteri ESDM: Selaras dengan Target Pertumbuhan Ekonomi dan Komitmen Net Zero Emission."

Gambar 1.3 Target dan Capaian Energi Terbarukan



Sumber: Disusun oleh penulis berdasarkan [RPJPN 2045](#), [ENDC](#), dan [Draft KEN– Juli 2024](#)

1.2.1 Kebijakan dan instrumen pendukung target energi terbarukan (RE)

Pada saat penyusunan dokumen ini, Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) telah menyetujui revisi Peraturan Pemerintah tentang KEN, yang mencakup pembaruan target RE untuk mendukung pencapaian *net zero emissions* pada 2060. Penyesuaian ini mencerminkan tantangan dalam mempercepat implementasi energi terbarukan, sekaligus menunjukkan komitmen serius Indonesia untuk mempercepat upaya transisi energi³².

Revisi KEN telah diintegrasikan ke dalam versi terbaru Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional (RUKN) periode 2025–2060, yang menggantikan versi 2019–2038, serta ke dalam RUPTL periode 2025–2034, yang menggantikan versi 2021–2030. Pembaruan ini memastikan agar dokumen terbaru selaras dengan kebijakan energi nasional yang diperbarui dan target pertumbuhan ekonomi Indonesia, dengan tetap menjaga pendekatan yang terpadu dan strategis. RUKN ditetapkan melalui Keputusan Menteri No. 85.K/TL.01/MEM.L/2025 dan RUPTL melalui Keputusan Menteri No. 188.K/TL.03/MEM.L/2025. Dalam dokumen ini, energi terbarukan diproyeksikan mencapai sekitar 19–21% pada 2030.^{33 34}

Dalam KEN, Indonesia telah menetapkan target ambisius untuk energi terbarukan. Namun, dengan mempertimbangkan perkembangan terbaru serta berbagai tantangan yang dihadapi, realisasi tahunan target energi terbarukan terbukti sulit dicapai. Sebagaimana ditunjukkan dalam tabel di bawah, terdapat kesenjangan signifikan antara

³² Versi Terbaru KEN, Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional, per 1 Juli 2024. [Tautan](#)

³³ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Keputusan Menteri No. 188.K/TL.03/MEM.L/2025 tentang RUPTL 2025–2034 (Jakarta, 2025). [Tautan](#)

³⁴ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Keputusan Menteri No. 85.K/TL.01/MEM.L/2025 tentang RUKN 2025 (Jakarta, 2025). [Tautan](#)

target bauran energi terbarukan Indonesia dengan capaian aktual selama lima tahun terakhir. Kesenjangan yang terus berlanjut ini menjadi faktor krusial dalam keputusan Indonesia untuk melakukan revisi terhadap target energi terbarukan.

Tabel 1.2 Perbandingan target dan realisasi bauran energi terbarukan di Indonesia

Tahun	Bauran energi terbarukan	
	Target (%)	Realisasi (%)
2018	11,6	8,6
2019	12,2	9,2
2020	13,4	10,9
2021	14,5	11,8
2022	15,7	11,9
2023	17,9	13,3
2024*	19,5	14,7

Sumber: EBTKE – Kementerian ESDM, [data](#) 2024.

Di sektor ketenagalistrikan, percepatan implementasi RE merupakan pilar krusial dalam transisi energi. Indonesia telah menetapkan target jangka panjang agar PLTS menyuplai sepertiga dari total pembangkitan listrik pada 2060. Pemerintah juga telah menetapkan target ambisius untuk kapasitas terpasang tenaga surya: 32 GW pada 2030, dan 420 GW pada 2060^{35 36}. Dengan demikian, energi surya diposisikan sebagai strategi utama negara dalam mencapai target energi terbarukan. Namun, kemajuan saat ini masih sangat terbatas: hingga 2024, kapasitas terpasang PLTS hanya mencapai 717,7 MW³⁷—kurang dari 2,5% dari target 2030—dan hanya menyumbang 0,9% dari total pembangkitan listrik di 2024. Produksi modul surya juga masih stagnan di 2,3 GW/tahun^{38 39}. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya mengatasi hambatan struktural, termasuk ketidakpastian kebijakan, rendahnya permintaan pasar, dan minimnya insentif investasi, sekaligus memperkuat rantai pasok domestik untuk mendukung peningkatan kapasitas yang berkelanjutan⁴⁰.

Terdapat tiga instrumen utama yang telah ditetapkan Indonesia terkait target RE dan BESS. Instrumen tersebut ditampilkan pada tabel berikut:

³⁵ IEA and MEMR, Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions (NZE). (MEMR, 2022). [Tautan](#)

³⁶ Institute for Essential Services Reform (IESR), Indonesia Solar Energy Outlook 2025 (IESR, 2025). [Tautan](#)

³⁷ PV Tech. Indonesia surpasses 700MW installed solar PV capacity, but progress is 'inadequate'. 2024. Accessed April 2025. [Tautan](#)

³⁸ Institute for Essential Services Reform (IESR), Indonesia Solar Energy Outlook 2025 (IESR, 2025). [Tautan](#)

³⁹ George Heynes, "Indonesia Surpasses 700MW Installed Solar PV Capacity, but Progress Is 'Inadequate'," *PV Tech*, October 21, 2024, [Tautan](#)

⁴⁰ IESR, Indonesia Solar Energy Outlook (ISEO) 2025, [Tautan](#)

Tabel 1.3 Instrumen Legislatif untuk RE - BESS

Instrumen	Tujuan
Peraturan Pemerintah No. 25/2021 tentang Penyelenggaraan Sektor Energi dan Sumber Daya Mineral; Keputusan Menteri ESDM No. 188.K/HK.02/MEM.1/2021	Mengakui peran penyimpanan energi baterai stasioner sebagai bagian integral dari sistem kelistrikan.
Peraturan Menteri Keuangan No. 103 Tahun 2023 tentang pemberian dukungan fiskal melalui skema pendanaan dan pembiayaan dalam rangka percepatan transisi energi di sektor ketenagalistrikan	Mendukung implementasi Peraturan Presiden No. 112/2022 untuk secara bertahap menghentikan pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) berbasis batubara dengan memobilisasi pendanaan publik dan swasta melalui berbagai langkah guna mendukung dekarbonisasi sistem energi.
RUKN (Keputusan Menteri No. 85.K/TL.01/MEM.L/2025)	Menetapkan kebijakan kelistrikan nasional, kondisi pasokan saat ini, proyeksi permintaan dan pasokan hingga 2060, serta rencana pengembangan jangka panjang sistem ketenagalistrikan yang selaras dengan target KEN hasil revisi.
RUPTL (Keputusan Menteri No. 188.K/TL.03/MEM.L/2025)	Menjadi rencana pengembangan kelistrikan PLN periode 2025–2034. Menguraikan proyek pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik, mengintegrasikan investasi jangka panjang, serta mendukung agenda transisi energi, termasuk target energi terbarukan dan keandalan jaringan. RUPTL 2025–2034 menetapkan target BESS dengan rincian dua skenario: - Skenario RE Dasar = 2.463 MW (2,5 GW) - Skenario ARED = 6.013 MW (6,0 GW)

1.3 Kesesuaian pengembangan rantai pasok baterai dengan target transisi energi

Bagian ini menilai sejauh mana inisiatif pengembangan rantai pasok baterai yang sedang berjalan maupun yang direncanakan sejalan dengan target transisi energi nasional. Analisis dilakukan dengan menggunakan indikator-indikator kunci untuk mengevaluasi kesesuaian investasi dan langkah kebijakan, sehingga dapat memberikan tolok ukur yang jelas terhadap tingkat keberhasilan. Meskipun sejumlah proyek telah berlangsung, terdapat peluang nyata untuk menyempurnakan dan memperkuat desainnya agar dampaknya terhadap transisi energi Indonesia semakin maksimal.

Untuk membantu menilai sejauh mana inisiatif yang ada saat ini berkontribusi pada pencapaian target, bagian ini mengusulkan pendekatan terstruktur untuk menilai keselarasan upaya yang sedang berjalan dengan target nasional. Tujuannya adalah memberikan lensa yang jelas bagi para pemangku kepentingan untuk memahami sejauh mana elemen-elemen ekosistem baterai didukung oleh regulasi, apakah sejalan dengan prioritas nasional, dan apakah dapat ditingkatkan skalanya seiring waktu.

Variabel yang dianalisis adalah: (i) Insentif fiskal, (ii) Pengelolaan sel baterai, (iii) Infrastruktur, (iv) Investasi, dan (v) Daur ulang baterai. Variabel-variabel ini dipilih karena mewakili faktor-faktor kritis dalam menentukan keberhasilan rantai pasok baterai EV

Indonesia⁴¹. Selain itu, penilaian ini juga mengadopsi indikator kunci terpilih dari 2024 Southeast Asia (SEA) Progress Assessment Matrix⁴² dengan penyesuaian sesuai ruang lingkup dan keterbatasan laporan ini. Hasil peninjauan keselarasan ditampilkan pada Tabel 1.4 di bawah ini.

Tabel 1.4 Penilaian kesesuaian proyek dengan target transisi energi

● **Rendah:** Masih pada tahap awal; terdapat banyak tantangan dan hambatan

● **Sedang:** Menunjukkan potensi; memerlukan langkah tambahan untuk mencapai keselarasan penuh

● **Tinggi:** Siap diadopsi; dukungan regulasi kuat dan sejalan dengan target

	Penilaian keseluruhan	Dukungan regulasi	Skalabilitas	Kesesuaian dengan target
Insentif fiskal	Sedang	Sedang	Tinggi	Rendah
Pengelolaan sel baterai	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah
Infrastruktur	Sedang	Sedang	Sedang	Rendah
Investasi	Rendah	Rendah	Rendah	Rendah
Daur ulang baterai	Rendah	Rendah	Sedang	Rendah

Berikut adalah pengamatan kunci dan analisis penilaian keseluruhan untuk setiap variabel:

- **Insentif Fiskal** – mengacu pada subsidi langsung, pembebasan bea masuk, metrik keuangan, insentif pajak, keringanan pajak, subsidi, dan hibah, sebagaimana dijabarkan dalam kondisi terkini rantai pasok baterai di Indonesia. Secara keseluruhan, insentif fiskal dinilai berada pada tingkat kesiapan **Sedang**, karena Indonesia telah memperkenalkan insentif fiskal maupun non-fiskal sejak diterbitkannya Peraturan Presiden tentang kendaraan listrik. Meskipun kerangka regulasi seperti RUPTL 2025–2034 memberikan dasar yang kuat untuk mendukung investasi, langkah-langkah pengurangan biaya yang ada masih belum memadai. Tantangan utama meliputi iklim investasi yang masih kurang menarik bagi investor, tingkat bunga proyek komersial yang relatif tinggi, serta keterbatasan penerapan skema pembiayaan inovatif di sektor ketenagalistrikan.^{43 44 45}
- **Pengelolaan Sel Baterai** – mengacu pada strategi untuk perakitan sel dan *pack* baterai, termasuk dukungan R&D serta kelayakan operasional. Tingkat kesesuaian di bidang ini dinilai **Rendah** karena masih berada pada tahap awal. Pedoman regulasi yang jelas dan kesiapan teknologi masih berkembang, sementara kapasitas produksi nasional untuk material baterai terus menghadapi tantangan terkait biaya, infrastruktur, dan kematangan teknologi. Meskipun Indonesia memiliki sumber daya mineral yang melimpah—yang menunjukkan potensi skalabilitas menengah—masih terdapat kesenjangan besar antara kemampuan saat ini dengan permintaan yang

⁴¹ AEML dan AC Ventures, *Indonesia's Electric Vehicle Outlook: Supercharging Tomorrow's Mobility* (Juli 2023); [Tautan](#)

⁴² Bain & Company, *Southeast Asia's Green Economy 2024 Report*. [Tautan](#)

⁴³ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Keputusan Menteri No. 188.K/TL.03/MEM.L/2025 tentang RUPTL 2025–2034 (Jakarta, 2025). [Tautan](#)

⁴⁴ Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), *Roadmap for Decarbonization of the Nickel Industry in Indonesia* (Jakarta: Bappenas, 2025). [Tautan](#)

⁴⁵ Institute for Essential Services Reform (IESR). *Indonesia Electric Vehicle Outlook 2023: Electrifying Transport Sector—Tracking Indonesia EV Industries and Ecosystem*. IESR, Februari 2023. [Tautan](#)

diproyeksikan. Untuk memenuhi proyeksi KESDM sebesar 943.764 unit EV pada 2030, Indonesia perlu meningkatkan kapasitas produksi baterainya. Dengan asumsi rata-rata EV 4W tipe SUV membutuhkan kapasitas baterai 39 kWh per unit⁴⁶, Indonesia membutuhkan setidaknya 36,8 GWh kapasitas produksi baterai. Saat ini, kapasitas produksi baterai Indonesia berada pada 10 GWh sel baterai NCM (oleh PT HLI Green Power) dan 100 MWh sel baterai LFP (oleh PT Gotion Green Energy Solutions Indonesia dan PT International Chemical Industry)⁴⁷, yang masih kurang dari setengah kapasitas minimum yang dibutuhkan.

- **Infrastruktur** – mencakup infrastruktur terkait EV seperti stasiun pengisian, instalasi pribadi, dan fasilitas tukar baterai. Tingkat kesesuaian upaya ini dinilai **Sedang** dengan kesesuaian target. Perkembangan di bidang ini terus meningkat secara bertahap, didukung oleh perhatian pemerintah yang semakin besar. Namun, distribusi geografis masih tidak merata, dengan 88% infrastruktur pengisian saat ini terkonsentrasi di Jawa dan Bali⁴⁸. Meskipun kerangka regulasi telah tersedia dan sektor ini menunjukkan potensi pertumbuhan yang kuat, pencapaian target penjualan EV nasional akan membutuhkan perluasan infrastruktur yang lebih cepat dan merata. Per Desember 2024, terdapat 1.902 stasiun pengisian umum yang telah terpasang, jumlah yang masih jauh di bawah kebutuhan proyeksi mengingat target dalam rencana KESDM mencakup pembangunan 62.918 stasiun pengisian umum pada 2030.^{49 50}
- **Investasi** – mengacu pada kebijakan dan kemitraan yang ditujukan untuk meningkatkan pengembangan energi terbarukan dan rantai nilai baterai. Pada 2024, total investasi energi global diperkirakan meningkat menjadi USD 3 triliun, dengan sekitar USD 2 triliun dialokasikan untuk teknologi bersih. Artinya, belanja energi bersih melampaui belanja bahan bakar fosil dengan rasio 2:1⁵¹. Padahal enam tahun lalu rasionya masih 1:1. Namun, meskipun minat terhadap investasi energi bersih di Indonesia meningkat, khususnya dari aktor internasional, sebagian besar investasi tersebut masih berada pada tahap eksplorasi. Karena itu, area ini dinilai **Rendah**. Kerangka kebijakan masih banyak berfokus pada bahan bakar fosil (FF), yang memengaruhi kepercayaan investor terhadap proyek energi bersih. Dari sisi kesesuaian target, investasi energi terbarukan secara konsisten tertinggal dibandingkan investasi bahan bakar fosil selama enam tahun terakhir, tanpa menunjukkan tren peningkatan signifikan (lihat Gambar 1.4). Menjembatani kesenjangan antara target dan realisasi investasi memerlukan reformasi yang lebih

⁴⁶ Berdasarkan studi ICCT (2023) di mana unit yang dimaksud adalah Hyundai Kona model 2023 yang tersedia di pasar Indonesia. Angka ini tidak memperhitungkan model EV lain yang disebutkan dalam studi, seperti model A-segment atau MPV

⁴⁷ Penjelasan lebih rinci mengenai sumber daya dan kapasitas produksi Indonesia dilaporkan dalam “*Comprehensive report on the analysis of the supply chain of batteries - Deliverable 2*”

⁴⁸ IESR, Indonesia Electric Vehicle Outlook 2023, [Tautan](#)

⁴⁹ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, Keputusan Menteri No.

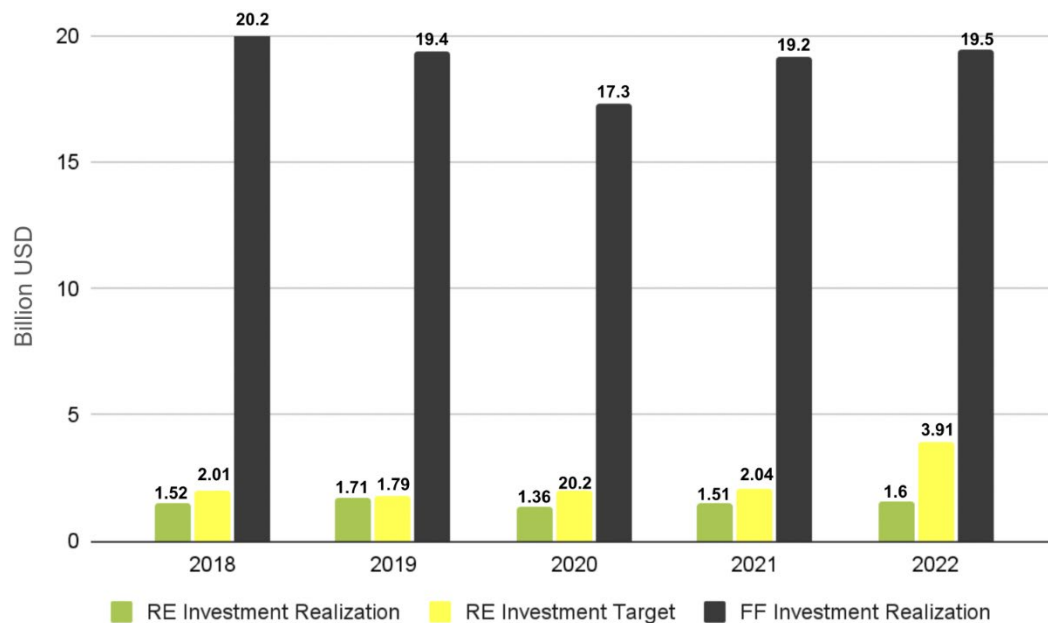
24.K/TL.01/MEM.L/2025 tentang Rencana Pengembangan Stasiun Pengisian Kendaraan Bermotor Listrik Umum (SPKLU) untuk Kendaraan Listrik Berbasis Baterai Tahun 2025–2030 (Kementerian ESDM, 2025). [Tautan](#)

⁵⁰ PricewaterhouseCoopers. (n.d.). *Electric vehicles and the charging infrastructure: A new mindset?* PwC, [2022](#)

⁵¹ IEA (2024) World energy investment report. [Tautan](#)

konsisten dan terarah, yang dapat menumbuhkan kepercayaan jangka panjang dan menegaskan komitmen kuat terhadap target transisi energi.

Gambar 1.4 Realisasi investasi energi terbarukan vs bahan bakar fosil (FF) di Indonesia 2018-2022



Sumber: [Kementerian ESDM, IESR, KataData, 2023](#)

- Daur Ulang Baterai** – mencakup strategi pemanfaatan baterai bekas untuk penggunaan kedua (*second-life*), integrasi dengan konsep ekonomi sirkular, serta penerapan Extended Producer Responsibility (EPR). Meskipun beberapa fasilitas industri, seperti yang berada di Indonesia Morowali Industrial Park (IMIP), telah mulai menyiapkan fondasi untuk kegiatan daur ulang, kejelasan regulasi masih dalam tahap perkembangan⁵². Klasifikasi limbah baterai sebagai limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) menambah kompleksitas, sementara sistem pengumpulan limbah yang ada saat ini belum memadai untuk mendukung kegiatan daur ulang dalam skala besar. Oleh karena itu, aspek ini dinilai **Rendah**.

⁵² IESR, Indonesia Energy Transition Outlook (IETO) 2024, [Tautan](#)

Gambar 1.5 Definisi ekonomi sirkular⁵³

Apa itu Ekonomi Sirkular?

- Ekonomi sirkular adalah model produksi dan konsumsi yang melibatkan berbagi, menyewa, menggunakan kembali, memperbaiki, merombak, dan mendaur ulang material serta produk yang sudah ada selama mungkin dengan tujuan memperpanjang siklus hidupnya. Model ini mengimplikasikan pengurangan limbah seminimal mungkin, serta mempertahankan nilai produk, material, dan sumber daya dalam perekonomian selama mungkin.

Mengapa relevan?

- Prinsip-prinsip ekonomi sirkular—**redesign** (perancangan ulang), **repurposing** (pemanfaatan kembali), dan **recovering** (pemulihan)—dianggap dapat mengatasi banyak permasalahan yang timbul akibat meningkatnya volume baterai, khususnya pada tahap akhir masa pakai (**end-of-life**). Mengingat semakin cepatnya laju baterai mencapai akhir masa pakainya, pengelolaan pembuangan menjadi sangat penting, baik dari sisi lingkungan maupun dari perspektif keamanan pasokan.

Sumber: Penulis berdasarkan informasi dari Parlemen Eropa

1.4 Pemain ekosistem baterai di Indonesia

Pembuat kebijakan utama, pelaku usaha, serta *context-setters* dan bagaimana keterlibatan mereka dalam integrasi rantai pasok baterai ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 1.5 Pemangku kepentingan kunci, pelaku usaha, dan *context-setters* yang terlibat

Nama pemangku kepentingan		Deskripsi
Pembuat kebijakan	Kementerian Investasi dan Hilirisasi/ Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM)	Memfasilitasi investasi domestik dan asing dalam rantai pasok baterai serta mempromosikan Indonesia sebagai destinasi investasi yang menarik.
	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral	Mengatur sektor ekstraksi dan pemurnian serta mendukung pengembangan baterai sebagai bagian dari agenda transisi energi.
	Kementerian Perindustrian	Mengawasi pengembangan industri dan menerbitkan izin untuk industri terkait baterai. Menyusun peta jalan nasional produksi Battery Electric Vehicle (BEV).
	Kementerian Lingkungan Hidup	Menegakkan regulasi dan perizinan lingkungan. Memastikan aktivitas terkait baterai sejalan dengan tujuan keberlanjutan serta mendukung target <i>net-zero</i> Indonesia. Sebelumnya bagian dari KLHK, Kementerian Lingkungan Hidup kini menjadi entitas independen setelah restrukturisasi kelembagaan.

⁵³ Komunikasi dari Komisi kepada Parlemen Eropa, Dewan, Komite Ekonomi dan Sosial Eropa, serta Komite Daerah, 'Closing the loop: An EU action plan for the Circular Economy', Brussels, 2 Desember 2015, COM(2015) 614 final.

Nama pemangku kepentingan		Deskripsi
	Kementerian Kehutanan	Memiliki kewenangan penuh atas kawasan hutan nasional. Mewajibkan penerbitan izin kehutanan untuk kegiatan usaha, khususnya bagi program strategis nasional. Sebelumnya bagian dari KLHK, Kementerian Kehutanan kini menjadi kementerian tersendiri.
	Kementerian Badan Usaha Milik Negara	Mengawasi seluruh BUMN di Indonesia, banyak di antaranya berperan penting dalam rantai pasok baterai. BUMN menjalankan mandat pemerintah, termasuk tujuan ekosistem baterai nasional.
	Kementerian Transportasi	Mengatur sektor transportasi nasional, termasuk mobilitas listrik dan infrastruktur terkait.
	Kementerian Keuangan	Merancang kebijakan fiskal, termasuk insentif dan skema perpajakan untuk mendukung pertumbuhan industri baterai dan menarik investasi.
	Kementerian Tenaga Kerja	Mengatur standar ketenagakerjaan di semua industri, khususnya terkait keselamatan dan kebijakan tenaga kerja lokal.
	Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia	Mengkoordinasikan proyek strategis dan kebijakan ekonomi, di mana pengembangan rantai pasok baterai menjadi salah satu prioritas ekonomi nasional.
	Gubernur	Pemimpin daerah yang mengawasi perizinan, penegakan hukum, dan keterlibatan publik, serta menjadi pihak penting terkait manfaat ekonomi dan dampak sosial-lingkungan dari aktivitas rantai pasok baterai.
	Instansi Daerah (Dinas ESDM, DLH, Disnaker)	Berada di bawah gubernur untuk mengatur berbagai urusan di tingkat daerah, seperti energi dan pertambangan (Dinas ESDM), kepatuhan lingkungan (DLH), serta ketenagakerjaan (Disnaker), yang semuanya krusial untuk implementasi industri baterai di daerah.
BUMN	Mining Industry Indonesia (MIND ID)	Holding BUMN pertambangan. Anak perusahaannya menyuplai mineral utama untuk rantai pasok baterai.
	Indonesia Battery Corporation (IBC)	BUMN baterai. Memiliki peran strategis dalam mendorong ekosistem baterai Indonesia.
	Perusahaan Listrik Negara (PLN)	Satu-satunya penyedia listrik di Indonesia. Mendukung ekosistem baterai melalui SPKLU dan kerja sama lainnya.
	Pertamina	BUMN migas yang bertransisi ke sektor energi baru. Berkontribusi dalam pengembangan baterai melalui joint venture dan inovasi seperti <i>battery swapping</i> dan material anoda.
Bisnis	Perusahaan Pertambangan	Pemain di sektor ekstraksi. Perusahaan besar: PT Vale Indonesia, PT Ceria Indotama Nugraha, PT Merdeka Battery Materials.
	Perusahaan Smelter	Pemain di sektor pemurnian. Pemain utama: PT Huayue Nickel Cobalt, PT Halmahera Persada Lygend.

Nama pemangku kepentingan		Deskripsi
	Perusahaan Produksi Cathode Active Materials (CAM) & Anoda	Pemain di produksi CAM dan anoda. Contoh: PT LBM Energi Baru Indonesia.
	Perusahaan Manufaktur Sel Baterai	Pemain di manufaktur sel baterai. Contoh: PT HLI Green Power.
	Perusahaan Manufaktur EV	Pemain di manufaktur EV. Pasar 4W dipimpin Hyundai, Wuling, BYD. Pasar 2W & komersial dipimpin Gesits, Smoot, VKTR.
	Kawasan Industri	Kawasan industri tempat perusahaan baterai beroperasi, diatur, dan dikomersialisasi. Pemain utama: IMIP, IWIP.
Asosiasi	Asosiasi Ekosistem Mobil Listrik (AEML)	Mendorong pengembangan ekosistem mobilitas listrik Indonesia, termasuk teknologi terkait baterai.
	Gaikindo Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia	Mendukung pertumbuhan industri otomotif, termasuk produksi & adopsi EV, serta memfasilitasi advokasi industri dengan pemerintah.
Lembaga Keuangan	Indonesia Investment Authority (INA)	<i>Sovereign wealth fund</i> Indonesia. Berinvestasi di sektor strategis termasuk industri baterai & EV.
	Daya Anagata Nusantara (Danantara)	<i>Sovereign wealth fund</i> kedua Indonesia. Mengelola keuangan dari dividen BUMN untuk mengoptimalkan investasi pemerintah pada program strategis ekonomi. Danantara diresmikan pada 24 Februari 2025 ⁵⁴ .
	Bank Pembangunan Multilateral (MDB)	ADB, WB, EIB memberikan pendanaan & dukungan kebijakan untuk proyek terkait EV & baterai, mendorong pembangunan berkelanjutan di Indonesia.
	Bank	Membiayai berbagai tahap rantai pasok baterai, termasuk pertambangan & produksi EV. Juga menyediakan kredit konsumen untuk pembelian EV ritel.
	Perusahaan Asuransi	Mendukung adopsi EV dengan menyediakan produk keuangan seperti asuransi otomotif dan perlindungan pembelian.
Ekosistem	Operator Transportasi Massal	Transjakarta dan operator lain mengintegrasikan EV untuk mendorong permintaan domestik dan mendukung tujuan industrialisasi pemerintah.
	Operator Taksi	Perusahaan seperti Blue Bird, Grab, Gojek mengintegrasikan EV dalam armada untuk mendukung penciptaan pasar dan peta jalan industri.
	Penyedia SPKLU	PLN dan mitra seperti Electrum, Volta menyediakan SPKLU, berkembang seiring pertumbuhan pasar EV.
Perjanjian	IK-CEPA	Perjanjian bilateral Indonesia-Korea mendukung kerja sama pengembangan ekosistem EV & baterai, termasuk MoU & alih teknologi.

⁵⁴ Kompas, Danantara Diresmikan Presiden Hari Ini, Apa Saja yang Perlu Diketahui?, [Tautan](#)

Nama pemangku kepentingan		Deskripsi
	IA-CEPA	Perjanjian Indonesia–Australia mendukung kemitraan di seluruh rantai nilai EV, dari pertambangan hingga manufaktur & infrastruktur.
	Belt and Road Initiative (BRI)	Inisiatif Tiongkok mendukung pengembangan industri & investasi, terutama di IMIP & infrastruktur terkait baterai.
	RCEP	Integrasi regional meningkatkan akses pasar, investasi, & teknologi untuk sektor baterai Indonesia.
	European Battery Alliance (EBA)	Memfasilitasi alih teknologi & praktik berkelanjutan untuk modernisasi sektor pertambangan & pemrosesan Indonesia.
	Global Battery Alliance (GBA)	Mendukung pertumbuhan industri baterai Indonesia yang sesuai prinsip ESG melalui kolaborasi multi-pemangku kepentingan & inisiatif ekonomi sirkular.

Para pemangku kepentingan yang telah diidentifikasi di atas memiliki tingkat pengaruh dan kepentingan yang berbeda dalam pengembangan rantai pasok baterai di Indonesia. Analisis peta pengaruh/minat telah dilakukan dan ditampilkan dalam Gambar 1.6. Peta jenis ini berguna untuk mengidentifikasi *first movers* yang dapat diposisikan sebagai *champions* guna meningkatkan tingkat minat aktor lain⁵⁵. Peta ini juga membantu mengidentifikasi aktor kunci yang mendorong proyek dan menentukan laju perkembangan pengembangan rantai pasok.

Peta pemangku kepentingan yang ditunjukkan dalam Gambar 1.6 hanya mencakup aktor yang tercantum pada tabel sebelumnya, dan dimaksudkan untuk menggambarkan bagaimana mereka berinteraksi satu sama lain, peran yang mereka mainkan dalam penerapan rantai pasok baterai *end-to-end* di Indonesia, serta bagaimana mereka dapat memengaruhi tindakan di masa depan. Peta ini dibagi dalam empat kuadran sesuai tingkat pengaruh dan kepentingan masing-masing aktor. Kriteria ditentukan secara kualitatif sebagai berikut:

Kepentingan: Mengacu pada prioritas yang diberikan aktor terhadap pengembangan rantai pasok baterai. Indikator mencakup tindakan yang ditargetkan, visibilitas di sektor, keterlibatan investasi, serta regulasi/pedoman yang diterbitkan. Dalam konteks ini, lembaga pemerintah dianggap sebagai aktor paling berkepentingan, mengingat banyaknya langkah yang telah mereka ambil untuk mendukung pengembangan rantai pasok baterai di Indonesia, bersama perusahaan yang berinvestasi di sektor ini.

Pengaruh: Mengacu pada dampak keputusan aktor terhadap pemangku kepentingan lain dan kontribusinya pada kemajuan nyata pembentukan rantai pasok baterai. Aktor dengan dampak terbatas pada ekosistem luas dianggap memiliki pengaruh rendah. Sebaliknya, aktor dengan kemampuan mendorong atau menghentikan investasi,

⁵⁵ Stakeholder Analysis. University of Leeds. <https://change.leeds.ac.uk/change-toolkits/delivering-results/stakeholders/stakeholder-analysis/>

melaksanakan inisiatif nasional, membentuk regulasi, atau memberi sinyal kuat ke pasar dianggap sangat berpengaruh.

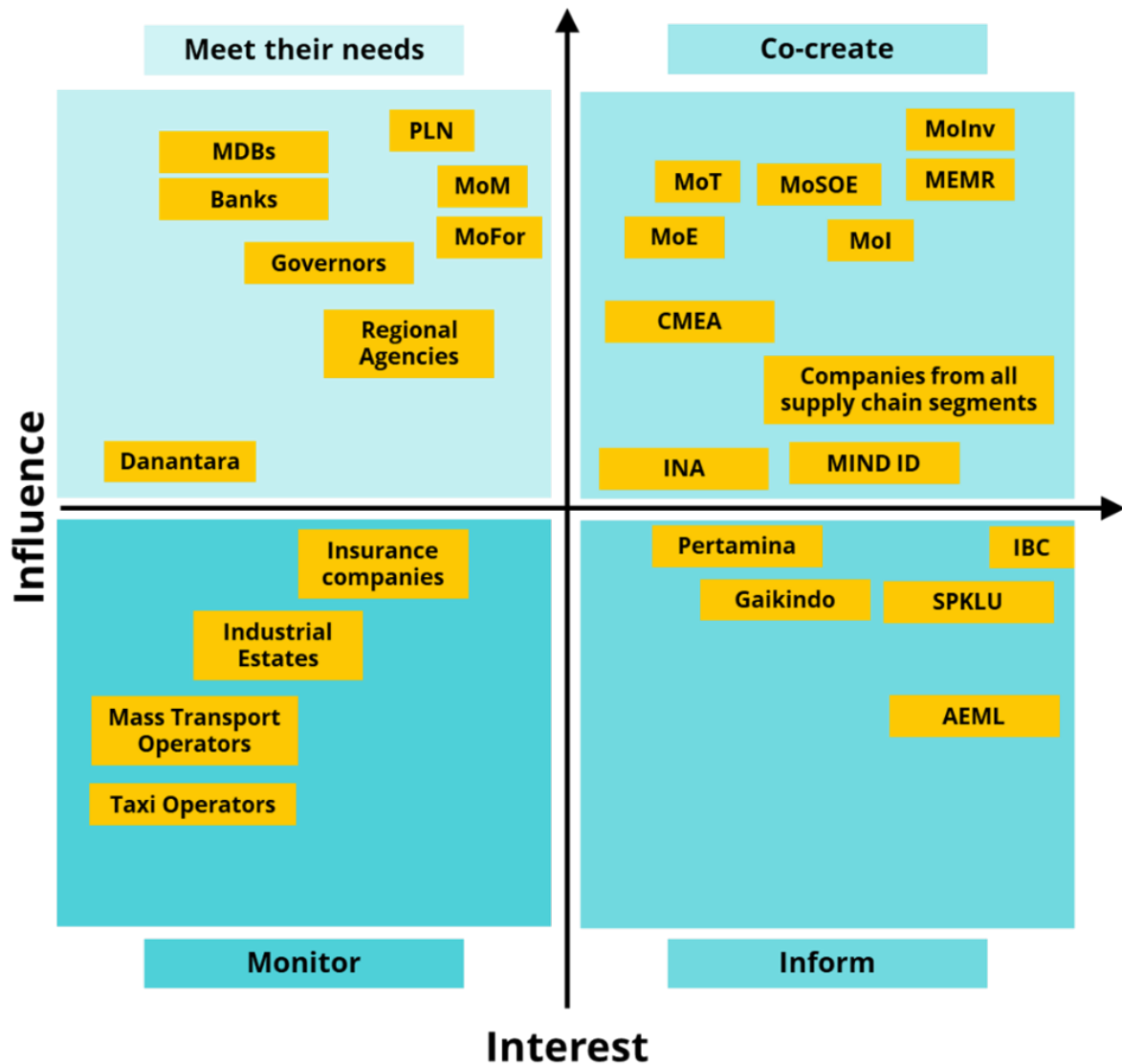
Berdasarkan kombinasi kepentingan dan pengaruh, pemangku kepentingan dapat dikategorikan ke dalam empat kuadran keterlibatan:

- **Co-create** (*Kepentingan Tinggi – Pengaruh Tinggi*):
Kelompok ini mencakup pemangku kepentingan paling terlibat dan berpengaruh dalam rantai pasok baterai. Aktor kunci dalam kuadran ini adalah pembuat kebijakan dan perusahaan swasta. Kolaborasi mereka sangat penting: kementerian menetapkan target, insentif, dan regulasi, sedangkan sektor swasta bertanggung jawab melaksanakan dan mewujudkan inisiatif tersebut. Kementerian penting dalam kelompok ini mencakup Kementerian Perindustrian, Kementerian ESDM, dan Kementerian Investasi dan Hilirisasi. Institusi ini secara aktif membentuk ekosistem baterai dengan menetapkan arah kebijakan dan menciptakan kondisi pendukung bagi pengembangannya.
- **Meet their needs** (*Kepentingan Rendah – Pengaruh Tinggi*):
Pemangku kepentingan dalam kelompok ini memiliki pengaruh besar namun tidak memprioritaskan rantai pasok baterai sebagai fokus strategis. Untuk memanfaatkan pengaruh mereka, kebutuhan dan ekspektasi mereka harus dipenuhi. Kelompok ini mencakup bank (yang menetapkan kriteria investasi dan kondisi pembiayaan proyek), PLN (penyedia listrik nasional yang bertanggung jawab atas pasokan dan operasi jaringan), serta instansi pemerintah daerah (yang dapat menerapkan insentif tambahan atau inisiatif lokal).
- **Inform** (*Kepentingan Tinggi – Pengaruh Rendah*):
Aktor dalam kelompok ini sangat berkepentingan terhadap sektor baterai, tetapi memiliki kemampuan terbatas dalam memengaruhi pengembangannya. Kelompok ini mencakup BUMN yang terlibat dalam implementasi proyek (yang harus mengikuti arahan pemerintah sehingga otonominya terbatas), penyedia infrastruktur SPKLU (yang termotivasi oleh kepentingan komersial memperluas basis pelanggan, tetapi tetap harus patuh pada kebijakan aktor lebih berpengaruh), serta pengamat pasar dan industri seperti GAIKINDO (yang mengumpulkan dan menyebarkan data pasar EV serta perlu selalu mendapat informasi kebijakan terbaru).
- **Monitor** (*Kepentingan Rendah – Pengaruh Rendah*):
Aktor dalam kelompok ini umumnya bersikap netral terhadap pengembangan rantai pasok baterai tetapi tetap berperan dalam implementasi. Walaupun mereka kurang berpengaruh dan kurang berkepentingan, mereka harus tetap dipantau dan diberi informasi karena keterlibatan operasional mereka. Contoh aktor jenis ini adalah operator transportasi massal (misalnya pengemudi bus atau taksi), yang mungkin tidak terlibat aktif dalam pembuatan kebijakan, tetapi pada akhirnya bertanggung jawab mengadopsi dan mengoperasikan EV baru untuk menggantikan armada berbasis mesin pembakaran dalam (ICE).

Sebagaimana terlihat pada gambar, kementerian dan sektor swasta perlu bekerja sama erat untuk *co-create* proyek yang menghasilkan pembangunan infrastruktur.

Kementerian Investasi dan Hilirisasi, Kementerian Perindustrian, Kementerian BUMN, dan Kementerian ESDM sangat penting karena tingkat pengaruh dan kepentingannya tinggi. Perusahaan BUMN juga penting, meskipun tingkat pengaruh IBC dan MIND ID tidak setinggi perusahaan swasta karena keterbatasan independensi mereka. Namun demikian, PLN sebagai satu-satunya utilitas listrik nasional memiliki pengaruh besar karena kendalinya atas BESS. Di sisi lain, lembaga keuangan juga berpengaruh karena kemampuannya menyediakan modal dan pendanaan proyek, meskipun mereka tidak selalu memiliki kepentingan langsung dalam pengembangan rantai pasok.

Gambar 1.6 Matriks pengaruh/kepentingan pemangku kepentingan untuk rantai pasok baterai di Indonesia



2. Evaluasi skema insentif dan tantangan yang teridentifikasi

Sebagaimana disebutkan dalam Bagian 1, Indonesia telah mengadopsi kerangka kebijakan ambisius untuk mendukung dan mengarahkan transisi menuju sistem energi yang lebih berkelanjutan dan rendah karbon. Kebijakan yang diterapkan di Indonesia dan dijelaskan dalam bab ini bertujuan mendorong investasi, memajukan manufaktur dalam negeri, serta mengembangkan pasar EV nasional. Lanskap kebijakan ini mencakup kombinasi insentif fiskal dan non-fiskal. Langkah-langkah ini telah diperkenalkan untuk mendukung aktivitas hulu seperti pertambangan dan pemurnian, serta segmen hilir dan antara (*midstream*). Bagian berikut mengulas insentif yang diterapkan di setiap tahap rantai pasok baterai dan dampak implementasinya.

2.1 Kerangka legislatif untuk tahapan rantai pasok baterai

Prioritas kebijakan Indonesia adalah membangun ekosistem kendaraan listrik (EV) yang terintegrasi penuh, mencakup semua tahapan mulai dari pengolahan mineral utama hingga manufaktur EV, di dalam negeri. Bagian ini berfokus pada pemetaan kebijakan komprehensif untuk mengidentifikasi mekanisme insentif yang ada guna mendukung pengembangan ekosistem EV.

2.1.1 Mining and Refining

Instrumen kebijakan Indonesia untuk mendukung pengembangan ekosistem rantai pasok baterai di dalam negeri sangat bergantung pada kebijakan hilirisasi⁵⁶. Alat utama dalam hal ini tidak diragukan lagi adalah larangan ekspor nikel. Tabel 2.1 merangkum instrumen legislatif nasional yang saat ini berlaku untuk mendukung pengembangan ekosistem baterai pada tahap pertambangan dan pemurnian.

⁵⁶ 'Kebijakan hilirisasi' dalam konteks studi ini merujuk pada langkah-langkah yang bertujuan untuk mendorong pengolahan mineral mentah di dalam negeri tempat mineral tersebut ditambang, alih-alih mengekspornya dalam bentuk mentah untuk diproses di luar negeri.

Tabel 2.1 Ringkasan insentif fiskal dan non-fiskal untuk pertambangan dan pemurnian di Indonesia

	Insentif	Deskripsi
Fiskal	Kenaikan royalti pertambangan (UU No. 3 Tahun 2020 tentang Perubahan UU No. 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara)	Menghadapi dinamika pasar pertambangan global dengan menaikkan royalti pertambangan. Pemerintah mengumumkan tarif lebih tinggi untuk sejumlah komoditas kunci nasional, termasuk nikel, guna meningkatkan penerimaan negara dan mendukung pengembangan industri dalam negeri.
	Tax holiday (PMK No. 150/PMK.010/2018)	Hingga 20 tahun pembebasan pajak untuk investasi besar di fasilitas pengolahan nikel.
	Subsidi langsung (Perpres No. 55/2019)	Subsidi finansial untuk mendukung pembangunan smelter nikel dan pabrik pemurnian.
	Hibah infrastruktur (Permen PUPR No. 10/2020)	Hibah untuk proyek infrastruktur yang mendukung industri nikel.
	Pembebasan bea masuk (PMK No. 176/PMK.011/2009)	Pembebasan bea masuk untuk mesin, peralatan, dan bahan baku pemurnian nikel.
	Dana hibah R&D (Permen Ristek No. 12/2020)	Pendanaan untuk inisiatif riset dan pengembangan di sektor nikel.
Non-Fiskal	Pengawasan kegiatan pertambangan mineral yang lebih efisien (Permen ESDM No. 10/2023)	Memperpanjang jangka waktu <i>Work Plan</i> dan <i>Budget Plan</i> menjadi tiga tahun agar perusahaan tambang dapat merencanakan strategi jangka panjang lebih efektif; menetapkan sanksi langsung untuk ketidakpatuhan; memperkenalkan aplikasi daring untuk penyederhanaan proses; mewajibkan pelaporan komprehensif untuk memastikan semua kegiatan pertambangan diawasi secara ketat.
	Pengaturan harga bijih nikel domestik (Permen ESDM No. 11/2020)	Mewajibkan penggunaan harga patokan mineral bulanan Indonesia sebagai harga dasar transaksi. Aturan ini bertujuan memastikan penjualan nikel sesuai harga pasar dan menyeimbangkan kepentingan penambang serta smelter dengan menetapkan harga di bawah harga internasional untuk meningkatkan skala ekonomi smelter.
	Regulasi pasokan & harga batubara bagi produsen nikel (Permen ESDM No. 139/2021)	Menetapkan Domestic Market Obligation (DMO) batubara dan batas harga bagi pemasok PLTU, termasuk yang melayani produsen nikel.
	Larangan ekspor nikel (Permendag No. 96/2019)	Mengatur ketentuan ekspor produk nikel yang telah diolah & dimurnikan, memperkuat larangan ekspor bijih nikel mentah.
	Pemberdayaan pemegang saham lokal (PP No. 24 Tahun 2024)	Menyederhanakan birokrasi, meningkatkan praktik pertambangan, serta mendukung program hilirisasi nasional dengan memperkuat peran pemegang saham. Ketentuan utama mencakup penghapusan kewajiban penyampaian rencana kerja & anggaran tahunan, perpanjangan izin tambang, serta pemberian hak tambang kepada organisasi keagamaan.

2.1.2 Manufaktur

Dalam konteks geopolitik yang terus berkembang, salah satu tren global paling mendesak di sektor baterai berkaitan dengan keamanan pasokan dan peningkatan ketahanan rantai pasok baterai. Banyak yurisdiksi secara aktif memperkenalkan langkah-

langkah untuk mengurangi ketergantungan pada pemasok eksternal dengan meningkatkan kapasitas manufaktur domestik. Sebagai contoh, Amerika Serikat memberikan keuntungan tambahan melalui penyesuaian tarif, investasi pada manufaktur domestik, kontrol ekspor untuk mengamankan material dan teknologi penting, serta memperkuat hubungan strategis.⁵⁷ Uni Eropa (UE), melalui Green Industrial Plan, menekankan pentingnya ‘meningkatkan secara masif pengembangan teknologi, produksi manufaktur, dan instalasi produk net-zero serta pasokan energi dalam dekade berikutnya.’⁵⁸ Kesepakatan *Green Industrial Deal* yang baru-baru ini diterbitkan juga menekankan perlunya melampaui solusi sektoral tradisional dan melihat keseluruhan rantai nilai dalam membangun ekosistem industri.⁵⁹

Sejalan dengan itu, Indonesia juga telah mengambil beberapa langkah strategis untuk mendukung segmen manufaktur. Bagian ini menelaah tahapan manufaktur *midstream*, khususnya produksi katoda dan anoda, sel LIB, serta EV. Tahapan ini dibahas secara kolektif karena kesamaan instrumen kebijakan yang digunakan untuk mendorong pengembangan di segmen tersebut.

Tabel 2.2 Insentif fiskal untuk mendukung kapasitas manufaktur di Indonesia

	Insentif	Deskripsi
Fiskal	Bea Masuk Perubahan PMK No. 26/PMK.010/2022	Produsen yang berkomitmen membangun pabrik domestik pada 2026 akan mendapat fasilitas bea masuk 0% untuk EV rakitan penuh maupun rakitan sebagian.
	Pembebasan Pajak PMK No. 10/2024	Insentif pajak untuk produksi EV dengan kandungan lokal.
	Hibah Infrastruktur Permen PUPR No. 10/2020	Hibah untuk proyek infrastruktur yang mendukung industri EV.
	Insentif Investasi Permen Investasi No. 6/2023	Insentif bagi perusahaan yang berinvestasi di fasilitas manufaktur EV domestik.
	Pembebasan Pajak Permen Perindustrian No. 29/2023	Insentif bagi produsen kendaraan listrik baterai domestik, termasuk pengurangan bea impor bahan baku serta pembebasan pajak.
	Hibah Sektor EV Permen Ristek No. 12/2020	Pendanaan untuk inisiatif riset dan pengembangan di sektor EV.

TKDN semakin mendapat perhatian di pasar mineral, baterai, dan EV.⁶⁰ Konsep ini mewajibkan investor asing maupun domestik untuk menggunakan persentase tertentu barang antara dari sumber lokal.⁶¹ Kebijakan TKDN sering dikaitkan dengan insentif fiskal, seperti pembiayaan ekspor atau investasi bersubsidi, untuk meningkatkan

⁵⁷ Gedung Putih, *2021-2024 Quadrennial Supply Chain Review* (Desember 2024), hlm. 4.

⁵⁸ omunikasi dari Komisi kepada Parlemen Eropa, Dewan Eropa, Dewan, Komite Ekonomi dan Sosial Eropa, serta Komite Daerah, *A Green Industrial Plan for the Net-Zero Age*, COM(2023) 62 final, Brussels, 1.2.2023.

⁵⁹ Komunikasi dari Komisi kepada Parlemen Eropa, Dewan, Komite Ekonomi dan Sosial Eropa, serta Komite Daerah, *The Clean Industrial Deal: A joint roadmap for competitiveness and decarbonization*, COM(2025) 85 final, Brussels, 26.2.2026.

⁶⁰ Lihat, misalnya, G. M. Grossman dan L. Y. Ing, *'Introduction'* dalam L. Y. Ing dan G. M. Grossman (eds), *Local Content Requirements: promises and pitfalls* (Routledge 2024), hlm. 1.

⁶¹ Kuntze, J.-C. and Moerenhout, T. Local content requirements and the renewable energy industry – a good match? ICTSD.

efektivitasnya.⁶² Langkah-langkah ini membantu mengimbangi biaya yang timbul akibat pemenuhan standar kandungan lokal.

Kebijakan TKDN di Indonesia dirancang untuk meningkat secara progresif dari waktu ke waktu, dengan target yang ditetapkan untuk periode berbeda. Hal ini memungkinkan industri beradaptasi sekaligus meningkatkan kapasitas produksi lokal. Persyaratan TKDN yang tinggi untuk baterai menyoroti pentingnya pengembangan kemampuan domestik. Pendekatan ini memastikan bahwa berbagai bagian rantai nilai berkembang secara simultan, mendorong pertumbuhan industri lokal secara menyeluruh. Selain itu, inklusi aspek ketenagakerjaan dan peralatan kerja dalam TKDN memastikan manfaat kebijakan ini meluas melampaui manufaktur, termasuk penciptaan lapangan kerja dan peningkatan keahlian lokal.

Indonesia juga mendorong konversi kendaraan ICE menjadi EV melalui beberapa instrumen regulasi. Dasar hukum konversi ini diatur melalui Permenhub No. 65/2020, yang mewajibkan semua kendaraan hasil konversi menjalani uji tipe dan sertifikasi laik jalan. Selanjutnya, Permenhub No. 15/2022 mengubah persyaratan teknis untuk *retrofitting* sistem penggerak listrik, termasuk keselamatan baterai dan integritas sistem kelistrikan. Regulasi ini juga mewajibkan bengkel konversi tersedia sertifikasi dan terdaftar di Kementerian Perhubungan. Kendaraan hasil konversi wajib memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) terkait *battery pack* dan sistem pengisian, serta lulus uji tipe di balai uji bersertifikat. Setelah tahap ini, kendaraan EV hasil konversi dapat diterbitkan sertifikat registrasi baru yang menunjukkan status EV-nya. Selanjutnya, kendaraan tersebut dapat memperoleh perlakuan khusus sesuai regulasi, seperti pembebasan aturan lalu lintas tertentu.

2.1.3 Penggunaan akhir (*end-use*)

Instrumen kebijakan pertama yang mendukung adopsi EV berfokus khusus pada subsidi pembelian serta pengurangan/pembebasan pajak pembelian dan registrasi kendaraan, yang dirancang untuk mengurangi kesenjangan harga antara EV dan kendaraan ICE.⁶³ Instrumen perpajakan—khususnya pembebasan/pengurangan pajak registrasi kendaraan, subsidi pembelian, serta pembebasan pajak pembelian—telah terbukti menjadi instrumen kebijakan kunci dalam meningkatkan penjualan EV. Perlu dicatat bahwa meskipun instrumen kebijakan tambahan telah diperkenalkan (misalnya skema akses khusus di kawasan perkotaan), instrumen awal ini tetap menjadi alat penting yang juga memberikan dampak turunan pada sektor manufaktur.

Pengembangan instrumen kebijakan untuk mendukung penggunaan akhir EV melibatkan pendekatan multifaset yang bertujuan mendorong adopsi sekaligus pengembangan infrastruktur. Pemerintah menyediakan berbagai insentif fiskal untuk mengurangi biaya awal EV agar lebih menarik bagi konsumen. Pada saat yang sama, pengembangan infrastruktur pengisian daya yang kuat sangat penting bagi adopsi EV secara luas. Namun, seiring dengan kematangan pasar, insentif kebijakan juga harus

⁶² G M Grossman and L Y Ing, 'Introduction' in L Y Ing and G M Grossman (eds), *Local Content Requirements: promises and pitfalls* (Routledge 2024), hlm. 1.

⁶³ <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/policies-to-promote-electric-vehicle-deployment>

ditinjau ulang agar tetap selaras dengan prioritas kebijakan saat ini dan kondisi pasar. Di tingkat global, integrasi aplikasi penyimpanan energi stasioner (*stationary battery energy storage*) ke dalam jaringan listrik menghadapi sejumlah tantangan yang menghambat perkembangannya. Perlu dicatat bahwa sebagian besar contoh keberhasilan integrasi penyimpanan energi berasal dari yurisdiksi dengan pasar listrik yang liberal, sehingga penerapannya di konteks Indonesia masih sangat terbatas.

Langkah legislatif awal yang ditujukan untuk mendorong adopsi EV biasanya berfokus pada pengembangan infrastruktur pengisian daya. Pendekatan ini menjawab dilema “ayam dan telur”: untuk mendorong konsumen membeli EV, ketersediaan fasilitas pengisian daya harus dipastikan terlebih dahulu. Namun, ketiadaan basis pengguna yang besar dapat menghambat perusahaan untuk berinvestasi pada infrastruktur yang diperlukan. Indonesia telah mengadopsi berbagai instrumen kebijakan untuk memberikan insentif kepada konsumen dan mewajibkan pembangunan stasiun pengisian daya. Insentif fiskal dan non-fiskal yang telah diterapkan di Indonesia sejauh ini ditampilkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Insentif fiskal dan non-fiskal untuk peningkatan adopsi EV dan BESS pada tahap penggunaan akhir

	Insentif	Deskripsi
Fiskal	Subsidi pembelian	Subsidi tunai yang dialokasikan untuk pembelian BEV.
	Pengurangan PPN untuk EV	Tarif pajak didasarkan pada kapasitas mesin, efisiensi, dan emisi. Tarif untuk BEV = 0%, PHEV = 5%, FCEV = 0%.
	Pengurangan Pajak PMK No. 38/2023	PPN untuk pembeli EV dikurangi dari 11% menjadi 1% pada tahun 2024. Pengurangan PPN sebesar 10% berlaku untuk mobil dan bus dengan minimal 40% TKDN, serta pengurangan 5% untuk yang memiliki kurang dari 40% tetapi minimal 20% TKDN.
	Pembebasan Pajak Permendagri No. 6/2023	Menetapkan kebijakan pajak kendaraan bermotor dan bea balik nama kendaraan bermotor untuk EV. Regulasi ini mengenakan tarif 0% untuk pajak kendaraan bermotor serta bea balik nama kendaraan bermotor bagi EV.
	Kredit Kendaraan Tanpa Uang Muka PBI No. 22/31/PBI/2020	Program uang muka 0% untuk EV berbasis baterai. Program ini memungkinkan lembaga keuangan memberikan kredit kendaraan EV tanpa uang muka, sehingga memudahkan konsumen membeli EV.
Non- Fiskal	Pedoman Transisi ke Kendaraan Listrik Permen ESDM No. 3/2023 tentang Pedoman Umum Bantuan Pemerintah untuk Program	Memberikan pedoman untuk bantuan pemerintah dalam konversi motor berbahan bakar minyak menjadi motor listrik berbasis baterai. Termasuk diskon dan subsidi untuk pembelian komponen yang diperlukan dalam proses konversi listrik.

	Insentif	Deskripsi
	Konversi Motor BBM menjadi Motor Listrik Berbasis Baterai	

Terkait inisiatif daerah, hanya beberapa wilayah yang telah mengadopsinya untuk mendukung adopsi EV, seperti Jakarta dan Bali.⁶⁴ Inisiatif utama tersebut ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.4 Inisiatif pemerintah daerah

Daerah	Inisiatif Utama	Area fokus	Deskripsi
Jakarta	• Insentif parkir untuk EV • Bus listrik di TransJakarta • Stasiun pengisian daya • Pengecualian aturan ganjil-genap	Transportasi publik, infrastruktur	Jakarta menjadi wilayah percontohan dalam proyek Enhancing Readiness for the Transition to Electric Vehicles (ENTREV) ⁶⁵ (2023-2027) yang mendukung pengembangan ekosistem EV termasuk pembangunan infrastruktur pengisian daya dan elektrifikasi transportasi publik. Aturan ganjil-genap merupakan kebijakan manajemen lalu lintas yang mengecualikan EV.
Bali ⁶⁶	• EV untuk pariwisata • Zona percontohan mobilitas hijau • Sektor publik memberi teladan	Pariwisata, skuter listrik, pengembangan ekosistem	Sama seperti Jakarta, Bali juga menjadi bagian dari proyek percontohan ENTREV untuk infrastruktur dan kebijakan EV, dengan fokus pada penggunaan EV berbasis pariwisata dan zona hijau. Dengan diterbitkannya Surat Edaran Gubernur Bali No. 8 Tahun 2023, daerah ini juga berupaya memulai langkah-langkah mendukung transportasi ramah lingkungan bagi pejabat pemerintah.
Jawa Barat	• Armada EV untuk pemerintah daerah • Infrastruktur pengisian daya	Layanan publik, infrastruktur	Juga bagian dari proyek percontohan ENTREV, dengan inisiatif elektrifikasi armada publik.

⁶⁴ <https://wri-indonesia.org/en/insights/needs-policy-financing-and-market-support-e-bus-acceleration-indonesia>; A Mahalana, Z Yang, F Posada, 'Indonesia transport electrification strategy' Working paper 2021-36 (International Council of Clean Transportation, Oktober 2021).

⁶⁵ 31-07-2023. ENTREV. Enhancing Readiness for the Transition to Electric Vehicles in Indonesia. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/6c672-bahan-entrev.pdf

⁶⁶ Peraturan Gubernur Bali Nomor 48 Tahun 2019 tentang Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai

Gambar 2.1 Skema ganjil-genap

Bagaimana skema akses perkotaan dapat mendukung adopsi EV?



Skema akses perkotaan memberikan akses prioritas atau akses gratis bagi EV di kawasan perkotaan padat penduduk. Salah satu contohnya adalah penerapan Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 88 Tahun 2019 yang menjadi dasar hukum aturan ganjil-genap yang diterapkan di sejumlah jalan utama Jakarta pada jam sibuk. Aturan ini berlaku hanya pada hari kerja. Menurut aturan tersebut, kendaraan hanya boleh masuk ke area terbatas sesuai dengan angka terakhir pada pelat nomor: Nomor ganjil pada tanggal ganjil, nomor genap pada tanggal genap. Karena aturan ini pada dasarnya merupakan kebijakan manajemen lalu lintas untuk mengatasi kemacetan dan polusi udara, maka EV—karena tidak menghasilkan emisi—dikecualikan dari pembatasan dan dapat melintas bebas di area aturan tersebut tanpa memperhatikan nomor pelatnya.

Selain itu, Indonesia telah menetapkan **standar baterai nasional untuk EV** melalui kerangka **SNI** yang dikoordinasikan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN). Standar-standar ini, yang dirangkum dalam Tabel 2.5, dirancang untuk memastikan keselamatan, kinerja, dan interoperabilitas sistem baterai EV. Standar ini merupakan bagian dari upaya yang lebih luas untuk membangun ekosistem EV yang aman dan andal di Indonesia, yang sejalan dengan praktik internasional. Selain langkah-langkah tersebut, tidak ada instrumen legislatif lain yang berlaku.

Tabel 2.5 Standar baterai Indonesia

Kode standar	Kategori berlaku	Area fokus	Deskripsi	Kontribusi pada ekonomi sirkular
SNI 8871:2019	Kategori M dan N (mobil penumpang, van, truk)	Keselamatan	Persyaratan keselamatan untuk sistem penyimpanan energi listrik isi ulang	Persyaratan keselamatan mengurangi risiko kegagalan atau kecelakaan baterai;
SNI 8872:2024	Kategori L (sepeda motor listrik)	Keselamatan	Persyaratan keselamatan untuk sistem penyimpanan energi listrik isi ulang	mendorong desain baterai yang lebih mudah dibongkar, diperbaiki, atau digunakan kembali.
SNI IEC 62660	Sel baterai	Keselamatan, kinerja, pengujian	Standar internasional yang diselaraskan untuk keselamatan, kinerja, dan pengujian sel baterai	Penyelarasan dengan norma internasional, memfasilitasi kompatibilitas lintas batas serta partisipasi dalam rantai nilai baterai regional dan internasional.
SNI ISO 12405-4:2018	<i>Battery pack</i> pada mobil listrik	Uji kinerja	Mengatur pengujian kinerja untuk <i>battery pack</i> pada mobil listrik	Protokol pengujian kinerja memastikan kualitas konsisten antar produsen dan

Kode standar	Kategori berlaku	Area fokus	Deskripsi	Kontribusi pada ekonomi sirkular
SNI 9102:2022	<i>Battery pack</i> pada sepeda motor listrik	Uji kinerja	Mengatur pengujian kinerja untuk <i>battery pack</i> pada sepeda motor listrik	mendukung profil degradasi yang dapat diprediksi.
SNI 8927 & SNI 8928 (2020)	Sistem baterai lepas-pasang dan <i>swappable</i>	Keselamatan, spesifikasi teknis	Menetapkan persyaratan keselamatan dan spesifikasi teknis untuk sistem baterai lepas-pasang dan <i>swappable</i>	Mendorong desain baterai modular; memungkinkan model bisnis <i>battery-as-a-service</i> .

Dalam konteks aplikasi BESS untuk mendukung integrasi sumber energi terbarukan variabel ke jaringan listrik, saat ini tidak ada langkah legislatif yang secara khusus mengatur penyimpanan. Kekosongan legislasi dalam mengakui BESS sebagai teknologi baru telah menghambat integrasi teknologi ini ke dalam sistem energi di banyak yurisdiksi. Oleh karena itu, meskipun tampak sebagai langkah kecil, Peraturan Pemerintah No. 25/2021 memiliki dampak signifikan karena mengakui peran BESS dalam sistem energi, sehingga memungkinkan teknologi ini ikut serta dalam pasar. Dari sisi kebijakan pendukung, perkembangan paling menarik adalah kerangka pendanaan yang diatur dalam PMK No. 103/2023, karena tender yang diselenggarakan dalam *platform* ini semakin banyak memasukkan BESS.⁶⁷ Skema pendanaan seperti ini bisa sangat efektif jika diterapkan dengan tepat di pasar yang tidak liberal seperti Indonesia. Berbeda dengan pasar listrik yang liberal, di mana keputusan investasi pada sistem BESS bergantung pada sinyal harga pasar yang kompleks, di Indonesia perusahaan listrik terintegrasi vertikal seperti PLN dapat mengambil keputusan lebih sederhana melalui proses hierarkis. Proses pendanaan yang dirancang dengan baik akan memungkinkan PLN melaksanakan langkah-langkah integrasi BESS lebih efisien. Sebaliknya, ketiadaan sinyal pasar dapat menghambat pemilihan alternatif yang paling layak secara ekonomi maupun teknologi.

2.1.4 Akhir Siklus Hidup (*End-of-life*)

Pengelolaan baterai pada akhir siklus hidupnya menjadi semakin penting seiring dengan pesatnya adopsi EV serta meningkatnya kekhawatiran lingkungan terkait pembuangan baterai. Strategi utama untuk mengatasi permasalahan akibat semakin banyaknya baterai EV yang mencapai akhir masa pakainya meliputi langkah-langkah regulasi seperti Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (EPR) serta insentif untuk penggunaan kembali dan daur ulang.

⁶⁷ ICGL, *Renewable Energy Laws and Regulations in Indonesia 2025* (September 19, 2024); <<https://icgl.com/practice-areas/renewable-energy-laws-and-regulations/indonesia>>

Seperti telah disebutkan sebelumnya, kerangka regulasi mengenai tahap akhir siklus hidup baterai di Indonesia masih jauh lebih kurang berkembang dibandingkan dengan segmen lainnya. Alat regulasi utama yang saat ini berlaku ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 2.6 Insentif fiskal dan non-fiskal pada pengelolaan baterai akhir siklus hidup di Indonesia

	Insentif	Deskripsi
Non-Fiskal	Impor baterai bekas Permendag No. 100/2020	Mendukung pengembangan industri EV domestik dengan mengizinkan impor baterai litium bekas sebagai bahan baku.
	Pengelolaan limbah baterai Perpres No. 55/2019	Pasal 32 mewajibkan limbah baterai dikelola melalui daur ulang dan/atau pengelolaan.
	Infrastruktur daur ulang Perpres No. 73/2023	Mengubah dan memperkuat ketentuan Perpres No. 55/2019 untuk mendukung pembangunan infrastruktur dan fasilitas daur ulang bagi pengelolaan baterai akhir siklus hidup.
	Pengelolaan limbah PP No. 22/2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	Menetapkan kerangka hukum pengelolaan limbah B3 termasuk baterai litium-ion bekas. Mensyaratkan izin lingkungan untuk entitas yang mengumpulkan, mengangkut, menyimpan, mengolah, atau membuang limbah B3; mewajibkan sistem pelacakan nasional untuk pergerakan limbah B3; menetapkan sanksi administratif untuk ketidakpatuhan.
	Pengelolaan limbah Permen LHK No. 6/2021	Menyediakan prosedur dan persyaratan untuk pengelolaan limbah B3.
	Pengelolaan limbah Permen LHK No. 9/2024	Mengatur kewajiban individu maupun pelaku usaha untuk mengelola limbah B3 secara benar.

Dengan meningkatnya kebutuhan baterai untuk mencapai target dekarbonisasi di berbagai yurisdiksi, pengelolaan akhir masa pakai baterai menimbulkan kekhawatiran terkait keberlanjutan lingkungan dari teknologi ini. Baterai litium-ion, yang saat ini menjadi teknologi arus utama, diklasifikasikan sebagai limbah B3 di banyak kerangka hukum. Baterai EV bekas menghadirkan sejumlah tantangan ketika menjadi limbah; jika tidak dibuang dengan benar, baterai EV dapat mengeluarkan zat beracun ke lingkungan, mencemari tanah dan air. Penanganan yang salah dapat menyebabkan kebakaran, karena baterai masih dapat menyimpan muatan listrik dan rentan terhadap korsleting. Kerangka hukum Indonesia saat ini berfokus pada pengelolaan limbah B3, dan belum memiliki aturan khusus yang mendukung integrasi pendekatan ekonomi sirkular untuk baterai.⁶⁸

Perpres No. 55/2019 (dan perubahannya, Perpres No. 73/2023) memang mengakui pentingnya daur ulang dan pengelolaan akhir masa pakai baterai, namun hingga kini belum ada peraturan pelaksana sektoral untuk mewujudkan tujuan tersebut. Sementara

⁶⁸ Lihat misalnya A Jannesar Niri, G A poelzer, S E Zhang, J Rosenkranz, M Pettersson and Y Ghorbani, 'Sustainability challenges throughout the electric vehicle battery value chain' 191 *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (2024), 114176.

itu, Permendag No. 100/2020 mengakui kebutuhan menyediakan bahan baku daur ulang untuk memulai segmen pengelolaan akhir siklus hidup dengan mengizinkan impor baterai litium bekas. Baterai bekas, termasuk dari EV, dikategorikan sebagai limbah B3 menurut hukum Indonesia. Oleh karena itu, penyimpanan, transportasi, pengolahan, dan penggunaan kembali tunduk pada regulasi ketat—namun ketentuan tersebut belum dirancang secara khusus untuk baterai EV.

Pasal 32 Perpres No. 55/2019 (sebagaimana diubah) mewajibkan limbah baterai EV dikelola melalui daur ulang dan/atau metode pengelolaan limbah lain yang disetujui, dengan tanggung jawab berada pada entitas berizin. Namun, karena tidak ada kerangka khusus untuk limbah baterai EV, praktik yang ada masih bergantung pada aturan umum pengelolaan limbah B3. PP No. 22/2021 memperkenalkan sistem perizinan berbasis risiko dan persetujuan teknis untuk pengelolaan limbah B3, sehingga limbah baterai masuk ke dalam proses persetujuan lingkungan—yang merupakan prasyarat bagi setiap bisnis yang menangani baterai bekas. Permen LHK No. P56/2015 menyediakan pedoman teknis untuk pengumpulan, penyimpanan, pengangkutan, dan pengolahan limbah B3 termasuk baterai bekas. Aturan ini menetapkan standar operasional untuk memastikan praktik aman dan sesuai. Meski demikian, peraturan ini masih bersifat umum dan tidak spesifik terhadap karakteristik serta tantangan unik limbah baterai EV.

Insentif finansial yang digunakan di negara lain untuk mendukung infrastruktur daur ulang dan pengumpulan bahan baku dijelaskan dalam Lampiran 1.

2.2 Evaluasi insentif

Seperti terlihat pada bagian sebelumnya, Indonesia memiliki berbagai macam insentif untuk baterai dan EV di sepanjang rantai pasok. Namun, insentif dan instrumen kebijakan khusus untuk BESS masih absen. Oleh karena itu, evaluasi insentif difokuskan pada segmen bahan baku, pemurnian dan pengolahan, manufaktur, dan penggunaan akhir dari rantai pasok.

Indonesia telah menerapkan berbagai skema insentif, terutama dalam beberapa tahun terakhir, dengan tujuan untuk memenuhi target nasional. Penilaian atas dampak insentif tersebut, baik yang sudah terjadi maupun potensi dampak di masa depan, disajikan di bawah ini.

Gambar 2.2 Kartu skor dampak insentif

H: Tinggi (High), M: Sedang (Medium), L: Rendah (Low)

Insentif rantai pasok baterai				
Insentif	Apa yang telah terjadi?	Dampak pada investasi	Implikasi masa depan	Skor
Regulasi harga bijih nikel domestik Pemerintah Indonesia mengatur pasokan bijih nikel agar harga tidak jatuh ketika permintaan rendah.	Pada 2024, nikel diintegrasikan ke dalam SIMBARA (Sistem Informasi Mineral dan Batubara) untuk meningkatkan pelacakan dan tata kelola. Pemerintah juga merevisi proses permohonan kuota tambang, mempersingkat masa berlaku izin dari tiga tahun menjadi satu. Meski harga umumnya rendah, fluktuasi pasar tetap terjadi.	Pembatasan permintaan membuat smelter harus mengimpor bijih nikel dari Filipina ketika terjadi keterlambatan pengumuman kuota tambang atau fluktuasi harga.	Harga yang diatur dapat memungkinkan perencanaan keuangan lebih baik ketika investor menilai proyek baru karena memberi kepastian.	M
Larangan ekspor nikel Diterapkan sejak 2014 dan diperbarui pada 2020.	Menurut S&P Global, harga nikel naik pada 2022 setelah Indonesia memperbarui larangan ekspor. Meskipun volume ekspor menurun, nilainya meningkat. Tahun 2019: ekspor 32 juta ton bijih nikel & 1 juta ton feronikel menghasilkan USD 3 miliar. Tahun 2022: ekspor 5,8 juta ton feronikel menghasilkan USD 13,6 miliar.	Larangan ekspor, bersama insentif pajak dan investasi, menarik investasi asing besar, terutama dari Tiongkok & Korea Selatan. Jumlah smelter nikel naik dari 2 pada 2016 menjadi lebih dari 60 pada 2023.	Insentif ini, bersama langkah-langkah lain untuk mengembangkan industri baterai dan EV Indonesia, diperkirakan akan menarik lebih banyak investasi asing langsung.	H
Subsidi langsung untuk smelter Subsidi finansial untuk mendukung pembangunan smelter nikel dan pabrik pemurnian, diberlakukan sejak 2019	Insentif ini dipasangkan dengan pembaruan larangan ekspor nikel , mendorong pengolahan mineral domestik. Sebelum 2014, hanya ada 2 smelter nikel beroperasi. Pada 2020 angka ini meningkat menjadi 13 smelter, dan pada Juli 2023, terdapat 43 smelter yang beroperasi. ⁶⁹	Data Kementerian ESDM: total 190 proyek smelter nikel, 54 beroperasi pada 2025, 120 dalam konstruksi, 16 direncanakan ⁷⁰ . Jumlah smelter beroperasi meningkat 4x dalam lima tahun , didorong subsidi & larangan ekspor.	Meski pertumbuhan produksi nikel Indonesia berkontribusi pada surplus global jangka pendek dan penurunan harga 26,1% di 2024, subsidi pemerintah tetap mendukung ekspansi, sejalan dengan tujuan strategis untuk dominasi pasar.	H
Pembebasan bea impor untuk EV	Setelah insentif ini diterapkan pada 2024, impor EV melonjak dari 474 unit (Jan-Apr 2024)	Lonjakan impor EV menunjukkan percepatan pertumbuhan pasar domestik. Data Gaikindo	Kebijakan ini meningkatkan pangsa pasar & investasi EV,	M

⁶⁹ CSIS (2024) Diversifying Investment in Indonesia's Mining Sector. [Tautan](#)

⁷⁰ Indonesia Business Post (2025) 54 smelters in operation, 60 in the process of securing permits: BKPM. [Tautan](#)

Insentif rantai pasok baterai

Insentif	Apa yang telah terjadi?	Dampak pada investasi	Implikasi masa depan	Skor
Produsen yang berkomitmen membangun pabrik domestik pada 2026 mendapat bea masuk 0% untuk EV rakitan penuh maupun sebagian.	menjadi 16.133 unit pada periode yang sama 2025, naik 33 kali lipat .	menunjukkan penjualan BEV naik 151,4% YoY di 2024 ⁷²	tetapi lebih menguntungkan impor rakitan penuh, berpotensi merugikan produsen lokal dan usaha kecil, serta berisiko pada tujuan jangka panjang	
Kewajiban TKDN progresif untuk EV Insentif pajak untuk produksi EV dengan konten lokal, hibah untuk infrastruktur terkait EV.	Perpres No. 79/2023 memperpanjang kenaikan ambang TKDN dari 40% ke 60% , dengan tenggat mundur dari 2024 ke 2027. Menurut Gaikindo, 6.523 EV diproduksi di Indonesia (Jan–Apr 2025), turun 33% dari 9.674 unit di periode sama 2024. Namun, 2024 sebelumnya naik 230% dari 2023 .	Data menunjukkan produksi berfluktuasi tanpa tren kenaikan yang jelas yang mengindikasikan adanya peningkatan investasi asing maupun lokal. Hingga awal 2024, hanya dua model EV di Indonesia—Hyundai IONIQ 5 dan Wuling Air EV—yang memenuhi ambang batas 40% kandungan lokal yang dipersyaratkan untuk memperoleh insentif penuh dari pemerintah. Tidak ada model lain yang dilaporkan memenuhi persyaratan tersebut.	Produsen—termasuk pendatang baru—lebih memilih merakit komponen impor dengan memanfaatkan pembebasan bea impor daripada berinvestasi pada kapasitas produksi domestik.	M
Investasi fasilitas manufaktur EV domestik <i>Tax holiday, allowance, dan pemotongan pajak perusahaan untuk produksi baterai & smelter.</i>	2020–2025: tujuh perusahaan termasuk BYD, Citroen, AION, Maxus, Geely, FinVast, VW berkomitmen investasi fasilitas EV di Indonesia . Hyundai & Wuling memimpin, memulai operasi pada 2022 ⁷¹	Perusahaan EV yang masuk telah memulai konstruksi dengan total komitmen investasi Rp 15,4 triliun. Fasilitas ini dirancang untuk kapasitas produksi tahunan 281.000 mobil listrik. ⁷²	Pertumbuhan investasi manufaktur diperkirakan akan memosisikan Indonesia sebagai eksportir utama, khususnya ke Uni Eropa dan Amerika Serikat, di mana lebih dari 90% EV menggunakan baterai berbasis nikel ⁷³ karena kepadatan energinya yang tinggi dan kinerjanya yang baik di iklim dingin.	H
Pengurangan PPN & uang muka 0% Berlaku bagi EV yang memenuhi TKDN, diperkenalkan 2024 & berlanjut hingga 2025.	Enam bulan pertama 2024: penjualan EV naik 104% YoY (11.940 unit). Jan–Apr 2025: penjualan melonjak ke 24.020 unit, 12% pangsa pasar mobil nasional, naik 27% dari 6.465 unit di periode sama 2024 .	Insentif ini bertujuan mengurangi kesenjangan harga EV vs kendaraan fosil, mendorong skala industri EV. Sulit mengatribusikan pertumbuhan penjualan ke tiap insentif secara spesifik, tetapi dampak kolektif signifikan.	Meskipun pangsa EV nasional masih jauh dari target adopsi, pertumbuhan penjualan nasional menunjukkan tren menjanjikan.	H

⁷¹ JLL (2025) Indonesia's rise as an EV hub. [Tautan](#)

⁷² Bakrie Brothers (2025) Government Wants to Give Bigger Incentives to EV Manufacturers with High Local Content. [Tautan](#)

⁷³ Lowy Institute (2025) The future of Indonesia's green industrial policy. [Tautan](#)

-
- ⁷⁴ Guberman, D. et. al. "Export Restrictions on Minerals and Metals: Indonesia's Export Ban of Nickel" USITC (Feb 2024). hlm.20 https://www.usitc.gov/publications/332/working_papers/ermm_indonesia_export_ban_of_nickel.pdf
- ⁷⁵ 29-05-2024 "Indonesia buying record amounts of Philippine nickel ore due to quota delays" <https://www.mining.com/web/indonesia-buying-record-amounts-of-philippine-nickel-ore-due-to-quota-delays-sources-say/>
- ⁷⁶ Gaikindo. Indonesian Automobile Industry Data. Imports, Production and Wholesale for 2023, 2024 and 2025. <https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/>
- ⁷⁷ JustAuto (2023) Indonesia's new policy to attract BEV investment – a bumpy road ahead?. [Tautan](#)
- ⁷⁸ IISD (2025) Indonesian Electric Vehicle Boom: A temporary trend or a long-term vision?. [Tautan](#)
- ⁷⁹ Lowy Institute (2025) The future of Indonesia's green industrial policy. [Tautan](#)

Meskipun Indonesia secara aktif mengembangkan rantai pasok baterai dan memperkuat pasar EV, strateginya sangat bergantung pada persyaratan TKDN untuk mendorong produksi domestik. Mengacu pada ketentuan dalam Pasal 8(2) Perpres 55/2019, Peraturan Menteri Perindustrian No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Menteri Perindustrian No. 28 Tahun 2023 tentang Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan, dan Ketentuan Perhitungan TKDN untuk BEV (Permenperin 6/2022) menetapkan komposisi TKDN. Persyaratan tersebut dibagi ke dalam empat kategori, di mana komposisinya dihitung dari total nilai TKDN. Nilai detailnya dapat ditemukan di Lampiran 2⁸⁰. Sementara itu, Program Percepatan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai untuk Transportasi Jalan (Perpres 79/2023)⁸¹ menetapkan target ambisius untuk penetrasi EV, seperti ditunjukkan dalam Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Target penetrasi dalam program percepatan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai untuk transportasi jalan (Perpres 79/2023)

BEV roda dua dan/atau roda tiga	
<i>Periode Target</i>	<i>Persyaratan TKDN (dihitung sebagai persentase dari total nilai kendaraan)</i>
2019-2026	40%
2027-2029	60%
2030 dan seterusnya	80%
BEV roda empat (atau lebih)	
<i>Periode Target</i>	<i>Persyaratan TKDN (dihitung sebagai persentase dari total nilai kendaraan)</i>
2022-2026	40%
2027-2029	60%
2030 dan seterusnya	80%

Namun, studi terbaru menunjukkan bahwa kebijakan TKDN tidak selalu mencapai tujuan utamanya untuk mendukung pertumbuhan industri lokal di Indonesia.⁸² Oleh karena itu, diperlukan mekanisme yang kuat untuk mengukur, memantau, dan mengevaluasi hasil dari kebijakan tersebut.⁸³ Sebagai contoh, kerangka regulasi Tiongkok sangat menekankan pada manufaktur lokal dan alih teknologi, dengan subsidi yang dikaitkan dengan penggunaan baterai dan komponen yang diproduksi secara domestik.

Daftar insentif yang paling banyak digunakan di seluruh dunia untuk mendukung adopsi EV disajikan di Lampiran 3. Misalnya, banyak kota besar di Tiongkok telah menerapkan beragam kebijakan pro-EV, mulai dari pembatasan plat nomor, skema akses langsung untuk EV, pembebasan dari pembatasan lalu lintas, hingga biaya parkir yang lebih rendah atau bahkan gratis bagi EV.⁸⁴

⁸⁰ Peraturan Menteri Perindustrian No. 6 Tahun 2022 sebagaimana diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 7

⁸¹ Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan 2019 art 8; Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 79 Tahun 2023 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Listrik 2023 art 8.

⁸² D Friawan, H Aswicahyono, I S Titiharuw, Y Rizal Damuri, A Fauri, C Mangunsong, J S Ngadiman, *Economic Impacts of Local Content Requirements in Indonesia*, (CSIS Indonesia, 2023), <https://www.csis.or.id/publication/economic-impacts-of-local-content-requirements-in-indonesia/>

⁸³ M Weiss, 'The role of local content policies in manufacturing and mining in low- and middle-income countries' (United Nations Industrial Development Organisation, Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series WP 19/2016), hlm. 2.

⁸⁴ IEA, *Global EV Outlook* (IEA 2021), hlm. 54.

2.2.1 Tentang kebijakan TKDN di negara lain

Pendukung kebijakan TKDN berpendapat bahwa langkah tersebut dapat mendukung tujuan pembangunan dengan mendorong produksi lokal dan penyerapan tenaga kerja, serta memfasilitasi alih teknologi antara perusahaan domestik dan asing. Selain itu, kebijakan TKDN yang melibatkan keterlibatan masyarakat lokal juga telah berkontribusi pada perolehan *social license to operate*, khususnya di industri pertambangan.⁸⁵ Sebaliknya, pihak yang menentang menilai bahwa kebijakan TKDN justru dapat melemahkan daya saing industri dalam jangka panjang, baik pada tingkat sektor maupun ekonomi secara keseluruhan.⁸⁶

Contoh kebijakan TKDN di negara lain:

- (1) **Amerika Serikat:** Inflation Reduction Act (IRA) yang diadopsi pada 2022 bertujuan untuk membangun rantai pasok domestik guna meningkatkan produksi dan sumber daya lokal. Undang-undang ini memberikan insentif berupa kredit pajak berdasarkan pemenuhan persyaratan TKDN. Mulai 2024, kendaraan di AS tidak boleh mengandung komponen baterai yang berasal dari *foreign entity of concern*, dan sejak 2025, baterai EV tidak boleh mencakup mineral dari entitas tersebut. Sebagai gantinya, legislasi ini mendorong produksi lokal di kawasan yang tercakup dalam perjanjian perdagangan bebas, termasuk dengan negara kaya sumber daya seperti Chili. Selain kredit pajak, Departemen Energi AS mengalokasikan USD 2,8 miliar untuk perusahaan yang terlibat dalam rantai pasok baterai domestik, mendukung pembangunan fasilitas baru, skala komersial, dan pabrik percontohan. Dari USD 2,8 miliar tersebut, 30% dialokasikan untuk investasi anoda; 25% untuk precursor Cathode Active Material (pCAM) dan CAM yang mencakup teknologi NCM dan LFP.⁸⁷ Skema pendanaan ini dianggap sebagai langkah penting dalam membangun industri baterai domestik di AS.⁸⁸
- (2) **Uni Eropa:** Komisi Eropa sedang mengusulkan serangkaian kebijakan untuk mendorong produksi sel dan komponen baterai EV di dalam kawasan. Komisi Eropa menyatakan bahwa rancangan undang-undang akan diajukan pada akhir 2025, yang akan merinci persyaratan TKDN untuk baterai dan komponennya agar dapat memenuhi syarat dalam berbagai skema dukungan yang akan diadopsi dalam paket 'Battery Booster'.⁸⁹
- (3) **Thailand:** Thailand mendukung pelaku usaha yang melakukan transisi ke EV dengan memberikan potongan pajak perusahaan untuk pembelian EV, dengan potongan yang lebih besar untuk EV yang diproduksi secara domestik dibandingkan dengan EV rakitan impor penuh.⁹⁰

Kelebihan dan kekurangan kebijakan TKDN dirangkum pada gambar berikut.

⁸⁵ M Weiss, 'The role of local content policies in manufacturing and mining in low- and middle-income countries' (United Nations Industrial Development Organisation, Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series WP 19/2016, hlm. 6.

⁸⁶ S Tsani, C Chitou, I Overland, 'Local content policies: Knowledge stock and future directions for research and policy making in view of the sustainability agenda' 162 *Environmental Science and Policy* (2024), 103919.

⁸⁷ <https://www.energy.gov/articles/biden-administration-doe-invest-3-billion-strengthen-us-supply-chain-advanced-batteries>

⁸⁸ https://www.ey.com/en_fi/insights/strategy/how-europe-can-unblock-the-midstream-battery-materials-bottleneck

⁸⁹ European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, *Industrial Action Plan for the European Automotive Sector*, Brussels, 5.3.2025, COM(2025) 95 final, hlm. 12-13.

⁹⁰ <https://www.wfww.com/articles/driving-the-future-how-thai-leadership-is-shaping-southeast-asias-ev-revolution/>

Gambar 2.3 Kelebihan dan kekurangan kebijakan TKDN, ringkasan untuk ketentuan TKDN

91

 + Economic growth: By promoting the use of local materials and labor, local content requirements can stimulate domestic industries and create jobs + Skill development: Encouraging local content can lead to the development of skills and expertise within the country + Reduced dependency: local content requirements can reduce reliance on imported goods and services, fostering self-sufficiency + Increase investment: Local content requirements can attract foreign investment by ensuring that a portion of the investment benefits the local economy + Enhanced industrial base: Local content requirements facilitate building a stronger industrial base, supporting long-term economic stability + Environmental benefits: Depending on their design, local content policies can pursue environmental objectives and create green jobs.	 - Higher costs: Local content measures can sometimes lead to higher production costs if local material or labor are more expensive than imported alternatives - Limited competition: local content requirements can limit competition, potentially leading to inefficiencies and lower quality products - Trade conflict: Local content requirements can conflict with international trade agreements, leading to disputes and potential sanctions - Implementation challenges: Ensuring compliance with local content regulations can be complex and burdensome for companies - Short-term disruptions: in the short-term, industries may face disruptions as they adjust to new sourcing requirements
--	--

Meskipun persyaratan TKDN dirancang secara rinci dan ditujukan untuk merangsang industri domestik, efektivitasnya tetap diperdebatkan di tingkat global. Secara internasional, kebijakan semacam ini sering dipandang kontroversial, menimbulkan kekhawatiran mengenai kesesuaiannya dengan aturan perdagangan serta dampaknya yang nyata terhadap pertumbuhan industri lokal yang berkelanjutan.

Mengingat dampak negatif yang terkait dengan kebijakan TKDN, langkah-langkah yang melibatkannya harus dirancang dengan hati-hati dan didasarkan pada pemetaan industri serta data yang kuat. Walaupun persyaratan TKDN berpotensi melanggar perjanjian multilateral World Trade Organization (WTO), kemitraan ekonomi, dan perjanjian perdagangan regional, ketidakpatuhan sering kali tidak dikenakan sanksi karena berbagai faktor. Terdapat indikasi adanya interpretasi aturan yang fleksibel yang dapat menghasilkan penegakan hukum yang bervariasi.⁹² Namun demikian, setiap langkah kebijakan yang akan diadopsi harus dilakukan dengan 'pemantauan risiko' sebagai persiapan terhadap kemungkinan litigasi di masa mendatang.

⁹¹ Elaborasi sendiri berdasarkan M Weiss, 'The role of local content policies in manufacturing and mining in low- and middle-income countries' (United Nations Industrial Development Organisation, Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series WP 19/2016); Lise Johnson, *Space for Local Content Policies and Strategies: A crucial time to revisit an old debate* (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH 2016), hlm. 7.

⁹² M Weiss, 'The role of local content policies in manufacturing and mining in low- and middle-income countries' (United Nations Industrial Development Organisation, Inclusive and Sustainable Industrial Development Working Paper Series WP 19/2016), hlm. 10-11.

2.3 Tantangan utama dan kesenjangan kebijakan

2.3.1 Ekstraksi dan Pemurnian

Sejumlah kebijakan di Indonesia secara khusus ditujukan pada sektor pertambangan dan pemurnian. Namun, koherensinya—baik antar kebijakan maupun dengan prioritas nasional—sering dipertanyakan, karena muncul kekhawatiran terkait inefisiensi dan potensi risiko melemahkan tujuan kebijakan utama. Sebagai contoh, pemrosesan nikel yang mengandalkan teknologi intensif energi dan saat ini masih didukung oleh PLTU berbasis batu bara justru menghambat kemajuan transisi energi hijau. Sementara itu, perusahaan-perusahaan Tiongkok yang saat ini mendominasi segmen pemurnian nikel di Indonesia mendapatkan keuntungan dari harga listrik bersubsidi.⁹³

Meskipun instrumen kebijakan yang diperkenalkan dirancang untuk mendorong kepentingan nasional dan pembangunan industri hilir, pada praktiknya implementasi kebijakan ini sebagian besar justru menguntungkan perusahaan dengan kapasitas operasional yang sudah mapan dan kesiapan investasi—banyak di antaranya dimiliki oleh asing. Hasil ini menyoroti adanya potensi ketidaksesuaian antara tujuan nasional yang dimaksudkan dengan distribusi manfaat yang sebenarnya, khususnya di sektor pemrosesan. Hal ini menegaskan perlunya meninjau kembali kerangka kebijakan agar lebih efektif mendukung penciptaan nilai domestik dan selaras dengan tujuan pembangunan nasional yang lebih luas. Ketergantungan Indonesia yang besar pada Tiongkok untuk pasokan dan pemrosesan mineral membuat industri rentan terhadap volatilitas harga dan gangguan rantai pasok, sehingga diperlukan diversifikasi investasi dan kemitraan internasional untuk meningkatkan ketahanan rantai pasok.

Meskipun Peraturan Pemerintah No. 79/2014 (PP 79/2014) tentang KEN memasukkan stok batu bara⁹⁴ sebagai bagian dari upaya menciptakan pasar yang efisien dan memastikan pasokan berkelanjutan untuk kebutuhan domestik, Indonesia belum memiliki undang-undang atau regulasi spesifik mengenai penyimpanan cadangan (*stockpiling*) mineral yang masih harus diimpor, yaitu litium, grafit, dan mangan. Penyimpanan cadangan strategis (*strategic stockpiling*), khususnya pada periode harga rendah, merupakan alat kebijakan yang dapat memperkuat keamanan pasokan nasional dan memastikan akses terhadap mineral kritis saat terjadi gangguan rantai pasok. Stok semacam ini dapat membantu menstabilkan harga dengan mengurangi volatilitas pasar, tetapi penyimpanan dalam skala besar juga berisiko mendistorsi dinamika pasar. Selain itu, biaya terkait penyimpanan, keamanan, dan pengelolaan bisa sangat tinggi. Perkembangan teknologi juga menimbulkan risiko bahwa beberapa mineral dapat kehilangan arti strategisnya dari waktu ke waktu, sehingga cadangan yang disimpan bisa menjadi usang dan berujung pada pemborosan sumber daya.

2.3.2 Manufaktur

Dalam hal legislasi manufaktur, kurangnya ketentuan rinci terkait keterlibatan pemangku kepentingan dan transparansi dalam penerapan kebijakan TKDN telah menimbulkan masalah, khususnya dalam kaitannya dengan kepatuhan terhadap standar Environmental, Social, and Governance (ESG). Regulasi yang ditetapkan oleh AS dan Uni

⁹³ A Syarif, The Diplomat (2025) The Nickel-based Industrial Paradox: Indonesian Resources, Chinese Profits' [Tautan](#)

⁹⁴ INDONESIA: Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. <https://policy.asiapacificenergy.org/node/3016>

Eropa dapat menimbulkan tantangan investasi, sebagaimana ditunjukkan oleh penarikan perusahaan Jerman BASF⁹⁵ dan perusahaan Prancis Eramet⁹⁶ dari proyek kilang nikel dan kobalt Sonic Bay akibat perubahan kondisi pasar dan kekhawatiran terkait ESG⁹⁷.

Sebagaimana telah disebutkan pada bagian insentif, kebijakan yang lebih menguntungkan bagi importir EV rakitan penuh dapat menimbulkan distorsi pasar. Selain itu, persyaratan untuk melakukan tinjauan berkala atas kebijakan TKDN dalam legislasi masih sangat lemah dan tidak jelas.

Konversi kendaraan ICE menjadi EV dapat mendukung ekonomi sirkular Indonesia dengan memperpanjang masa pakai kendaraan yang ada dan mengurangi permintaan terhadap proses manufaktur baru yang boros energi dan sumber daya. Namun, sebagaimana disoroti dalam diskusi mengenai kerangka kerja pengelolaan limbah B3, ketiadaan pedoman standar untuk pemanfaatan kembali suku cadang dan baterai, serta keterbatasan jalur sertifikasi untuk komponen *second-life*, berpotensi menghambat integrasi prinsip ekonomi sirkular dalam praktik konversi. Selain itu, tidak ada legislasi nasional yang mewajibkan penggunaan kembali sisa produksi (*manufacturing scrap*) untuk didaur ulang di dalam negeri, padahal hal tersebut akan mendukung praktik ekonomi sirkular. Terakhir, meskipun kemitraan strategis telah diakui, tetap dibutuhkan keterlibatan dan fasilitasi yang lebih terstruktur.

2.3.3 Pemanfaatan akhir: EV

Seiring meningkatnya penjualan EV, pemerintah perlu secara bertahap menghapus subsidi pembelian atau menemukan metode alternatif untuk memberikan dukungan finansial dengan cara yang berkelanjutan dan ramah anggaran negara.⁹⁸ Misalnya, penerapan pajak diferensiasi berdasarkan efisiensi energi kendaraan dan emisi dapat memberikan penalti pada kendaraan dengan kinerja rendah sekaligus memberikan insentif pada kendaraan yang memenuhi standar yang ditetapkan. Kebijakan semacam ini selaras dengan tujuan lingkungan yang lebih luas, bukan hanya berfokus pada promosi teknologi tertentu. Selain itu, kebijakan di tingkat lokal dan regional yang mendukung EV—seperti parkir gratis atau berbiaya rendah, pengisian daya gratis, akses ke jalur lalu lintas prioritas, dan pengurangan tarif penggunaan infrastruktur transportasi—dapat menjadi pelengkap efektif bagi kebijakan regulasi dan fiskal nasional.⁹⁹ Namun, terdapat sejumlah kesenjangan dan/atau tantangan dalam kerangka legislasi Indonesia yang memberikan insentif pada pemanfaatan EV, yang terutama terkait dengan kebutuhan “memodernisasi” kerangka insentif seiring semakin matangnya pasar:

- Insentif finansial saat ini bersifat ‘umum’; tidak membedakan, misalnya, berdasarkan tingkat pendapatan konsumen maupun jenis kimia baterai yang digunakan dalam pemberian subsidi.

⁹⁵ Juni 24, 2024. BASF decides against investment in nickel-cobalt refining complex in Indonesia.

<https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2024/06/p-24-224>

⁹⁶ Juni 24, 2024. Eramet and BASF decide against joint investment in a nickel-cobalt refining complex in Indonesia.

<https://www.eramet.com/en/news/eramet-and-basf-decide-against-joint-investment-in-a-nickel-cobalt-refining-complex-in-indonesia/>

⁹⁷ Juli 5, 2024. Environmental and indigenous rights concerns lead BASF and Eramet to withdraw from Indonesian nickel project. <https://www.miningsee.eu/environmental-and-indigenous-rights-concerns-lead-basf-and-eramet-to-withdraw-from-indonesian-nickel-project/>

⁹⁸ IEA, *Global EV Outlook* (IEA 2021), hlm. 44-45.

⁹⁹ IEA, *Global EV Outlook 2018* (IEA 2018), hlm. 98.

- Subsidi bahan bakar fosil yang berlanjut melemahkan upaya promosi EV, sehingga menimbulkan kekhawatiran terkait koherensi kebijakan.
- Terbatasnya inisiatif pemerintah daerah.
- Dukungan yang minim untuk pengembangan infrastruktur stasiun pengisian daya.
- Kesenjangan geografis dan ekonomi.
- Investasi paralel terkait kesiapan jaringan listrik.

Selain itu, target yang ada tidak sejalan dengan kecepatan dimulainya produksi pabrik manufaktur. Pabrik manufaktur EV PT Hyundai memerlukan waktu tiga tahun sejak pengumuman pada 2019¹⁰⁰ hingga mulai produksi pada 2022.¹⁰¹ Pabrik baterai di Karawang mengikuti lini masa serupa (dari 2021¹⁰² hingga 2024¹⁰³). Selain itu, diversifikasi pelaku industri diperlukan untuk menghindari monopoli atau ketergantungan pada satu pihak, seperti yang terlihat dari dampak penarikan salah satu investasi LG pada pembangunan pabrik baterai baru.¹⁰⁴ Meskipun demikian, keberhasilan beroperasinya kedua fasilitas tersebut menunjukkan bahwa Pemerintah Indonesia berhasil meningkatkan kondisi investasi bagi rantai pasok baterai di dalam negeri. Tindakan lanjutan untuk meningkatkan kondisi investasi akan dibahas lebih lanjut pada Bagian 4.5.

2.3.4 Pemanfaatan akhir: BESS

Kemungkinan untuk mengambil pelajaran dari pengalaman internasional dalam mengintegrasikan BESS ke dalam sistem energi relatif terbatas, mengingat pasar energi di yurisdiksi yang lebih maju umumnya sudah terliberalisasi. Dalam konteks Indonesia, di mana pasar listrik belum diliberalisasi dan negara masih memegang peran utama dalam pembangkitan, transmisi, dan distribusi listrik, dukungan terhadap penerapan dan integrasi BESS memerlukan seperangkat instrumen kebijakan yang disesuaikan dengan kerangka regulasi dan kelembagaan yang ada.

BESS skala utilitas masih tertinggal dibandingkan EV dalam hal pemanfaatan baterai. Meskipun Indonesia telah memiliki target ambisius Energi Baru dan Terbarukan (EBT), pembangunan pembangkit EBT belum berjalan cukup cepat. Diperkirakan bahwa apabila Indonesia menetapkan target 100% EBT pada tahun 2045, maka akan dibutuhkan sekitar 42 MW penyimpanan energi untuk setiap 100 MW kapasitas angin dan surya¹⁰⁵. Selain itu, tidak adanya sinyal pasar untuk BESS berarti tidak ada insentif bagi para pelaku untuk mendorong pengembangan lebih lanjut. Sebagaimana disebutkan sebelumnya, pasar yang terliberalisasi biasanya menetapkan kewajiban kapasitas bagi pembangkit EBT untuk mendorong penyimpanan, atau memungkinkan baterai menerima pembayaran kapasitas dalam pasar listrik. Dengan PLN sebagai satu-satunya penyedia listrik di Indonesia, PLN menjadi pemangku kepentingan paling relevan untuk bekerja sama

¹⁰⁰ Tentang HMMI. <https://hyundaifactorytour.com/en/about>

¹⁰¹ 16-03-2022. "Supporting Hyundai's Future Mobility Strategy Hyundai Motor Company Inaugurates Its First Manufacturing Plant in Southeast Asia". Siaran pers. <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/first-manufacturing-plant-in-southeast-asia.html>

¹⁰² 30-07-2021. "Hyundai Motor Group and LG Energy Solution Sign MoU with Indonesian Government to Establish EV Battery Cell Plant". Siaran pers. <https://www.hyundai.news/eu/articles/press-releases/hyundai-lg-energy-solution-mou-indonesian-government-ev-battery-cell-plant.html>

¹⁰³ 03-07-2024. "Hyundai Motor, LG Energy Solution launch Indonesia's first EV battery plant". <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/hyundai-motor-lg-energy-solution-launch-indonesias-first-ev-battery-plant-2024-07-03/>

¹⁰⁴ 21-04-2025. "LG cancels US\$7.7 billion EV battery project in Indonesia". Indonesia Business Post. <https://indonesiabusinesspost.com/4133/corporate-affairs/lg-cancels-us-7-7-billion-ev-battery-project-in-indonesia>

¹⁰⁵ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0973082624001352>

dalam memperluas sistem BESS di Indonesia. Saat ini, semua proyek BESS di Indonesia dikelola secara independen dan berbasis kasus per kasus.

RUPTL 2025 telah mengintegrasikan BESS dalam rencana 2025–2034, dengan target 6 GW terpasang dan total 10,3 GW penyimpanan terpasang pada 2034¹⁰⁶. Ini merupakan langkah awal yang positif untuk menciptakan permintaan domestik atas baterai yang digunakan dalam aplikasi BESS.

2.3.5 Akhir Masa Pakai

Terdapat tiga kesenjangan utama yang teridentifikasi dalam kerangka legislatif Indonesia terkait sektor akhir masa pakai:

- Indonesia belum memiliki langkah-langkah legislatif yang mendukung integrasi pendekatan ekonomi sirkular dalam rantai nilai baterai.
- Kerangka regulasi limbah saat ini tidak mendukung pembentukan ekonomi sirkular untuk baterai, dan klasifikasi baterai sebagai limbah dalam peraturan yang berlaku menimbulkan tantangan dalam pengadaan material di sektor daur ulang.
- Tidak adanya insentif yang jelas dan dukungan pemerintah untuk mendorong penerapan praktik ekonomi sirkular dalam sektor baterai.

2.3.6 Risiko terkait pada setiap tahap rantai pasok

Secara umum, ketika mempertimbangkan risiko pada suatu entitas, risiko tersebut dapat dikategorikan ke dalam berbagai jenis, seperti ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

Gambar 2.4 Jenis-jenis risiko

Risiko Operasional:
• Risiko terkait dengan kegiatan operasional sehari-hari, seperti kegagalan peralatan atau gangguan rantai pasok.
Risiko Finansial:
• Risiko yang berhubungan dengan transaksi keuangan, investasi, dan fluktuasi pasar.
Risiko Kepatuhan:
• Risiko yang timbul akibat ketidakpatuhan terhadap persyaratan hukum atau regulasi.
Risiko Strategis:
• Risiko yang terkait dengan keputusan strategis, seperti masuk ke pasar baru atau meluncurkan produk baru.
Risiko Reputasi:
• Risiko yang dapat memengaruhi reputasi suatu organisasi, seperti publisitas negatif atau skandal.

Aspek umum dari penilaian risiko dapat ditemukan dalam Lampiran 4.

Meskipun Indonesia sudah memiliki sistem perizinan berbasis risiko melalui *platform* OSS (sebagaimana disebutkan di Bagian 3.4.2) masih terdapat risiko lain yang terkait dengan celah kebijakan yang telah diidentifikasi sebelumnya serta risiko pada setiap mata rantai pasok. Risiko-risiko ini akan dibahas pada bagian-bagian berikut. Setiap bagian menyajikan risiko dengan kode warna: **Merah** menunjukkan risiko tinggi bagi Indonesia, **Kuning** menunjukkan sedang, dan **Hijau** adalah risiko rendah.

¹⁰⁶ "RUPTL PT PLN (Persero) TAHUN 2025-2034" https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/4ec39-materi-paparan-ruptl-2025-2034.pdf

- **Risiko dalam pemrosesan dan pemurnian material**

Setelah bahan baku diekstraksi, material tersebut akan melalui tahap pemrosesan dan pemurnian untuk mencapai tingkat kemurnian dan kualitas yang diperlukan. Pabrik pengolahan kimia dan kilang berperan penting pada tahap ini, memastikan bahan baku memenuhi standar ketat yang dibutuhkan untuk produksi baterai. Proses ini cenderung sangat bergantung pada energi dan oleh karena itu sangat rentan terhadap ketersediaan serta harga energi. Namun, faktor-faktor kunci lain yang memengaruhi profitabilitas di tahap ini meliputi:

Gambar 2.5 Risiko dalam pemrosesan dan pemurnian material



Di Indonesia, tidak ada risiko besar yang teridentifikasi untuk sektor pemurnian. Namun, penting agar mata rantai pasok ini bekerja secara selaras dengan sektor ekstraksi dan manufaktur, untuk menghindari produksi berlebih maupun kekurangan produksi.

- **Risiko dalam pasokan bahan baku**

Fondasi rantai nilai penyimpanan energi terletak pada pasokan bahan baku. Unit bisnis utama dalam tahap ini mencakup perusahaan tambang dan pemasok mineral penting seperti litium, kobalt, nikel, dan grafit. Mineral-mineral ini sangat krusial bagi manufaktur baterai dan sistem penyimpanan energi lainnya.

Ada beberapa faktor yang memengaruhi keekonomian suatu proyek tambang, yang pada akhirnya menentukan kelayakan dan profitabilitasnya. Faktor-faktor tersebut meliputi:

Gambar 2.6 Risiko dalam pasokan bahan baku

Risiko tinggi, Risiko sedang dan Risiko rendah

Finansial	Kadar	Kadar konsentrasi mineral berharga secara langsung memengaruhi keekonomian proyek. Semakin tinggi kadar mineral berharga dalam bijih, semakin besar potensi pendapatan dari material yang diekstraksi, sehingga meningkatkan kelayakan ekonomi proyek.
	Ukuran Sumber Daya/Cadangan	Ukuran cadangan dapat memengaruhi daya tarik proyek bagi investor. Semakin besar jumlah mineral yang dapat ditambang, semakin baik keberlanjutan jangka panjang dan daya tarik investasi karena menjamin pasokan yang stabil dari waktu ke waktu.
	Umur Tambang	Risiko berkurangnya tingkat pengembalian investasi akibat umur tambang yang lebih pendek, yang membatasi potensi pendapatan dan kemampuan perencanaan keuangan.
	Pengolahan dan Pemulihan	Risiko rendahnya hasil mineral dan profitabilitas akibat metode pengolahan yang tidak efektif, sehingga menghasilkan ekstraksi material berharga dari bijih yang suboptimal.
	Harga Komoditas	Risiko penurunan pendapatan dan kelayakan proyek akibat fluktuasi harga pasar mineral tambang.
Operasional	Pemilihan Peralatan	Risiko signifikan dapat muncul jika peralatan yang digunakan tidak efisien. Teknologi dan mesin dengan efisiensi rendah dapat meningkatkan biaya operasional, menurunkan tingkat pemulihan mineral, serta mengurangi keuntungan ekonomi proyek secara keseluruhan.
Strategis dan Finansial	Ketergantungan Impor	Ketergantungan tinggi pada impor material penting seperti litium, grafit, dan mangan menimbulkan risiko besar karena meningkatkan eksposur terhadap volatilitas harga dan potensi kekurangan pasokan. Hal ini dapat berdampak signifikan terhadap rantai pasok baterai secara keseluruhan.
	Stockpiling Mineral	Kebijakan stockpiling strategis untuk mineral impor bisa membantu, tetapi juga berisiko, terutama jika tidak ada regulasi khusus. Pembangunan dan pengelolaan stok penyangga membutuhkan biaya besar dan manajemen detail untuk menghindari kedaluwarsa atau terbuangnya material.

Karena tidak memiliki cadangan litium domestik, Indonesia sepenuhnya bergantung pada impor, sehingga terekspos pada volatilitas harga pasar, perubahan politik dalam perjanjian dagang (seperti yang terjadi pada awal 2025 akibat perang dagang antara AS dan beberapa negara), serta gangguan jalur perdagangan. Meskipun kebijakan penimbunan (*stockpiling*) dapat memberikan manfaat tertentu, langkah ini hanya berfungsi sebagai mekanisme penyangga untuk bertahan pada tahap awal ketika terjadi gangguan rantai pasok. Arus utama teknologi LIB sangat bergantung pada sejumlah kecil material kritis yang sebagian besar tidak memiliki substitusi yang layak. Material-material ini sering dikategorikan sebagai berisiko tinggi karena kerentanannya terhadap gangguan rantai pasok global, baik akibat kelangkaan sumber daya maupun konsentrasi proses pemurnian di satu negara.

Saat ini, Indonesia mengimpor litium dari Australia, meskipun volumenya relatif kecil—sekitar 6% dari total ekspor bulanan litium Australia, dengan fluktuasi sepanjang tahun. Sebaliknya, Tiongkok menerima sekitar 95% dari total ekspor litium Australia pada tahun

2024¹⁰⁷. Kedua negara tersebut telah mengambil langkah untuk memperkuat kerja sama bilateral melalui Indonesia-Australia Comprehensive Economic Partnership Agreement (IA-CEPA)¹⁰⁸ yang diimplementasikan pada tahun 2020. Perjanjian ini membuka peluang kolaborasi lebih erat, termasuk dalam peningkatan ekspor litium—suatu isu yang kini tengah dibahas.¹⁰⁹ Kedekatan geografis antara kedua negara semakin memperkuat potensi perdagangan tersebut. Namun, Indonesia perlu secara hati-hati mempertimbangkan jenis kimia baterai yang ingin diproduksi, karena hal ini akan menentukan volume litium yang dibutuhkan dalam proses manufaktur (lihat Bagian 3.1 terkait kandungan litium pada baterai NCM dibandingkan dengan baterai LFP).

Harga komoditas juga berpotensi menjadi tantangan, khususnya bagi pembiayaan proyek (lihat Bagian 3.4). Harga yang terlalu rendah dapat dipersepsikan pasar sebagai risiko, sehingga menyulitkan upaya memperoleh modal untuk proyek baru. Karena Indonesia juga mengatur harga domestik bijih nikel, pemerintah perlu berhati-hati dalam hal ini.

- **Risiko pada Bahan Aktif Katoda (Cathode Active Materials/CAM)**

Bahan aktif katoda merupakan komponen penting dalam produksi sistem penyimpanan energi. Material ini—yang mencakup senyawa litium, nikel, dan kobalt—berperan vital dalam menentukan kinerja dan efisiensi baterai. Proses produksinya melibatkan reaksi kimia yang kompleks serta pengendalian sifat material yang presisi untuk menjamin kepadatan energi tinggi dan siklus hidup yang panjang. Produsen dan pemasok khusus di segmen ini berfokus pada inovasi dan efisiensi untuk menghasilkan bahan aktif katoda berkualitas tinggi, sehingga berkontribusi besar terhadap efektivitas keseluruhan sistem penyimpanan energi.

Oleh karena itu, sejumlah risiko umum juga relevan untuk bagian rantai pasok ini, namun terdapat pula risiko spesifik, antara lain:

Gambar 2.7 Risiko pada Bahan Aktif Katoda

Risiko tinggi, Risiko sedang dan Risiko rendah

¹⁰⁷ Juni 2025. Department of Industry, Science and Resources, Commonwealth of Australia. Resources and Energy Quarterly. [Resources and energy quarterly: June 2025 | Department of Industry Science and Resources](#)

¹⁰⁸ Department of Foreign Affairs and Trade. About IA-CEPA. [Indonesia-Australia Comprehensive Economic Partnership Agreement | Australian Government Department of Foreign Affairs and Trade](#)

¹⁰⁹ Petromindo. 17 Mei 2025. Indonesia to increase lithium imports from Australia for EV battery industry. <https://www.petromindo.com/news/article/indonesia-to-increase-lithium-imports-from-australia-for-ev-battery-industry>

Finansial	Biaya Material	Volatilitas harga bahan baku menimbulkan risiko terhadap kelayakan ekonomi dan pengendalian biaya produksi CAM. Material penting seperti litium, kobalt, nikel, dan mangan sangat dibutuhkan dalam manufaktur baterai. Fluktuasi harga bahan baku ini dapat berdampak signifikan pada model keuangan.
	Kimia	Fluktuasi pasokan dan harga litium, kobalt, dan nikel sangat memengaruhi kinerja finansial. Pencapaian tingkat hasil (yield) yang tinggi dan optimalisasi formulasi kimia penting untuk menjaga profitabilitas.
Kepatuha	Bahaya Keselamatan	Penanganan bahan baku dan bahan kimia dalam pemrosesan CAM menimbulkan risiko keselamatan. Kecelakaan atau kondisi kerja yang tidak aman dapat menyebabkan cedera, tanggung jawab hukum, dan gangguan produksi.
Operasional	Kegagalan Peralatan	Pemilihan yang tidak tepat atau kegagalan peralatan pemrosesan dapat mengurangi efisiensi dan keandalan produksi, menimbulkan gangguan operasional, serta meningkatkan biaya. Kerusakan peralatan dapat menyebabkan keterlambatan produksi, kenaikan biaya pemeliharaan, dan potensi kehilangan material.
	Pengendalian Kualitas	Menjaga standar kualitas yang tinggi pada bahan aktif katoda sangat penting untuk kinerja baterai lithium-ion. Kegagalan dalam pengendalian kualitas dapat menyebabkan penarikan produk, kerusakan reputasi, dan kerugian finansial.

Hanya Tiongkok yang memiliki rantai pasok baterai *lithium-ion* terintegrasi penuh, di mana seluruh material baterai dimurnikan, diproses menjadi pCAM dan CAM, lalu diproduksi menjadi sel litium dan dirakit menjadi paket sel. Tiongkok telah berupaya mencapai swasembada melalui investasi di sektor hulu serta pengembangan pasokan sekunder (daur ulang *scrap* dan sel baterai). Negara lain mencoba meniru keberhasilan Tiongkok, namun hanya sampai batas tertentu karena mereka hanya menguasai sebagian material baterai dan tidak seluruhnya. Hal ini juga berlaku bagi Indonesia, mengingat negara ini tidak memiliki cadangan litium.

• Risiko dalam manufaktur komponen

Tahap berikutnya mencakup produksi berbagai komponen yang membentuk sistem penyimpanan energi. Ini termasuk pembuatan sel baterai, modul, dan paket, serta komponen lain seperti kapasitor dan elektronika daya. Produsen dan pemasok khusus beroperasi di segmen ini dengan fokus pada inovasi dan efisiensi.

Gambar 2.8 Risiko dalam manufaktur komponen

Risiko tinggi, Risiko sedang dan Risiko rendah

Operasional	Pasokan kapasitor dan elektronika daya	Pasokan kapasitor dan elektronika daya sangat penting bagi operasi manufaktur komponen. Kekurangan atau masalah kualitas pada komponen ini dapat menyebabkan keterlambatan produksi dan peningkatan biaya. Selain itu, ketergantungan pada jumlah pemasok yang terbatas untuk komponen dengan permintaan tinggi ini dapat memperburuk kerentanan rantai pasok.
Strategis	Kepatuhan terhadap standar ESG internasional	Risiko ketidakpatuhan terhadap standar ESG internasional dapat mengurangi daya tarik investasi, bahkan menyebabkan penarikan investasi dari perusahaan yang mewajibkan kepatuhan ESG dalam rantai pasoknya.

Kepatuhan ESG juga telah menjadi hambatan dalam pembangunan infrastruktur di Indonesia (lihat Bagian 2.3.2) dengan adanya pembatalan investasi akibat isu ini. Bukan hanya investasi yang bisa ditarik, tetapi baterai juga berisiko tidak dapat diekspor jika tidak memenuhi kriteria ESG dari negara tujuan (misalnya Uni Eropa).

Kolaborasi di seluruh tingkat rantai pasok sangat penting untuk mengurangi risiko dan menjaga stabilitas ekonomi sambil tetap memberikan nilai bagi pengguna akhir. Pemasok, produsen, penyedia logistik, dan peritel harus terlibat dalam komunikasi terbuka dan perencanaan yang terkoordinasi.

Melalui berbagi informasi secara transparan, para pemangku kepentingan dapat mengantisipasi gangguan dan merespons secara proaktif untuk memitigasi potensi risiko. Upaya bersama dalam peramalan permintaan memungkinkan manajemen inventaris yang lebih baik, mengurangi kelebihan stok sekaligus menghindari kekurangan, sehingga menjamin ketersediaan produk yang lancar.

Setiap mata rantai dalam rantai pasok harus ditata dengan baik untuk menghindari kelebihan produksi satu komponen baterai atau terlalu banyak produk tanpa permintaan. Indonesia harus memastikan bahwa permintaan baterai dalam negeri sejalan dengan kapasitas produksinya, atau menjamin ekspor. Jika tidak, Indonesia bisa berakhir seperti Eropa atau AS—dengan banyak insentif tetapi tanpa pasar nyata.

- **Risiko dalam daur ulang dan pengelolaan akhir masa pakai**

Tahap terakhir dalam rantai nilai mencakup daur ulang dan pembuangan sistem penyimpanan energi pada akhir siklus hidupnya. Perusahaan daur ulang dan pengelola limbah memegang peran penting di tahap ini, dengan fokus pada pemulihan material berharga dan meminimalkan dampak lingkungan.

Sekali lagi, terdapat beberapa risiko umum yang relevan, termasuk terkait reagen, energi, dan tenaga kerja. Namun, ada risiko tambahan—terutama risiko teknis, kepatuhan, dan lingkungan—yang perlu dibahas lebih rinci karena dampak ekonominya, antara lain:

Gambar 2.9 Risiko dalam daur ulang dan pengelolaan akhir masa pakai

Risiko tinggi, Risiko sedang dan Risiko rendah

Operasional & Finansial	Kemajuan Teknologi Daur Ulang	Kemajuan teknologi dalam daur ulang baterai dapat membuat proses dan peralatan yang ada menjadi usang. Investasi pada teknologi baru membutuhkan belanja modal yang signifikan dan dapat menimbulkan risiko keuangan jika teknologi tersebut gagal memberikan efisiensi yang diharapkan atau jika pesaing mengadopsi teknologi yang lebih unggul.
	Inovasi dalam Desain Baterai	Inovasi dalam desain baterai, seperti pengembangan kimia baterai baru, dapat memengaruhi proses daur ulang. Jenis baterai baru mungkin memerlukan metode daur ulang yang berbeda, sehingga membutuhkan investasi tambahan dalam penelitian, pengembangan, dan peralatan untuk menangani material baru.
Kepatuhan & Reputasional	Polusi dan Pengelolaan Limbah	Proses daur ulang baterai menghasilkan limbah dan emisi yang harus dikelola secara efektif untuk mencegah pencemaran lingkungan. Penanganan dan pembuangan baterai yang tidak tepat dapat menyebabkan kebakaran, tanggung jawab hukum lingkungan, biaya pembersihan, serta merusak reputasi fasilitas.
	Penolakan Masyarakat	Fasilitas daur ulang baterai dapat menghadapi penolakan dari masyarakat lokal yang khawatir terhadap potensi dampak lingkungan dan kesehatan
Kepatuhan & Finansial	Biaya Kepatuhan	Fasilitas daur ulang baterai harus mematuhi peraturan lingkungan dan keselamatan yang ketat. Kepatuhan ini dapat menimbulkan biaya besar, termasuk kebutuhan investasi pada teknologi pengendalian polusi, peralatan keselamatan, serta pemantauan dan pelaporan rutin. Ketidakpatuhan dapat berakibat pada denda besar, tanggung jawab hukum, dan kerusakan reputasi.
	Perubahan Regulasi	Regulasi baru atau perubahan pada regulasi yang ada dapat menimbulkan biaya tambahan dan tantangan operasional bagi fasilitas daur ulang. Mengikuti perubahan regulasi dan memastikan kepatuhan dapat membebani sumber daya keuangan fasilitas. Mengatasi kesenjangan kebijakan, meningkatkan koherensi lintas sektor, serta menyelaraskan regulasi domestik dengan standar internasional dan praktik terbaik yang berkembang dapat membantu mengurangi risiko ini.

Seperti dijelaskan pada Bagian 2.3.5, Indonesia saat ini hanya memiliki regulasi terkait pengelolaan limbah B3 yang mencakup baterai. Oleh karena itu, sebagian besar risiko dalam rantai pasok saat ini berada pada kategori “Perubahan Regulasi”, karena regulasi yang ada harus dimodifikasi bila negara menetapkan target dan strategi daur ulang. Hukum internasional berupaya menyeimbangkan hak negara tuan rumah untuk mengatur dengan ekspektasi sah investor. Investor dapat menuntut kompensasi dalam dua situasi utama: ketika ada klaim ekspropriasi langsung (pengalihan kepemilikan) dan ekspropriasi tidak langsung (tindakan regulasi yang diperkenalkan yang dapat memiliki dampak serupa dengan ekspropriasi).

Ketika memperkenalkan revisi terhadap kerangka hukum yang ada, sangat penting untuk menyeimbangkan ekspektasi sah investor dengan hak negara untuk mengatur demi kepentingan publik (kesehatan, keselamatan, perlindungan lingkungan). Tergantung pada perjanjian investasi yang dimaksud, rumusan ketentuan yang memberikan hak negara untuk mengatur bisa berbeda: beberapa perjanjian memberikan perlindungan luas bagi investor asing sementara yang lain mencakup klausul yang lebih seimbang yang secara eksplisit mengakui hak negara untuk mengatur.

Oleh karena itu, memperkenalkan modifikasi apa pun terhadap kerangka hukum yang ada harus dengan hati-hati menyeimbangkan ekspektasi sah investor dengan menilai (1) proporsionalitas (kebutuhan, kesesuaian) dari langkah tersebut untuk mencapai tujuan kebijakan publik dan apakah langkah tersebut membebani investor secara berlebihan; (2) dampak ekonomi dari langkah yang diusulkan (sejauh mana langkah yang diusulkan memengaruhi nilai investasi); dan (3) sifat dari langkah yang diusulkan (langkah-langkah harus sesuai dengan standar perlakuan yang adil dan setara, yaitu non-diskriminatif, transparan).

Di sisi lain, risiko operasional dan finansial memiliki prioritas terendah karena hingga saat ini, kemajuan teknologi berlangsung lambat dan karenanya tidak menimbulkan ancaman nyata terhadap keusangan.

3. Mencapai target: kelayakan operasional dan viabilitas finansial

3.1 Kelayakan operasional untuk EV

Sebagaimana disebutkan dalam Bagian 1, Indonesia memiliki target untuk memproduksi 943.764 EV secara domestik pada tahun 2030, yang menjadi tantangan besar bagi setiap mata rantai pasok. Infrastruktur lokal dan rantai pasok LIB domestik harus mampu mendukung rencana tersebut, dengan identifikasi hambatan (*bottlenecks*) dan potensi sinergi sebagai prioritas. Subbagian ini meninjau bagian-bagian utama dari rantai pasok dan menyoroti hambatan yang perlu diatasi agar Indonesia dapat mandiri dan mengembangkan rantai pasok LIB sendiri. Estimasi dan analisis dalam bagian ini mengasumsikan produksi 1.000.000 EV pada tahun 2030 (pembulatan dari target 943.764 EV sebagaimana tercantum dalam Keputusan Menteri Energi No. 24/2025) karena lebih mungkin bagi investor untuk membangun fasilitas produksi dengan angka bulat. Tabel 3.1 menunjukkan kebutuhan untuk memproduksi jumlah kendaraan tersebut, yang melibatkan kapasitas yang harus dibangun:

Tabel 3.1 Produksi EV dan kapasitas baterai terkait berdasarkan pabrik – contoh global

Item	Ford ¹¹⁰	Tesla ¹¹¹	ACC ¹¹²	VW ¹¹³	CATL- Tesla ¹¹⁴	Nissan- SK On ¹¹⁵	Hyundai - LG ¹¹⁶
Tahun	2022	2009	2022	2022	2021	2025	2023
Lokasi pabrik	Michigan	Nevada	Douvrin	Salzgitter	Shanghai	Seosan	Georgia
EV (Jumlah unit)	600.000	500.000	500.000	500.000	800.000	300.000	300.000
Kapasitas (GWh)	60	35	46	40	80	20	30
Kimia	NCM/LFP	NCA	NCM	ND	LFP	LFP	NCM
Ukuran LIB (KWh)	88	62	91	70	50	59	88

Sumber: Kompilasi informasi publik dari masing-masing perusahaan yang tercantum dalam tabel

Kapasitas yang harus dibangun untuk memenuhi target produksi EV nasional bergantung pada jenis kimia baterai yang digunakan (NCM, LFP atau kombinasi keduanya). Hal ini juga akan menentukan jumlah bahan baku dan kapasitas pemurnian yang harus dibangun di Indonesia dengan target tahun 2030. Skenario berikut mempertimbangkan total 100 GWh baterai NCM; atau setara dengan 67 GWh baterai LFP; atau kapasitas proporsi menengah. Subbab berikutnya menganalisis kelayakan operasional pada setiap tahap rantai nilai mulai dari material baterai dan pemurniannya, bahan katoda dan material aktif, hingga sel LIB.

3.1.1 Bahan baku baterai

Untuk mencapai strategi material baterai yang konsisten dan komprehensif, semua material baterai yang terlibat akan dikaji dalam skenario permintaan 2030. Oleh karena

¹¹⁰ CNBC (2021) Ford plans to increase EV production to 600,000 vehicles by 2023. [Tautan](#)

¹¹¹ Tesla Outfitters (2024) TESLA FACTORIES OVERVIEW. [Tautan](#)

¹¹² ACC (2023) ACC inaugurates its first Gigafactory in Billy-Berclau/Douvrin. [Tautan](#)

¹¹³ Federal Government of Germany (2022) Transformation to a climate-neutral industry. [Tautan](#)

¹¹⁴ Reuters (2021) EXCLUSIVE Tesla supplier CATL plans a major battery plant in Shanghai -sources. [Tautan](#)

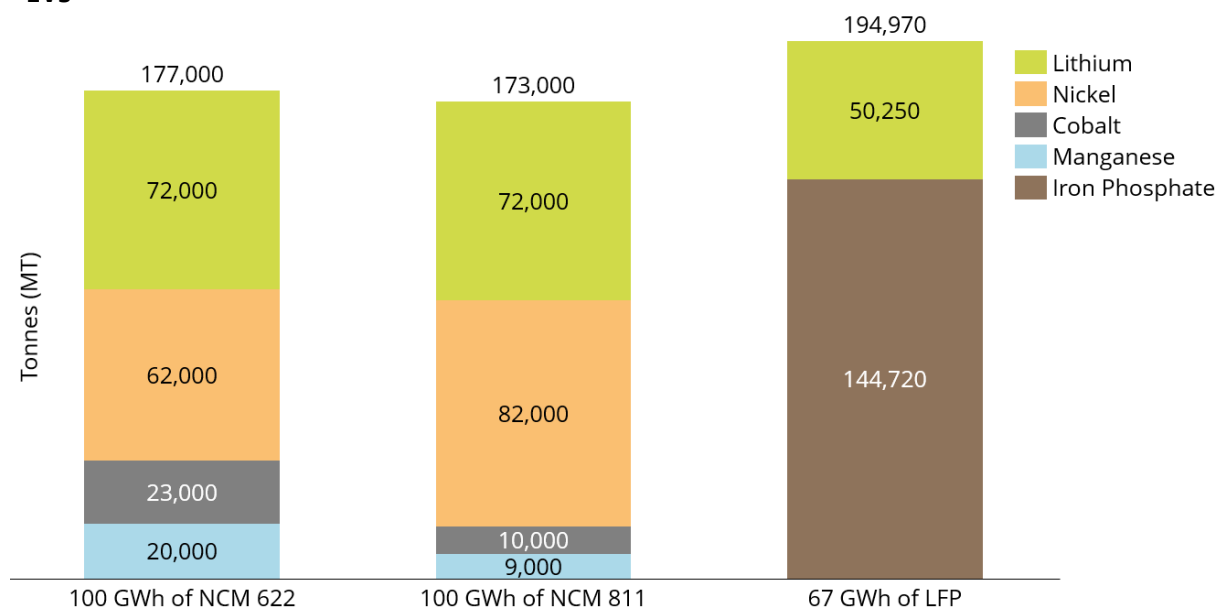
¹¹⁵ NikkeiAsia (2025) Nissan to buy batteries for U.S. EVs from South Korea's SK On. [Tautan](#)

¹¹⁶ Hyundai (2022) Hyundai Motor the construction of the Metaplant America. [Tautan](#)

itu, jumlah material baterai {Li menggunakan angka Lithium Carbonate Equivalent (LCE), Ni, Co, Mn, FePO₄} akan diuji dalam tiga skenario: i) kapasitas NCM 622, ii) kapasitas NCM 811, dan iii) kapasitas sel LFP. Hasil dari skenario ini, yang menunjukkan apakah Indonesia mampu memperoleh mineral yang diperlukan untuk setiap teknologi baterai atau tidak, ditampilkan pada Gambar 3.1. Hasil yang disajikan dalam bentuk tabel dapat ditemukan di Lampiran 5.

Kapasitas yang dibutuhkan menurut jenis baterai dirangkum pada gambar di bawah ini:

Gambar 3.1 Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2030 berdasarkan jenis baterai - EVs



Sumber: Kepadatan energi dari SC Insights¹¹⁴ dan Cao et.al.¹¹⁵; kapasitas didefinisikan untuk memproduksi 1.000.000 EV

Dari informasi yang ditampilkan pada Gambar 3.1, hanya ada dua material baterai di mana Indonesia mandiri: yaitu Nikel (sebagian besar) dan Kobalt (hampir cukup). Menjadi produsen utama Nikel dan turunannya memberikan keuntungan besar bagi Indonesia dalam arti bahwa konsumsi domestiknya akan sepenuhnya tercukupi dalam strategi pemerintah terkait penetrasi EV. Kasus Kobalt juga positif, di mana cukup banyak bahan baku tersedia untuk menutupi kebutuhan domestik: saat ini Indonesia memproduksi lebih dari 25.000 MT-Co, yang lebih tinggi dibandingkan dengan permintaan 2030 berdasarkan kapasitas penuh NCM 622, seperti ditunjukkan dalam Gambar 3.1. Litium, Mangan, dan Besi Fosfat, di sisi lain, menunjukkan kondisi berbeda, dengan Litium sebagai yang paling kritis.

Untuk Litium, dibutuhkan sejumlah 72 kMT-LCE sebelum akhir dekade, apabila strategi baterai dirancang berbasis NCM (Gambar 3.1). Jumlah ini setara dengan tiga proyek litium berskala menengah, atau lebih dari sepuluh (10) kontrak pasokan andal sebesar 5.000 MT-LCE, yang dalam kondisi pasar saat ini tidak mudah diamankan. Perlu dicatat bahwa litium tidak dapat dihindari untuk kendaraan listrik, karena baik teknologi NCM maupun LFP bergantung pada bahan kimia litium (karbonat dan hidroksida). Selain itu, karena merupakan bahan kimia khusus, litium harus disuplai dengan konsistensi kualitas dan volume.

Untuk Mangan, situasinya tidak seketat Litium, karena jumlahnya lebih kecil sehingga peluang memperoleh Mangan di pasar terbuka lebih tinggi. Lebih jauh lagi, membangun kapasitas 20.000 MT-Mn konten mangan sulfat di Indonesia cukup sederhana mengingat

pengetahuan luas yang sudah dimiliki dalam membangun kilang Nikel Sulfat di dalam negeri.

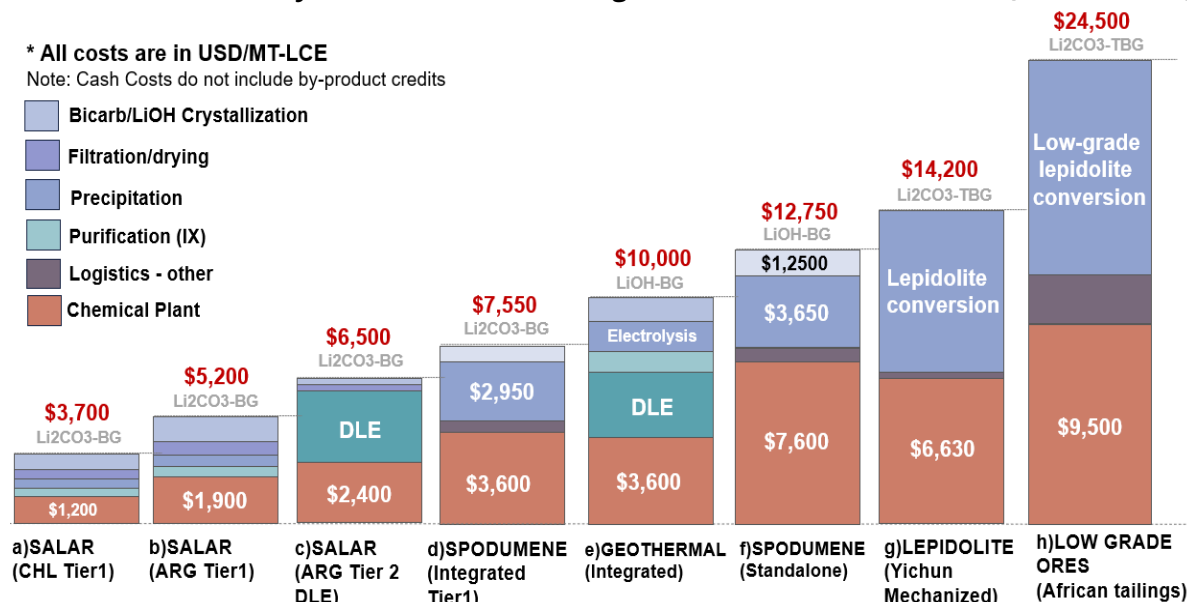
Dalam kasus Besi Fosfat, jumlah yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan material baterai lainnya. Dua konstituen utama Besi Fosfat (Asam Fosfat dan Besi Sulfat) dapat diperoleh dengan mudah dari proses industri. Apakah pemerintah Indonesia mengikuti jalur NCM atau jalur LFP, dalam kedua kasus tersebut masukan tambahan paling kritis adalah Litium Hidroksida dan Litium Karbonat.

3.1.2 Pengolahan

Untuk mencapai keamanan pasokan, kapasitas tambahan bagi Indonesia perlu difokuskan pada pengembangan pengolahan (*refining*) untuk material baterai berikut: Litium, Mangan, dan Besi Fosfat.

Beberapa jenis bahan baku (*feedstock*) dapat digunakan untuk litium, seperti *lithium carbonate technical grade* ($\text{Li}_2\text{CO}_3\text{-TG}$) dari proyek *brine*; konsentrat spodumene dengan kadar 6% (SC-6); atau konsentrat mineral berkadar rendah seperti lepidolite. Tergantung pada sumbernya, Biaya Operasional (OPEX) untuk meningkatkan $\text{Li}_2\text{CO}_3\text{-TG}$ menjadi kualitas baterai atau mengubahnya menjadi *lithium hydroxide battery grade* (LiOH-BG) akan berbeda dibandingkan dengan menggunakan konsentrat spodumene. Hal ini jauh lebih mudah dibandingkan dengan mengolah dari lepidolite berkadar rendah. Gambar di bawah ini mencakup berbagai jenis bahan baku dan teknologi. Proyek batuan keras (*hard rock*) cenderung lebih mahal dibandingkan dengan salar (danau garam). Asumsi yang digunakan: Spodumene @ harga insentif jangka panjang = US\$950/MT-SC6; Lepidolite @ harga saat ini di Tiongkok = US\$300/MT-Lep.

Gambar 3.2 Kurva biaya berdasarkan teknologi untuk bahan kimia litium (C1 Cash Cost)



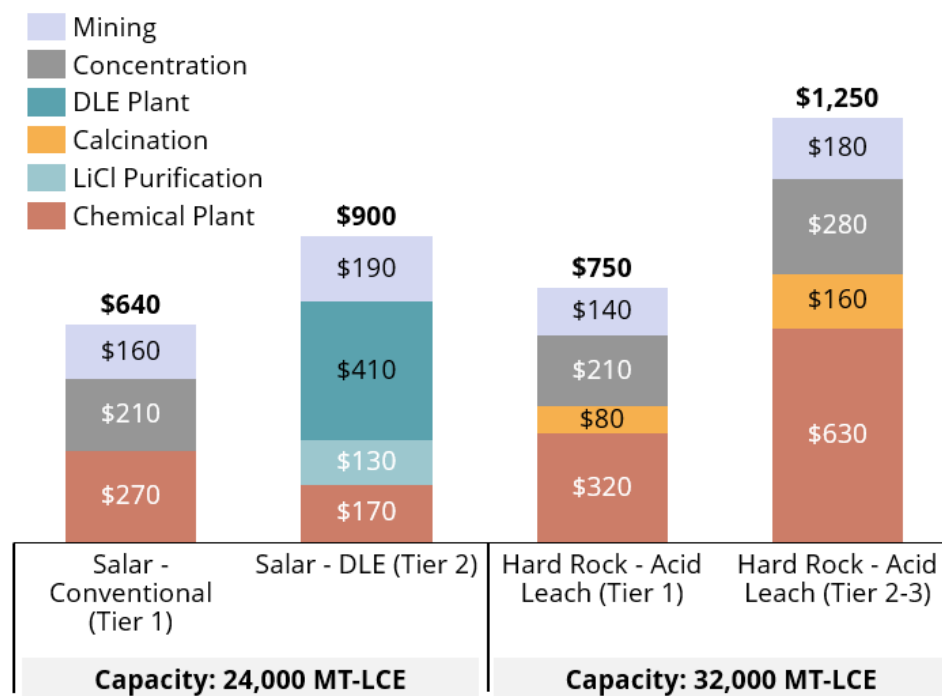
Sumber: SC-Insights, berdasarkan data nyata untuk OPEX C1

Proyek berbasis brine memiliki keunggulan kompetitif dalam hal biaya operasional. Namun, terdapat kelemahan seperti tingkat hasil (*yield*) dan waktu *start-up*. Jika Indonesia masuk ke bisnis pengolahan, maka satu-satunya tahap yang relevan adalah “Proses Kimia”, karena bahan baku harus diperoleh dari luar negeri. Perbandingan antara teknologi Capital Expenditure (CAPEX) untuk pengolahan litium ditampilkan di bawah, membandingkan evaporasi konvensional dengan *hard rock*, tetapi hanya untuk bagian proses kimia. Jika pemerintah memutuskan untuk mendapatkan bahan baku dari luar

negeri, pengolahan bahan baku litium di dalam negeri dapat memakan biaya hingga US\$630 juta untuk kapasitas 32.000 MT-LCE (berdasarkan pabrik kimia untuk mengolah konsentrat spodumene). Pengolahan *lithium carbonate technical grade* (Li₂CO₃-TG) dari operasi salar lebih ringan dari sisi CAPEX, hanya mencapai sekitar US\$270 juta untuk meningkatkan produk menjadi bahan kimia kualitas baterai.

Gambar 3.3 Perbandingan CAPEX antara kilang litium

Seluruh biaya dalam USD/MT-LCE



Source: Sumber: SC-Insights berdasarkan data nyata dari PFS dan DFS proyek perwakilan termasuk Pozuelos Pastos Grandes (PPG), Cauchari-Olaroz (Lithium Americas), Centenario Ratones (Eramet), Guben (Rocktech), dan lainnya.¹¹⁷ CAPEX tidak memperhitungkan Sustaining Capital maupun kelebihan biaya (*overruns*).

Dalam kasus Mangan, analisis difokuskan pada bagian metalurgi dari proses, tidak termasuk biaya penambangan, konsentrasi, dan logistik. Sejumlah proyek Mangan beserta CAPEX masing-masing untuk proses *leaching* dan biaya metalurgi lainnya ditunjukkan di bawah ini:

Tabel 3.2 Perbandingan CAPEX antara proyek Mangan

Item	Euro Manganese ¹¹⁸	Giyani ¹¹⁹	GMC ¹²⁰	Manganese X ¹²¹
Tahun	2022	2022	2024	2022
Proyek	Chevaletice	K Hill	Nsuta	Woodstock
Negara	Republik Ceko	Botswana	Ghana	Kanada

¹¹⁷ Data terkait pasokan berasal dari statistik perdagangan atau informasi perusahaan mengenai kapasitas. Cara produksi atau kapasitas tersebut tersebar dalam kurun waktu tertentu diusulkan, direvisi, dan disunting oleh analis dari *Supply Chain Insights* (SC Insights) atau perusahaan konsultan sejenis. Biasanya, proyek pertambangan/pemurnian/CAM/sel tidak langsung berproduksi pada kapasitas penuh, sehingga perlu dilakukan simulasi peningkatan kapasitas (*ramp-up*) yang wajar. Demikian pula, proyek biasanya juga tidak berproduksi pada kapasitas terpasang (*nameplate capacity*), karena hal tersebut dapat menurunkan kualitas.

¹¹⁸ Euro Manganese Inc (2022) Euro Manganese Announces Positive Feasibility Study Base Case Results for the Chvaletice Manganese Project. [Tautan](#)

¹¹⁹ Giyani Metals Corp (2022) Giyani Announces the Results of its Feasibility Study for the K.Hill Battery-Grade Manganese Project. [Tautan](#)

¹²⁰ The Sikman Times (2024) GMC to build \$450m refinery, advancing value addition in mining sector. [Tautan](#)

¹²¹ Manganese X Energy Corp (2022) Manganese X Announces Positive PEA for its Battery Hill Project. [Tautan](#)

Item	Euro Manganese ¹¹⁸	Giyani ¹¹⁹	GMC ¹²⁰	Manganese X ¹²¹
Produk	HPMSM	HPMSM	HPMSM	HPMSM
Kapasitas (MT-Mn)	200.000	100.000	100.000	84.000
CapEX (US\$ juta)	753	281	240	350
CapEx Uniter (US\$/MT-Mn)	7.530	2.810	2.400	4.167

Sumber: Informasi publik dari masing-masing perusahaan

Untuk memenuhi target 60 GWh pada tahun 2030, dibutuhkan 12.000 ton kandungan Mangan. Produksi High Purity Manganese Sulphate (HPMSM) tidak memerlukan sumber mineral lokal, juga tidak membutuhkan investasi modal yang besar. Untuk kilang Mn dengan biaya menengah, sebuah pabrik senilai US\$160 juta dapat memproduksi 50.000 ton-Mn Mangan Sulphate untuk sektor baterai.

3.1.3 Bahan Katoda Aktif (Cathode Active Materials/CAM)

Di sisi katoda, peran strategis Indonesia dalam pasar nikel dan daya saingnya dalam hal energi/reagen telah menarik pemain kunci LG Chem. Perusahaan PT HLI Green Power, yang merupakan usaha patungan antara Hyundai Motor Company, LG Energy Solution, dan Indonesia Battery Corporation, telah membangun pabrik dengan kapasitas 110.000 MT-NCM, dan merencanakan pembangunan *train* kedua dengan kapasitas 50.000 ton NCM yang ditargetkan siap pada akhir dekade ini. Selain itu, fasilitas katoda LFP pertama di Indonesia, PT LBM Energi Baru Indonesia, telah memasuki pasar dengan kapasitas produksi 30.000 ton LFP. Tabel 3.3 di bawah menunjukkan skenario potensial penerapan kapasitas, termasuk proyek yang sudah ada:

Tabel 3.3 Penerapan CAM di Indonesia (kapasitas dalam ton)

Perusahaan	Train	Chem	2024	2025	2026	2027	2028	2029
LBM Energy Baru ¹²²	I	LFP	--	4.000	15.000	30.000	30.000	30.000
	II		--	--	--	15.000	30.000	30.000
	III		--	--	--	---	15.000	30.000
HLI Green Power ¹²³	I	NCM	--	12.000	50.000	110.000	110.000	110.000
	II		--	--	25.000	50.000	50.000	50.000
TOTAL			--	16.000	90.000	205.000	235.000	250.000

Sumber: Pengumuman publik dari Energy Baru dan Green Power (LG)

Tabel 3.4 Produksi bahan baku CAM untuk kapasitas LIB target EV 2030

Item	Unit	NCM	LFP	Total
Produksi	MT-CAM	160.000	90.000	250.000
Konversi	MWh/MT	0,44=(1/2,25)	0,61=1/1,65	
Kapasitas	GWh	70,4	60,3	130,7

Sumber: Perhitungan berdasarkan Tabel 3.3 CAM Penerapan CAM di Indonesia (kapasitas dalam ton)

Dari tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa kapasitas manufaktur yang dibangun sudah cukup untuk menutupi kebutuhan gabungan NCM dan LFP hingga tahun 2030, dalam skenario di mana kedua teknologi diproduksi di Indonesia. Namun, jika negara hanya memutuskan untuk memproduksi satu jenis teknologi saja (hanya NCM atau hanya LFP)

¹²² Petromindo (2025) LG energy Solution acquires stake in Lopal Tech's LFP cathode plant in Central Java. [Tautan](#)

¹²³ PT. HLI Green Power (2023) Number One Industry for Electric Vehicle Battery. [Tautan](#)

maka hal ini tidak akan tercapai. Dalam kasus NCM, kedua *train* yang sedang dibangun oleh HLI Green Power tidak mampu menutupi kebutuhan bahan baku katoda untuk 100 GWh pada akhir dekade. Demikian pula, untuk LFP kedua *train* milik Energy Baru tidak dapat memproduksi cukup bahan katoda aktif untuk memenuhi kebutuhan mendekati 70 GWh. Tantangan dan risiko bagi Indonesia terletak pada eksekusi serta jadwal penyelesaian untuk volume yang ditunjukkan di atas.

3.1.4 Bahan Aktif Anoda

Sektor anoda di Indonesia didominasi oleh perusahaan Tiongkok, BTR New Material Group. Pada tahun 2024, perusahaan ini meresmikan pabrik baru di Kendal, Jawa Tengah, dengan kapasitas awal sebesar 80.000 MT dan investasi senilai USD 478 juta. Fase kedua akan menggandakan kapasitas tersebut, dengan rencana konstruksi pada periode 2025–2026. Sebuah pabrik dengan kapasitas 80 kMT anoda mampu memasok material yang cukup untuk hampir 90 GWh, sehingga rantai pasok lokal relatif sudah tercukupi dalam hal kebutuhan grafit—selama BTR dapat meningkatkan kapasitas tepat waktu.

3.1.5 LIB cells

Untuk mencapai target produksi 1.000.000 unit EV pada akhir dekade, Indonesia dapat membangun infrastruktur katoda/sel untuk mendukung baik NCM, LFP, maupun kombinasi keduanya. Kedua kimia baterai ini saat ini menjadi yang paling banyak digunakan di dunia dan sangat penting untuk menggerakkan sebagian besar kendaraan listrik baru. Karena adanya perbedaan ukuran baterai, kebutuhan kapasitas juga berbeda: dengan rata-rata ukuran baterai NCM 88 kWh, kapasitas sel yang diperlukan mencapai 60 GWh. Sementara itu, untuk baterai LFP dengan rata-rata 55 kWh, kapasitas sel yang dibutuhkan hanya sekitar 40 GWh. Jumlah ini setara dengan dua pabrik LIB berukuran menengah, atau satu pabrik raksasa yang sebanding dengan pengembangan terbaru CATL, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kapasitas yang dibutuhkan untuk target EV 2030

Item	Unit	NCM	LFP	Campuran
EV	Target 2030	1.000.000	1.000.000	500.000/500.000
Ukuran LIB	kWh	88	55	88/55
Kapasitas	GWh	100	67	50 NCM+38,5 LFP = 88,5 total

Sumber: Perhitungan berdasarkan Gamabr 3.1 Kebutuhan bahan baku baterai untuk Indonesia 2030 berdasarkan tipe baterai

Saat ini, Hyundai dan KIA adalah satu-satunya produsen EV yang menggunakan baterai produksi domestik, terutama dari LG Energy Solution. Meski merupakan perjanjian strategis, kapasitas JV tersebut hanya menghadirkan sekitar 8 GWh, jauh dari cukup untuk mendukung agenda nasional. Produsen lain seperti Phylion lebih berfokus pada baterai prismatic Lithium Manganese Oxide (LMO) untuk perangkat portabel. Sementara itu, terkait Tesla, meskipun banyak upaya diplomasi dilakukan untuk membangun *gigafactory* di Indonesia, hingga kini belum ada pengumuman atau rencana konkret bahwa Tesla akan hadir di tanah air.

3.2 Kelayakan operasional untuk BESS

Menentukan tingkat penyimpanan yang diperlukan dalam jaringan listrik dan sumber terbaik untuk memenuhinya bukanlah tugas yang sederhana. Menurut NREL, tidak ada aturan praktis mengenai seberapa besar kapasitas baterai penyimpanan yang diperlukan

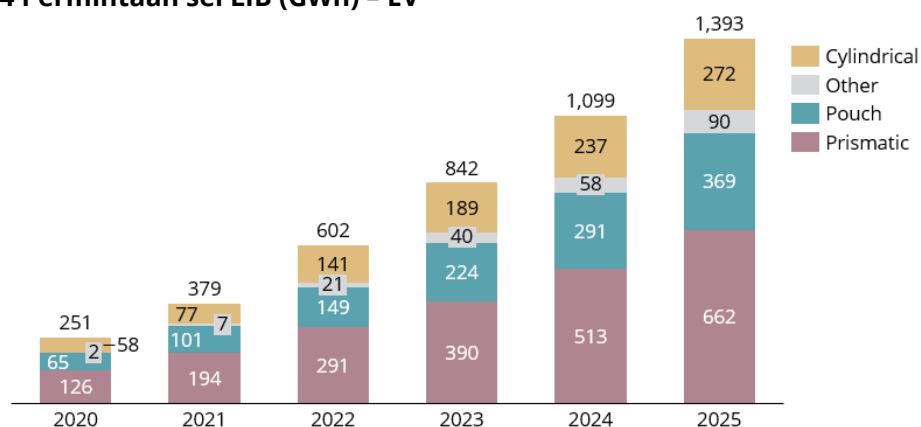
untuk mengintegrasikan energi terbarukan dalam jumlah tinggi¹²⁴. Hal ini sangat bergantung pada beberapa faktor, seperti bauran pembangkit yang direncanakan, fleksibilitas sumber daya yang ada, profil permintaan, dan interkoneksi dengan sistem tenaga lainnya.

BESS tidak selalu menjadi pilihan terbaik untuk mendukung integrasi energi terbarukan karena tingginya biaya awal. Riset menunjukkan bahwa baterai dengan durasi 2 jam lebih diprioritaskan pada tingkat penetrasi energi terbarukan yang lebih rendah, sementara baterai 4 jam hingga 10 jam menjadi lebih hemat biaya ketika penetrasi energi terbarukan meningkat¹²⁵.

Namun demikian, semakin banyak negara yang mulai menetapkan target BESS dan mengintegrasikannya ke dalam perencanaan ketenagalistrikan nasional serta strategi dekarbonisasi. Sebagai contoh, menurut Kementerian Perdagangan, Industri, dan Energi Korea, negara tersebut diproyeksikan memerlukan 24,4 GW kapasitas jangka pendek hingga menengah pada tahun 2036¹²⁶, sedangkan Jerman diperkirakan membutuhkan 24 GW pada tahun 2037 menurut Bundesnetzagentur¹²⁹. Menariknya, meskipun target RE Jerman mencapai 90% dibandingkan sekitar 30% di Korea¹²⁹. Justru Korea diperkirakan akan membutuhkan fleksibilitas lebih tinggi melalui baterai. Vietnam juga telah menetapkan target kapasitas baterai¹²⁷ dalam Rencana Pengembangan Kelistrikan VIII yang direvisi.

Proses manufaktur baterai pada dasarnya sama, baik ditujukan untuk EV maupun BESS. Bahan baku yang digunakan sama, bahkan bentuk sel pun bisa identik. Perbedaan utama terletak pada ketersediaan material aktif, di mana sebagian besar bahan baku dialokasikan untuk kontrak EV, sehingga menyisakan lebih sedikit untuk kontrak BESS. Grafik di bawah menunjukkan tipe sel LIB yang paling umum untuk EV dan ESS. Untuk EV, tipe *prismatic* mencakup 47% dari total permintaan pada 2024, diikuti tipe *pouch* (27%). Untuk ESS, tipe silindris mendominasi dengan 58% dari total permintaan pada 2024. Proporsi ini diperkirakan tetap sama pada 2025. Grafik juga memperlihatkan kesenjangan besar antara permintaan EV dan BESS: pada 2024, permintaan EV mencapai 1.099 GWh, sedangkan BESS hanya 54 GWh.

Gamabr 3.4 Permintaan sel LIB (GWh) – EV



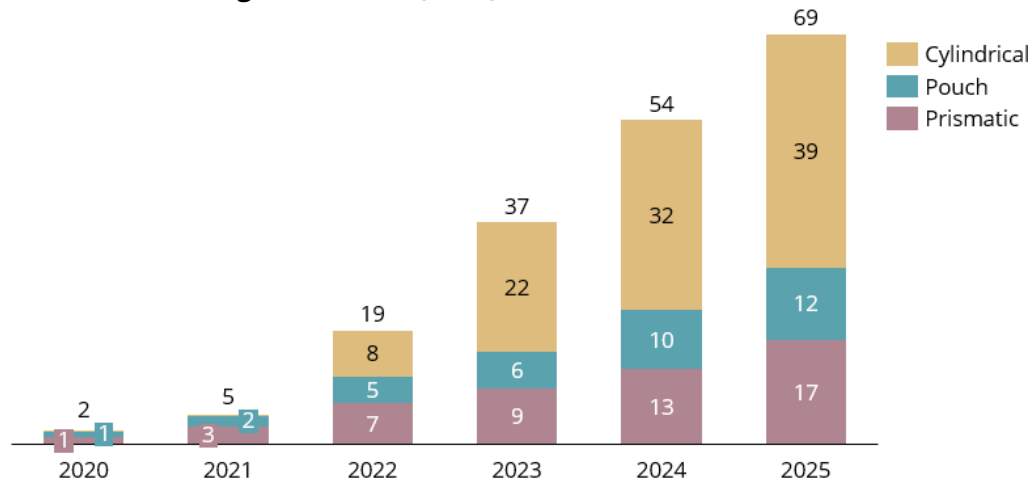
¹²⁴ [Grid-Scale Battery Storage: Frequently Asked Questions](#)

¹²⁵ Dharik S. Mallapragada, et. al. "Long-run system value of battery energy storage in future grids with increasing wind and solar generation" Applied Energy, Volume 275, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115390>.

¹²⁶ Energiepartnerschaft (2025). Battery Energy Storage Systems in Korea and Germany. https://energypartnership-korea.org/fileadmin/korea/media_elements/Battery_Energy_Storage_Systems_in_Korea_and_Germany.pdf

¹²⁷ <https://www.giz.de/en/downloads/giz2025-en-sector-analysis-vietnam-battery-energy-storage-systems.pdf>

Gambar 3.5 Permintaan global sel LIB (GWh) – ESS



Sumber: SC Insights¹²⁶

Untuk Indonesia, laporan ini sejalan dengan RUPTL 2025 dan mendorong dilakukannya studi khusus mengenai jaringan listrik nasional untuk menentukan target penetrasi BESS, jangka waktunya, serta kemungkinan lokasinya. Hal ini memungkinkan kapasitas manufaktur diperluas secara terarah.

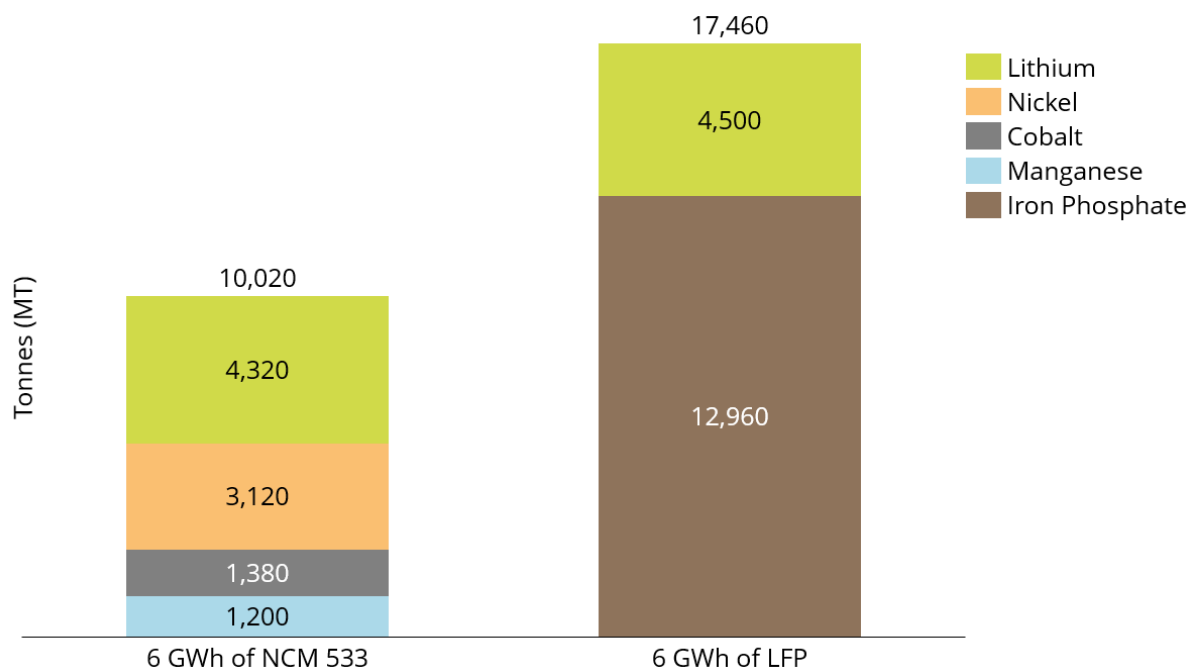
RUPTL 2025¹²⁹ mencakup skenario ARED yang meliputi program strategis seperti pembangunan Green Enabling Transmission, Smart Grid, Smart Control System, Flexible Generation, co-firing, Carbon Capture Storage (CCU)/Carbon Capture Utilization Storage (CCUS), BESS, dan program pengurangan emisi lainnya. Strategi ini menetapkan bahwa BESS dapat digunakan sebagai kapasitas firm yang dipasangkan dengan pembangkit berbasis VRE. Persyaratan minimum BESS untuk *frequency smoothing* adalah 10% dari kapasitas pembangkit VRE atau sesuai hasil studi. Dokumen ini juga menyebutkan bahwa proyek VRE dengan BESS yang memiliki kewajiban *firmiting* harus bersaing secara teknis dengan pembangkit *baseload* andal (misalnya panas bumi, Combined Cycle Gas Turbine, atau Pembangkit Listrik Tenaga Air), serta secara finansial tidak boleh melebihi biaya operasi pembangkit *baseload* atau sistem *marginal cost*¹²⁹.

Untuk menghitung kebutuhan bahan baku Indonesia dalam memenuhi target BESS, digunakan acuan target 6 GW dalam skenario ARED. Kimia NCM533 dan LFP dipandang sesuai untuk penyimpanan karena kepadatan energi bukanlah kendala. Kebutuhan bahan baku ditunjukkan dalam gambar berikut, dengan asumsi 1 GW = 1 GWh. Tabel dengan perhitungan data secara lengkap dapat ditemukan dalam Lampiran 5.

¹²⁸Li-ion Battery Supply Chain Insights. <https://sc-insights.com/services/>

¹²⁹ RUPTL 2025-2034. https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/b967d-ruptl-pln-2025-2034-pub-.pdf

Gambar 3.6 Kebutuhan bahan baku baterai untuk Indonesia 2034 berdasarkan jenis baterai – BESS



Sumber: Kepadatan energi dari from SC Insights¹¹⁴ dan Cao et.al.¹¹⁵; kapasitas didefinisikan sebagai 6 GWh dari BESS

Jumlah bahan baku yang dibutuhkan Indonesia untuk memenuhi target 6 GWh BESS pada 2034 jauh lebih kecil dibandingkan kebutuhan untuk EV. Selain itu, Indonesia juga dapat mempertimbangkan penggunaan baterai EV bekas untuk penyimpanan jaringan. Konsep ini, yang disebut *end-of-life grid storage*, dilakukan dengan mengelompokkan baterai yang kapasitasnya turun di bawah 80% sehingga tidak lagi optimal untuk EV, tetapi masih dapat digunakan untuk penyimpanan energi. Praktik ini sudah umum di beberapa negara seperti Jerman, Jepang, dan AS, serta oleh produsen mobil. Sebagai contoh, di Inggris, Jaguar Land Rover (JLR) sedang menguji unit penyimpanan 270 kWh dari baterai EV bekas yang berasal dari Range Rover dan Range Rover Sport *plug-in hybrid*¹³⁰. Electric Reliability Council of Texas (ERCOT) telah menguji 900 baterai EV bekas sejak Mei 2024 dengan kapasitas 53 MWh¹³¹.

Baterai EV bekas ini dapat langsung digunakan untuk BESS tanpa melalui proses tambahan.

3.3 Integrasi dan implementasi rantai pasok

Rencana untuk mengintegrasikan rantai pasok baterai bagi EV dan BESS dengan pembangkit energi terbarukan secara mulus akan memungkinkan Indonesia mengadopsi pendekatan holistik dalam mencapai berbagai tujuan energi, sekaligus mengurangi risiko dari setiap investasi individu.

Pemerintah perlu memperkuat kebijakan untuk mendukung manufaktur baterai dan pengembangan rantai pasok sebagaimana dibahas lebih lanjut dalam dokumen ini. Hal

¹³⁰ April 2024. "JLR unveils portable energy storage system made with used EV batteries" <https://www.edie.net/jlr-unveils-portable-energy-storage-system-made-with-used-ev-batteries/>

¹³¹ November 2024. "Element Energy commissions 'world's largest' second life BESS at 53MWh, partners with LG ES Vertech". <https://elementenergy.com/element-energy-commissions-worlds-largest-second-life-bess-at-53mwh-partners-with-lg-es-vertech/>

ini mencakup insentif pajak, subsidi, serta proses regulasi yang lebih sederhana untuk meningkatkan keyakinan dalam perizinan, antara lain. Inisiatif-inisiatif tersebut selaras dengan peta jalan sektor energi Kementerian ESDM menuju Net Zero Emissions 2060¹³², serta kerangka RUKN 2024 dan RUPTL 2025 yang menekankan efisiensi energi dan keberlanjutan.

Pertimbangan tambahan untuk integrasi rantai pasok baterai meliputi:

- **Kolaborasi antar sektor:** Mendorong kolaborasi antara produsen kendaraan listrik, perusahaan energi terbarukan, dan produsen baterai untuk menciptakan ekosistem yang terpadu. Dengan berbagi data dan wawasan, para pemangku kepentingan dapat menyelaraskan jadwal produksi, mengantisipasi fluktuasi permintaan, serta merespons dengan cepat terhadap perubahan pasar.
- **Manufaktur yang fleksibel:** Membangun fasilitas manufaktur yang adaptif dan mampu memproduksi baterai baik untuk kendaraan listrik maupun aplikasi energi terbarukan. Fleksibilitas ini memungkinkan penyesuaian produksi dengan cepat sesuai permintaan, mengurangi waktu tunggu, serta menjaga kesinambungan rantai pasok.
- **Standardisasi dan kecocokan:** Mengembangkan desain dan spesifikasi baterai standar yang dapat digunakan secara bergantian dalam kendaraan listrik maupun sistem energi terbarukan. Standardisasi ini menyederhanakan rantai pasok, menurunkan biaya produksi, serta meningkatkan skalabilitas teknologi baterai. Indonesia dapat menyelaraskan standar domestiknya dengan negara-negara tujuan ekspor baterai seperti Tiongkok dan Jepang.
- **Manajemen inventori yang maju:** Memanfaatkan sistem manajemen inventori berbasis AI untuk memantau stok, memprediksi permintaan, dan mengotomatisasi proses pemesanan ulang. Pendekatan ini memastikan ketersediaan komponen dan produk jadi baterai secara konsisten, mencegah kemacetan dan kekurangan pasokan.
- **Praktik berkelanjutan:** Mengintegrasikan praktik berkelanjutan di seluruh rantai pasok, mulai dari penyediaan bahan baku hingga daur ulang dan pembuangan. Dengan memprioritaskan material dan proses ramah lingkungan, Indonesia dapat meminimalkan dampak lingkungan dari produksi baterai serta mendukung ekonomi sirkular.
- **Sinergi infrastruktur:** Menyelaraskan rencana pembangunan infrastruktur untuk stasiun pengisian EV, instalasi PLTS, dan proyek energi terbarukan lainnya. Perluasan infrastruktur yang terkoordinasi memastikan penerapan teknologi baterai mendukung tujuan transisi energi dan keberlanjutan secara lebih luas.

Dengan mengadopsi prinsip-prinsip ini, Indonesia dapat menciptakan rantai pasok yang kokoh dan terintegrasi, yang tidak hanya mendukung peningkatan permintaan baterai untuk EV dan pembangkit energi terbarukan, tetapi juga mendorong efisiensi, inovasi, dan keberlanjutan.

3.4 Pembiayaan proyek rantai pasok baterai

Sebagaimana halnya dengan setiap investasi, penting untuk menyajikan profil risiko dan imbal hasil yang dapat diprediksi serta transparan agar dapat menarik pemberi pinjaman

¹³² IEA. September 2022. An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia. <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-net-zero-emissions-in-indonesia>

dan investor. Proyek yang dianggap memiliki risiko lebih rendah akan lebih menarik dan karenanya dapat menarik spektrum investor yang lebih luas, sering kali dengan ketentuan yang lebih menguntungkan dan hemat biaya. Sebaliknya, proyek dengan risiko lebih tinggi biasanya perlu menawarkan tingkat pengembalian yang lebih besar untuk dapat mengamankan investasi.

Untuk secara efektif melacak daya tarik finansial, kesehatan, dan kemajuan rantai pasok baterai, beberapa metrik keuangan utama perlu dipertimbangkan. Indikator berikut relevan tanpa memandang posisi dalam rantai pasok dan sebaiknya dievaluasi secara kasus per kasus, idealnya dalam model yang terintegrasi untuk memastikan rantai pasok tetap kuat dari hulu hingga hilir.

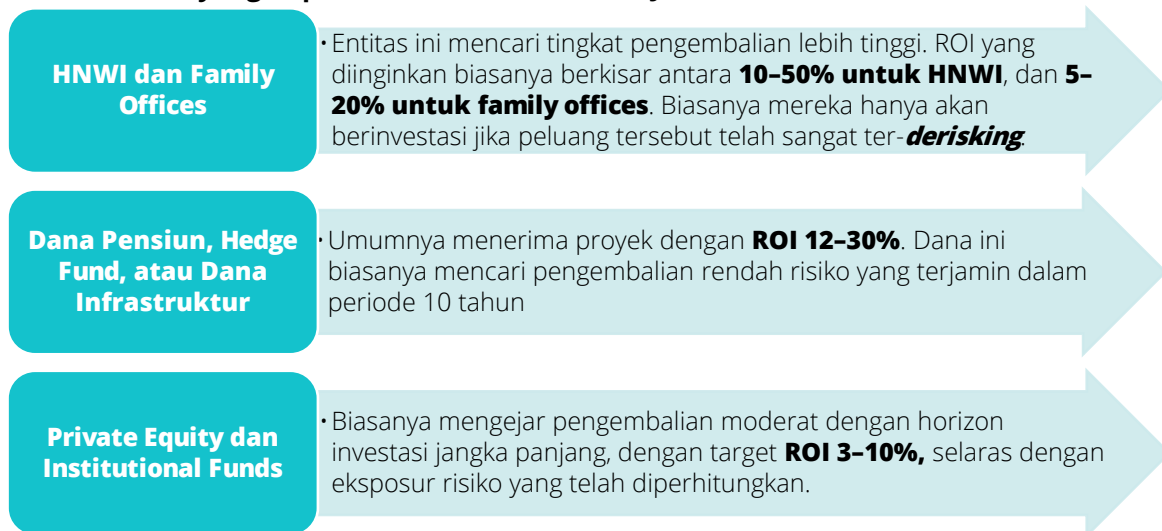
- **Return on Investment (ROI):** Mengukur profitabilitas investasi dalam proyek rantai pasok baterai untuk memastikan bahwa hasilnya memenuhi ekspektasi kinerja finansial dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi berkelanjutan.
- **Cost-Benefit Analysis (CBA):** Mengevaluasi biaya dan manfaat dari berbagai proyek untuk memprioritaskan inisiatif yang menawarkan pengembalian paling signifikan dalam hal efisiensi energi, dampak lingkungan, dan manfaat ekonomi
- **Capital Expenditure (CAPEX):** Memantau total investasi yang dilakukan dalam infrastruktur, fasilitas manufaktur, dan akuisisi teknologi untuk memastikan keselarasan dengan alokasi anggaran dan tujuan strategis.
- **Operational Expenditure (OPEX):** Melacak biaya operasional yang sedang berlangsung terkait produksi baterai, logistik, dan daur ulang untuk mengoptimalkan pengeluaran dan mencapai efisiensi biaya.
- **Revenue Growth:** Menganalisis tren pendapatan dari penjualan baterai, lisensi teknologi, dan kemitraan internasional untuk menilai penerimaan pasar serta kelayakan finansial.
- **Gross Margin:** Memantau selisih antara pendapatan dan biaya pokok penjualan untuk memastikan profitabilitas dalam proses manufaktur dan distribusi.
- **Payback Period:** Menghitung waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan investasi awal pada proyek baterai guna menilai kelayakan finansial dan daya tarik investasi.
- **Net Present Value (NPV):** Menentukan nilai saat ini dari arus kas masa depan yang dihasilkan oleh proyek baterai untuk mengevaluasi profitabilitas dan keberlanjutan jangka panjang.
- **Internal Rate of Return (IRR):** Menilai tingkat pengembalian tahunan yang diharapkan dari investasi baterai untuk dibandingkan dengan peluang investasi lainnya.
- **Debt-to-Equity Ratio:** Menjaga rasio yang seimbang guna memastikan stabilitas keuangan proyek rantai pasok baterai, yang mencerminkan ketergantungan proyek pada utang dibandingkan dengan ekuitas investor.

Meskipun semua metrik yang dijelaskan sebelumnya harus ditinjau berdasarkan proyek demi proyek, rasio utang terhadap ekuitas (Debt-to-Equity) perlu mendapatkan perhatian khusus. Pembiayaan proyek secara tradisional bergantung pada investasi ekuitas, yang dilengkapi dengan mekanisme pembiayaan proyek untuk memastikan alokasi modal yang memadai. Rasio utang terhadap ekuitas biasanya berada pada tingkat 60:40, meskipun dapat bervariasi tergantung pada profil risiko perusahaan, perjanjian kontraktual, serta strategi keuangan secara keseluruhan.

Pembiayaan Ekuitas dapat bersumber dari berbagai entitas, termasuk perusahaan ekuitas swasta, dana pensiun, *hedge fund*, dana infrastruktur, individu dengan kekayaan

tinggi (High-Net-Worth Individuals/HNWI), dan kantor keluarga (*family offices*). Masing-masing investor ini memiliki preferensi risiko-imbal hasil yang berbeda, sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.7.

Gambar 3.7 ROI yang dapat diterima berdasarkan Jenis investor



Sumber: Praktik umum di industri, disediakan oleh The CloudMiner¹³³

Saat ini, proyek pertambangan menghadapi tantangan besar dalam memperoleh pembiayaan, terutama karena besarnya kebutuhan modal awal. Dalam banyak kasus, CAPEX yang diperlukan untuk mengembangkan proyek melampaui valuasi pasar perusahaan yang melaksanakannya. Misalnya, beberapa proyek membutuhkan investasi sekitar USD 500 juta, sementara nilai pasar perusahaan kurang dari USD 100 juta—sehingga membuat pembiayaan ekuitas menjadi tidak layak.

Selain itu, lingkungan harga rendah untuk komoditas utama semakin mempersempit akses terhadap pembiayaan proyek tradisional, yang dalam banyak kasus menjadi hampir tidak mungkin didapat. Situasi ini diperburuk oleh kegagalan profil tinggi di sektor energi bersih dan baterai—seperti kesulitan keuangan yang dialami Northvolt, Britishvolt, dan Li-Cycle—yang secara signifikan melemahkan kepercayaan investor dan mengurangi selera risiko pemberi pinjaman maupun investor ekuitas.

Untuk mengatasi keterbatasan pembiayaan ini, mekanisme pendanaan alternatif seperti perjanjian *streaming* (*streaming agreements*), perjanjian royalti (*royalty deals*), dan skema pra-pembayaran (*pre-payment structures*) muncul sebagai opsi yang layak karena menghindari dilusi ekuitas.

- **Perjanjian streaming dan royalti** memberikan modal di muka dengan imbalan bagian dari pendapatan atau laba masa depan. Walaupun instrumen ini meningkatkan likuiditas, mereka dapat berdampak signifikan pada potensi keuntungan jangka panjang.
- **Skema pra-pembayaran** melibatkan penerimaan pembayaran di muka untuk pengiriman produk di masa depan, biasanya dengan harga diskon. Model ini meningkatkan arus kas jangka pendek tetapi dapat menekan margin keuntungan dalam jangka panjang.

¹³³ [A Mineral Valuation Platform | TheCloudMiner](#)

Masing-masing struktur pembiayaan ini membawa **kompromi finansial** yang memengaruhi prospek pendapatan dan kinerja Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization (EBITDA) proyek, tergantung pada ketentuan yang disepakati serta profitabilitas mendasar proyek.

Akibat keterbatasan tersebut, produsen semakin beralih ke model pembiayaan inovatif untuk membuka akses modal bagi proyek pertambangan dan pengolahan secara bersamaan. Misalnya, perusahaan seperti Castlepines¹³⁴ dan The CloudMiner¹³⁵ saat ini sedang menguji penggunaan Special Purpose Vehicles (SPV) untuk memobilisasi pendanaan. SPV mempertahankan posisi ekuitas di setiap entitas sebagai bagian dari struktur pengembalian. Setelah 10 tahun, hak produksi penuh dipulihkan, memungkinkan aset untuk bernegosiasi secara independen dengan sisa ~60% produksi. Ketentuan tambahan (*clawback provisions*) dapat disertakan, seperti penyesuaian ekuitas atau volume substitusi, guna memberikan perlindungan bagi *off-taker*. Setelah disusun, SPV dapat dibiayai oleh perusahaan seperti Castlepines melalui instrumen pendapatan tetap (*fixed-income vehicle*) yang *bankable* dan dikelola oleh institusi keuangan terkemuka.

Struktur model SPV diilustrasikan dalam Gambar 3.8.

Gambar 3.8 SPV untuk pertambangan dan pengolahan

Special Purpose Vehicle (SPV) untuk Pertambangan dan Pengolahan

Sebagian dari off-take diamankan melalui mitra off-take yang kredibel dan bankable, seperti produsen peralatan asli (*original equipment manufacturer*/OEM) atau, dalam kasus tertentu, entitas pemerintah, dengan harga tetap selama periode 10 tahun. Harga dan volume *off-take* ini dirancang secara strategis untuk melunasi seluruh investasi modal dalam periode yang ditentukan, dengan target **internal rate of return (IRR) sebesar 10–12%**.

Pemasok (dalam hal ini tambang), konverter, dan *off-taker* harus menyepakati syarat bersama. Misalnya, **persentase tertentu dari mineral yang diproduksi tambang dapat dialokasikan ke OEM pada harga tetap yang sedikit lebih tinggi dari level pasar saat ini tetapi masih jauh di bawah proyeksi jangka menengah**. Perjanjian ini juga mencakup biaya tolling untuk konverter, sehingga kedua aset dapat segera mengakses modal tanpa perlu mencari ekuitas, menegosiasikan valuasi, atau mengatur utang—yang biasanya melibatkan biaya tinggi dan proses panjang. **Fokusnya tetap hanya pada eksekusi dan produksi.**

Terdapat kolam dana besar yang belum tergarap dari modal berisiko rendah yang berpotensi tertarik pada skema ini, seperti dana pensiun dan dana infrastruktur yang bersedia menerima ROI 10% dengan risiko rendah. Namun, untuk mengakses pendanaan ini, proyek harus menunjukkan pihak lawan (*counterparty*) *off-take* yang kuat dan *bankable*. Untuk proyek pertambangan dan pengolahan, *off-taker* yang paling kredibel biasanya adalah pengguna akhir kontrak, dengan perusahaan otomotif sebagai yang terkuat, karena kepentingan mereka adalah mendapatkan stabilitas rantai pasok dan visibilitas harga.

¹³⁴ [Castlepines Equity – Funding secure investments](#)

¹³⁵ [A Mineral Valuation Platform | TheCloudMiner](#)

Setelah mendapatkan persetujuan *rating* dan diperkenalkan ke pasar, dana pensiun dan dana infrastruktur dapat berpartisipasi, mengamankan pengembalian terjamin dengan risiko rendah selama periode 10 tahun. Menurut The CloudMiner, SPV ini sangat penting untuk pengembangan rantai pasok baru mineral kritis dalam lingkungan harga rendah saat ini, karena menawarkan jalur yang layak, dengan semakin meningkatnya keselarasan industri terhadap pendekatan ini.

Meskipun Indonesia sudah berpengalaman dalam pertambangan nikel, perubahan kondisi pasar, penurunan harga, serta kebutuhan untuk meningkatkan produksi mineral secara global guna memenuhi permintaan berbagai jenis baterai menjadikan pembiayaan proyek untuk pertambangan dan pengolahan sangat penting. Hal ini guna mengamankan investasi di seluruh rantai pasok, terutama karena kontrak biasanya terkait dengan *off-taker* sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Indonesia dapat lebih memanfaatkan posisinya sebagai produsen nikel terdepan dengan mendorong skema seperti ini, yang mengikat pasokan (pertambangan dan pengolahan) dengan permintaan (manufaktur EV dan baterai).

3.4.1 Peluang investasi di Indonesia

Indonesia menghadirkan lanskap investasi yang menarik untuk sektor baterai dan energi terbarukan, ditopang oleh posisinya sebagai negara dengan produksi tambang dan cadangan nikel terbesar di dunia—mencakup 59% dari total produksi tambang nikel global dan 42% dari cadangan global.¹³⁶ ¹³⁷ Kekayaan mineral negara ini mencakup 15 sabuk mineralisasi sepanjang lebih dari 15.000 km. Sekitar 7.000 km di antaranya telah dieksplorasi dan dikembangkan secara aktif, sementara 8.000 km sisanya masih belum banyak disentuh, menawarkan potensi signifikan untuk eksplorasi di masa depan.¹³⁸

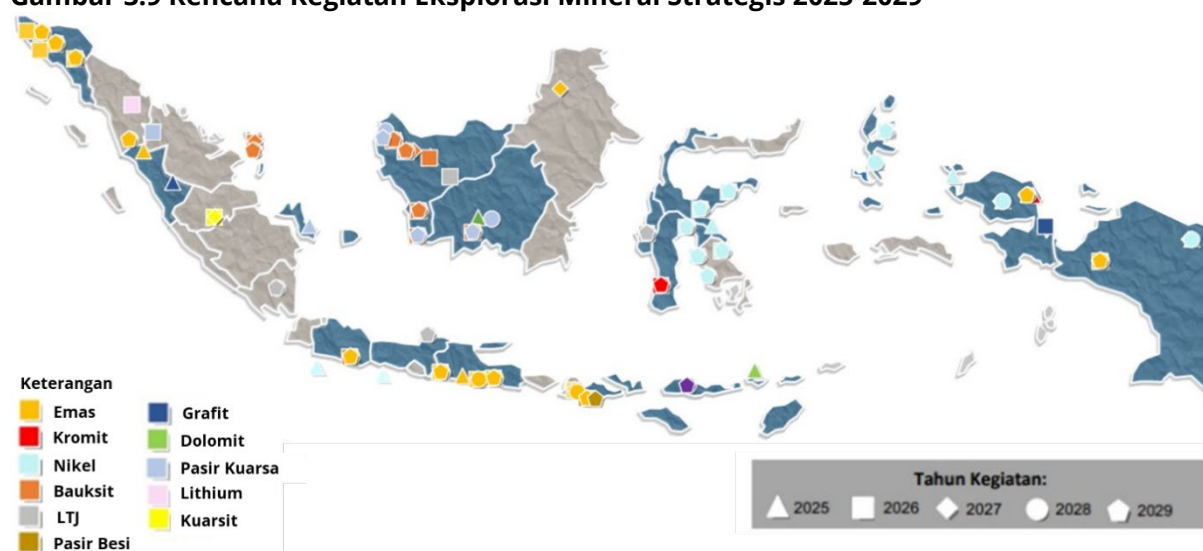
Sebagai dukungan, Keputusan Menteri No. 296.K/MB.01/MEM.B/2023 menetapkan peta jalan eksplorasi mineral kritis dan strategis Indonesia untuk periode 2025–2029 (Gambar 3.9), yang menunjukkan peluang investasi jelas dalam pengembangan mineral hulu dan pengolahan hilir untuk material baterai berkualitas. Memperkuat rantai nilai ini menempatkan Indonesia pada peran yang semakin penting dalam produksi baterai global.

¹³⁶ U.S. Geological Survey, *Mineral Commodity Summaries 2025*, ver. 1.2, Maret 2025 (Reston, VA: U.S. Geological Survey, 2025). [Tautan](#)

¹³⁷ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, Siaran Pers No. 646.Pers/04/SJI/2024: Menteri Bahlil Menegaskan Kembali Arah Presiden tentang Hilirisasi pada *Indonesia Mining Summit*, 4 Desember 2024. [Tautan](#)

¹³⁸ Badan Geologi, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) Republik Indonesia, *GeoMap: Geological Map Services of Indonesia*. [Tautan](#)

Gambar 3.9 Rencana Kegiatan Eksplorasi Mineral Strategis 2025-2029



Sumber: [Badan Geologi, Kementerian ESDM](#)

Pada Februari 2025, Presiden Prabowo meresmikan Daya Anagata Nusantara (Danantara), dana kekayaan negara (*sovereign wealth fund*) Indonesia, yang didukung dengan investasi awal sebesar US\$20 miliar untuk membiayai proyek strategis nasional—termasuk hilirisasi nikel¹³⁹. Langkah ini menunjukkan komitmen kuat sektor publik dan membuka pintu bagi kolaborasi sektor swasta dalam pembangunan industri.

Memperkuat arah ini, Peraturan Presiden No. 12/2025 dan RPJMN 2025–2029 yang baru diterbitkan menetapkan pengembangan hilirisasi nikel sebagai Prioritas Nasional No. 5, menegaskan sektor ini sebagai pilar strategi transisi energi dan industrialisasi Indonesia.¹⁴⁰

Indonesia menghadirkan lanskap investasi yang sangat menarik, didukung oleh sabuk metalogenik sepanjang 15.000 km yang memiliki 15 koridor mineralisasi utama¹⁴¹. Hal ini memberikan potensi luar biasa, terutama dalam cadangan nikel, serta memosisikan Indonesia sebagai pemain strategis dalam rantai pasok baterai global.

Untuk memaksimalkan potensi tersebut, adopsi strategi yang jelas untuk diversifikasi sumber investasi dan perluasan kemitraan internasional sangatlah penting. Seperti telah disebutkan dalam laporan ini, kondisi saat ini menunjukkan dominasi aktor Tiongkok dalam rantai pasok baterai Indonesia. Ketergantungan pada satu aktor menimbulkan tantangan terhadap daya saing biaya serta potensi gangguan rantai pasok.

3.4.2 Jalur regulasi untuk berinvestasi di Indonesia

Bagian ini memberikan gambaran singkat mengenai serangkaian langkah yang harus diikuti perusahaan untuk mendirikan usaha di Indonesia (Gambar 3.10)¹⁴². Pertambangan dan manufaktur baterai digunakan sebagai contoh, namun setiap perusahaan yang ingin berinvestasi di Indonesia wajib melalui langkah 1 sampai 5, tanpa memandang sektor usahanya. Indonesia telah menetapkan sistem perizinan berbasis

¹³⁹ Tempo, [2024](#) ; Media Nikel Indonesia, [2024](#)

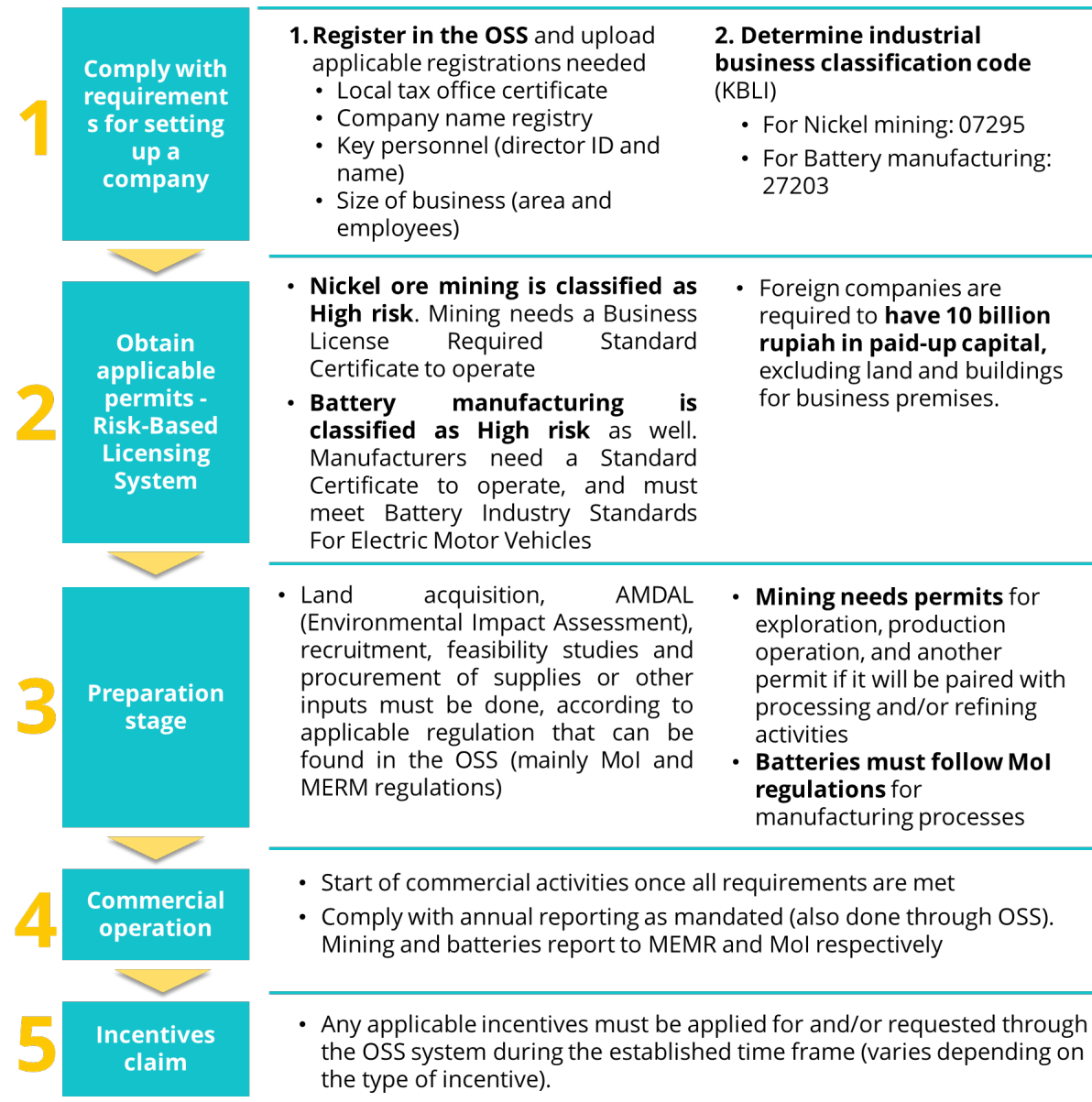
¹⁴⁰ Peraturan Presiden No. 12/2025 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN). [Tautan](#)

¹⁴¹ Badan Geologi, Kementerian ESDM, [Tautan](#)

¹⁴² ASEAN Briefing (Januari 2024) “Prospects for Electric Battery Production in Indonesia” hlm. 12-15.
<https://admin.cacac.com.cn/profile/2024/04/26/1e57912d-fae8-40ca-b80a-23e019ea0c53.pdf>

risiko¹⁴³ di mana pemerintah mengevaluasi tingkat risiko yang terkait dengan industri dan ukuran perusahaan, dan dari analisis tersebut ditentukan tingkat risikonya. Persyaratan izin dan perizinan bergantung pada tingkat risiko yang diberikan. Sistem Online Single Submission (OSS) dibuat untuk memfasilitasi prosedur aplikasi dan berbagi dokumen antar otoritas dalam cara yang lebih sederhana.

Gambar 3.10 Lima langkah jalur investor



Sumber: Penulis berdasarkan informasi dari OSS¹⁴⁴ ¹⁴⁵ dan BKPM¹⁴⁶

¹⁴³ 09-08-2021. "Gov't Launches Risk-Based OSS System for Business Licensing". Cabinet Secretariat of the republic of Indonesia. <https://setkab.go.id/en/govt-launches-risk-based-oss-system-for-business-licensing/>

¹⁴⁴ KBLI 2020 – 27203. Industri Baterai Untuk Kendaraan Bermotor Listrik. Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) 2020. <https://oss.go.id/informasi/kbli-detail/36281f3c-5a9b-45de-a5b8-a422fc0e90cf>

¹⁴⁵ KBLI 2020 – 07295. Pertambangan Bijih Nikel. Klasifikasi Baku Lapangan Usaha Indonesia (KBLI) 2020. <https://oss.go.id/informasi/kbli-detail/fb3ede94-145f-4eb7-b6e6-412af4634d30>

¹⁴⁶ Desember 2023. INDONESIA INVESTMENT GUIDEBOOK. Kementerian Investasi.

https://kemlu.go.id/files/repositori/74487/1734183425675d8a01e23de_7b_BKPM_GuideBook_2023.pdf

Untuk mendapatkan manfaat dari insentif fiskal, investor harus mengikuti proses aplikasi formal. Semua klaim harus diajukan melalui sistem OSS, yang berfungsi sebagai platform terpusat untuk prosedur terkait investasi. Proses ini telah distandardisasi untuk semua jenis insentif fiskal dan mengikuti serangkaian langkah yang seragam, seperti digambarkan pada gambar di bawah.

Gambar 3.11 Bagaimana cara mengajukan klaim insentif? – contoh



Sumber: Invest in Asia¹⁴⁷

3.5 Area pengembangan utama

Indonesia telah merumuskan kerangka kebijakan ambisius untuk mendorong transisi energi dan membangun rantai pasok baterai domestik. Fondasi arah ini tercermin dalam target nasional dan rencana pembangunan jangka panjang yang bertujuan untuk mendukung adopsi EV serta meningkatkan kapasitas BESS. Dengan cadangan mineral yang signifikan dan potensi energi terbarukan, negara ini memiliki dasar yang kuat untuk melangkah maju. Namun, laju kemajuan masih tidak merata di berbagai bagian ekosistem baterai. Oleh karena itu, menjadi penting untuk mengidentifikasi area strategis utama di mana tindakan yang terarah akan menghasilkan peluang pengembangan yang lebih besar, sebagaimana diuraikan di bawah ini.

• Pemangku kepentingan dan pendanaan

Mengingat kompleksitas rantai pasok baterai, yang mencakup banyak tahap, regulasi yang rumit, dan keterlibatan berbagai pemangku kepentingan, kolaborasi yang efektif menjadi faktor kritis untuk keberhasilannya. Sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 1.5, berbagai pemangku kepentingan yang terlibat memerlukan kerangka kerja yang jelas

¹⁴⁷ 09-05-2025 "How to apply for Indonesia Investment Incentives via OSS" Invest in Asia. <https://investinasia.id/blog/applying-for-indonesia-investment-incentives-via-oss/>

yang dapat berfungsi sebagai mekanisme strategis untuk memperkuat rantai pasok baterai Indonesia. Pemberdayaan pemangku kepentingan dapat mempercepat kemajuan di seluruh segmen rantai nilai. Kolaborasi antara lembaga pemerintah dan sektor swasta dapat berperan penting dalam mengidentifikasi dan mengatasi hambatan di setiap tahap rantai pasok¹⁴⁸.

Kerangka regulasi, khususnya Peraturan Menteri Perindustrian No. 28/2023, mewajibkan partisipasi semua pemangku kepentingan yang relevan, termasuk pelaku industri, lembaga pemerintah, organisasi masyarakat sipil, dan lembaga penelitian. Regulasi tersebut menekankan pentingnya umpan balik dan aksi bersama untuk terus menyempurnakan prosedur serta memastikan bahwa prosedur tersebut inklusif dan dapat diterapkan di seluruh sektor.

Imperatif kolaboratif ini sebaiknya diperkuat lebih lanjut melalui upaya memperluas kemitraan publik-swasta. Beberapa inisiatif internasional, seperti Initiative for Responsible Mining Assurance (IRMA) dan Responsible Minerals Initiative (RMI), menunjukkan nilai dari tanggung jawab bersama dalam mengatasi risiko keberlanjutan. Memperkuat kolaborasi pemangku kepentingan melalui kerangka kerja yang terstruktur dan inisiatif global dapat memfasilitasi dialog berkelanjutan untuk menjembatani kesenjangan antara ekspektasi dan tantangan yang dihadapi di seluruh rantai pasok, mulai dari hulu hingga hilir¹⁴⁹.

• Penelitian dan pengembangan

R&D sangat penting untuk memastikan rantai pasok baterai yang berkelanjutan. Keberlanjutan rantai pasok dapat diukur melalui kapasitas produksi dan kesiapan teknologi dari berbagai komponen dan proses yang terlibat. R&D yang berkesinambungan serta pembaruan teknologi terbaru dapat meningkatkan efisiensi sumber daya industri, mendorong adopsi kandungan lokal, dan memperkuat praktik terbaik.

Lebih jauh lagi, Indonesia berpotensi memposisikan diri sebagai pemimpin dunia dengan mengimplementasikan kecerdasan buatan (AI) lebih awal dalam berbagai aspek strategi energi dan baterai, yang secara signifikan dapat meningkatkan efisiensi dan inovasi. Contohnya:

- **Analitik Prediktif:** Memanfaatkan AI untuk memproyeksikan kebutuhan energi dan mengoptimalkan integrasi sumber energi terbarukan seperti panas bumi, PV, dan tenaga angin, guna memastikan stabilitas dan keandalan pasokan energi.
- **Teknologi *Smart Grid*:** Menerapkan jaringan listrik cerdas berbasis AI untuk meningkatkan distribusi energi, memantau pola penggunaan, dan mengurangi pemborosan, selaras dengan tujuan KEN dan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).
- **Optimalisasi Rantai Pasok:** Menggunakan AI untuk memperlancar logistik, memprediksi gangguan rantai pasok, serta mengelola inventaris untuk manufaktur baterai, sehingga biaya dapat ditekan dan efisiensi ditingkatkan.

¹⁴⁸ RMI & Global Battery Alliance. (2025, Januari). Overcoming battery supply chain challenges with circularity (White paper). [Tautan](#)

¹⁴⁹ European Bank for Reconstruction and Development. (n.d.). *Sector supply-chain guidance batteries: Environmental and social risk management toolkit for financial intermediaries*. [Tautan](#)

- **Riset dan Pengembangan Lanjutan:** Memanfaatkan AI untuk mempercepat R&D dengan menyimulasikan berbagai teknologi baterai, memprediksi performa, dan mengidentifikasi inovasi paling menjanjikan, sehingga mendukung investasi R&D yang lebih terarah.
- **Pemantauan Lingkungan:** Menggunakan AI untuk memantau dampak lingkungan, mengelola proses daur ulang, dan memastikan kepatuhan terhadap regulasi dalam produksi serta pembuangan baterai, demi mendukung keberlanjutan dan standar nasional maupun internasional.

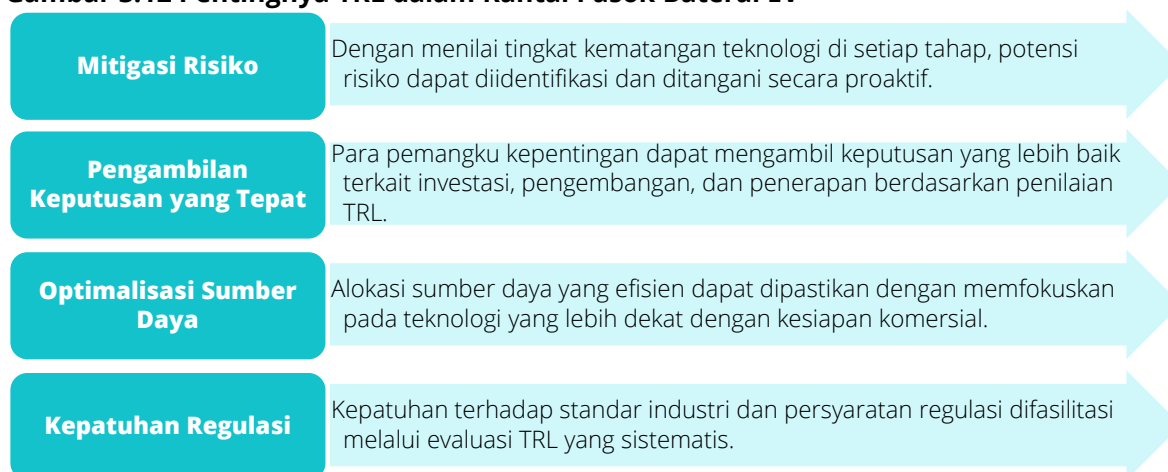
Untuk menjamin keberhasilan dan keberlanjutan rantai pasok ini, sangat penting menilai kesiapan teknologi dari berbagai komponen dan proses yang terlibat. Technology Readiness Levels (TRLs) memberikan kerangka sistematis untuk mengevaluasi kematangan teknologi, mulai dari konsep awal hingga penerapan komersial penuh..

Penerapan TRL dalam rantai nilai baterai menyediakan pendekatan terstruktur untuk menilai kesiapan dan keandalan teknologi di seluruh rantai pasok, mulai dari pengadaan bahan baku hingga daur ulang baterai.

- **Pengadaan Bahan Baku:** Pengadaan bahan baku seperti litium, kobalt, dan nikel sangat penting untuk produksi baterai EV. Pada TRL 1–3, penelitian difokuskan pada identifikasi sumber baru dan metode ekstraksi, baik domestik maupun, bila diperlukan, internasional untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Seiring perkembangan teknologi ke TRL 4–6, dilakukan validasi skala laboratorium dan percontohan untuk menilai kelayakan serta dampak lingkungan. Pada TRL 7–9, demonstrasi operasional dan penerapan skala komersial memastikan keandalan dan keberlanjutan pasokan bahan baku.
- **Manufaktur Baterai:** Proses manufaktur baterai mencakup beberapa tahapan, termasuk persiapan elektroda, perakitan sel, dan integrasi modul baterai. Pada TRL 1–3, material baru dan teknik manufaktur dikonsep dan diuji. TRL 4–6 melibatkan validasi proses ini di lingkungan yang terkendali. Pada TRL 7–9, jalur produksi skala penuh didirikan, dan teknologi dioptimalkan untuk produksi massal.
- **Pengujian dan Validasi Baterai:** Memastikan keamanan, kinerja, dan umur pakai baterai EV adalah hal yang utama. TRL 1–3 mencakup studi teoretis dan eksperimental mengenai perilaku baterai. TRL 4–6 melibatkan pengujian laboratorium dan lapangan dalam berbagai kondisi. Pada TRL 7–9, dilakukan validasi ekstensif dan proses sertifikasi untuk memenuhi standar industri serta persyaratan regulasi.
- **Daur Ulang dan Pemanfaatan Kembali Baterai:** Pengelolaan baterai EV di akhir masa pakai sangat penting untuk keberlanjutan. Pada TRL 1–3, penelitian difokuskan pada pengembangan metode daur ulang dan strategi pemanfaatan kembali. TRL 4–6 mencakup proyek percontohan dan validasi teknologi di lingkungan yang relevan. Pada TRL 7–9, fasilitas daur ulang skala komersial dan aplikasi pemanfaatan kembali diimplementasikan, memastikan terwujudnya ekonomi sirkular bagi material baterai.

Penerapan TRL dalam rantai pasok baterai EV menawarkan sejumlah manfaat sebagaimana ditunjukkan dalam Gambar 3.12

Gambar 3.12 Pentingnya TRL dalam Rantai Pasok Baterai EV



TRL dalam rantai pasok baterai EV sangat penting untuk memastikan pengembangan, penerapan, dan keberlanjutan teknologi ini. Dengan secara sistematis mengevaluasi tingkat kematangan setiap komponen dan proses, para pemangku kepentingan dapat mengambil keputusan yang tepat, memitigasi risiko, dan mengoptimalkan sumber daya. Seiring dengan terus berkembangnya industri EV, penggunaan TRL akan tetap menjadi alat penting dalam mendorong inovasi dan mencapai masa depan yang berkelanjutan bagi mobilitas listrik.

Selain itu, penilaian dampak keseluruhan dari rantai pasok juga harus dilakukan sebagai respons terhadap tekanan pasar, terutama terkait dengan isu ESG. Kerangka kerja ESG yang ada di Indonesia saat ini masih berfokus terutama pada aktivitas skala industri. Indonesia dapat memperoleh manfaat dengan mengintegrasikan persyaratan ESG ke dalam kebijakan TKDN, sehingga dapat memanfaatkan jaringan pemasok lokal yang lebih luas serta mengisi celah yang ada. Rantai pasok baterai yang dilengkapi dengan teknologi terbaru dan menunjukkan keberlanjutan serta tata kelola yang baik akan menarik investasi asing.

Pemerintah juga perlu meninjau instrumen kebijakan terkait pengembangan sel baterai dan manufaktur domestik. Implementasi kebijakan dan target harus dievaluasi secara berkala terhadap prioritas nasional. Dengan banyaknya instrumen, lembaga, dan dinamika perubahan pasar, Indonesia akan memperoleh manfaat dari tinjauan berkala ini untuk terus menilai efektivitas kebijakan serta tetap mengikuti perkembangan pasar. Penilaian rutin dan penyesuaian kebijakan sangat penting untuk memastikan konsistensi antara langkah-langkah yang diadopsi dengan tujuan jangka panjang energi dan industri Indonesia.

• **Infrastruktur**

Dalam beberapa tahun terakhir, kemajuan signifikan telah dicapai dalam pengembangan ekosistem infrastruktur baterai dan EV di Indonesia. Namun, distribusi dan aksesibilitas infrastruktur masih jauh dari optimal. Pada tahun 2024, infrastruktur baterai dan EV sebagian besar dikembangkan di Jawa (966 unit stasiun pengisian umum), dengan perbedaan yang cukup besar dibandingkan peringkat kedua yakni Sumatera (165 unit)¹⁵⁰. Target nasional untuk membangun lebih dari 60.000 stasiun pengisian umum pada tahun

¹⁵⁰ GoodStats, Jumlah SPKLU Indonesia Capai 1,3 Ribu di 2024, [Tautan](#)

2030 tetap sulit dicapai tanpa intervensi yang substansial¹⁵¹. Kekurangan infrastruktur baterai dan EV menimbulkan kekhawatiran terkait jangkauan (*range anxiety*) bagi calon konsumen dan menghambat adopsi EV domestik.

Pemerintah Indonesia perlu memberikan dukungan yang lebih terarah untuk mengatasi masalah ini, khususnya melalui investasi langsung. Investasi publik langsung dalam pengembangan stasiun pengisian serta insentif untuk instalasi pengisian privat, sebagaimana diterapkan di Uni Eropa dan Tiongkok, dapat membantu mempercepat kemajuan melalui proses persetujuan yang lebih ringkas dan prosedur regulasi yang disederhanakan¹⁵². Skema insentif yang lebih baik, mekanisme hibah, dan alokasi dana juga dapat memperbaiki kesenjangan ini.

Terkait dengan manufaktur EV domestik, pada tahun 2023 Indonesia memproduksi 15.358 kendaraan listrik murni roda empat, yang menunjukkan betapa jauhnya kapasitas manufaktur dari target nasional saat ini (Bagian 1). Kapasitas manufaktur tahunan saat ini sekitar 53.300 unit untuk kendaraan roda empat dan 1,5 juta unit untuk kendaraan roda dua¹⁵³. Produsen EV asal Tiongkok, BYD, telah mengumumkan fasilitas baru dengan kapasitas tahunan 150.000 EV¹⁵⁴ pada akhir tahun 2025. Namun, untuk mencapai target, Indonesia harus meningkatkan kapasitas produksi manufaktur sekitar 18 kali lipat dalam waktu kurang dari 5 tahun. Tantangan besar ini memerlukan kerja sama dan koordinasi dari beberapa kementerian, sebagaimana ditunjukkan dalam matriks *Responsible, Accountable, Consulted, and Informed* (RACI) dari peta jalan pada bagian berikutnya (Bagian 4). Revisi berkala terhadap insentif diperlukan untuk memastikan EV yang diproduksi secara lokal tetap kompetitif dibandingkan dengan impor, serta agar permintaan domestik dapat mengikuti kapasitas manufaktur. Menurut data Gaikindo, 6.523 BEV dan PHEV telah diproduksi di Indonesia pada periode Januari hingga April 2025¹⁵⁵, dari total penjualan 24.020 unit, yang berarti sekitar 27% di antaranya diproduksi secara lokal.

Selain itu, jika tingkat penjualan EV ini berlanjut (sekitar 72.000 unit terjual per tahun), maka pada tahun 2030 hanya akan ada tambahan sekitar 432.360 EV di jalan.

Sejalan dengan target nasional Indonesia yang lebih luas, kebijakan infrastruktur, mekanisme pembiayaan, dan strategi nasional harus diselaraskan untuk memastikan bahwa penerapan teknologi baterai benar-benar mendukung tujuan transisi energi nasional. Peninjauan berkala terhadap implementasi kebijakan dapat membantu Indonesia memantau pencapaian tujuan transisi energi. Implementasi kebijakan yang buruk dapat membuat Indonesia lebih fokus pada respons agresif terhadap pasar internasional dan mengabaikan pembangunan ekosistem baterai nasional, serta pada akhirnya, tujuan *net-zero*.

• Akhir Masa Pakai

Seiring dengan meningkatnya adopsi kendaraan listrik (EV), pengelolaan baterai pada akhir masa pakainya akan menjadi isu krusial bagi Indonesia. Diperlukan langkah

¹⁵¹ IESR, Indonesia Electric Vehicle Outlook 2023, [Tautan](#)

¹⁵² International Council on Clean Transportation. (2024, Januari). *Charging up China's transition to electric vehicles*. Diakses April 2025, [Tautan](#)

¹⁵³ Annual production capacity of electric vehicle (EV) manufacturing in Indonesia as of April 2024, by vehicle type. <https://www.statista.com/statistics/1609642/indonesia-ev-production-capacity-by-vehicle-type/>

¹⁵⁴ 20-01-2025. BYD is about to open another massive EV plant overseas with 150,000 vehicle capacity. <https://electrek.co/2025/01/20/byd-open-new-ev-plant-overseas-150000-vehicle-capacity/>

¹⁵⁵ Data produksi Gaikindo. Jan-Apr 2025. <https://www.gaikindo.or.id/indonesian-automobile-industry-data/>

strategis untuk mengatasi tantangan ini, termasuk penerapan skema Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (EPR) dan insentif untuk penggunaan kembali serta daur ulang.

Saat studi ini dilakukan, Indonesia belum memiliki regulasi spesifik yang mengatur tahap akhir masa pakai (*end-of-life* / EOL) baterai. Pemerintah perlu mengembangkan kebijakan untuk menerapkan skema EPR, merevisi regulasi limbah yang ada—khususnya terkait daur ulang baterai—serta menyediakan dukungan keuangan khusus untuk memastikan infrastruktur EOL baterai siap ketika adopsi EV mencapai skala besar. Peta jalan BEV telah menyatakan bahwa infrastruktur EOL harus dikembangkan dalam periode 2022–2030¹⁵⁶.

Selain itu, Indonesia sebaiknya berpartisipasi aktif dalam upaya standardisasi global, khususnya dalam mengembangkan kriteria ketahanan, kegunaan ulang, dan daya daur ulang baterai, agar praktik domestik selaras dengan norma internasional dan mendukung prinsip ekonomi sirkular. Memproduksi baterai yang sesuai dengan standar global meningkatkan daya saing produk sekaligus memperluas penggunaannya di luar Indonesia.

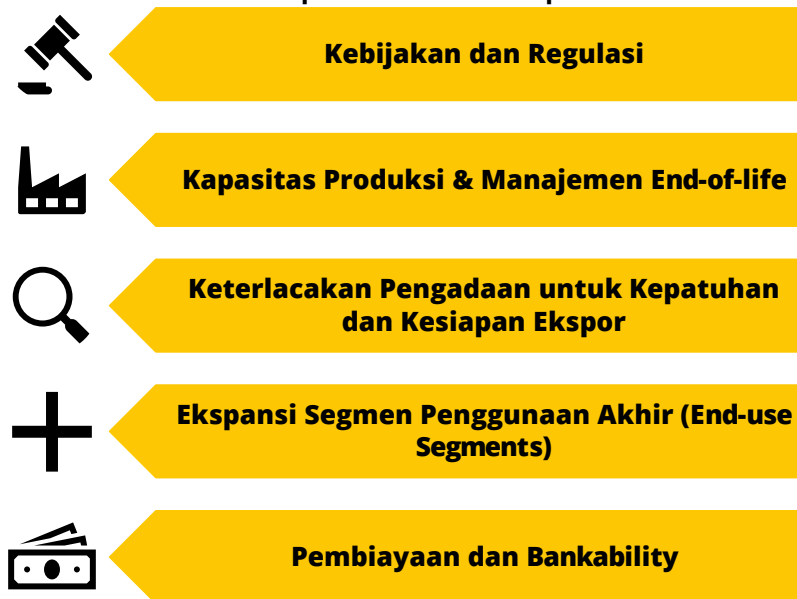
¹⁵⁶ Peraturan Menteri Perindustrian No. 28 Tahun 2023, Lampiran I

4. Rencana implementasi peta jalan (*roadmap*)

Seperti dibahas pada Bagian 2, komponen kunci seperti manajemen sel baterai, daur ulang baterai, dan kesiapan investasi masih menghadapi kesenjangan dalam dukungan regulasi, skala pengembangan, dan keselarasan dengan target nasional. Isu-isu ini membatasi efektivitas inisiatif yang ada dan menunjukkan perlunya respons yang lebih terkoordinasi dan terarah.

Studi ini mengidentifikasi serangkaian risiko dan tantangan terkait implementasi rantai pasok baterai, sebagaimana disorot pada Bagian 2.3. Lima area aksi utama untuk mengatasinya telah didefinisikan, sebagaimana dijelaskan dalam Gambar 4.1.

Gambar 4.1 Area aksi utama untuk implementasi rantai pasok baterai di Indonesia



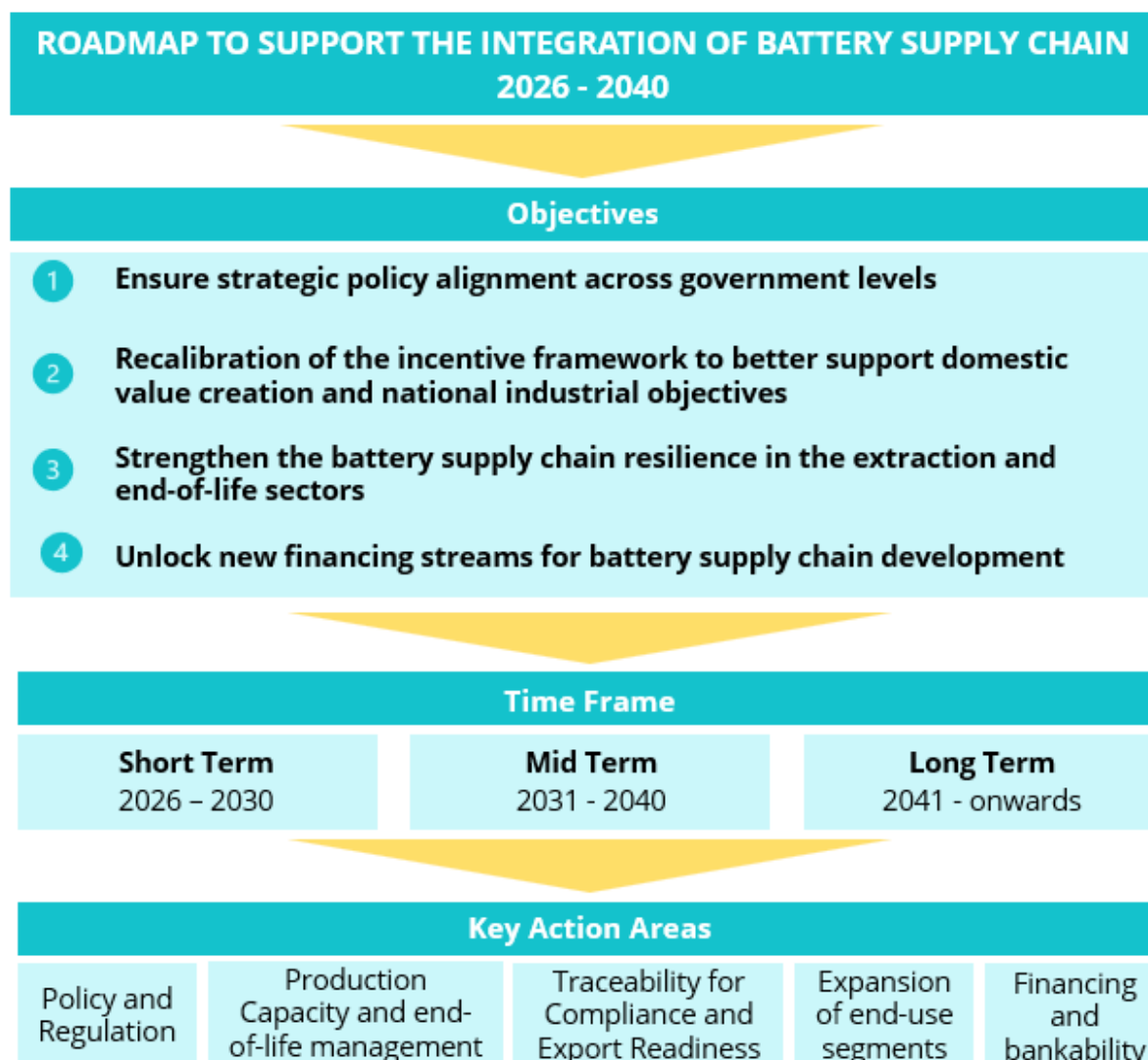
Tantangan yang diidentifikasi pada masing-masing area aksi dijelaskan dalam Tabel 4.1, beserta rekomendasi tindakan untuk mengatasinya.

Tabel 4.1 Tantangan di sepanjang rantai pasok baterai dan usulan tindakan

Tantangan	Tindakan	Area Utama
Memastikan bahwa kerangka legislatif nasional ditinjau secara menyeluruh dan selaras dengan prioritas dan tujuan nasional saat ini: untuk menjamin keberhasilan jangka panjang, diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan koherensi lintas sektor. Segmen penggunaan akhir (<i>end-use</i>) dan akhir siklus (<i>end-of-life</i>) sangat terkait dengan sektor lain seperti pengelolaan limbah, transportasi, dan energi. Oleh karena itu, insentif, target, dan regulasi baterai harus selaras dengan instrumen dari sektor-sektor tersebut. Kebijakan yang menguntungkan importir EV rakitan penuh dapat menimbulkan efek distorsi pada pasar: Kebijakan ini meningkatkan pangsa pasar dan investasi EV tetapi lebih menguntungkan impor rakitan penuh, yang berpotensi merugikan produsen lokal. Produsen – termasuk calon pemain baru – dapat lebih fokus pada perakitan komponen impor daripada berinvestasi pada kapasitas produksi domestik. Hingga awal 2024, hanya dua model kendaraan listrik (EV) di Indonesia yang memenuhi ambang batas kandungan lokal (40%) untuk mendapatkan insentif penuh dari pemerintah: Hyundai IONIQ 5 dan Wuling Air EV. Tidak ada model lain yang dilaporkan memenuhi ambang batas baru tersebut. Terbatasnya inisiatif pemerintah daerah: Hanya beberapa wilayah yang telah mengadopsi kebijakan untuk mendukung adopsi EV, seperti Jakarta dan Bali. Tidak ada strategi jangka panjang untuk BESS: RUPTL 2025 memiliki target progresif untuk BESS hingga 2034. Namun, tidak ada target yang jelas dikaitkan dengan target Net Zero 2060 atau target pembangkitan energi terbarukan.	1. Tinjauan kebijakan dan penilaian dampak atas langkah-langkah yang ada untuk memastikan keselarasan dengan prioritas nasional 2. Melaksanakan <i>Regulatory Impact Assessments</i> 3. Mengevaluasi dan merevisi mekanisme insentif seiring perkembangan pasar 4. Memperkuat dan menyelaraskan mekanisme insentif lokal dan regional dengan tujuan kebijakan nasional 5. Menciptakan kerangka regulasi yang kuat terkait penyimpanan energi berbasis baterai	Kebijakan dan Regulasi
Hingga saat ini, Indonesia tidak memiliki cadangan litium yang layak, sehingga bergantung pada impor: teknologi baterai <i>lithium-ion</i> (LIB) arus utama bergantung pada sejumlah kecil material kritis yang sebagian besar tidak memiliki substitusi yang layak. Litium tidak dapat dihindari untuk EV, karena baik teknologi NCM maupun LFP sama-sama membutuhkan bahan kimia litium. Tidak ada strategi penyimpanan (<i>stockpiling</i>) untuk mineral kritis baterai: meskipun PP No. 79/2014 (KEN) mempertimbangkan <i>stockpiling</i> untuk batu bara, Indonesia belum mengadopsi undang-undang atau peraturan khusus mengenai <i>stockpiling</i> mineral yang masih harus diimpor, yaitu litium, grafit, dan mangan.	6. Mengamankan pasokan bahan baku baterai 7. Menerapkan langkah-langkah <i>strategic stockpiling</i>	
Tidak ada inisiatif atau target daur ulang, tidak ada instrumen ekonomi sirkular, lemahnya manajemen akhir siklus baterai: Saat ini, Indonesia tidak memiliki legislasi spesifik yang berfokus hanya pada pengelolaan baterai di akhir masa pakai. Indonesia memiliki satu fasilitas daur ulang baterai di Morowali, yang mengimpor <i>black mass</i> dari Tiongkok karena kurangnya material daur ulang domestik. Selain itu, Indonesia Battery Corporation berencana membangun pabrik daur ulang baterai berbasis nikel pada 2031.	8. Menetapkan target dan instrumen kebijakan untuk pemulihan dan penggunaan kembali material dalam produksi baterai	
Kurangnya ketentuan rinci mengenai keterlibatan pemangku kepentingan dan transparansi dalam penerapan kebijakan kandungan lokal telah menimbulkan masalah, khususnya terkait kepatuhan terhadap standar ESG: Regulasi yang ditetapkan oleh negara lain dapat menjadi tantangan investasi dan ekspor, sebagaimana ditunjukkan oleh penarikan BASF dan Eramet dari proyek kilang nikel dan kobalt Sonic Bay karena isu ESG.	9. Merancang dan mengimplementasikan <i>battery passport</i> untuk melacak komponen EV	
Meskipun ada target elektrifikasi untuk sektor transportasi lain seperti transportasi publik, tidak ada kerangka regulasi komprehensif tentang bagaimana mencapai 90% elektrifikasi transportasi massal perkotaan pada 2030. Sektor lain seperti angkutan jarak jauh atau layanan <i>last mile</i> tidak memiliki insentif maupun target.	10. Menetapkan target untuk sektor transportasi lainnya	
Dukungan terbatas untuk pengembangan infrastruktur stasiun pengisian daya: kurangnya infrastruktur baterai dan EV menyebabkan <i>range anxiety</i> di kalangan konsumen potensial dan menghambat adopsi EV domestik. Upaya saat ini berpusat di sekitar pusat perkotaan.	11. Memberikan dukungan yang lebih terarah dan lebih luas untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya	Ekspansi Segmen Penggunaan Akhir
Kurangnya ketentuan rinci mengenai keterlibatan pemangku kepentingan dan transparansi dalam penerapan kebijakan kandungan lokal telah menimbulkan masalah, khususnya terkait kepatuhan terhadap standar ESG: Regulasi yang ditetapkan oleh negara lain dapat menjadi tantangan investasi dan ekspor, sebagaimana ditunjukkan oleh penarikan BASF dan Eramet dari proyek kilang nikel dan kobalt Sonic Bay karena isu ESG.	12. Memastikan kepatuhan terhadap standar global agar baterai dapat diekspor ke seluruh dunia	
Indonesia membutuhkan permintaan domestik yang cukup di semua segmen rantai pasok, tidak hanya untuk penggunaan akhir. Artinya menciptakan permintaan untuk produk olahan, sel LIB, dll. Jika tidak, negara ini bisa berakhir seperti Eropa atau AS, dengan insentif tetapi tanpa pasar nyata.	13. Membangun Supply Chain Tracking Platform untuk industri baterai Indonesia	Pembiayaan dan Bankability
Pembiayaan proyek menghadapi tantangan signifikan akibat harga komoditas yang rendah: Kebutuhan modal yang besar untuk proyek pertambangan dan pemurnian menghambat pengembangannya. Off-taker yang kuat dibutuhkan dalam kontrak, seperti pemerintah atau perusahaan otomotif.	14. Menerapkan skema pembiayaan untuk mengurangi risiko investasi	

Peta jalan (*roadmap*) telah dikembangkan (Gambar 4.2) untuk merekomendasikan aktivitas spesifik dalam jangka pendek, menengah, dan panjang.

Gambar 4.2 Peta jalan untuk mendukung integrasi rantai pasok baterai (2026–2040)



Baik aksi dalam *roadmap* maupun kerangka waktunya didefinisikan berdasarkan target nasional yang ditetapkan untuk sektor ketenagalistrikan, transportasi, dan industri. KESDM telah menerbitkan Net Zero Emissions (RNZE) pada tahun 2022¹⁵⁷. Menurut *roadmap* tersebut, dengan kebijakan saat ini, sektor ketenagalistrikan akan menyumbang sekitar 35% pertumbuhan emisi hingga 2050, dan tetap menjadi sektor dengan emisi terbesar hingga 2060 (IEA, 2022). Elektrifikasi transportasi dan sektor penggunaan akhir lainnya di sektor residensial dan bangunan diperkirakan akan secara signifikan meningkatkan permintaan listrik. Hal ini memperkuat urgensi dekarbonisasi sektor listrik sebagai pilar utama strategi mitigasi iklim Indonesia.

¹⁵⁷ International Energy Agency. September 2022. An Energy Sector Roadmap to Net Zero Emissions in Indonesia. <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-net-zero-emissions-in-indonesia>

Pemerintah Indonesia telah mulai mengintegrasikan target *net-zero 2060* ke dalam instrumen perencanaan utama, termasuk RUKN dan RUPTL 2025 milik PLN. Kedua dokumen tersebut menyoroti kebutuhan untuk menyelaraskan penerapan BESS dan VRE dengan target *net-zero*. Dalam RUPTL 2025, target BESS ditetapkan sebesar 2,5 GW pada 2034 dalam Skenario Dasar Energi Terbarukan, dan 6 GW dalam Skenario Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan.

Di sektor transportasi, Kementerian Perhubungan baru-baru ini memperkenalkan target elektrifikasi untuk transportasi publik. Walaupun belum diformalisasi melalui regulasi¹⁵⁸, sebuah roadmap yang diterbitkan pada 2024¹⁵⁹ menguraikan rencana untuk meng-electrifikasi 90% transportasi publik di 42 kota pada 2030, dan 100% pada 2040. Mikrobus diperkirakan akan beralih pada 2045. Untuk transportasi pribadi, KESDM telah menetapkan target pembangunan 62.918 stasiun pengisian daya EV pada 2030.

Di sektor industri dan pertambangan, target tambahan juga memengaruhi rantai nilai baterai. Kementerian ESDM telah menetapkan target produksi serupa sebesar 943.764 kendaraan listrik pada 2030. Walaupun regulasi yang sama mewajibkan pengoperasian industri daur ulang baterai domestik pada 2023, regulasi tersebut tidak menetapkan target spesifik atau strategi implementasi yang jelas. Selain itu, Bappenas telah menerbitkan sebuah *roadmap* yang mencakup target untuk mengurangi emisi dari produksi nikel sebesar 81% pada 2045.

Pada tingkat nasional, NDC terbaru Indonesia menetapkan target tanpa syarat untuk mengurangi emisi gas rumah kaca sebesar 31,89% pada 2030 dibandingkan dengan *baseline* 2010¹⁶⁰.

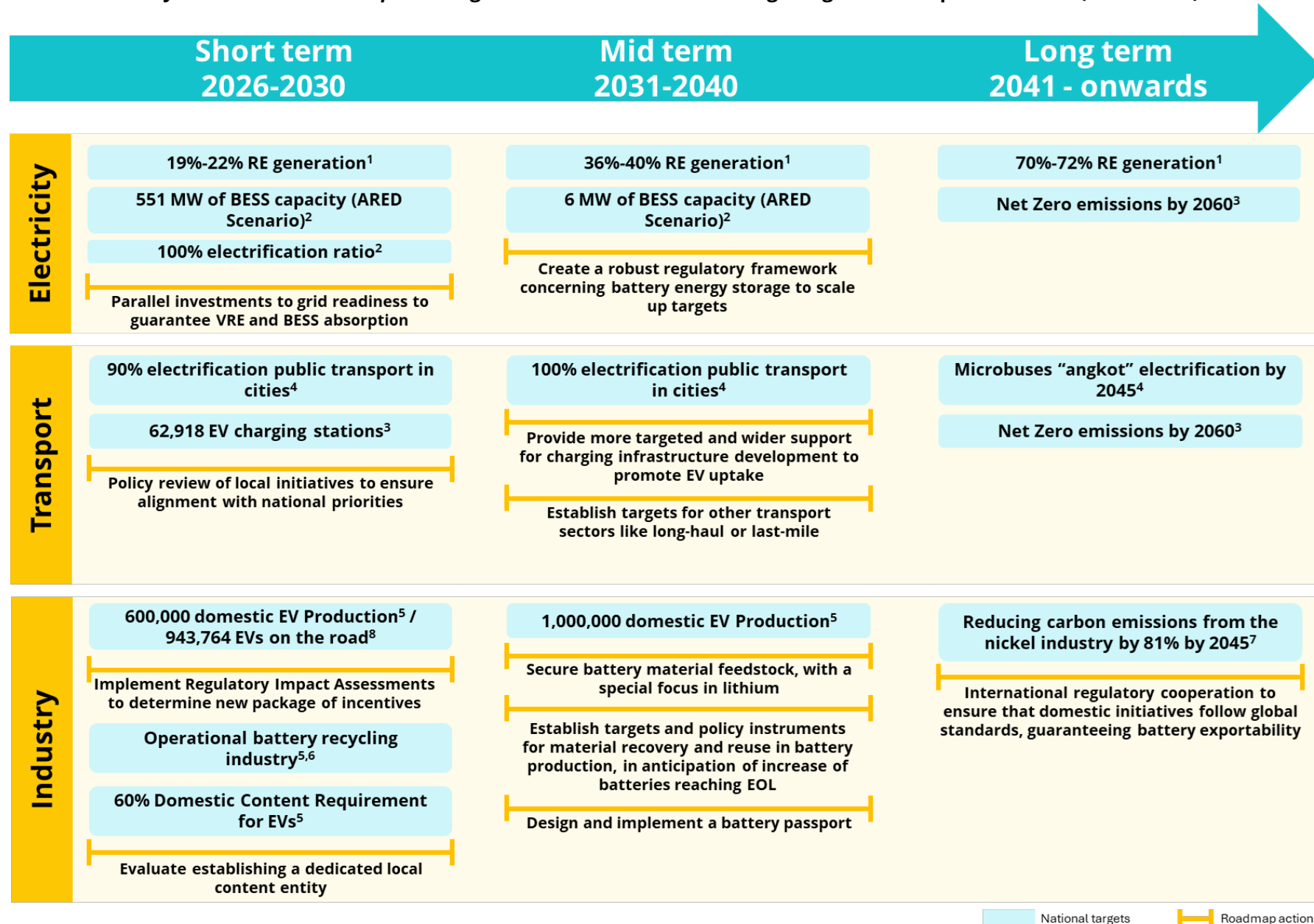
Gambar 4.3 di bawah ini menyajikan pandangan terpadu atas target-target ini dan menyarankan aksi-aksi kunci yang terkait dengan ekosistem baterai untuk membantu mencapainya. Walaupun gambar ini berfokus terutama pada sektor penggunaan akhir, penting untuk dicatat bahwa tantangan juga ada di seluruh rantai pasok baterai — termasuk aktivitas hulu seperti ekstraksi dan pemurnian. Oleh karena itu, beberapa aksi yang direkomendasikan tidak secara langsung terkait dengan target penggunaan akhir, tetapi akan memiliki pengaruh kritis dalam mencapainya.

¹⁵⁸ International Council on Clean Transportation. Juni 2023. Policy roadmap for accelerating public transit bus electrification in Indonesia. <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/06/Bus-Electrification-in-Indonesia-Briefing-Paper-Final2.pdf>

¹⁵⁹ Institute for Transportation and Development Policy. May 2024. Peta Jalan dan Program Insentif Nasional untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan Berbasis Jalan. <https://itdp-indonesia.org/publication/peta-jalan-dan-program-insentif-nasional-untuk-elektrifikasi-transportasi-publik-perkotaan-berbasis-jalan/>

¹⁶⁰ Republik Indonesia. (2022). Enhanced Nationally Determined Contribution. https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced%20NDC%20Indonesia.pdf

Gambar 4.3 Penyelarasan aksi *roadmap* dan target nasional untuk mendukung integrasi rantai pasok baterai (2026 - 2040)



¹ RPP KEN 2024; ² RUPTL 2025; ³ Peta Jalan 2030 Kementerian ESDP; ⁴ [Peta Jalan Kemenhub](#); ⁵ Permenperin 28/2023; ⁶ Permenperin 6/2022; ⁷ Peta Jalan Bappenas; ⁸ [Keputusan Kementerian ESDM 24.K/TL.01/MEM.L/2025](#)

Berdasarkan tantangan utama yang diidentifikasi, sebuah *roadmap* komprehensif telah dirumuskan untuk menguraikan aksi-aksi yang diperlukan untuk mengatasinya. *Roadmap* ini mencakup periode 2026 hingga 2040 dan seterusnya, dengan fokus pada pengembangan rantai pasok baterai Indonesia. *Roadmap* ini merinci serangkaian aksi strategis, masing-masing dilengkapi dengan peran pemangku kepentingan yang ditetapkan, yang disusun berdasarkan kerangka kerja *Responsible, Accountable, Consulted, and Informed* (RACI).

Matriks RACI adalah alat strategis yang digunakan dalam manajemen proyek untuk memetakan dan membedakan peran serta tugas spesifik orang atau kelompok yang terlibat dalam suatu proyek atau alur kerja organisasi. Matriks ini menjelaskan siapa yang terlibat dalam setiap tugas utama dan mendefinisikan perannya, membantu memperlancar komunikasi dan memastikan tanggung jawab terdistribusi dengan jelas. Satu tugas dapat melibatkan beberapa peran ini, untuk memastikan semua pihak yang diperlukan terlibat dengan tepat. Akronim RACI mengidentifikasi empat peran yang berbeda:

- **Responsible (R):** Pihak yang melakukan pekerjaan secara langsung. Mereka adalah pelaksana utama, bertugas menyelesaikan tugas atau aktivitas.
- **Accountable (A):** Pihak yang memiliki tanggung jawab akhir atas hasil. Mereka memastikan tugas diselesaikan dengan benar dan memiliki wewenang tertinggi untuk menyetujui hasil.
- **Consulted (C):** Pihak yang dimintai pendapat dan keahliannya sebelum keputusan dibuat. Mereka memberikan masukan berharga tetapi tidak bertanggung jawab atas eksekusi.
- **Informed (I):** Pihak yang perlu diberi informasi tentang perkembangan dan hasil. Mereka tidak berkontribusi langsung, tetapi membutuhkan pembaruan secara berkala.

4.1 Aksi peta jalan untuk kebijakan dan regulasi

Meskipun Indonesia telah mengembangkan seperangkat regulasi yang cukup kuat untuk mendorong pengembangan rantai pasok baterai domestik, tantangan utama dalam kebijakan dan regulasi masih tetap ada. Penyelarasan lintas sektor dari instrumen kebijakan sangat penting untuk keberhasilan jangka panjang. Kerangka regulasi sebaiknya memasukkan Regulatory Impact Assessment (RIA) untuk meningkatkan efektivitas dan kemampuan adaptasi kebijakan. Penguatan koordinasi kebijakan di tingkat regional akan menjadi kunci dalam membangun ekosistem baterai dan EV yang kuat dan berkelanjutan. Karena sebagian besar target yang telah ditetapkan Pemerintah Indonesia ditujukan untuk tahun 2030, maka sebagian besar aksi dalam peta jalan juga diselaraskan dengan kerangka waktu tersebut. Peta jalan ini mengusulkan aksi-aksi berikut:

Jangka Pendek (2026-2030)

1. Tinjauan kebijakan terhadap langkah-langkah yang ada untuk memastikan keselarasan dengan prioritas nasional:

Dengan serangkaian insentif dan target pertama yang berlaku hingga 2030, penting untuk mengevaluasi seluruh instrumen guna mengidentifikasi mana yang telah

memberikan hasil terbaik dan menilai kelanjutannya. Hal ini sangat penting untuk mendukung target produksi domestik EV sebesar 1.000.000 unit pada tahun 2040, serta persyaratan TKDN untuk EV. Dalam hal ini, meskipun manfaat ekonomi dari kebijakan hilirisasi tidak terbantahkan, diperlukan pendekatan yang lebih bernuansa untuk kebijakan generasi kedua yang akan dibangun dengan metrik yang lebih baik untuk mengevaluasi kebijakan secara lebih luas, tidak hanya dari sisi pendapatan.¹⁶¹ Hal ini menjadi semakin penting mengingat tujuan pemerintah Indonesia untuk melanjutkan dan memperluas pendekatan kebijakan hilirisasi.

Peraturan perundang-undangan nasional Indonesia saat ini tidak memiliki ketentuan yang mewajibkan dilakukannya tinjauan berkala atas persyaratan tingkat kandungan lokal. Oleh karena itu, mengingat adanya pro dan kontra terkait implementasi kebijakan kandungan lokal, direkomendasikan agar ketentuan yang mewajibkan *monitoring* dan evaluasi ditanamkan dalam kerangka legislatif nasional, yang mensyaratkan tinjauan menyeluruh atas langkah-langkah yang diadopsi. Saat ini, Pasal 5(2) dan (3) dari Peraturan Menteri Perindustrian No. 6/2022, sebagaimana telah diubah dengan Peraturan No. 28/2023, menyatakan bahwa Kementerian memiliki wewenang untuk mengoordinasikan pengembangan industri dan dapat melakukan evaluasi lintas sektor setidaknya sekali dalam setahun. Namun, peraturan tersebut tidak memberikan penjelasan lebih lanjut mengenai pelaksanaan evaluasi tersebut. Secara khusus, peraturan tersebut tidak memberikan rincian mengenai metodologi, entitas yang bertanggung jawab, mekanisme untuk memastikan transparansi, jenis data yang harus dikumpulkan, ataupun prosedur untuk penanganan dan pelaporan data.

1.1 Evaluasi pembentukan entitas khusus kandungan lokal: Hambatan signifikan terhadap efektivitas kebijakan kandungan lokal di tingkat global adalah kerangka kelembagaan dan kurangnya koordinasi antar otoritas. Untuk mengatasinya, beberapa negara telah membentuk entitas khusus kandungan lokal yang secara khusus bertugas merancang, mengatur, mengelola, menegakkan, memantau, dan mengevaluasi kebijakan kandungan lokal. Langkah ini dianggap sangat penting untuk mencapai tujuan yang ditetapkan.¹⁶²

1.2 Periksa kemungkinan adanya subsidi silang atau insentif yang saling bertentangan/kontradiktif, khususnya antara impor EV dengan produksi domestik: Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, beberapa insentif dapat memiliki target yang saling berlawanan dan justru menimbulkan dampak yang berlawanan dengan tujuan awal diberlakukannya (lihat Bagian 2.2) seperti insentif yang tampak saling bertentangan untuk impor EV dan EV yang diproduksi secara lokal. Insentif pertama mendukung dekarbonisasi transportasi, sementara insentif kedua mendukung pembentukan permintaan lokal untuk rantai pasok baterai di Indonesia. Penghapusan bertahap atau koreksi terhadap subsidi ini menjadi kunci

¹⁶¹ M Salomon, F Simanjuntak, A Shafaie and P Heller, 'Indonesia's Energy Transition Ambitions: Nickel Downstreaming and Beyond' (January 30, 2025, *Natural Resource Governance Institute*); <<https://resourcegovernance.org/articles/indonesia-energy-transition-ambitions-nickel-downstreaming-and-beyond>>

¹⁶² J Korinek and P De Sa, 'Local content policies in the mining sector' in L Y Ing and G M Grossman (eds), *Local Content Requirements: promises and pitfalls* (Routledge 2024), hlm. 66.

untuk memastikan sektor baterai terus tumbuh pada laju yang sesuai untuk mencapai target yang telah ditetapkan.

2. Menerapkan Regulatory Impact Assessments (RIA): Meskipun tindakan ini tidak secara langsung terkait dengan target tertentu, RIA mendukung seperangkat instrumen kebijakan dan insentif yang telah ditetapkan untuk mencapainya. Mengingat struktur tata kelola Indonesia yang terdesentralisasi, pengenalan regulasi baru sering kali melibatkan berbagai tingkatan otoritas dan pengawasan. Untuk meningkatkan efektivitas, koherensi, dan keselarasan kebijakan dari inisiatif regulasi, pemerintah Indonesia perlu menerapkan kerangka kerja RIA yang terstandarisasi. RIA—yang banyak digunakan secara internasional—berfungsi sebagai alat penting untuk mengevaluasi potensi dampak ekonomi, sosial, dan lingkungan dari regulasi yang diusulkan sebelum diberlakukan. Indonesia sebaiknya melembagakan kewajiban RIA untuk semua regulasi yang diusulkan baik di tingkat nasional maupun sub-nasional, tergantung pada domain regulasinya.

Lebih lanjut, penggunaan *regulatory sandbox*—sebuah mekanisme yang semakin banyak digunakan di berbagai negara untuk menguji pendekatan regulasi pada teknologi baru—perlu didorong. *Sandbox* ini memfasilitasi lingkungan uji coba yang terkendali di dunia nyata dan mendorong kolaborasi terstruktur antara lembaga pemerintah dan pemangku kepentingan industri. Pendekatan ini memberikan peluang berharga untuk mengidentifikasi potensi tantangan dan konsekuensi yang tidak diinginkan, sehingga menghasilkan kebijakan yang lebih efektif dan inklusif sebelum regulasi baru diadopsi secara formal.

2.1 Evaluasi ex-post: Evaluasi *ex-post* memainkan peran penting dalam menilai efektivitas dan dampak nyata dari regulasi setelah implementasinya. Mengingat sifat sektor yang dinamis—yang dipengaruhi oleh kemajuan teknologi yang cepat dan lanskap geopolitik yang terus berubah—Indonesia perlu mengadopsi pendekatan perbaikan berkelanjutan dalam tata kelola regulasi. Untuk memastikan regulasi tetap responsif terhadap kondisi ekonomi dan geopolitik yang berkembang, sekaligus selaras dengan prioritas pembangunan nasional, evaluasi *ex-post* harus dilembagakan sebagai komponen inti dari siklus regulasi.

Hal ini memerlukan pengembangan dan penerapan metrik serta indikator kinerja yang sesuai dengan konteks, yang mencerminkan prioritas ekonomi, sosial, dan lingkungan Indonesia. Integrasi evaluasi ini secara sistematis akan memungkinkan pembuat kebijakan mengidentifikasi kesenjangan regulasi, inefisiensi, atau konsekuensi yang tidak diinginkan, serta melakukan penyesuaian berbasis bukti untuk menjaga relevansi dan efektivitas regulasi dari waktu ke waktu.

3. Evaluasi dan revisi mekanisme insentif seiring perkembangan pasar: Seiring dengan terus berkembangnya pasar EV, akan muncul kebutuhan untuk melakukan kalibrasi ulang insentif fiskal agar lebih mencerminkan kematangan pasar, keadilan sosial, dan tujuan strategis industri. Kebijakan awal akan memerlukan penyesuaian seiring pasar yang semakin matang dan industri domestik yang mulai tumbuh. Meskipun Indonesia belum memiliki target penyebaran EV yang ditetapkan secara resmi, Indonesia memiliki berbagai insentif yang ditujukan untuk meningkatkan jumlah BEV di jalan yang

akan lebih bermanfaat jika dievaluasi, misalnya pembebasan bea masuk untuk EV rakitan penuh.

Pada segmen hulu dan untuk mendukung adopsi EV yang lebih luas serta pembangunan industri, insentif yang dibedakan sebaiknya diterapkan lintas jenis kendaraan dengan cara yang selaras dengan tujuan kebijakan nasional dan kondisi pasar yang berlaku. Dukungan fiskal dapat disusun secara strategis untuk mendorong teknologi yang mendukung tujuan industri dan ekspor jangka panjang Indonesia. Misalnya, subsidi yang lebih tinggi dapat diberikan untuk EV yang menggunakan kimia baterai berbasis nikel dibandingkan dengan baterai LFP yang umumnya lebih terjangkau tetapi kurang selaras dengan preferensi pasar ekspor utama seperti Uni Eropa dan Amerika Serikat. Pasar-pasar tersebut cenderung lebih memilih teknologi EV berbasis nikel, yang juga lebih sesuai dengan sumber daya alam Indonesia serta prioritas kebijakan industrinya. Pendekatan ini tidak hanya akan mendorong penambahan nilai domestik tetapi juga meningkatkan daya saing Indonesia dalam rantai pasok EV global. Indonesia juga dapat menetapkan tanggal penghentian kendaraan berbahan bakar ICE, misalnya melalui larangan penjualan, sehingga menjamin adanya permintaan domestik jangka panjang terhadap baterai dan berkontribusi pada target pengurangan emisi gas rumah kaca dalam NDC.

Pada segmen hilir, pendekatan yang dapat diterapkan adalah mendesain ulang insentif konsumen agar berbasis uji kemampuan (*means-tested*), misalnya hanya tersedia bagi pembeli di bawah ambang batas pendapatan tertentu. Dengan demikian, subsidi dapat lebih tepat sasaran dan akses yang lebih adil dapat tercapai.

4. Perkuat dan harmonisasi mekanisme insentif lokal dan regional dengan tujuan kebijakan nasional: Mengingat peran penting kota dalam penerapan kendaraan listrik dan elektrifikasi transportasi umum, strategi apa pun yang diimplementasikan di tingkat lokal harus selaras dengan target nasional yakni 100% elektrifikasi transportasi umum pada tahun 2040, dan pembangunan 62.918 stasiun pengisian daya pada tahun 2030. Untuk mendukung pendekatan yang kohesif dan terintegrasi dalam pengembangan rantai pasok baterai Indonesia dan ekosistem EV yang lebih luas, sangat penting untuk menilai dan merevisi mekanisme insentif yang ada agar selaras di tingkat lokal, regional, dan nasional. Skema insentif harus dikoordinasikan secara strategis untuk menghindari fragmentasi kebijakan dan meningkatkan efektivitas dukungan pemerintah secara keseluruhan.

Inisiatif regional yang berhasil—seperti proyek ENTREV (2023–2027)¹⁶³, yang melibatkan Jakarta dan Bali serta mendorong pengembangan ekosistem EV melalui ekspansi infrastruktur pengisian daya dan elektrifikasi transportasi umum—harus dijadikan model untuk direplikasi di provinsi lain guna mendorong adopsi EV. Insentif non-fiskal seperti skema akses khusus untuk EV di *Low Emissions Zones*, atau pengecualian dari aturan yang ditujukan untuk mengatasi kemacetan dan polusi udara di perkotaan juga dapat direplikasi secara nasional. Daftar lengkap inisiatif pemerintah daerah dapat ditemukan

¹⁶³ 31-07-2023. ENTREV. Enhancing Readiness for the Transition to Electric Vehicles in Indonesia https://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/6c672-bahan-entrev.pdf

di Tabel 2.4. Berbagi praktik terbaik dan pelajaran dari program semacam ini dapat mendorong koherensi kebijakan yang lebih besar dan mempercepat adopsi EV secara nasional.

Strategi insentif lokal dan regional yang selaras dengan baik tidak hanya akan mendorong mobilitas berkelanjutan tetapi juga menghasilkan manfaat lintas sektor, termasuk kemajuan dalam energi, transportasi, dan infrastruktur perkotaan.

4.1 Penyelarasan target lintas instrumen kebijakan: Perubahan atas Spesifikasi, Peta Jalan Pengembangan, dan Ketentuan Penghitungan Nilai Tingkat Komponen Dalam Negeri Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis melalui Peraturan Menteri Perindustrian No. 21/2023 menetapkan target untuk memproduksi secara lokal 600.000 EV roda empat dan 9 juta EV roda dua. Di sisi lain, Keputusan Menteri Energi No. 24/2025 menyebutkan proyeksi 943.764 EV roda empat di jalan pada tahun 2030. Kedua instrumen regulasi ini mengacu pada target yang berbeda tetapi tidak memiliki keterkaitan yang jelas satu sama lain. Tidak jelas bagaimana target manufaktur domestik dan angka penyebaran yang digunakan oleh Kementerian ESDM untuk menghitung kebutuhan stasiun pengisian saling berinteraksi atau bagaimana yang satu berkontribusi pada yang lain. Penyelarasan angka target dalam instrumen perencanaan sangat penting untuk mengoordinasikan upaya di tingkat nasional secara tepat.

Jangka menengah (2031-2040)

5. Menciptakan kerangka regulasi yang kuat terkait BESS: Meskipun RUPTL 2025 telah menetapkan target BESS untuk periode 2025 hingga 2034, tidak ada target jangka panjang yang ditetapkan setelah tahun tersebut. RUPTL 2025 memang menyebutkan target Net Zero Emissions di sektor energi pada 2060, dan menyelaraskan skenario ARED dengan target tersebut. Dokumen itu juga merinci beberapa kemungkinan penggunaan BESS di jaringan listrik seperti *frequency smoothing* dan *firming capacity*. Namun demikian, RUPTL juga menyatakan bahwa kebutuhan BESS untuk *smoothing* dan *firming* masih memerlukan studi lebih lanjut mengingat proyeksi peningkatan masif energi terbarukan variabel (VRE). Walaupun target 6 GW BESS pada 2034 di bawah skenario ARED sudah ditetapkan, tidak ada strategi menyeluruh untuk implementasinya: semua proyek BESS didorong secara individual dan tetap berada di bawah tanggung jawab PLN untuk pelaksanaannya.

Selain itu, karena investasi BESS membutuhkan modal awal yang besar (sebagaimana juga dinyatakan dalam RUPTL 2025), keberhasilannya sangat bergantung pada adanya kerangka pendapatan yang jelas. Salah satu opsi yang dapat dipertimbangkan adalah menetapkan standar yang dapat diikuti oleh proyek BESS (serupa dengan klarifikasi Power Purchase Agreement yang baru-baru ini dilakukan oleh KESDM¹⁶⁴) dalam jangka panjang untuk mengamankan pendapatan, sehingga proyek menjadi lebih menarik bagi

¹⁶⁴ Database Peraturan. Pedoman Perjanjian Jual Beli Tenaga Listrik dari Pembangkit Tenaga Listrik yang Memanfaatkan Sumber Energi Terbarukan. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/317619/permen-esdm-no-5-tahun-2025>

investor, atau mewajibkan sejumlah kapasitas penyimpanan tertentu untuk semua pembangkit VRE baru yang mulai beroperasi.

Oleh karena itu, seperangkat instrumen kebijakan yang disesuaikan dapat memfasilitasi penetapan target, sekaligus meningkatkan visibilitas dan daya tarik investasi (karena adanya kepastian regulasi dan pasar) bagi proyek-proyek BESS untuk mendukung target jangka panjang 70%-72% pembangkitan energi terbarukan pada 2060. Tanpa adanya strategi nasional atau target yang terdefinisi untuk BESS, pertumbuhan industri kemungkinan akan tetap terfragmentasi seperti yang terjadi sejauh ini.

5.1 Mandat untuk peningkatan BESS: Mengingat sektor kelistrikan Indonesia masih terintegrasi secara vertikal, pemerintah dapat memperkenalkan mandat yang realistis namun ambisius yang mewajibkan PLN, perusahaan listrik milik negara yang merupakan satu-satunya utilitas di Indonesia, untuk mengintegrasikan persentase tertentu kapasitas penyimpanan dalam kaitannya dengan proyek energi terbarukan baru atau dalam konteks peningkatan jaringan, dengan jelas mengaitkan kebutuhan BESS dengan pertumbuhan VRE.

5.2 Mendefinisikan peran BESS dalam operasi jaringan: Meskipun pengakuan terhadap *energy storage* dalam legislasi kelistrikan nasional sudah menjadi titik awal, langkah selanjutnya adalah mendefinisikan secara lebih konkret dan terperinci peran BESS dalam berbagai operasi jaringan, yang selanjutnya dapat diikuti dengan peningkatan mandat regulasi. Sebagai contoh, mendefinisikan peran BESS dalam berpartisipasi pada layanan tambahan (*ancillary services*) seperti pengaturan frekuensi dan pengendalian tegangan tidak hanya akan menciptakan *level playing field* bagi BESS dalam sistem energi, tetapi juga akan semakin mendukung integrasi sumber energi terbarukan variabel ke dalam jaringan seiring meningkatnya pangsa mereka dalam bauran energi. Mengurangi ketidakpastian regulasi dapat memperlancar proses pengadaan, sekaligus mengurangi risiko investasi untuk proyek BESS.

5.3 Membuat peta jalan nasional BESS: Indonesia saat ini belum memiliki peta jalan yang secara khusus berfokus pada BESS. Dokumen peta jalan yang merinci target dan menunjukkan berbagai *use case* (misalnya layanan pendukung jaringan seperti *ancillary service*, mendukung akses energi dan elektrifikasi di daerah pedesaan) akan memandu kebutuhan investasi di masa depan dan aksi terkoordinasi dalam integrasi BESS.

Rencana aksi untuk area kunci: Kebijakan dan regulasi

Gambar 4.4 Gantt untuk aktivitas di area kunci kebijakan dan regulasi

Activity	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1. Policy review of current measures to ensure alignment with national priorities															
1.1 Evaluate establishing a dedicated local content entity															
1.2 Check for any possible cross-subsidies or opposing/conflicting incentives															
2. Implement Regulatory Impact Assessments															
2.1 Ex-post evaluations															
3. Evaluate and revise incentive mechanisms as the market develops															
4. Strengthen and harmonize local and regional incentive mechanisms with national policy goals															
4.1 Alignment of targets across policy instruments															
5. Create a robust regulatory framework concerning battery energy storage															
5.1 Mandates targeting BESS increase															
5.2 Define BESS role in grid operations															
5.3 Create a national BESS roadmap															

Peran Pemangku Kepentingan

Tabel 4.2 Matriks RACI untuk kebijakan dan regulasi

R: *Responsible* (Bertanggung jawab), **A:** *Accountable* (Memiliki otoritas akhir), **C:** *Consulted* (Dikonsultasikan), **I:** Aksi (Diberi informasi).

Aksi	Keminv	Kementerian ESDM	KLHK	Kemenperin	Kemenhub	Kemenkeu	Kementerian BUMN	Instansi Daerah	Sektor Swasta	PLN
1. Meninjau kebijakan saat ini untuk memastikan keselarasan dengan prioritas nasional	R/A	A	C	A	R	C	I	I	-	-
2. Melaksanakan <i>Regulatory impact Assessments</i>	R	R	R	R	R	R	R	C	-	-
3. Mengevaluasi dan merevisi mekanisme insentif seiring perkembangan pasar	R/A	R	C	C	C	R	C	C	C	C
4. Memperkuat dan menyelaraskan mekanisme insentif lokal dan regional dengan tujuan kebijakan nasional	A	C	C	C	C	C	C	R	I	C
5. Membuat kerangka regulasi yang kuat terkait penyimpanan energi berbasis baterai	C	R/A	C/R	C	-	I	I	I	I	R

4.2 Tindakan untuk kapasitas produksi dan manajemen akhir masa pakai

Meskipun rantai pasok LIB Indonesia belum cukup matang untuk sepenuhnya mandiri, rantai pasok ini berada di jalur yang tepat untuk menjadi swasembada dalam jangka menengah. Keberhasilan tak terbantahkan dalam mengembangkan industri nikel nasional—sehingga menjadi produsen terbesar bahan kimia nikel untuk baterai—merupakan bukti bahwa perekonomian Indonesia mampu mengembangkan proyek pemurnian dan membangun lingkungan material baterai yang sesuai untuk produksi EV domestik serta mencapai target produksi 1.000.000 unit pada 2040. Untuk melengkapi

dan mengintegrasikan rantai pasok LIB Indonesia, peta jalan ini mengusulkan tindakan utama berikut:

Jangka menengah (2031-204)

1. Mengamankan bahan baku baterai: Bagian 3.1 dan 3.2 menyoroti kesenjangan kapasitas kritis dalam pemurnian litium dan manufaktur sel, yang keduanya penting untuk membangun rantai pasok LIB yang mandiri di Indonesia. Meskipun pemurnian beberapa material baterai telah dikembangkan di dalam negeri, litium, mangan (hingga batas tertentu), dan besi fosfat masih belum berkembang. Di antara ketiganya, litium merupakan tantangan terbesar karena kebutuhan CAPEX yang tinggi dan lokasi sumber bahan baku yang terpencil (hanya satu cadangan yang ditemukan di Jawa Tengah¹⁶⁵ yang masih dalam tahap awal penilaian dan belum terkuantifikasi). Untuk mengatasi hal ini, Indonesia perlu mengeksplorasi strategi alternatif penyediaan litium, termasuk daur ulang *scrap* atau baterai akhir masa pakai, yang menawarkan pasokan sekunder yang layak untuk litium dan besi fosfat.

Mengingat tidak adanya cadangan litium domestik, pengembangan strategi komprehensif untuk penyediaan litium menjadi sangat penting. Strategi ini mencakup:

- Mengamankan kontrak litium dengan pemasok internasional.
- Menilai kelayakan *stockpiling* untuk mengurangi risiko rantai pasok.
- Mengembangkan infrastruktur daur ulang baterai untuk mengurangi ketergantungan pada ekstraksi primer.

Praktik umum di industri adalah kontrak penyediaan litium selama lima tahun, dengan opsi perpanjangan selama lima tahun berikutnya. Klausul kunci yang harus dievaluasi dalam negosiasi kontrak ini mencakup Volume, Spesifikasi, Mekanisme Harga, Logistik, dan *Force Majeure*. Volume harus merinci campuran produk dan rencana peningkatan produksi, sementara Spesifikasi harus mencakup daftar semua kontaminan. Selain itu, Mekanisme Harga dapat sangat bervariasi antar pemasok dengan berbagai struktur, misalnya harga tetap, harga bertingkat (*escalated*), harga terbatas (*bounded*), atau harga pasar (*spot*).

Strategi yang terstruktur dengan baik akan memastikan keamanan sumber daya jangka panjang, memperkuat posisi Indonesia di pasar baterai global, dan mendukung pertumbuhan berkelanjutan industri LIB domestik.

2. Menerapkan langkah-langkah *strategic stockpiling*: Seperti disebutkan sebelumnya, *strategic stockpiling* membantu menjamin pasokan mineral penting yang andal selama terjadi gangguan rantai pasok. Meskipun terdapat kontroversi terkait *strategic stockpiling* (seperti distorsi harga pasar dan dinamika pasokan), langkah untuk mengaturnya belakangan ini menjadi tren dan telah diterapkan di beberapa negara:

¹⁶⁵ Indonesian REE, Lithium and Graphite Potency. Center for Mineral, Coal and Geothermal Resources. geologi.esdm.go.id/storage/publikasi/tQtg2X7Gd9JbfqO9Wnp7jFrT6rAuvWxyALhOojBo.pdf

- **Amerika Serikat** memiliki undang-undang federal yang memungkinkan akuisisi dan penyimpanan cadangan mineral strategis tertentu, khususnya untuk kebutuhan pertahanan nasional.¹⁶⁶ Mengakui pentingnya mengadopsi langkah-langkah tambahan, undang-undang tersebut juga mendorong pengembangan sumber mineral dalam negeri.¹⁶⁷
- Beberapa Negara Anggota Uni Eropa telah memiliki kewajiban *stockpiling* nasional untuk mineral kunci, namun Critical Raw Materials Act¹⁶⁸ yang baru diadopsi memberikan kewenangan kepada Komisi Eropa untuk “mengusulkan strategi potensial yang dapat diadopsi oleh otoritas publik dan pelaku swasta untuk memitigasi risiko pasokan, seperti membangun cadangan strategis”.¹⁶⁹ Sebagai langkah awal, Critical Raw Materials Act mewajibkan Negara-Negara Anggota Uni Eropa untuk memberi tahu Komisi mengenai potensi cadangan nasional strategis¹⁷⁰
- **Tiongkok** memiliki cadangan *stockpiling* untuk mineral kunci dan logam tanah jarang. Negara tersebut tidak mengungkapkan jumlah sumber dayanya, dan meskipun estimasi bervariasi, terdapat kesepakatan luas bahwa cadangan tersebut signifikan.¹⁷¹ Administrasi Cadangan Pangan dan Strategis Nasional Tiongkok mengelola cadangan ini, dan alasan di balik kewajiban *stockpiling* dipandang berkisar dari perencanaan ekonomi strategis hingga persiapan militer.¹⁷²
- **Jepang** memiliki kebijakan *stockpiling* yang telah berlangsung lama. Aspek kunci dari kebijakan ini adalah dorongan kepada perusahaan-perusahaan swasta untuk memelihara cadangan. Keputusan untuk melakukan *stockpiling* sepenuhnya bersifat sukarela bagi perusahaan-perusahaan tersebut.¹⁷³
- **Korea Selatan** mengumumkan bahwa mereka akan secara khusus mulai membangun cadangan strategis untuk litium.¹⁷⁴

Walaupun *stockpiling* memberikan manfaat tertentu, ia hanya berfungsi sebagai mekanisme penyangga untuk bertahan pada tahap awal gangguan rantai pasok. Karena itu, langkah-langkah yang memberikan dampak positif lebih luas pada pengembangan ekosistem baterai EV sebaiknya diprioritaskan, seperti diversifikasi investasi dalam pemrosesan mineral penting atau perjanjian bilateral/multilateral tentang mineral. Selain

¹⁶⁶ Defense Production Act, 50 U.S.C. § 4533.

¹⁶⁷ Strategic and Critical Materials Stock Piling Act

¹⁶⁸ Regulation (EU) 2024/1252 of the European Parliament and of the Council of 11 April 2024 establishing a framework for ensuring a secure and sustainable supply of critical raw materials and amending Regulations (EU) No 168/2013, (EU) 2018/1724 and (EU) 2019/1021, OJ L 2024/1252, 3.5.2024 (‘EU Critical Raw Materials Act’).

¹⁶⁹ Pembukaan paragraf 45 dari EU Critical Raw Materials Act.

¹⁷⁰ Pasal 22 dari EU Critical Raw Materials Act.

¹⁷¹ Reuters, ‘China plans to accelerate annual stockpiling of strategic commodities’ (5 Maret 2025); <<https://www.reuters.com/markets/commodities/china-plans-accelerate-annual-stockpiling-strategic-commodities-2025-03-05/>>; Mining.com, ‘China’s bulging commodity stockpiles show depth of economic woes’ (September 1, 2024, Mining.com); <<https://www.mining.com/web/chinas-bulging-commodity-stockpiles-show-depth-of-economic-woes/>>

¹⁷² B Girard, ‘Why is China Stockpiling Key Resources’ (28 Juni 2024, *The Diplomat*); <<https://thediplomat.com/2024/06/why-is-china-stockpiling-key-resources/>>

¹⁷³ Lihat JOGMEC (Japan Organization for Metals and Energy Security), ‘Stockpiling, Metals’; <https://www.jogmec.go.jp/english/stockpiling/stockpiling_10_000001.html>

¹⁷⁴ A Lee dan H Kim, ‘South Korea said to build lithium reserves to aid battery sector’ (20 Mei 2024, *Mining.com*); <<https://www.mining.com/web/south-korea-said-to-build-lithium-reserves-to-aid-battery-sector/>>

itu, negara-negara ASEAN semakin fokus pada kerja sama terkait mineral penting. *Strategic stockpiling* bersama dapat dipertimbangkan sebagai bagian dari upaya regional untuk meningkatkan ketahanan dan menjamin pasokan mineral penting yang stabil.

Stockpiling juga dapat membantu mengatasi kelebihan pasokan mineral. Indonesia sebaiknya mengembangkan regulasi yang jelas terkait *stockpiling* mineral kritis, misalnya batas maksimum cadangan, moratorium smelter. Langkah-langkah ini dapat meningkatkan keamanan sumber daya nasional dan menciptakan kepercayaan bagi investor potensial.

Penerapan strategi keamanan bahan baku akan membawa beberapa keuntungan, termasuk:

- *Ketahanan rantai pasok* – Menjamin akses stabil terhadap material penting memperkuat industri baterai Indonesia dan mengurangi gangguan akibat kekurangan pasokan atau risiko geopolitik.
- *Daya tarik investasi* – Strategi bahan baku yang terstruktur dengan baik memberi sinyal stabilitas jangka panjang industri, mendorong investasi domestik maupun asing.
- *Daya saing ekspor* – Membangun rantai pasok yang andal dan mandiri memungkinkan Indonesia menjadi eksportir global utama material dan produk baterai.
- *Keberlanjutan & efisiensi sumber daya* – Dengan mengoptimalkan strategi pasokan dan mengintegrasikan inisiatif daur ulang, Indonesia dapat meminimalkan dampak lingkungan sekaligus memaksimalkan pemanfaatan sumber daya.
- *Pertumbuhan industri strategis* – Menyelaraskan keamanan bahan baku dengan kebijakan industri yang lebih luas memastikan posisi Indonesia sebagai pemain utama dalam rantai pasok baterai global.

3. Menetapkan target dan instrumen kebijakan untuk pemulihan material dan penggunaan kembali dalam produksi baterai: Untuk mendorong pengembangan ekonomi sirkular dan rantai pasok baterai yang berkelanjutan, Indonesia perlu merevisi peraturan pengelolaan limbah yang ada guna secara resmi mengakui limbah baterai sebagai sumber daya strategis. Pengakuan ini penting untuk memicu munculnya pasar bahan baku sekunder yang kuat serta menyelaraskan kebijakan pengelolaan limbah dengan tujuan industri dan lingkungan. Selain itu, langkah ini akan menjamin tersedianya pasokan domestik bagi pabrik daur ulang di dalam negeri, sehingga mendukung tujuan memiliki industri daur ulang baterai yang beroperasi, sebagaimana diamanatkan oleh Peraturan Kementerian Perindustrian No. 8/2023.

Langkah kunci dalam proses ini mencakup pengenalan target regulasi yang jelas dan instrumen kebijakan yang mendukung pemulihan serta penggunaan kembali material. Langkah-langkah tersebut harus mencakup tingkat pemulihan wajib, persyaratan kandungan daur ulang minimum untuk baterai baru, dan standar proses daur ulang yang aman dan efisien. Penetapan persyaratan semacam ini tidak hanya akan meningkatkan efisiensi sumber daya, tetapi juga mengurangi ketergantungan pada bahan baku primer, memitigasi dampak lingkungan, dan merangsang industri daur ulang domestik. Hal ini dapat membantu Indonesia memosisikan diri sebagai pemimpin dalam pengelolaan limbah baterai dan efisiensi sumber daya.

Untuk menghilangkan hambatan saat ini terhadap kegiatan daur ulang dan penggunaan kembali—sebagaimana diuraikan dalam Bagian 2.3.5— Indonesia juga perlu memperkenalkan insentif regulasi yang terarah serta memfasilitasi investasi pada infrastruktur daur ulang. Instrumen kebijakan dapat mencakup:

- Menerapkan kewajiban penggunaan kembali, untuk memastikan adanya permintaan yang berkelanjutan terhadap material hasil daur ulang.
- Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (EPR), mewajibkan produsen berpartisipasi aktif dalam sistem daur ulang baterai.
- Standar desain produk, agar baterai dirancang lebih mudah untuk dipulihkan materialnya dan didaur ulang.
- Mengembangkan insentif untuk daur ulang *closed-loop* yang mendorong investasi pada alternatif ekstraksi yang berkelanjutan.
- Menerapkan tolok ukur pemulihan material di tingkat industri untuk memastikan kepatuhan terhadap praktik terbaik global. Untuk menetapkan persyaratan minimum, para pembuat kebijakan perlu memahami kapasitas fisik baterai komersial, mengetahui jenis baterai khusus, dan mengantisipasi kemajuan di masa depan. Fondasi data yang komprehensif sangat penting untuk mengidentifikasi persyaratan ini. Hal tersebut akan membantu memastikan daya tahan dasar bagi baterai, serta mendorong peningkatan ketahanan tanpa mengorbankan persaingan maupun ketersediaan tipe dan kimia baterai khusus.¹⁷⁵

3.1 Menetapkan target pemulihan material dan daur ulang: Karena Indonesia memiliki peran dominan dalam nikel dan kobalt pada rantai pasok baterai EV, disarankan agar kerangka regulasi nasional mengadopsi ketentuan yang, di satu sisi, menetapkan target pemulihan material dari limbah, dan di sisi lain, kewajiban penggunaan kembali material yang tidak bersumber dari domestik—khususnya litium dan grafit¹⁷⁶. Target-target tersebut harus mempertimbangkan ketersediaan limbah yang dapat menjadi sumber pemulihan, kelayakan teknis proses pemulihan dan manufaktur, serta jangka waktu yang dibutuhkan bagi produsen untuk menyesuaikan pasokan dan proses manufakturnya. Target semacam ini juga akan mendorong pengembangan infrastruktur daur ulang yang diperlukan.

Kerangka regulasi harus disertai dengan pengembangan infrastruktur daur ulang, dan diarahkan untuk membangun ekosistem daur ulang. Peningkatan target secara bertahap akan menurunkan risiko untuk proyek daur ulang dan menyediakan pasar yang terjamin guna merangsang investasi yang diperlukan. Strategi dan regulasi penggunaan kembali baterai, pemulihan material, dan daur ulang yang jelas dan berjangka panjang—yang memberikan kepastian investasi—sangat penting, karena fasilitas yang diperlukan berskala besar dan padat modal. Penting untuk

¹⁷⁵ Komisi Eropa, Joint Research Centre, Szczuka, C., Sletbjerg, P. and Bruchhausen, M., Performance and Durability Requirements in the Batteries Regulation - Part 1: General assessment and data basis, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/289331>, JRC136381.

¹⁷⁶ Sementara itu, daur ulang grafit saat ini masih menantang secara ekonomi, namun metode daur ulang berbiaya rendah yang baru telah diperkenalkan. Selain itu, beberapa yurisdiksi telah memberikan dukungan finansial untuk meningkatkan keekonomian daur ulang grafit, lihat IEA, *Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining* (IEA 2024), p. 60.

menetapkan target sisi permintaan dan sisi pasokan sekaligus guna menstimulasi kedua sisi pasar yang sedang tumbuh.¹⁷⁷ Perlu digarisbawahi bahwa ekosistem baterai tidak dapat dikembangkan secara terpisah; tahap *midstream* rantai pasok baterai harus dikembangkan secara simultan menuju integrasi vertikal tertentu dalam rantai pasok. Porsi signifikan dari kapasitas manufaktur material aktif katoda dan anoda berada di Tiongkok—dan diproyeksikan tetap demikian dalam beberapa tahun ke depan—yang mengindikasikan bahwa permintaan utama atas produk olahan hasil daur ulang berada di Tiongkok. Hal ini juga berarti hilangnya keuntungan keamanan pasokan domestik dari pemulihan material.¹⁷⁸ Oleh karena itu, sangat penting tahap *midstream* dikembangkan bersamaan, untuk menjamin adanya permintaan domestik terhadap pasokan sekunder. Secara alami, hal ini juga akan mendukung dekarbonisasi sektor ketenagalistrikan di Indonesia, mengingat peluang pemanfaatan kembali baterai EV untuk BESS stasioner.

Langkah-langkah legislasi yang bertujuan mengintegrasikan prinsip sirkularitas ke dalam rantai pasok baterai tidak semata berfokus pada tahap akhir masa pakai (*end-of-life*), melainkan bergaung hingga ke tahap-tahap hulu dalam rantai pasok. Hal ini diilustrasikan pada gambar berikut::

Gambar 4.5 Sirkularitas dalam rantai pasok baterai: area perhatian

Manufacturing	End use	End of life
• Minimum performance and durability requirements • Hazardous substance restrictions • Carbon footprint declarations (2024), battery performance classes, maximum CO2 thresholds • Recycled content declarations • Extended Producer Responsibility	• Collection targets for batteries	• Recycling targets • Recycling recovery targets

Target pengumpulan di lokasi dapat diperkenalkan pada tahap manufaktur, termasuk manufaktur katoda dan anoda, sel, dan EV. Sebagai contoh, untuk memastikan pasokan bahan baku bagi kegiatan daur ulang, India telah mengadopsi aturan nasional yang memberikan pembebasan bea masuk untuk *scrap* baterai litium-ion.¹⁷⁹ Dalam ketiadaan kapasitas produksi katoda dan anoda di dalam negeri, para *offtaker* dapat mencari produk olahan hasil daur ulang di pasar internasional. Sehubungan dengan itu, ketentuan nasional yang memperbolehkan

¹⁷⁷ Pengalaman serupa dalam menciptakan sisi permintaan sekaligus penawaran untuk mengatasi masalah awal “ayam-dan-telur” dapat dimanfaatkan, misalnya dari penciptaan pasar hidrogen bersih di Uni Eropa; lihat, misalnya Penttinen, S.-L., ‘Navigating the hydrogen landscape: An analysis of hydrogen support mechanisms in the US and the EU’ 33 (3) *Review of European, Comparative & International Environmental Law* (2024), hlm- 397-411.

¹⁷⁸ IEA, *Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining* (IEA 2024), hlm. 72-73.

¹⁷⁹ 01-02-2025. Times of India. Budget 2025: Customs duty exemption on lithium-ion battery scrap announced by FM Sitharaman. <https://timesofindia.indiatimes.com/business/india-business/budget-2025-customs-duty-exemption-on-lithium-ion-battery-scrap-announced-by-fm-sitharaman/articleshow/117822970.cms>

impor baterai litium-ion bekas juga perlu ditinjau secara berkala untuk memastikan bahwa ketika kapasitas nasional berkembang, impor tidak justru melemahkan upaya domestik.

3.2 Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (EPR) agar mencakup produsen baterai: regulasi EPR yang ada di Indonesia saat ini terutama berfokus pada bahan kemasan seperti plastik, kaleng aluminium, dan kaca. Tidak ada penyebutan khusus tentang baterai dalam instrumen perundangan utama terkait EPR, yaitu Undang-Undang No. 18/2008 tentang Pengelolaan Sampah maupun Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 75/2019. Strategi Ekonomi Sirkular Nasional yang baru diterbitkan (2024) mengakui perluasan kewajiban EPR terhadap baterai sebagai area prioritas untuk tindakan, dan menyediakan jadwal implementasi langkah demi langkah.

Dalam memperluas peraturan EPR saat ini agar mencakup baterai, prinsip-prinsip desain utama berikut harus diikuti:

Lingkup dan cakupan: Jenis baterai yang dicakup oleh regulasi harus dipertimbangkan secara cermat, memastikan bahwa mandat tersebut selaras dengan prioritas nasional, khususnya target daur ulang, serta aturan internasional yang sedang berkembang.

Pihak yang bertanggung jawab: Pihak yang berada di bawah kewajiban harus ditetapkan dengan jelas. Kurangnya kejelasan dalam menetapkan pihak yang bertanggung jawab dapat mengakibatkan fragmentasi tanggung jawab dan kesulitan dalam mengoordinasikan pihak yang terlibat secara efektif. Hal ini juga mempersulit penegakan dan pemberian sanksi atas ketidakpatuhan.

Pelaporan dan transparansi: Menerapkan persyaratan pelaporan yang kuat untuk memastikan transparansi dan akuntabilitas. Produsen harus secara rutin melaporkan kegiatan pengumpulan dan progres mereka.

Kampanye informasi dan komunikasi: Penerapan regulasi EPR yang menuntut produsen bertanggung jawab atas seluruh siklus hidup baterai mereka, termasuk pengumpulan, daur ulang, dan pembuangan, harus dilengkapi dengan kampanye informasi dan komunikasi kepada konsumen.

Peran pemerintah: Mendefinisikan peran dan tanggung jawab otoritas nasional, regional, dan lokal. Ini mencakup pengawasan, pemantauan kepatuhan, serta kemungkinan dukungan infrastruktur.

Di bawah kewajiban EPR, produsen memiliki tiga tanggung jawab¹⁸⁰:

- **Tanggung jawab fisik:** produsen harus mengumpulkan produk limbah dan memastikan limbah tersebut diproses dengan tepat;
- **Tanggung jawab finansial:** produsen bertanggung jawab menanggung biaya yang terkait dengan pemilahan pengumpulan, transportasi, dan

¹⁸⁰ J Yang, Q Jiang and J Zhang, 'Bridging the regulatory gap: A policy review of extended producer responsibility for power battery recycling in China' 86 *Energy for Sustainable Development* (2025), 101697.

pemrosesan produk limbah, serta biaya terkait pengumpulan data dan pelaporan kepada otoritas terkait;

- **Tanggung jawab informasi:** produsen harus menyediakan informasi tentang karakteristik lingkungan dari produk mereka dan prosedur pembuangan. Mereka juga perlu memberi informasi kepada pemangku kepentingan publik tentang jumlah limbah yang dikumpulkan dan bagaimana limbah tersebut dikelola.

Tidak cukup hanya menetapkan kewajiban dalam kerangka regulasi; di setiap titik proses, alat insentif serta mekanisme penghargaan-hukuman harus diterapkan untuk memastikan kepatuhan terhadap kewajiban yang telah ditetapkan.¹⁸¹

Demikian pula, kurangnya keselarasan antarnegara mengenai kriteria limbah dan bahan baku sekunder banyak diidentifikasi sebagai hambatan untuk integrasi yang efisien dari pendekatan ekonomi sirkular. Hal ini pada dasarnya berarti suatu material mungkin dikategorikan sebagai limbah di negara A, sedangkan di negara B material yang sama dianggap sebagai produk. Hal ini berdampak pada perdagangan internasional untuk bahan baku sekunder tersebut, yang mengarah pada kerumitan regulasi dan potensi sengketa dagang.¹⁸² Oleh karena itu, sangat penting agar Indonesia berpartisipasi aktif dalam kerja komite standardisasi internasional.

Rencana aksi untuk area kunci: kapasitas produksi dan pengelolaan akhir masa pakai

Gambar 4.6 Gantt untuk aktivitas pada area kunci Kapasitas Produksi dan Pengelolaan Akhir Masa Pakai

Activity	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1. Secure battery material feedstock															
2. Implement strategic stockpiling measures															
3. Establish targets and policy instruments for material recovery and reuse in battery production															
3.1 Define material recovery and recycling targets															

Peran pemangku kepentingan

Tabel 4.3 Matriks RACI untuk Kapasitas Produksi dan pengelolaan akhir masa pakai
R: Responsible (Bertanggung jawab melaksanakan), A: Accountable (Bertanggung jawab akhir), C: Consulted (Dikonsultasikan), I: Informed (Diberi informasi).

¹⁸¹ J Yang, Q Jiang and J Zhang, 'Bridging the regulatory gap: A policy review of extended producer responsibility for power battery recycling in China' 86 *Energy for Sustainable Development* (2025), 101697.
¹⁸² IEA, Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining (IEA 2024), hlm. 43-44.

Aksi	Kemendes	Kementerian ESDM	KLHK	Kementerian BUMN	Kemenperin	Kemenkeu	Perusahaan manufaktur	Asosiasi dagang	MIND ID & IBC	Lembaga keuangan
1. Mengamankan pasokan bahan baku baterai	C	R/A	C	R	A	I	I	I	C	-
2. Menerapkan langkah-langkah penyimpanan strategis	R	A	C	C	C	C	I	C	R	C
3. Menetapkan target dan instrumen kebijakan untuk pemulihan material dan penggunaan kembali dalam produksi baterai	C	R	R/A	I	R	-	I	C	I	-
3.1 Menetapkan target pemulihan material dan daur ulang	I	C	R/A	C	R	I	I	C	I	I

4.3 Tindakan untuk penelusuran (*traceability*) dalam rangka kepatuhan dan kesiapan

Meskipun belum ada target resmi untuk ekspor baterai, perusahaan publik Indonesia Battery Corporation (IBC) memiliki tujuan untuk mencapai kapasitas produksi sebesar 140 GWh pada tahun 2030, di mana 50 GWh di antaranya diproyeksikan untuk diekspor¹⁸³. Untuk menjamin ekspor baterai, Indonesia perlu memastikan kepatuhan terhadap negara tujuan akhir serta standar internasional. Penelusuran material (*material traceability*) merupakan langkah pertama ketika berbicara tentang pemantauan kepatuhan di sepanjang rantai pasok. Peta jalan mengusulkan tindakan berikut untuk melakukannya:

Jangka Menengah (2031-2040)

1. Merancang dan mengimplementasikan *battery passport* untuk melacak komponen baterai: Penerapan sistem untuk melacak dan melaporkan material yang digunakan dalam baterai sangat penting bagi keberhasilan penerapan pendekatan ekonomi sirkular. Alat penelusuran memastikan bahwa material dapat dipulihkan dan digunakan kembali secara efisien serta berfungsi sebagai bukti bahwa target yang ditetapkan telah tercapai, misalnya target untuk penggunaan kembali material.

Penelusuran telah muncul sebagai alat global untuk mendukung tujuan kebijakan utama terkait rantai pasok baterai dengan menyediakan cara untuk mengintegrasikan data mengenai asal, evolusi, dan kepemilikan mineral serta isu lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG). Penelusuran merujuk pada data yang akurat dan transparan yang memungkinkan untuk menentukan asal produk, jalur geografis, rantai kepemilikan, dan

¹⁸³ IBC. 26 November 2021. IBC Targets 140 GWh Battery Production in Total by 2030. <https://www.indonesiabattery.com/en/news/ibc-targets-140-gwh-battery-production-in-total-by-2030>

evolusi fisik produk dari waktu ke waktu.¹⁸⁴ Penelusuran adalah kunci untuk memahami pergerakan suatu produk sepanjang rantai pasok beserta kinerja ESG-nya.

Terkait dengan pelabelan dan penelusuran, Indonesia saat ini memiliki tiga mekanisme yang berlaku, meskipun belum secara spesifik menargetkan baterai atau akhir masa pakai baterai.

Tabel 4.4 Mekanisme penelusuran yang saat ini berlaku di Indonesia

Langkah	Tujuan	Yurisdiksi
Standar EITI Peraturan Presiden No. 26/2010 mengenai transparansi industri ekstraktif nasional/daerah	Inisiatif internasional dari negara-negara anggota yang berkomitmen mengungkapkan informasi tentang rantai nilai industri ekstraktif.	Internasional
Platform digital SIMBARA	Meningkatkan penelusuran dan transparansi mineral. Platform digital untuk menghubungkan berbagai kementerian dan lembaga pemerintah dalam memantau, mengelola, dan mengoptimalkan sumber daya mineral melalui sistem data dan pengawasan.	Nasional
Standar Industri Hijau Peraturan Menteri Perindustrian No. 3/2014	Regulasi yang menetapkan kriteria dan pedoman bagi industri untuk memperoleh sertifikasi hijau.	Nasional

EITI (*Extractive Industries Transparency Initiative*) merupakan tolok ukur global untuk transparansi dan akuntabilitas di sektor ekstraktif. Inisiatif ini mewajibkan pengungkapan informasi di sepanjang rantai nilai industri ekstraktif. Fokus tradisional EITI adalah pembayaran formal yang dilakukan oleh perusahaan ekstraktif industri kepada pemerintah, dengan tujuan utama pencegahan korupsi.¹⁸⁵

Platform Digital SIMBARA diluncurkan pada tahun 2022 dengan tujuan menghubungkan berbagai kementerian dan lembaga sektor publik lainnya dalam memantau, mengelola, dan mengoptimalkan sumber daya mineral dan batu bara melalui sistem data dan pengawasan terpadu.¹⁸⁶ Sama halnya dengan EITI, tujuan utama platform SIMBARA adalah untuk melacak pergerakan mineral dan mencegah korupsi..

Dari ketiga inisiatif transparansi tersebut, Standar Industri Hijau merupakan inisiatif standardisasi produk tingkat nasional. Saat ini, standar industri hijau hanya berlaku untuk sektor manufaktur dan pengemasan, termasuk EV.

Namun demikian, mekanisme ini masih sangat terbatas dalam cakupan. Sebagai contoh, EITI terutama menargetkan pembayaran finansial oleh perusahaan ekstraktif kepada pemerintah. Demikian pula, platform digital SIMBARA bertujuan memantau dan

¹⁸⁴ IEA, *The Role of Traceability in Critical Mineral Supply Chains* (IEA 2025) hlm. 10.

¹⁸⁵ OECD, *Promoting coherence between standards on responsible mineral supply chains: The IECD Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas and the Extractive Industries Transparency Initiative Standard* (OECD 2020), hlm. 13.

¹⁸⁶ IEA, 'SIMBARA Inter-Ministry/Institutional Mineral and Coal Information System', tersedia di <https://www.iea.org/policies/25388-simbara-inter-ministryinstitutional-mineral-and-coal-information-system>

mengelola sumber daya mineral. Cakupan Standar Industri Hijau terbatas pada sektor tertentu dan tidak mencakup, misalnya, baterai. Masing-masing inisiatif ini memiliki fokus yang sangat spesifik dan terbatas serta tidak mencakup aspek lain dari rantai pasok. Seiring meningkatnya fokus pada keberlanjutan lingkungan dan sosial dari rantai nilai baterai dalam beberapa tahun terakhir, terdapat sejumlah instrumen legislatif yang diadopsi yang mewajibkan pengumpulan data di sepanjang rantai pasok. Sebagai contoh, legislasi yang merinci penilaian jejak karbon dan *due diligence* sebagaimana diwajibkan oleh EU Sustainable Batteries Regulation telah dijelaskan dalam Lampiran 6, termasuk atribut-atribut yang harus dimasukkan dalam *Battery Passport* dan persyaratan pelaporan terkait yang akan diterapkan dalam beberapa tahun mendatang. Hal ini akan dibahas secara singkat pada bagian berikutnya.

- **Battery Passport**

Battery Passport adalah sebuah kerangka digital yang dirancang untuk meningkatkan transparansi dan keberlanjutan di sepanjang rantai nilai baterai. Awalnya dikembangkan oleh Global Battery Alliance, namun kemudian diberikan status hukum dalam EU Sustainable Batteries Regulation.

Battery Passport berfungsi sebagai “kembaran digital” dari baterai fisik, menyediakan informasi detail mengenai asal-usul material baterai, komposisi kimia, riwayat manufaktur, serta kinerja keberlanjutannya. Data tersebut disimpan dalam bentuk kode QR yang terhubung dengan sebuah *unique identifier* yang diberikan oleh pelaku usaha yang menempatkan baterai tersebut di pasar.

Dengan demikian, *Battery Passport* memperkuat persyaratan umum dari regulasi baterai Uni Eropa dengan mengumpulkan data dalam format digital dan memastikan data tersebut mudah diakses oleh semua aktor di sepanjang rantai nilai.

Amerika Serikat maupun Tiongkok saat ini sedang mempertimbangkan penerapan legislasi nasional untuk mengimplementasikan *Battery Passport*.¹⁸⁷ Mengingat bahwa Uni Eropa merupakan pusat permintaan utama untuk baterai, memastikan pengembangan *Battery Passport* yang sesuai dengan standar EU sangatlah penting bagi kedua yurisdiksi tersebut. Jepang juga telah mewajibkan pengungkapan emisi produksi baterai EV. Untuk memfasilitasi hal tersebut, Jepang sedang mempertimbangkan penerapan *digital battery passport* yang akan melacak dan mencatat informasi rinci mengenai siklus hidup baterai.¹⁸⁸

Uni Eropa merupakan yurisdiksi pertama yang mengimplementasikan *Battery Passport* dalam kerangka legislatifnya, yang berdampak tidak hanya pada baterai yang diproduksi di dalam Uni Eropa, tetapi juga pada baterai yang diimpor ke pasar Uni Eropa. Oleh

¹⁸⁷ Global Battery Alliance, *GBA Battery passport, An Overview* (Global Battery Alliance 2024), hlm. 3; ‘Chinese compliance solution for EU Battery Passport regulations’ (November 11, 2024, *Batteries International*); <<https://www.batteriesinternational.com/2024/11/11/chinese-compliance-solution-for-eu-battery-passport-regulations/>>

¹⁸⁸ R Nagao, ‘Japan to require disclosure of CO2 emitted by EV battery production’ (9 Mei 2023, *Nikkei*); <<https://asia.nikkei.com/Spotlight/Environment/Climate-Change/Japan-to-require-disclosure-of-CO2-emitted-by-EV-battery-production>>

karena itu, implementasi *Battery Passport* oleh EU menjadi preseden global penting, yang secara signifikan memengaruhi perkembangan hukum di bidang ini..

Meskipun implementasi praktis *Battery Passport* menghadirkan tantangan dan beban kepatuhan bagi industri, manfaat yang ditawarkannya dianggap jauh lebih besar, khususnya dalam membantu investor memahami lebih baik bagaimana baterai dapat digunakan dalam berbagai skenario, sehingga berpotensi membuka peluang bisnis baru.¹⁸⁹

Karena *digital battery passport* diperkirakan akan menjadi persyaratan hukum global untuk baterai, sangat penting bagi Indonesia tidak hanya untuk meninjau kemungkinan implementasinya dalam kerangka legislatif nasional, tetapi juga untuk secara aktif mengikuti perkembangan internasional yang sedang berlangsung, agar inisiatif domestik dalam penerapan *Battery Passport* tetap selaras dengan standar global.

Rencana aksi untuk area utama: Penelusuran untuk kepatuhan dan kesiapan ekspor

Gambar 4.7 Gantt untuk aktivitas area utama proses kepatuhan pengadaan

Activity	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1. Design and implement a battery passport to keep track of battery components															

Peran pemangku kepentingan

Tabel 4.5 Matriks RACI Matrix untuk proses kepatuhan pengadaan

R: Responsible (Bertanggung jawab melaksanakan), A: Accountable (Bertanggung jawab akhir), C: Consulted (Dikonsultasikan), I: Informed (Diberi informasi).

Action	Kementerian ESDM	Kemenperin	KLHK	Kemenhub	Keminvess	SPKLU	IBC/Perusahaan swasta	Perusahaan sel baterai	Produsen EV
1. Merancang dan mengimplementasikan <i>Battery Passport</i> untuk melacak komponen EV	A	R	R	C	C	I	I	I	I

4.4 Tindakan untuk perluasan segmen penggunaan akhir

Menetapkan target yang jelas untuk segmen penggunaan akhir baterai seperti elektrifikasi transportasi dan BESS sangat penting untuk mendorong kepercayaan pasar, pengembangan infrastruktur, serta investasi dalam transisi energi Indonesia. Hal ini perlu dipasangkan dengan perluasan infrastruktur pengisian daya EV di luar pusat

¹⁸⁹ Lihat misalnya A Colthorpe, 'EU's Battery Passport 'will give energy storage investors more clarity on bankability' of projects' (February 20, 2024, *Energy Storage News*); <<https://www.energy-storage.news/eus-battery-passport-will-give-energy-storage-investors-more-clarity-on-bankability-of-projects/>>

perkotaan, mengatasi kecemasan jarak tempuh (*range anxiety*) serta isu aksesibilitas di wilayah yang kurang terlayani, dan investasi paralel pada jaringan listrik untuk mendukung integrasi BESS. Tindakan-tindakan ini dijelaskan di bawah:

Jangka Menengah (2031-2040)

1. Menetapkan target elektrifikasi untuk sektor transportasi lainnya dalam instrumen regulasi: Meskipun target kendaraan listrik (EV) sudah ada, perluasan elektrifikasi ke sektor transportasi lain—termasuk transportasi publik, layanan pengiriman jarak pendek (*last-mile delivery*), dan angkutan jarak jauh (*long-haul trucking*)—dapat lebih mempercepat permintaan baterai dan memperkuat rantai pasok baterai Indonesia. Penetapan target adopsi yang jelas untuk segmen-segmen ini akan mendorong pengembangan infrastruktur dan memperluas pasar. Sektor transportasi publik akan mendapatkan manfaat dari penerapan insentif dan kerangka regulasi yang sebanding dengan yang mendukung industri EV, serta berkontribusi pada pengurangan emisi dalam sektor transportasi. Peta jalan Kementerian Perhubungan menargetkan elektrifikasi 90% transportasi massal perkotaan pada 2030¹⁹⁰. Untuk mengoperasionalkan target ini, perlu dimasukkan secara formal ke dalam instrumen kebijakan, sehingga memungkinkan alokasi anggaran khusus serta pengembangan regulasi pendukung. Pendekatan ini tidak hanya mempercepat elektrifikasi, tetapi juga mendorong permintaan domestik untuk baterai.

Demikian pula, penetapan target untuk Sistem Penyimpanan Energi Baterai (BESS) sangat penting untuk mendukung integrasi energi terbarukan (RE) ke dalam jaringan listrik nasional. Mengingat investasi BESS membutuhkan modal awal yang besar sebagaimana disebutkan dalam RUPTL 2025, keberlanjutannya bergantung pada adanya kerangka pendapatan. Pasar listrik Indonesia yang belum terliberalisasi serta partisipasi sektor swasta yang terbatas membuat penyebaran BESS secara langsung terkait dengan kecepatan pertumbuhan pembangkit RE. Pendekatan terstruktur untuk elektrifikasi sektor-sektor tertentu dan penyebaran penyimpanan skala jaringan akan memperkuat transisi energi Indonesia, menarik investasi, serta membangun industri baterai yang lebih tangguh dan berkelanjutan. Penetapan target regional berdasarkan sub-sistem dapat membantu mengidentifikasi lokasi di mana BESS meningkatkan integrasi RE dan keandalan pasokan listrik, sekaligus memperjelas di mana penyimpanan baterai mungkin belum diperlukan.

2. Memberikan dukungan yang lebih terarah dan luas untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya: Untuk mencapai target 2030 dengan 62.918 stasiun pengisian EV, Indonesia saat ini memiliki beberapa instrumen kebijakan yang mendukung pengembangan infrastruktur pengisian. Yang paling menonjol adalah Keputusan Menteri ESDM No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025, yang berperan strategis dalam mendukung integrasi EV di Indonesia dengan menyusun peta jalan nasional pengembangan infrastruktur pengisian publik dari 2025 hingga 2030. Keputusan ini mewajibkan pembangunan stasiun pengisian di semua provinsi, menargetkan lokasi-lokasi utama seperti pusat perbelanjaan, kompleks perkantoran, kawasan industri, rest

¹⁹⁰ ITDP Indonesia (2024) *Electrification, A Momentum for Public Transport Reform*. [Tautan](#)

area jalan tol, SPBU, kawasan wisata, rumah sakit, stasiun kereta, hotel, dan lainnya. Namun, dengan pengecualian rest area jalan tol, area yang ditunjuk masih hanya mendukung jumlah terbatas stasiun pengisian di luar kawasan perkotaan utama. Hal ini memperburuk kecemasan jarak tempuh konsumen, sehingga membatasi adopsi EV domestik. Walaupun keputusan tersebut mewajibkan distribusi yang merata, wilayah terpencil dan berpenduduk rendah mungkin tetap menghadapi minat komersial dan insentif investasi swasta yang terbatas, meskipun regulasi menyediakan insentif seperti pengurangan biaya sambungan listrik serta akses ke tarif listrik grosir. Kerja sama dengan pemerintah daerah sangat penting untuk mempercepat pengembangan di luar pusat populasi perkotaan. Meski perkembangan positif telah terjadi melalui Keputusan Menteri ESDM No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025, jaringan pengisian daya perlu ditinjau ulang agar lebih terarah, terutama di daerah terpencil, sekaligus memberikan sinyal bahwa elektrifikasi meluas hingga ke wilayah-wilayah tersebut. Dalam konteks ini, masyarakat lokal harus dilibatkan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan untuk memastikan bahwa pengembangan infrastruktur sesuai dengan kebutuhan mereka, karena setiap wilayah memiliki tantangan dan keterbatasan unik.

2.1 Investasi paralel untuk kesiapan jaringan listrik: Meskipun Keputusan Menteri ESDM No. 24.K/TL.01/MEM.L/2025 mendukung ekspansi pengisian daya cepat (*fast*) dan super cepat (*ultra-fast*), ekspansi ini dapat dibatasi oleh kapasitas jaringan. Pembangunan jaringan “super-charger” membutuhkan peningkatan signifikan, terutama di daerah pedesaan atau kurang berkembang. Demikian pula, kapasitas titik sambungan serta kapasitas sistem kelistrikan di lokasi-lokasi kunci yang tercantum dalam keputusan (misalnya rumah sakit, pusat perbelanjaan) dapat membatasi pemasangan stasiun pengisian, sehingga peningkatan besar mungkin diperlukan. Tanpa investasi paralel dalam infrastruktur jaringan, target pembangunan bisa sulit tercapai, dan selain itu keandalan serta kecepatan pengisian daya bisa terganggu. Jaringan listrik juga harus memiliki kapasitas yang cukup untuk mendukung integrasi BESS dan VRE.

Rencana aksi untuk area utama: Perluasan segmen penggunaan akhir

Gambar 4.8 Gantt untuk aktivitas area utama perluasan segmen penggunaan akhir

Activity	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1. Establish targets for electrification of other transport sectors in regulatory instruments															
2. Provide more targeted and wider support for charging infrastructure development															
2.1 Parallel investments to grid readiness															

Peran pemangku kepentingan

Tabel 4.6 Matriks RACI untuk perluasan segmen penggunaan akhir

R: *Responsible* (Bertanggung jawab melaksanakan), **A:** *Accountable* (Bertanggung jawab akhir), **C:** *Consulted* (Dikonsultasikan), **I:** *Informed* (Diberi informasi).

Aksi	Kementerian ESDM	Kemenperin	KLHK	Kemenhub	Keminfo	SPKLU	PLN	IBC/Perusahaan swasta	Perusahaan sel baterai	Produsen EV
1. Menetapkan target elektrifikasi sektor transportasi lain dalam instrumen regulasi	A	R	C	A	I	I	R	C	I	I
2. Memberikan dukungan yang lebih terarah dan luas untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya	R	R	C	R/A	C	I	R/I	I	I	I
2.1 Investasi paralel untuk kesiapan jaringan listrik	R/A	C/R	C	-	C	I	R	I	I	I

4.5 Tindakan untuk pembiayaan dan *bankability*

Tiga kondisi yang harus dipenuhi agar sebuah proyek baru berhasil: kelaikan operasional, kelaikan sosial/perizinan, dan kelaikan finansial. Dua kondisi pertama sudah dijelaskan dalam bagian sebelumnya melalui tindakan peta jalan. Untuk pembiayaan dan dukungan perbankan, metrik yang digunakan (baik oleh pemerintah maupun swasta) sangat terkait dengan profil risiko dan imbal hasil proyek yang transparan bagi pemberi pinjaman dan investor. Singkatnya: proyek yang dianggap berisiko tinggi akan kurang menarik dan cenderung tidak mendapat dukungan perbankan yang cukup untuk berkembang. Tidak ada target khusus terkait area ini dalam regulasi. Namun, pembiayaan dan *bankability* proyek berdampak pada seluruh rantai pasok baterai. Peta jalan menyoroti tindakan berikut:

Jangka Pendek (2026-2030)

1. Memastikan kepatuhan terhadap standar global agar baterai dapat diekspor ke seluruh dunia: Untuk memfasilitasi ekspor baterai Indonesia secara global, kepatuhan terhadap standar lingkungan, sosial, dan tata kelola (ESG) sangat penting. Memperkuat kerja sama dengan Minerals Security Partnership (MSP) menjadi jalur strategis untuk mengatasi hambatan ini. Dengan bergabung bersama MSP, Indonesia dapat memperoleh akses pembiayaan untuk rantai pasok berkelanjutan, memastikan kepatuhan terhadap tolok ukur ESG global, sekaligus mendorong diversifikasi investasi asing dan tujuan ekspor. Strategi utama meliputi: (i) Menyelaraskan industri baterai Indonesia dengan kebijakan ESG di pasar utama seperti AS dan Uni Eropa, (ii) Memanfaatkan kemitraan MSP untuk menarik pendanaan bagi ekstraksi dan pemurnian berkelanjutan, dan (iii) Menerapkan mekanisme rantai pasok yang transparan dan *traceable* untuk meningkatkan kepercayaan investor.

Seperti negara lain yang mengekspor baterai dan EV ke Uni Eropa, regulasi ketat dari UE juga berdampak pada produsen Indonesia, memaksa mereka untuk patuh terhadap

standar terkait.¹⁹¹ Pendekatan proaktif terhadap penyelarasan regulasi dan kerja sama industri akan memperkuat posisi Indonesia di pasar global, memastikan keberlanjutan dan daya saing jangka panjang. Tindakan ini sebaiknya dijalankan baik dalam jangka pendek maupun panjang, agar tetap sejalan dengan perubahan regulasi.

Jangka Menengah (2031-2040)

2. Membangun *supply chain tracking platform* untuk industri baterai Indonesia, mengidentifikasi aliran perdagangan dan keterbatasan kapasitas: Untuk meningkatkan transparansi dan efisiensi di seluruh rantai pasok baterai *lithium-ion* Indonesia, perlu dibangun platform pelacakan untuk memonitor operasi pabrik, arus perdagangan, dan keterbatasan kapasitas. Sebagai inisiatif teknologi-operasional, hal ini membutuhkan investasi signifikan dalam R&D dan tenaga ahli.

Peran pemerintah adalah membangun dan mengelola platform yang berfungsi sebagai *matchmaking tool*, sekaligus menyajikan data terkini tentang semua segmen rantai pasok, termasuk peluang investasi. Hal ini juga akan menjadi alat utama komunikasi dengan calon investor asing. Langkah awalnya adalah melakukan proses pengadaan pengembang IT untuk platform ini, dengan antarmuka yang mudah digunakan namun tetap menjaga kerahasiaan data.

Sebagai contoh, Uni Eropa saat ini sedang memperkenalkan mekanisme percontohan di bawah kerangka *EU Hydrogen Bank* untuk 'mempercepat investasi dengan menyediakan gambaran lebih jelas tentang kondisi pasar baik dari sisi *off-taker* maupun pemasok dan memfasilitasi kontak antara kedua.'

Dalam praktiknya, platform ini akan melayani berbagai tujuan:

- *Memperkuat transparansi rantai pasok domestik & global* – Mengidentifikasi area yang perlu perbaikan strategis.
- *Mengoptimalkan keputusan investasi* – Menunjukkan kesenjangan infrastruktur kritis dan area prioritas investasi.
- *Mendefinisikan strategi ekspor* – Setelah kebutuhan domestik terpenuhi, pemerintah dapat menilai pasar global utama untuk produk baterai Indonesia.

Dengan kerangka kerja berbasis data ini, Indonesia dapat memastikan pertumbuhan strategis dan pemanfaatan sumber daya yang efisien dalam industri baterai.

3. Menerapkan skema finansial untuk mengurangi risiko investasi: Seperti dijelaskan di Bagian 3.4, proyek tambang dan pemurnian sering kesulitan mendapatkan modal akibat harga komoditas yang rendah dan kebutuhan investasi besar. Pemerintah dapat menerapkan mekanisme seperti Special Purpose Vehicles (SPVs) atau kontrak harga minimum-maksimum, bertindak sebagai *counterparty* kuat yang menanggung risiko besar, sehingga memberi stabilitas dengan arus pendapatan yang terprediksi, membuat proyek skala besar lebih menarik bagi investor.

¹⁹¹ J He, 'The impact of EU's Regulation 2023/1542 on the Chinese Power Battery Industry' ANBOUND briefing; <http://www.anbound.com/Section/ArticleView_32416_1.htm>

Intervensi pemerintah sangat penting untuk mengurangi risiko investasi dan membuka jalur pembiayaan baru bagi sektor ini. Salah satu pendekatan efektif adalah pembiayaan peralatan (*equipment financing*), yang tetap layak dilakukan apabila didukung oleh skema pendanaan khusus yang dijamin pemerintah. Contoh dari Jerman (KfW) dan Inggris (UKEF) menunjukkan bagaimana model pembiayaan strategis dapat menanggung hingga 80% dari biaya peralatan melalui pembiayaan utang, sehingga perusahaan dapat memperoleh akses terhadap mesin berkualitas tinggi tanpa harus menyediakan komitmen modal penuh di muka.

Strategi pendanaan lain yang layak adalah pra-pembayaran (*pre-payments*), yaitu produk dijual terlebih dahulu dengan harga diskon untuk memperoleh likuiditas di awal. Model ini bisa sangat bermanfaat bila dipadukan dengan insentif yang mampu menarik *trading house* besar untuk memberikan pembiayaan jangka panjang. Dengan menerapkan mekanisme mitigasi risiko semacam ini, Indonesia dapat meningkatkan keamanan finansial bagi operasi pertambangan dan pemurnian, memastikan sektor ini tetap kompetitif dan mampu mendukung ambisi rantai pasok baterai nasional.

Alasan pembatalan investasi LG disebutkan karena perubahan kondisi pasar dan iklim investasi¹⁹². Namun, perusahaan tersebut tidak menarik diri dari proyek lain, seperti *joint venture* dengan Hyundai untuk pembangunan pabrik baterai. Dengan demikian, pembatalan tersebut bukan berarti kebijakan Indonesia untuk menarik investor gagal, melainkan mencerminkan realitas pasar EV, di mana penjualan pada tahun 2024 melambat dibanding tahun-tahun sebelumnya, begitu pula dengan investasi di sektor baterai EV¹⁹³. Karena itu, Kementerian Investasi dan Hilirisasi dapat mengambil berbagai langkah untuk menurunkan risiko setiap proyek. Penting untuk menjaga diskusi dan komunikasi aktif antara pemberi pinjaman, investor, dan pembuat kebijakan. Syarat minimum untuk menarik pemain kunci sebenarnya sudah tersedia di Indonesia (misalnya proyek pemurnian dan hilirisasi nikel), namun prasyarat utama adalah mengembangkan setiap mata rantai pasok secara organik dan pada kecepatan yang seimbang.

Pemerintah juga perlu memperkuat kebijakan yang mendukung manufaktur baterai, bukan hanya penggunaannya, termasuk melalui insentif pajak, subsidi, dan penyederhanaan proses regulasi untuk meningkatkan keyakinan dalam perizinan. Contoh program keringanan pajak yang menguntungkan untuk investasi skala besar banyak ditemukan, seperti program Argentina (RIGI) untuk investasi lebih dari USD 200 juta.

¹⁹² Reuters. 21 April 2025. South Korea's LG Energy Solution pulls out from Indonesia EV battery investment. <https://www.reuters.com/business/energy/south-koreas-lg-energy-solution-pulls-out-indonesia-ev-battery-investment-2025-04-21/>

¹⁹³ BloombergNEF. 18 Juni 2025. Global Electric Vehicle Sales Set for Record-Breaking Year, Even as US Market Slows Sharply, BloombergNEF Finds. <https://about.bnef.com/insights/clean-transport/global-electric-vehicle-sales-set-for-record-breaking-year-even-as-us-market-slows-sharply-bloombergnef-finds/>

Rencana aksi untuk area utama: Pembiayaan dan *bankability*

Gambar 4.9 Gantt untuk aktivitas area utama pembiayaan dan *bankability*

Activity	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1. Ensure compliance with global standards to guarantee batteries can be exported worldwide															
2. Establish a Supply Chain Tracking Platform for Indonesia's Battery Industry															
3. Implement financial schemes for derisking investments															

Peran pemangku kepentingan

Tabel 4.7 Matriks RACI untuk tindakan pembiayaan dan *bankability*

R: *Responsible* (Bertanggung jawab melaksanakan), A: *Accountable* (Bertanggung jawab akhir), C: *Consulted* (Dikonsultasikan), I: *Informed* (Diberi informasi).

Aksi	KLHK	Keminv	Kemenkeu	Kemenperin	Kemendagri	Kemnaker	Kemendiknas	BUMN	INA	Lembaga Keuangan	Asosiasi Dagang
1. Memastikan kepatuhan terhadap standar global agar baterai dapat diekspor	R	R/A	C	R/A	I	C	I	I	I	I	C/I
2. Membangun Supply Chain Tracking Platform untuk industri baterai Indonesia	C	A	C	C	C	-	C	C	R	C	C
3. Menerapkan skema finansial untuk mengurangi risiko investasi	-	R	R/A	C/I	C	-	C	I	R/C	I	I

5. Rekomendasi dan kesimpulan

Tiga rekomendasi umum disusun dari rangkaian kegiatan yang dijelaskan sebelumnya dalam *roadmap* untuk menjawab tantangan utama yang dihadapi Indonesia dalam membangun rantai pasok baterai yang terintegrasi.

5.1 Rekomendasi 1: Mendorong rantai pasok baterai terintegrasi melalui tata kelola kebijakan yang koheren, adaptif, dan selaras

Untuk dapat mengimplementasikan rantai pasok baterai yang terintegrasi dan berkelanjutan, Pemerintah Indonesia perlu mengadopsi kerangka tata kelola kebijakan yang koheren dan adaptif, yang memastikan adanya keselarasan antar lembaga, sektor, serta tingkat pemerintahan. Landasan regulasi yang ada saat ini sudah menjadi titik awal yang kuat, namun keberhasilan jangka panjang akan sangat bergantung pada kemampuan pemerintah untuk secara terus-menerus menyempurnakan kebijakan berbasis bukti, mengurangi fragmentasi, serta mengoordinasikan insentif dan target secara strategis.

Rekomendasi utama adalah menginstitutionalisasi pendekatan *whole-of-government* (seluruh unsur pemerintahan) dalam pengembangan sektor baterai dan EV, yang ditopang oleh tinjauan kebijakan secara berkala, koordinasi lintas sektor, serta penggunaan instrumen regulasi yang adaptif. Pendekatan ini mencakup tiga pilar utama:

1. **Evaluasi dan Penyesuaian Kebijakan Terintegrasi:** Menerapkan mekanisme nasional untuk Regulatory Impact Assessments (RIA) dan evaluasi *ex-post* guna memastikan bahwa kebijakan baru maupun yang sudah ada tetap efektif dan responsif terhadap perubahan teknologi, pasar, dan geopolitik. Alat ini akan membantu mendeteksi adanya insentif yang saling bertentangan—seperti antara impor EV dengan produksi domestik—dan memungkinkan koreksi tepat waktu untuk menjaga pertumbuhan industri serta investasi.
2. **Penyelarasan Strategis Antar Tingkat Pemerintahan:** Membentuk platform koordinasi formal atau gugus tugas yang menyelaraskan target kebijakan nasional, regional, dan lokal, khususnya terkait tingkat kandungan lokal (TKDN), target produksi EV, serta skema insentif fiskal. Langkah ini akan mencegah fragmentasi kebijakan serta memastikan semua pemangku kepentingan bergerak menuju tujuan nasional yang sama, dengan tanggung jawab yang jelas dan indikator yang selaras.
3. **Desain Kelembagaan yang Berorientasi ke Depan:** Mendirikan lembaga khusus atau memperkuat lembaga yang sudah ada untuk mengawasi implementasi, penegakan, dan pemantauan kebijakan TKDN serta pengembangan Battery Energy Storage System (BESS). Hal ini mencakup penetapan peran BESS dalam sistem energi Indonesia dan penyusunan peta jalan khusus BESS untuk menjadi panduan investasi dan integrasi ke dalam jaringan listrik.

Dengan menanamkan prinsip-prinsip ini dalam kerangka kebijakan nasional, Indonesia akan lebih siap untuk mengarahkan sektor baterai dan EV menuju industrialisasi yang inklusif, daya saing global, serta ketahanan sistem energi—sekaligus memaksimalkan nilai tambah nasional dari kekayaan sumber daya alam yang dimiliki.

5.2 Rekomendasi 2: Memperkuat kemitraan strategis untuk diversifikasi dan keamanan rantai pasok baterai

Indonesia memiliki cadangan nikel dan kobalt yang melimpah; namun, industrinya masih sangat bergantung pada pasokan eksternal dan pemrosesan bahan baku penting lainnya seperti litium, mangan, dan grafit. Australia merupakan pemasok utama litium, tetapi sebagian besar proses pengolahannya dilakukan di Tiongkok, yang juga mendominasi pasar global anoda dan grafit. Konsentrasi ini menciptakan kerentanan struktural dalam rantai nilai baterai Indonesia, meningkatkan eksposur terhadap gangguan pasokan, volatilitas harga, dan keterbatasan akses pada teknologi hilir.

Untuk menjawab tantangan ini serta memperkuat posisinya dalam ekosistem baterai global, Indonesia perlu mengadopsi strategi komprehensif guna menarik investasi internasional, mendorong pengembangan bersama, serta menjamin ketahanan rantai pasok jangka panjang melalui kemitraan strategis. Rekomendasi ini menekankan pada pendekatan yang berfokus untuk (i) menarik investasi dan memperdalam kolaborasi industri, serta (ii) memanfaatkan platform kerja sama global dan perjanjian sektor publik. Langkah ini akan mendukung keamanan rantai pasok jangka panjang, meningkatkan kapabilitas teknologi, sekaligus memperkuat peran Indonesia sebagai pemimpin global yang kompetitif dan berkelanjutan di sektor baterai.

(i) Menarik investasi dan memperdalam kolaborasi industri

Indonesia perlu secara aktif menggandeng pemain utama dalam rantai pasok baterai litium-ion (LIB)—khususnya dalam material katoda aktif (CAM), manufaktur sel, dan daur ulang baterai. Aktor-aktor ini dapat membantu mengisi kesenjangan material dan teknologi yang kritis, memfasilitasi transfer pengetahuan, serta memperbesar kapasitas domestik.

Untuk menarik investasi berkualitas tinggi, pemerintah dapat melakukan langkah-langkah berikut:

- Memprioritaskan *joint venture* dengan porsi kepemilikan lokal dengan menyelaraskan insentif fiskal (misalnya *tax holiday*, pembebasan PPN) dengan tingkat kedalaman kemitraan, meniru pendekatan sukses dari kebijakan pembebasan PPN untuk EV. Insentif tambahan dapat dirancang bagi perusahaan asing yang berkolaborasi dengan mitra lokal, mengikuti prinsip yang mirip dengan pembebasan bea impor untuk EV utuh dari produsen yang berkomitmen membangun pabrik.
- Memperkuat kemitraan publik-swasta melalui kerangka kerja seimbang yang mendorong partisipasi swasta dalam proyek pertambangan, pemurnian, CAM, dan LIB tanpa kontrol negara yang berlebihan, karena dapat menghambat investasi serta mendistorsi dinamika pasar.
- Memfasilitasi transfer teknologi melalui mandat kebijakan yang jelas dan perjanjian kerja sama yang mendukung integrasi AI, inovasi proses, serta penerapan keberlanjutan dalam manufaktur domestik.

(ii) Memanfaatkan platform internasional dan perjanjian strategis antar pemerintah

Indonesia perlu meningkatkan partisipasinya dalam kerangka kerja sama global serta inisiatif strategis antar pemerintah untuk memperoleh akses pada pendanaan, pengetahuan kebijakan, dan instrumen penyelarasan regulasi. Beberapa platform yang relevan antara lain:

- **Just Energy Transition Partnership (JETP)** – Menyediakan skema blended finance untuk pembangunan industri hijau.
- **Global Battery Alliance (GBA)** – Berbagi praktik terbaik global dan standar ESG dalam rantai nilai baterai.
- **Asian Development Bank (ADB)** – Menawarkan dukungan teknis dan finansial untuk infrastruktur serta perluasan rantai pasok.
- **EU Clean Trade and Investment Partnerships (CTIPs)** – mendorong kolaborasi khusus di bidang teknologi bersih, bahan baku, serta mekanisme perdagangan berkelanjutan. Kerja sama ini ditujukan untuk mendukung mitra dalam penerapan teknologi bersih, elektrifikasi, ekonomi sirkular, standar dekarbonisasi, serta mekanisme harga karbon.

Selain itu, kemitraan bilateral dan multilateral di bidang teknologi baterai dan mineral strategis yang sudah ada dapat dijadikan model bagi Indonesia, seperti:

- **Kerja sama AS – Jepang:** Amerika Serikat dan Jepang telah berkolaborasi dalam berbagai proyek untuk memajukan teknologi baterai dan manufaktur kendaraan listrik (EV). Kemitraan ini berfokus pada berbagi keahlian teknologi, *joint venture* dalam manufaktur, serta mengamankan rantai pasok mineral kritis yang dibutuhkan dalam produksi baterai.
- **Australia dan Korea Selatan:** Australia dan Korea Selatan telah bermitra untuk mengembangkan teknologi baterai litium-ion dan meningkatkan kapasitas manufaktur EV. Kolaborasi ini mencakup investasi dalam pertambangan dan pemrosesan mineral kritis, serta *joint venture* dalam produksi baterai, sehingga memperkuat keterhubungan antara sumber daya Australia dan kemampuan teknologi Korea Selatan.

5.3 Rekomendasi 3: Mendorong kerangka ekonomi sirkular untuk akhir masa pakai baterai di Indonesia

Meskipun Indonesia telah memasukkan baterai dalam Peta Jalan dan Rencana Aksi Nasional Ekonomi Sirkular¹⁹⁴, saat ini belum ada langkah legislatif yang mendukung integrasi pendekatan ekonomi sirkular ke dalam rantai nilai baterai.

Pengembangan kerangka ekonomi sirkular untuk baterai dapat secara signifikan mengurangi risiko yang terkait dengan produksi baterai dengan menciptakan sistem ekonomi yang menghasilkan nilai melalui penangkapan dan penggunaan kembali bahan baku serta sumber daya energi yang terbatas, melalui upaya memperlambat, mempersempit, dan menutup siklus penggunaannya. Dengan berfokus pada *repurposing* dan daur ulang baterai EV, ketergantungan pada bahan baku dapat dikurangi, serta

¹⁹⁴ PETA JALAN & RENCANA AKSI NASIONAL EKONOMI SIRKULAR INDONESIA 2025–2045 <https://www.un-pageindonesia.org/assets/uploads/b6ac7-circular-economy-indonesia-2025-2045-roadmap-and-national-action-plan.pdf>

dampak sosial negatif yang terkait dengan ekstraksi bahan baku dapat diminimalkan. Selain itu, pendekatan ini juga mengurangi risiko gangguan rantai pasok akibat perubahan aliansi perdagangan dan ketegangan geopolitik. Kemungkinan untuk menggunakan kembali *battery packs* EV dalam aplikasi penyimpanan energi stasioner dapat memperpanjang masa pakai baterai sekaligus menunda proses daur ulang.

Kerangka regulasi terkait limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) yang berlaku saat ini lebih menitikberatkan pada aspek penanganan aman dan pembuangan. Namun, kerangka tersebut belum menyediakan pedoman spesifik terkait pengelolaan limbah, seperti penggunaan kembali atau daur ulang, dan prinsip ekonomi sirkular seperti *waste-to-resource* serta efisiensi sumber daya belum sepenuhnya tertanam dalam prosedur perizinan B3. Di Indonesia, transisi suatu material dari klasifikasi limbah B3 menjadi sumber daya—yang merupakan faktor kunci ekonomi sirkular—belum didefinisikan secara jelas atau disederhanakan dalam kerangka hukum yang ada. Belum ada jalur hukum yang memungkinkan limbah B3 diklasifikasikan ulang sebagai bahan baku sekunder atau sumber daya yang dapat didaur ulang, bahkan setelah melalui perlakuan atau pemanfaatan ulang yang aman. Indonesia juga belum memiliki sistem sertifikasi atau verifikasi untuk memastikan bahwa suatu material telah dipulihkan secara aman dan dapat dimasukkan kembali ke pasar. Misalnya, meskipun baterai dipakai ulang (*repurposed*) untuk penyimpanan energi, secara hukum tetap diperlakukan sebagai limbah B3 sehingga wajib mengikuti seluruh aturan limbah berbahaya. Seorang *recycler* yang menggunakan metode daur ulang inovatif mungkin menghasilkan *output* berkualitas tinggi, tetapi produk tersebut tidak dapat dipasarkan sebagai bahan baku sekunder, melainkan tetap tunduk pada aturan penyimpanan dan transportasi limbah berbahaya. Hal ini menjadi hambatan bagi penerapan prinsip sirkularitas.

Meskipun manfaat ekonomi sirkular cukup jelas—seperti peningkatan efisiensi sumber daya, pengurangan ekstraksi, pengolahan, dan pembuangan sumber daya alam yang langka, serta peluang bisnis baru bagi para pemangku kepentingan—tetap ada sejumlah tantangan dalam daur ulang baterai, seperti biaya daur ulang yang tinggi, keterbatasan infrastruktur, serta keragaman desain baterai.

Saat ini, yurisdiksi terdepan dalam mengintegrasikan pendekatan ekonomi sirkular untuk baterai EV adalah Uni Eropa (UE). Pada tahun 2023, UE mengadopsi Regulasi Baterai Berkelanjutan pertama di dunia¹⁹⁵, sebuah perangkat hukum yang komprehensif untuk memastikan baterai berkelanjutan sepanjang siklus hidupnya. Regulasi ini sudah memberi dampak signifikan bahkan di luar wilayah Uni Eropa.¹⁹⁶ Misalnya, perusahaan Tiongkok aktif menyesuaikan rantai pasok mereka agar sesuai dengan standar ketat regulasi tersebut: CATL berkolaborasi dengan Stellantis untuk membangun pabrik

¹⁹⁵ Regulation (EU) 2023/1542 of the European parliament and of the Council of 12 July 2023 concerning batteries and waste batteries, amending Directive 2008/98/EC and Regulation (EU) 2019/1020 and repealing Directive 2006/66/EC, OJ L 191, 28.7.2023, hlm. 1-117 ('EU Sustainable Batteries Regulation').

¹⁹⁶ J Yang, Q Jiang and J Zhang, 'Bridging the regulatory gap: A policy review of extended producer responsibility for power battery recycling in China' 86 *Energy for Sustainable Development* (2025), 101697.

baterai litium di Spanyol ¹⁹⁷, dan banyak produsen baterai berfokus pada peningkatan kinerja produk serta pengelolaan jejak karbon.¹⁹⁸ Langkah proaktif dari perusahaan-perusahaan ini menunjukkan bahwa kebijakan terkait baterai perlu berkembang untuk mendukung industri dalam menghadapi lanskap regulasi global yang semakin kompleks. Selain merevisi kerangka regulasi nasional, Indonesia juga perlu membantu industri agar tetap kompetitif di pasar global melalui fasilitasi kemitraan internasional serta investasi dalam penelitian dan pengembangan.

Kerangka ekonomi sirkular untuk akhir masa pakai baterai sebaiknya mencakup:

- (i) **Mengacu pada Strategi Nasional Ekonomi Sirkular yang sudah ada:** Indonesia telah mengadopsi Strategi Nasional Ekonomi Sirkular pada tahun 2024¹⁹⁹, yang merupakan langkah pertama penting dalam menciptakan ekonomi sirkular untuk baterai. Peta jalan ini mencakup lima sektor prioritas. Baterai termasuk dalam sektor prioritas elektronik, khususnya pada salah satu dari empat strategi utama: Developing a Circular Economy Ecosystem for New Technology and Battery Electric Vehicles (BEVs). Adopsi strategi nasional ini dapat menjadi tulang punggung dari langkah implementasi lebih spesifik ke depan, namun strategi ini juga harus diperbarui secara berkala. Selain itu, kerangka ekonomi sirkular harus merujuk pada Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, terutama terkait dengan (i) Persyaratan perizinan untuk pengumpulan, penyimpanan, transportasi, pengolahan, dan pembuangan; (ii) Sistem pelacakan nasional limbah B3; serta (iii) Perizinan lingkungan.
- (ii) **Mengintegrasikan prinsip ekonomi sirkular ke dalam kerangka regulasi limbah B3:** Mengubah kerangka hukum agar secara eksplisit mendukung penggunaan kembali, daur ulang, dan pemulihan sumber daya selain pembuangan yang aman; memperkenalkan hierarki *waste-to-resource* dalam prosedur perizinan B3, dengan memprioritaskan pemulihan dibandingkan penghancuran.
- (iii) **Menyusun pedoman teknis rinci untuk pengelolaan limbah baterai:** Menerbitkan panduan sektoral khusus untuk menangani berbagai jenis kimia baterai, dengan cakupan lebih dari sekadar mandat pengelolaan limbah baterai. Pedoman ini perlu menetapkan ambang teknis yang menentukan kapan material baterai yang telah diproses tidak lagi dianggap berbahaya. Membentuk sistem sertifikasi untuk material hasil pemulihan akan melengkapi regulasi *end-of-waste*, memungkinkan material tersebut secara legal masuk kembali ke pasar, dan meningkatkan nilai ekonominya.

¹⁹⁷ Stellantis, 'Stellantis and CATL to invest up to €4.1 billion in joint venture for large-scale LFP battery plant in Spain' (December 10, 2024); <<https://www.stellantis.com/en/news/press-releases/2024/december/stellantis-and-calt-to-invest-up-to-4-1-billion-in-joint-venture-for-large-scale-lfp-battery-plant-in-spain>>

¹⁹⁸ ¹⁹⁸ J Yang, Q Jiang and J Zhang, 'Bridging the regulatory gap: A policy review of extended producer responsibility for power battery recycling in China' 86 *Energy for Sustainable Development* (2025), 101697.

¹⁹⁹ Kementerian PPN/Bappenas, *Peta Jalan & Rencana Aksi Nasional Ekonomi Sirkular Indonesia 2025-2045* (8 August 2024); <<https://www.un-pageindonesia.org/assets/uploads/b6ac7-circular-economy-indonesia-2025-2045-roadmap-and-national-action-plan.pdf>>

(iv) **Mendirikan *regulatory sandbox* untuk inovasi sesuai prinsip ekonomi sirkular:**

Menyediakan ruang uji coba terkendali di mana teknologi daur ulang baru dapat diuji dengan pengecualian atau kelonggaran regulasi sementara. *Regulatory sandbox* memungkinkan proses *trial and error* baik bagi inovator maupun otoritas regulasi, serta mendorong kolaborasi antara lembaga penelitian, *startup*, dan regulator untuk mempercepat inovasi yang aman.

(v) **Menanamkan standar desain produk yang mendukung *penggunaan kembali*, perbaikan, *remanufacturing*, dan daur ulang baterai bekas:** Penggunaan kembali, perbaikan (*repair*), *remanufacturing*, dan daur ulang produk sering kali ditekankan dalam konteks ekonomi sirkular. Namun, fase desain produk juga sangat krusial karena memastikan efisiensi penggunaan bahan baku, sehingga dapat mengurangi aliran limbah, serta memengaruhi seluruh siklus hidup produk dengan membentuk struktur, sifat, dan kinerja dari solusi yang dihasilkan—dan pada akhirnya kembali beresonansi pada tahap manufaktur.²⁰⁰ Oleh karena itu, regulasi perlu menetapkan mandat terkait desain dan ketahanan baterai. Baterai harus dirancang agar memiliki umur panjang, mudah dibongkar, aman, serta dapat didaur ulang. Hal ini mencakup penetapan standar minimum terkait daya tahan dan kinerja

5.4 Kesimpulan

Indonesia berada pada momen penting dalam perjalanan transisi energinya, di mana integrasi rantai pasok baterai bukan sekadar reformasi sektoral, melainkan sebuah kebutuhan strategis. Saat negara ini berupaya mendekarbonisasi perekonomiannya dan mencapai target *Net Zero Emissions* pada tahun 2060, baterai memegang peranan yang tak tergantikan dalam mendukung adopsi kendaraan listrik (EV) sekaligus integrasi energi terbarukan. Laporan ini menunjukkan bahwa meskipun Indonesia telah menyiapkan kerangka kebijakan dasar dan mencatat kemajuan signifikan dalam hilirisasi mineral, realisasi rantai nilai baterai yang terintegrasi, terukur, dan berkelanjutan masih merupakan pekerjaan yang sedang berjalan.

Target ambisius pemerintah terkait adopsi EV—hampir satu juta kendaraan roda empat dan sembilan juta kendaraan roda dua pada tahun 2030—mencerminkan visi nasional yang kuat. Demikian pula, dorongan pemanfaatan cadangan nikel melalui kebijakan industri, seperti larangan ekspor nikel, menggambarkan tekad Indonesia untuk naik ke rantai nilai global. Namun, ambisi saja tidak cukup untuk menutup kesenjangan antara kapasitas saat ini dengan permintaan yang diproyeksikan. Laporan ini mengidentifikasi kendala utama yang perlu segera mendapat perhatian: ketiadaan sumber daya litium, infrastruktur domestik EV dan daur ulang baterai yang masih kurang berkembang, keterbatasan instrumen keuangan yang disesuaikan dengan investasi energi bersih, serta fragmentasi kebijakan yang melemahkan efektivitas insentif yang ada.

Ketergantungan besar Indonesia pada impor litium merepresentasikan kerentanan strategis. Meskipun menjadi produsen nikel terbesar di dunia dan memiliki cadangan

²⁰⁰ Uusitalo, T, Huttunen-Saarivirta, E, Hanski, J, Lima-Toivanen, Maria, Myllyoja, J and Valkokari, P, Policy Instruments and Incentives for Circular Economy – Final Report (EIT Raw Materials 2020), hlm. 5.

kobalt yang cukup, ketiadaan sumber daya litium domestik—dan fakta bahwa baik teknologi baterai NCM maupun LFP membutuhkan litium—membuat seluruh strategi EV bergantung pada pasokan internasional. Lebih jauh, meski Indonesia berhasil menempatkan diri sebagai pemimpin global dalam pemurnian nikel, pengembangan komponen *midstream* dan *downstream* seperti material katoda dan anoda, produksi sel baterai *lithium-ion*, serta Battery Energy Storage Systems (BESS) masih jauh tertinggal. Hal ini menimbulkan *bottleneck* struktural yang harus diatasi agar Indonesia bisa menjadi pemain serius dalam rantai pasok baterai global.

Hambatan finansial dan investasi semakin membatasi kemajuan. Walaupun berbagai insentif fiskal telah diperkenalkan—termasuk *tax holiday*, pembebasan bea masuk, dan subsidi—investasi energi bersih masih jauh tertinggal dibandingkan investasi energi fosil. Kepercayaan investor terhambat oleh ketidakpastian regulasi, keterbatasan *bankability* proyek, serta lemahnya koordinasi antara otoritas nasional dan daerah. Seiring pergeseran tren investasi energi bersih global yang berlangsung cepat, Indonesia perlu menciptakan iklim yang menandakan stabilitas jangka panjang, kepastian regulasi yang jelas, dan keterbukaan terhadap kemitraan internasional. Pentingnya integrasi vertikal rantai pasok baterai—dari produksi mineral hulu hingga manufaktur baterai dan EV domestik—tidak dapat diabaikan. Hal ini tidak hanya akan menurunkan biaya produksi dan meningkatkan daya saing, tetapi juga mendukung tujuan pembangunan industri nasional yang lebih luas.

Dari sisi infrastruktur, perluasan stasiun pengisian EV publik dan fasilitas manufaktur baterai lokal belum sejalan dengan skala ambisi pemerintah. Hingga akhir 2024, hanya 1.902 stasiun pengisian yang telah dipasang, jauh di bawah target 62.918 pada 2030. Konsentrasi infrastruktur di Jawa dan Bali juga menyoroti kebutuhan diversifikasi geografis. Ketidakseimbangan ini berisiko memperlebar ketimpangan regional dan memperlambat adopsi EV di seluruh negeri. Selain itu, masih minim dukungan legislasi untuk BESS, yang sangat penting bagi integrasi energi terbarukan. Walaupun kebijakan terbaru mulai mengakui peran BESS, implementasinya masih awal dan belum terhubung dengan kerangka transisi energi yang lebih luas.

Kesenjangan signifikan lainnya adalah pada manajemen *end-of-life* baterai. Tidak adanya kerangka regulasi yang kuat untuk daur ulang, penggunaan kembali, dan aplikasi *second-life* merupakan peluang yang belum dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan pada impor bahan baku serta memitigasi risiko lingkungan. Indonesia memang sudah memasukkan baterai dalam strategi ekonomi sirkular nasional, namun peraturan khusus yang mendorong daur ulang baterai masih belum tersedia. Tanpa kebijakan dan infrastruktur yang jelas, baterai yang mencapai akhir siklus hidupnya dapat menjadi ancaman lingkungan sekaligus menyia-nyiakan material berharga yang sebenarnya bisa dipulihkan. Adopsi praktik global seperti sistem *Battery Passport*—yang saat ini diwajibkan oleh Uni Eropa—memberikan jalur bagi Indonesia untuk menyelaraskan diri dengan standar internasional. Penerapan kerangka semacam itu akan meningkatkan *traceability*, kesiapan ekspor, serta kepatuhan lingkungan sepanjang siklus hidup baterai.

Yang muncul dari laporan ini adalah seruan jelas untuk koherensi kebijakan dan koordinasi institusional. Meskipun banyak kementerian dan lembaga yang secara aktif mendukung ekosistem baterai, upaya mereka sering berjalan sendiri-sendiri atau bahkan

berlawanan arah. Sebagai contoh, pembebasan pajak untuk impor EV rakitan dapat melemahkan insentif manufaktur domestik. Penyelarasan kebijakan sektoral, harmonisasi target, serta pembentukan mekanisme koordinasi terpusat—yang berpotensi ditempatkan di bawah Kementerian Investasi dan Hilirisasi atau otoritas baterai khusus—akan menciptakan lingkungan yang lebih stabil dan kondusif bagi investor maupun pengembang.

Pada saat yang sama, pemerintah juga harus fokus membangun kapabilitas domestik. Mengembangkan infrastruktur riset dan pengembangan, menyiapkan tenaga kerja terampil, serta mendukung *startup* lokal di bidang baterai adalah langkah penting untuk daya saing jangka panjang. Kemitraan internasional strategis—khususnya dengan produsen utama material katoda aktif dan sel baterai—dapat mempercepat proses ini, selama selaras dengan kepentingan nasional serta mencakup klausul transfer teknologi dan pembangunan kapasitas.

Pada akhirnya, transisi energi Indonesia bukan hanya tantangan teknologi, melainkan transformasi sosial-ekonomi yang harus bersifat inklusif, berkelanjutan, dan adil. *Roadmap* yang disajikan dalam laporan ini menawarkan pendekatan pragmatis dan bertahap untuk mencapai tujuan tersebut. Laporan ini mengidentifikasi langkah-langkah nyata di lima pilar: kebijakan dan regulasi, kapasitas produksi, kepatuhan pengadaan, perluasan segmen penggunaan akhir, serta pembiayaan dan *bankability*. Setiap area mencakup kombinasi aksi jangka pendek, menengah, dan panjang, yang dirancang untuk memberikan hasil nyata sekaligus membangun ketahanan institusional.

Sebagai kesimpulan, Indonesia memiliki sumber daya, ambisi, dan momentum kebijakan untuk menjadi pemimpin global dalam rantai pasok baterai dan teknologi energi bersih. Namun, perjalanan dari aspirasi menuju realisasi menuntut keputusan berani, eksekusi terkoordinasi, dan pembelajaran berkelanjutan. Transisi energi adalah peluang lintas generasi, bukan hanya untuk menurunkan emisi, tetapi juga untuk mendefinisikan kembali peran Indonesia dalam ekonomi global. Pilihan yang diambil hari ini akan membentuk tidak hanya industri baterai, tetapi juga arah pembangunan nasional secara keseluruhan. Oleh karena itu, sangat penting agar pilihan-pilihan tersebut bersifat berbasis bukti, inklusif, dan berorientasi pada masa depan. Dengan kombinasi yang tepat antara penyelarasan kebijakan, kepemimpinan institusional, dan kolaborasi pemangku kepentingan, Indonesia dapat menjadikan transisi energi sebagai landasan kemakmuran berkelanjutan.

Lampiran 1

Memberikan insentif finansial kepada perusahaan yang mengadopsi praktik ekonomi sirkular dapat mendorong inovasi dan investasi dalam baterai yang lebih berkelanjutan. Langkah-langkah finansial yang diperkenalkan secara global untuk mendorong pembangunan teknologi daur ulang dan memperluas kapasitas domestik dapat dibagi ke dalam dua kelompok berbeda. Kelompok pertama mencakup langkah-langkah yang bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dalam menghasilkan dan mengumpulkan *scrap*. Contoh-contohnya ditunjukkan pada tabel berikut:

Contoh langkah finansial yang dirancang untuk mendukung infrastruktur daur ulang²⁰¹

Negara	Kebijakan	Rincian
Inggris	Program CLIMATES	GBP 5 juta untuk proyek R&D yang berfokus pada REEs dan pemrosesan berkelanjutan
Kanada	<i>Strategic Innovation Fund</i>	CAD 190 juta untuk proyek mineral kritis, dengan prioritas pada manufaktur maju, pemrosesan, dan aplikasi daur ulang
Jepang	Program subsidi mineral kritis	Lebih dari JPY 1 miliar untuk dua proyek daur ulang
Amerika Serikat	<i>Inflation Reduction Act</i>	Memberikan insentif pajak kepada fasilitas yang mendaur ulang mineral kritis atau peralatan teknologi energi bersih yang mengandung mineral kritis
Tiongkok	Pendirian BUMN	Pendirian BUMN untuk daur ulang dan pemanfaatan kembali sumber daya dengan modal CNY 10 miliar

Kelompok kedua mencakup langkah-langkah yang diadopsi dengan tujuan membangun dan/atau meningkatkan kapasitas pemrosesan domestik melalui penyediaan *feedstock*, seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Contoh langkah finansial yang dirancang untuk mendukung pengumpulan *feedstock*²⁰²

Negara	Kebijakan	Rincian
Amerika Serikat	Pendanaan Departemen Energi	USD 15 juta untuk mendorong pengumpulan kembali baterai konsumen bekas di pengecer untuk didaur ulang
Australia	<i>Critical Minerals Development Program</i>	Hibah AUD 2,23 juta untuk mendukung pengambilan kembali kobalt dari limbah tambang

Insentif fiskal mencakup langkah-langkah seperti perpajakan, subsidi, dan pembiayaan. Contoh insentif fiskal meliputi (1) langkah-langkah yang menyamakan *playing field* agar bisnis sirkular dapat bersaing di pasar, misalnya dengan menerapkan pajak lingkungan di berbagai tahap rantai nilai atau pengurangan PPN untuk produk daur ulang; (2) insentif untuk kolaborasi rantai nilai, guna memfasilitasi dan memberi penghargaan atas upaya dalam mengoptimalkan solusi ekonomi sirkular; (3) Insentif untuk partisipasi pasar guna melibatkan pengguna akhir dalam rantai nilai, misalnya melalui sistem *deposit-refund* atau program *buy-back*, (4) pendanaan untuk berbagi pengetahuan dan kampanye informasi guna meningkatkan pemahaman; (5) identifikasi proyek strategis dan pemberian insentif *first mover's action*.²⁰³ Mengingat adanya ketidakpastian terkait perkembangan kimia baterai di masa depan, salah satu syarat dukungan finansial yang

²⁰¹ Data diambil dari IEA, Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining (IEA 2024), hlm. 40-41.

²⁰² Data diambil dari IEA, Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining (IEA 2024), hlm. 40-41.

²⁰³ Uusitalo, T, Huttunen-Saarivirta, E, Hanski, J, Lima-Toivanen, Maria, Myllyoja, J and Valkokari, P, Policy Instruments and Incentives for Circular Economy – Final Report (EIT Raw Materials 2020), hlm. 31-32.

dirancang untuk mendukung peningkatan fasilitas daur ulang adalah adanya fleksibilitas dalam hal jenis kimia baterai dan format sel, untuk mencegah efek *lock-in*.²⁰⁴

²⁰⁴ IEA, Recycling of Critical Minerals: Strategies to scale up recycling and urban mining (IEA 2024), hlm. 75.

Lampiran 2

Persyaratan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri Perindustrian No. 6/2022.

Manufaktur untuk komponen utama	
Periode target	Persyaratan TKDN
2020-2029	50%
BEV beroda empat atau lebih²⁰⁵	
Body, kabin, dan/atau rangka	5%
Baterai	40%
Sistem penggerak motor listrik	5%
BEV beroda dua atau lebih²⁰⁶	
Body dan/atau rangka	5%
Baterai	40%
Sistem penggerak motor listrik	5%
2030 dan seterusnya	60%
BEV beroda empat atau lebih²⁰⁷	
Body, kabin, dan/atau rangka	5%
Battery	50%
Electrical motor movement system	5%
Two-tyred and/or three-tyred BEV²⁰⁸	
Body and/or frame	5%
Baterai	50%
Sistem penggerak motor listrik	5%
Manufaktur untuk komponen pendukung	
Tanpa batas waktu	10%
BEV beroda empat atau lebih²⁰⁹	
Sistem penggerak	2%
Suspensi	1%
Sistem pengereman	2%
Ban dan pelek	1%
Kursi dan sistem kabel	2%
Sistem elektronik dan AC	2%
BEV beroda dua dan/atau tiga²¹⁰	
Sistem penggerak	2%
Sistem pengereman	2%
Ban dan transmisi	2%
Sistem elektronik	2%
Suspensi	2%
Perakitan²¹¹	
2020-2029	30%
Tenaga kerja	15%
Peralatan kerja	15%

²⁰⁵ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 10(1)

²⁰⁶ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 11(1)

²⁰⁷ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 10(2)

²⁰⁸ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 11(2)

²⁰⁹ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 10(3)

²¹⁰ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 11(2)

²¹¹ Permenperin No. 6 Tahun 2022 sebagaimana telah diubah dengan Permenperin No. 28 Tahun 2023 Pasal 10 ayat 22

2030 dan seterusnya	20%
Tenaga kerja	10%
Peralatan kerja	10%
Riset dan Pengembangan (R&D)	
Tanpa batas waktu	10%

Lampiran 3

Tabel berikut memberikan gambaran mengenai instrumen kebijakan yang paling sering digunakan di dunia untuk mendukung adopsi kendaraan listrik (EV):

Contoh instrumen kebijakan yang diterapkan di seluruh dunia untuk mendukung adopsi EV²¹²

Instrumen	Deskripsi	Negara/wilayah
Larangan/Penghentian Bertahap ICE	Larangan penjualan kendaraan bermesin pembakaran dalam (ICE) baru dan/atau target penghentian bertahap penjualan kendaraan ICE baru pada tanggal tertentu	Denmark, Chile, Argentina
Mandat Kendaraan Nol Emisi (Zero-Emission Vehicle mandates)	Persyaratan bagi produsen mobil untuk menjual persentase tertentu kendaraan nol emisi	Norwegia, Kanada, Chile, Uni Eropa, Inggris, Belanda, Irlandia, Austria, Kosta Rika, California
Dukungan untuk manufaktur EV domestik	Pemerintah memberikan dukungan finansial kepada produsen untuk memproduksi EV dan komponen terkait di dalam negeri, seperti baterai	AS, Uni Eropa, India, Maroko, Indonesia, Jepang, Meksiko
Zona Emisi Rendah (<i>Low-Emission Zones</i>) atau kebijakan serupa	Area tertentu (biasanya di pusat kota) di mana akses untuk kendaraan yang mencemari dibatasi atau dikenakan biaya tambahan; langkah lain misalnya pengurangan pajak jalan, pembebasan tol, akses ke jalur bus, atau parkir gratis bagi EV	London, Milan, Amsterdam, Utrecht
Pinjaman bebas bunga atau berbunga rendah	Pinjaman dengan bunga rendah atau tanpa bunga untuk mendukung, misalnya, pemasangan pengisi daya EV di rumah	Skotlandia, ACT (Australia Capital Territory), Prancis
Rencana nasional untuk EV	Menetapkan target adopsi EV	Norwegia, Tiongkok, Uni Eropa, Jepang, Jerman
Subsidi pembelian EV	Subsidi, kredit pajak, dan rabat untuk mengurangi biaya awal pembelian EV	Indonesia, AS, Tiongkok, Norwegia
Program pembelian armada	Insentif yang diberikan kepada perusahaan dan/atau mandat untuk membeli EV untuk armada kendaraan mereka	Uni Eropa, AS
Kebijakan edukasi dan penyuluhan konsumen	Kampanye kesadaran publik untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang manfaat EV serta mendorong keunggulan lingkungan dan ekonomi dari beralih ke EV	Norwegia, Jerman, Tiongkok, Inggris
Dukungan untuk infrastruktur pengisian daya	Investasi langsung untuk stasiun pengisian publik dan insentif untuk instalasi pribadi; mandat publik yang tercantum dalam peraturan bangunan agar mencakup titik pengisian EV pada pembangunan baru; penyederhanaan hukum properti dan prosedur persetujuan yang dipercepat bagi pemilik EV untuk memasang dan menggunakan infrastruktur pengisian pribadi di rumah	Uni Eropa, Tiongkok, Kanada, India

²¹² Berdasarkan data dari IEA, *Global EV Policy Explorer* (2024); < <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-policy-explorer>>

Lampiran 4

Risiko dapat memberikan dampak signifikan terhadap kelayakan ekonomi suatu proyek maupun terhadap rantai pasok secara keseluruhan. Tabel di bawah ini menggambarkan sensitivitas keseluruhan terhadap metrik keuangan utama, mulai dari dampak rendah hingga tinggi, pada setiap variabel kunci yang harus dipantau:

Faktor Risiko

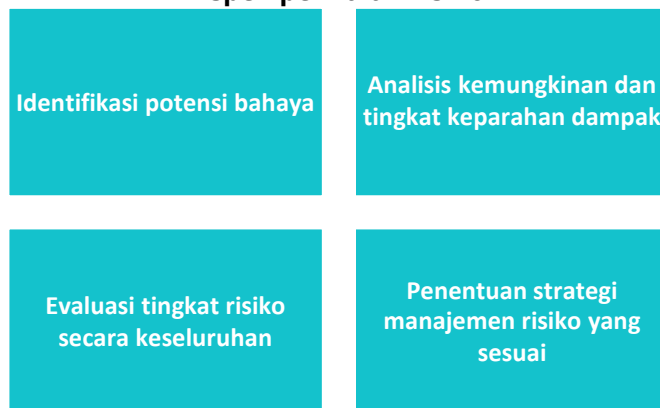
Faktor Risiko	Dampak Rendah	Dampak Sedang	Dampak Tinggi
Analisis Biaya-Manfaat (<i>Cost-Benefit Analysis/CBA</i>)	Variasi kecil dalam perkiraan biaya	Deviasi moderat pada manfaat yang diproyeksikan	Ketidakesesuaian signifikan dengan efisiensi energi dan manfaat ekonomi
Belanja Modal (<i>Capital Expenditure/CapEx</i>)	Kelebihan anggaran kecil	Peningkatan moderat pada biaya infrastruktur dan teknologi	Ketidakesesuaian anggaran parah yang memengaruhi tujuan strategis
Belanja Operasional (<i>Operational Expenditure/OpEx</i>)	Peningkatan kecil dalam biaya operasional	Kenaikan tak terduga pada biaya logistik dan daur ulang	Inefisiensi biaya operasional yang substansial
Pertumbuhan Pendapatan	Pertumbuhan lambat namun stabil	Fluktuasi penjualan dan pendapatan kemitraan	Penurunan signifikan dalam penerimaan pasar
Rasio Utang terhadap Ekuitas	Ketidakeimbangan kecil	Ketergantungan moderat pada pembiayaan utang	Ketidakstabilan keuangan kritis akibat tingginya tingkat utang
Margin Kotor	Variasi kecil dalam biaya barang terjual	Pengurangan moderat pada profitabilitas	Dampak parah pada margin keuntungan
Periode Pengembalian (<i>Payback Period</i>)	Periode pengembalian sedikit lebih lama	Penundaan moderat dalam pemulihan investasi	Penundaan signifikan dalam mengembalikan investasi
Nilai Kini Bersih (<i>Net Present Value/NPV</i>)	Deviasi kecil dalam arus kas yang diproyeksikan	Variasi moderat pada arus kas masa depan	Dampak negatif substansial pada profitabilitas proyek
Tingkat Pengembalian Internal (<i>Internal Rate of Return/IRR</i>)	Variasi kecil pada pengembalian yang diharapkan	Perubahan moderat pada tingkat pengembalian tahunan	Penurunan parah pada daya tarik investasi
Analisis Risiko dan Sensitivitas	Ketidakpastian kecil	Paparan risiko moderat	Tantangan risiko tinggi yang memerlukan penyesuaian strategis

Namun, setiap proyek individu memerlukan uji kelayakan (*due diligence*) menyeluruh dari tim yang kompeten untuk menilai risiko bagi tiap investasi, sensitivitas terhadap risiko yang teridentifikasi, dan pada akhirnya memberikan rekomendasi tindakan yang tepat untuk memitigasi risiko tersebut sejauh memungkinkan.

Penilaian risiko adalah proses penting dalam pengelolaan dan mitigasi potensi bahaya di dalam suatu organisasi, proyek, atau entitas operasional lainnya. Proses ini mencakup identifikasi, analisis, dan evaluasi risiko guna memastikan pengambilan keputusan yang tepat serta penerapan langkah-langkah yang sesuai untuk meminimalkan dampak negatif.

Aspek utama dalam penilaian risiko biasanya mencakup empat hal berikut.

Aspek penilaian risiko



Penilaian risiko yang efektif membutuhkan pemahaman menyeluruh mengenai konteks pelaksanaan, tujuan spesifik, serta sumber daya yang tersedia. Terdapat sejumlah kerangka kerja dan pedoman internasional yang dapat digunakan untuk mendukung penilaian risiko. International Organization for Standardization (ISO) adalah salah satu yang paling banyak diikuti. ISO 31000:2018 merupakan panduan komprehensif tentang manajemen risiko. Standar ini mempertimbangkan baik kemungkinan maupun dampak dari tiap risiko untuk memberikan skor risiko dengan menggunakan matriks 5x5 yang sudah mapan dan banyak digunakan.

Area Dampak menurut ISO 31000:2018

IMPACT	Very Severe (5)	Medium (5)	Medium High (10)	High (15)	Very High (20)	Very High (25)	Risks with very high priority level ↓ Risks with medium/low priority level
	Severe (4)	Low (4)	Medium (8)	Medium High (12)	High (16)	Very High (20)	
	Moderate (3)	Low (3)	Medium (6)	Medium (9)	Medium High (12)	High (15)	
	Minor (2)	Low (2)	Low (4)	Medium (6)	Medium (8)	Medium High (10)	
	Negligible (1)	Low (1)	Low (2)	Low (3)	Low (4)	Medium (5)	
		Rare (1)	Unlikely (2)	Possible (3)	Likely (4)	Highly Likely (5)	
		LIKELIHOOD					

Sumber: ISO 31000:2018

Meskipun bersifat umum, prinsip-prinsip yang sama dapat diterapkan pada industri yang sangat khusus dan kompleks secara teknis (seperti rantai pasok baterai) oleh individu dan organisasi yang memiliki latar belakang serta pengetahuan mendalam.

Risiko-risiko yang berulang di sepanjang rantai pasok baterai dirangkum di bawah ini dan harus dipertimbangkan dalam setiap uji kelayakan investasi, tanpa memandang bagian rantai pasok mana yang sedang dikaji.

Skala: Pentingnya skala dalam rantai pasok tidak bisa dilebih-lebihkan. Skala secara signifikan memengaruhi kinerja ekonomi dan risiko finansial. Operasi dalam skala besar mendapat manfaat dari *economies of scale*, yaitu penurunan biaya per unit seiring dengan membesarnya ukuran operasi. Hal ini dicapai melalui pemanfaatan peralatan yang lebih efisien, daya tawar lebih tinggi dalam pembelian bahan baku dan energi, serta kemampuan mendistribusikan biaya tetap ke volume produksi yang lebih besar. Dengan demikian, operasi berskala besar biasanya memiliki biaya operasional lebih rendah dan profitabilitas lebih tinggi, sehingga menarik untuk investasi dan pertumbuhan berkelanjutan. Peningkatan skala juga memungkinkan adopsi teknologi canggih dan proses yang dioptimalkan, yang semakin meningkatkan efisiensi dan menurunkan biaya. Dalam hal ini, Indonesia bisa memanfaatkan target ambisius produksi EV domestik yang telah ditetapkan pemerintah. Pembentukan BUMN Indonesia Battery Corporation (IBC) adalah langkah ke arah yang benar. Namun, perlu dipertimbangkan pemanfaatan fasilitas agar volume produksi tetap efisien. Banyak biaya yang bersifat tetap terlepas dari volume produksi, sehingga fasilitas yang kurang dimanfaatkan bisa beroperasi dengan kerugian.

Pemeliharaan dan Perbaikan: Mesin dan peralatan yang digunakan di seluruh rantai pasok membutuhkan pemeliharaan rutin dan perbaikan sesekali. Kerusakan mendadak dapat menyebabkan biaya perbaikan tinggi serta *downtime*, yang berdampak pada produktivitas dan kinerja keuangan fasilitas.

Ketersediaan Energi: Akses energi yang andal—baik melalui jaringan listrik maupun pasokan gas—sangat penting untuk keberlangsungan operasi di setiap level rantai pasok. Gangguan atau kekurangan dapat menyebabkan *downtime* mahal dan memengaruhi produktivitas serta ekonomi secara keseluruhan.

Harga Energi: Fluktuasi harga energi (listrik maupun gas) berdampak langsung pada biaya operasional. Proses yang intensif energi sangat sensitif terhadap perubahan harga energi, sehingga kontrak energi jangka panjang dan investasi dalam efisiensi energi penting untuk mengendalikan biaya. Faktor-faktor seperti ketegangan geopolitik, perubahan kebijakan energi, dan pergeseran permintaan global memengaruhi harga energi dan pada akhirnya biaya manufaktur.

Tenaga Kerja dan Manajemen SDM: Akses pada tenaga kerja terampil dan manajemen yang baik penting untuk menjaga produktivitas tinggi serta efisiensi operasional. Investasi pada pelatihan, keselamatan, dan kesejahteraan karyawan dapat meningkatkan moral, menurunkan *turnover*, dan meningkatkan kinerja keseluruhan yang berdampak langsung pada biaya operasional. Penting juga memiliki pakar lokal yang tidak hanya memiliki keterampilan teknis, tetapi juga pemahaman mendalam tentang dinamika lokal.

Kualitas dan Keandalan: Memproduksi komponen berkualitas tinggi yang menawarkan keandalan jangka panjang adalah hal penting untuk kepuasan pelanggan. Standar kontrol kualitas yang ketat di sepanjang rantai pasok membantu mengurangi biaya garansi dan meningkatkan reputasi merek.

Strategi Kontrak: Strategi kontrak yang efektif di seluruh rantai pasok dapat membantu mengendalikan biaya dan memitigasi risiko. Kontrak jangka panjang dengan pemasok *end-to-end* dapat memastikan harga *input* yang stabil dan mengurangi paparan terhadap volatilitas pasar. Kontrak berbasis kinerja dengan penyedia jasa dapat menyelaraskan

insentif dan mendorong efisiensi. Selain itu, pasar alternatif untuk material dengan spesifikasi lebih rendah dapat memberikan keringanan finansial di tahun-tahun awal produksi.

Tantangan Skalabilitas: Setelah beroperasi, peningkatan skala produksi untuk memenuhi permintaan yang terus bertambah membutuhkan investasi besar. Jika tidak dikelola secara efisien, biaya tambahan ini dapat melampaui manfaat dari pangsa pasar yang lebih besar, sehingga mengurangi margin keuntungan.

Inovasi dan Efisiensi: Inovasi teknologi berkelanjutan dan efisiensi dalam proses manufaktur membantu mengurangi biaya serta meningkatkan profitabilitas. Perusahaan yang berinvestasi dalam R&D untuk mengembangkan komponen mutakhir dan meningkatkan teknik produksi cenderung memperoleh pengembalian finansial lebih tinggi.

Fluktuasi Permintaan Pasar: Pasar penyimpanan energi sangat dinamis, dengan permintaan dipengaruhi oleh tren teknologi, kebijakan pemerintah, dan kondisi ekonomi. Ketidakmampuan untuk beradaptasi cepat terhadap perubahan ini di sepanjang rantai pasok dapat menyebabkan hilangnya peluang dan menurunnya kinerja finansial.

Keberlanjutan Lingkungan: Semua bagian rantai pasok dan perusahaan di dalamnya harus menerapkan praktik berkelanjutan untuk menghindari pengawasan regulasi dan kerusakan reputasi. Biaya implementasi praktik ini memang dapat memengaruhi keuntungan finansial, tetapi mengabaikannya menimbulkan risiko yang jauh lebih besar.

Kepatuhan Regulasi: Mematuhi berbagai regulasi terkait produksi, keselamatan, dan standar lingkungan penting untuk menghindari denda dan tindakan hukum. Namun, biaya kepatuhan bisa sangat besar dan berdampak pada profitabilitas secara keseluruhan.

Lampiran 5

Semua data densitas energi bersumber dari SC Insights²¹³ dan Cao et.al²¹⁴. Kapasitas didefinisikan untuk memproduksi 1.000.000 unit EV dan 6 GW BESS.

Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2030 – 100 GWh baterai NCM 622 untuk EV

Item	Litium	Nikel	Kobalt	Mangan
Kapasitas	100	100	100	100
Densitas energi	0,72	0,62	0,23	0,2
Permintaan	72.000	62.000	23.000	20.000
Detail	LCE	Ni+	Co+	Mn+

Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2030 – 100 GWh baterai NCM 811 untuk EV

Item	Satuan	Litium	Nikel	Kobalt	Mangan
Kapasitas	GWh	100	100	100	100
Densitas energi	Kg/kWH	0,72	0,82	0,1	0,09
Permintaan	Ton (MT)	72.000	82.000	10.000	9.000
Detail		LCE	Ni+	Co+	Mn+

Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2030 – 67 GWh baterai LFP untuk EV

Item	Satuan	Litium	Besi Fosfat
Kapasitas	GWh	67	67
Densitas energi	Kg/kWH	0,75	2,16
Permintaan	Ton (MT)	50.250	144.720
Detail		LCE	FePO4

Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2034 – 6 GWh baterai NCM 533 untuk BESS

Item	Satuan	Litium	Nikel	Kobalt	Mangan
Kapasitas	GWh	6	6	6	6
Densitas energi	Kg/kWH	0,72	0,52	0,23	0,2
Permintaan	Ton (MT)	4.320	3.120	1.380	1.200
Detail		LCE	Ni+	Co+	Mn+

Bahan baku material baterai untuk Indonesia 2034 – 6 GWh baterai LFP untuk BESS

Item	Satuan	Litium	Besi Fosfat
Kapasitas	GWh	6	6
Densitas energi	Kg/kWH	0,75	2,16
Permintaan	Ton (MT)	4.500	12.960
Detail		LCE	FePO4

²¹³ Standar industri

²¹⁴Cao, W., Zhang, J., Hong, L. (April 2020). Batteries with high theoretical energy densities. Energy Storage Materials. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S240582971931102X>

Lampiran 6

Regulasi Baterai Berkelanjutan Uni Eropa

Desain Produk

Persyaratan desain produk sangat penting dalam mendorong daya tahan, kemudahan perbaikan, dan kemampuan daur ulang material.

Target Daur Ulang dan Pemulihan Material

Regulasi ini menetapkan target untuk efisiensi daur ulang dan pemulihan material dari baterai bekas. Semua baterai bekas yang dikumpulkan harus didaur ulang, dengan tingkat pemulihan tinggi yang ditetapkan untuk bahan baku kritis seperti kobalt, litium, dan nikel.

Informasi Konsumen

Baterai akan memiliki label dan kode QR yang menyediakan data utama serta akses ke battery passport digital dengan informasi rinci mengenai metrik kunci baterai. Hal ini mendukung konsumen untuk membuat keputusan yang lebih tepat.

Tanggung Jawab Produsen yang Diperluas (Extended Producer Responsibility/EPR)

Produsen bertanggung jawab atas seluruh siklus hidup baterai mereka, termasuk pengumpulan, daur ulang, dan pembuangan. Regulasi Baterai Berkelanjutan Uni Eropa adalah bagian dari kerangka regulasi yang lebih luas di Uni Eropa yang bertujuan untuk memastikan keberlanjutan dan keamanan produk tertentu yang diimpor ke dalam wilayah pasar Uni Eropa.

EU Sustainable Batteries Regulation menetapkan persyaratan minimum untuk daya tahan dan kinerja²¹⁵, sebagaimana ditunjukkan pada gambar di bawah:

EU Sustainable Batteries Regulation – Daya Tahan dan Kinerja²¹⁶

Pasal 10

• EU Sustainable Batteries Regulation dalam Pasal 10 menetapkan persyaratan kinerja dan daya tahan yang harus diperkenalkan. Ada dua jenis persyaratan: persyaratan informasi, yang berlaku untuk baterai kendaraan listrik (EV), **light means of transport** (LMT), dan baterai industri isi ulang dengan kapasitas lebih dari 2 kWh; serta persyaratan minimum, yang diperkenalkan melalui peraturan sekunder UE dan hanya berlaku untuk baterai industri isi ulang dengan kapasitas lebih dari 2 kWh serta baterai LMT.

Lampiran IV, Bagian A

Parameter informasi dan persyaratan minimum sebagaimana diatur dalam EU Sustainable Batteries Regulation tercantum dalam Lampiran IV, Bagian A. Parameter kinerja meliputi kapasitas terukur (**rated capacity**), daya (**power**), resistansi internal (**internal resistance**), dan efisiensi siklus energi (**energy round trip efficiency**). Parameter daya tahan meliputi penurunan kapasitas (**capacity fade**), penurunan daya (**power fade**), peningkatan resistansi internal (**internal resistance increase**), serta penurunan efisiensi siklus energi (**round trip efficiency fade**). Badan standarisasi internasional CEN dan CENELEC telah diminta oleh Komisi Eropa berdasarkan mandat M/579 untuk mengembangkan standar terkait kinerja, keselamatan, dan persyaratan keberlanjutan baterai. Pekerjaan ini masih berlangsung, sehingga sangat penting untuk mengikuti perkembangan terbaru di bidang ini karena penerapan parameter-parameter tersebut akan menjadi contoh internasional pertama.

²¹⁵ For an overview of the interpretation of these parameters in the EU Sustainable Battery Regulation, see European Commission, Joint Research Centre, Szczuka, C., Sletbjerg, P. and Bruchhausen, M., Performance and Durability Requirements in the Batteries Regulation - Part 1: General assessment and data basis, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2024, <https://data.europa.eu/doi/10.2760/289331>, JRC136381, pp. 10-19.

²¹⁶ European Commission Implementing Decision of 7.12.2021 on a standardization request to the European Standardisation organization as regard performance, safety and sustainability requirements for batteries. C(2021)8614 – Standardisation request M/579 ; available at <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/enorm/mandate/579_en> . It should also be noted that performance and durability metrics are partially already addressed in current standards, stemming from the EU Battery Directive, predecessor of the EU Sustainable Batteries Regulation. These standards, however, require a thorough re-evaluation due to the new requirements set out in the EU Sustainable Batteries Regulation.

EU Sustainable Batteries Regulation tentang daur ulang ditunjukkan pada gambar di bawah ini:

EU Sustainable Batteries Regulation – Daur Ulang

EU Sustainable Batteries Regulation – Daur Ulang

Regulasi ini mewajibkan efisiensi daur ulang minimum sebesar 65% untuk baterai timbal-asam (lead-acid batteries) dan 75% untuk baterai nikel-kadmium (nickel-cadmium batteries). Untuk jenis baterai lain, seperti baterai berbasis litium, target ditetapkan sebesar 50%. Regulasi EU Sustainable Batteries juga bertujuan untuk mencapai tingkat pemulihan yang tinggi untuk bahan baku kritis. Pada tahun 2025, setidaknya 95% kobalt, tembaga, nikel, dan timbal harus dipulihkan dari baterai bekas. Untuk litium, targetnya adalah 70%. Langkah-langkah seperti penyediaan sistem take-back dan pengumpulan, pendirian titik-titik pengumpulan, serta penyediaan layanan pengumpulan gratis diwajibkan. Demikian pula, EU Critical Raw Materials Act mengharuskan negara-negara anggota Uni Eropa untuk meningkatkan tingkat pengumpulan produk yang mengandung mineral kritis. Akhirnya, Regulasi EU Sustainable Batteries menetapkan persyaratan untuk tingkat kandungan daur ulang dalam baterai yang menggunakan kobalt, timbal, litium, dan nikel pada material aktif, yang harus dipenuhi pada tahun 2031, dengan target yang akan meningkat secara bertahap.

Battery Passport

Battery Passport memberikan manfaat kepada (1) industri dengan menyediakan informasi terkait data ESG (jejak karbon, laporan *due diligence*), informasi tentang desain dan karakteristik baterai untuk memfasilitasi pembongkaran dan perbaikan, serta data kinerja dan daya tahan untuk memberikan metrik mengenai nilai residual baterai; (2) konsumen dengan menyediakan informasi tentang baterai sehingga memudahkan pengambilan keputusan pembelian yang lebih tepat; dan (3) otoritas dengan menyediakan data teragregasi untuk mendukung penilaian dampak kebijakan dan perancangan kebijakan yang lebih terinformasi.

Kewajiban untuk membuat *battery passport* berada pada pihak produsen. Untuk baterai yang telah disiapkan untuk digunakan kembali (*reuse*), dialihkan fungsi (*repurposing*), atau diproduksi ulang (*remanufacturing*), tanggung jawab untuk memenuhi kewajiban akan dialihkan kepada pelaku usaha yang menempatkan baterai di pasar atau mengoperasikannya. Baterai ini akan memiliki *battery passport* baru yang ditautkan ke paspor baterai aslinya. Demikian pula, ketika sebuah baterai menjadi limbah, tanggung jawab untuk memenuhi kewajiban akan dialihkan kepada produsen, organisasi tanggung jawab produsen, atau operator pengelola limbah. Setelah baterai didaur ulang, *battery passport* tidak lagi berlaku.

EU Sustainable Batteries Regulation menetapkan aturan terkait *Battery Passport* dalam Pasal 77 dan 78. Menurut Pasal 77 Regulasi Sustainable Batteries, mulai tahun 2027, setiap baterai untuk kendaraan ringan (*light means of transport*), setiap baterai industri dengan kapasitas lebih dari 2 kWh, dan setiap baterai kendaraan listrik yang ditempatkan di pasar atau mulai digunakan harus memiliki *battery passport*. Informasi yang disediakan dalam *battery passport* dibagi ke dalam tiga kelompok:

1. Informasi yang dapat diakses oleh publik umum.

2. Informasi yang hanya dapat diakses oleh *notified bodies*, otoritas pengawasan pasar, dan Komisi Uni Eropa; dan
3. Informasi yang hanya dapat diakses oleh orang alami atau badan hukum dengan kepentingan sah untuk mengakses dan memproses informasi tersebut.

Tujuan untuk mengakses dan memproses informasi tersebut harus berkaitan dengan (1) pembongkaran baterai, termasuk langkah-langkah keselamatan yang harus diambil selama pembongkaran, serta komposisi rinci dari model baterai dan hal ini penting untuk memungkinkan pihak perbaikan, produsen ulang, operator *second-life* dan pengelola daur ulang untuk menjalankan kegiatan ekonomi mereka masing-masing; dan (2) dalam kasus baterai individual, harus penting bagi pembeli baterai atau pihak-pihak yang bertindak atas nama pembeli, untuk tujuan menyediakan baterai individual tersebut kepada agregator energi independen atau pelaku pasar energi. Sebagian dari informasi yang harus dimasukkan dalam *battery passport* sebagaimana tercantum dalam EU Sustainable Batteries Regulation, Lampiran VII, tercantum di bawah ini sebagai contoh:

Informasi yang harus dimasukkan dalam *battery passport* terkait dengan model baterai

Kategori informasi	Informasi yang harus dimasukkan dalam <i>battery passport</i>
Informasi yang dapat diakses publik	- o Informasi terkait parameter untuk menentukan status kesehatan (<i>state of health</i>) dan perkiraan masa pakai baterai (Lampiran VII, Bagian A EU Sustainable Batteries Regulation); - o Komposisi material baterai, termasuk kimianya, zat berbahaya yang ada dalam baterai, serta bahan baku kritis yang ada dalam baterai; - o Informasi jejak karbon (Pasal 7(1) dan (2)); - o Informasi mengenai <i>responsible sourcing</i> (Pasal 52(3)); - o Informasi kandungan daur ulang (Pasal 8(1)); - o Proporsi kandungan terbarukan; - o Perkiraan umur baterai; - o Ambang batas kapasitas hingga habis; - o Rentang suhu yang dapat ditahan baterai ketika tidak digunakan; - o Efisiensi energi <i>round trip</i> awal dan setidaknya 50% dari siklus hidup; - o Nilai <i>C-rate</i> dari uji siklus hidup yang relevan.
Informasi yang hanya dapat diakses oleh pihak dengan kepentingan sah	- o Komposisi rinci, termasuk material yang digunakan pada katoda, anoda, dan elektrolit; - o Nomor suku cadang untuk komponen dan detail kontak sumber suku cadang pengganti; informasi pembongkaran; - o Langkah-langkah keselamatan.
Informasi yang hanya dapat diakses oleh <i>notified bodies</i> dan otoritas pengawasan pasar	o Hasil laporan uji yang membuktikan kepatuhan terhadap persyaratan yang ditetapkan dalam Regulasi atau undang-undang sekunder apa pun yang diadopsi berdasarkan Regulasi tersebut.

Persyaratan informasi dan data terkait dengan baterai individual

Category	Information to be included in the battery passport	
Information accessible only persons with a legitimate interest	Values for performance and durability parameters, when the battery is placed on the market and when it is subject to changes in its status (Article 10(1));	Article 10 (1) Document on performance and durability requirements of Annex IV, Part A
	Information on the state of health of the battery (Article 14);	Article 14 (1) Up-to-date data on the state of health and expected lifetime of batteries as set out in Annex VII
	Information on the status of the battery, defined as 'original', 'repurposed', 're-used', 'remanufactured' or 'waste';	
	information and data resulting from its use, including the number of charging and discharging cycles and negative events, such as accidents, as well as periodically recorded information on the operating environmental conditions, including temperature, and on the state of charge.	

Komisi Eropa diberi kewenangan untuk mengadopsi undang-undang sekunder guna menentukan pihak mana yang dianggap sebagai 'pihak dengan kepentingan sah' serta informasi mana yang dapat mereka akses, dan sejauh mana mereka dapat mengunduh, membagikan, mempublikasikan, dan menggunakan kembali informasi tersebut. Kriteria untuk menentukan pihak-pihak tersebut adalah sebagai berikut:

- I. kebutuhan untuk memiliki informasi tersebut guna mengevaluasi status dan nilai sisa baterai serta kemampuannya untuk digunakan lebih lanjut;
- II. kebutuhan untuk memiliki informasi tersebut untuk tujuan persiapan penggunaan kembali, pengalihan fungsi, produksi ulang, atau daur ulang baterai, atau untuk memilih di antara operasi-operasi tersebut; dan
- III. kebutuhan untuk memastikan bahwa akses dan pemrosesan informasi dalam *battery passport* yang bersifat sensitif secara komersial dibatasi seminimal mungkin.

Batas waktu yang ditetapkan Komisi Eropa untuk pelaksanaan aturan tersebut adalah Agustus 2026. Selain itu, Komisi juga diberikan kewenangan untuk meninjau dan menambahkan informasi yang akan dimasukkan dalam *battery passport* jika diperlukan oleh perkembangan teknis dan ilmiah.

Saat ini, terdapat sangat sedikit bukti empiris yang tersedia mengenai *battery passport* mengingat kemunculannya yang masih sangat baru dalam lanskap industri. Menurut dokumen Uni Eropa berjudul *Implementing the EU Digital Battery Passport: Opportunities*

*and challenges for battery circularity*²¹⁷, akses publik terhadap informasi terkait baterai, seperti data jejak karbon, dapat meningkatkan kesadaran konsumen mengenai dampak lingkungan dari baterai. Dokumen tersebut menyebutkan beberapa tantangan dalam implementasi *battery passport*, khususnya terkait pengumpulan dan berbagi data: meskipun alat teknis untuk pengumpulan data tersedia, memperoleh informasi baterai yang komprehensif tetap sangat menantang terutama karena melibatkan banyak aktor dalam rantai pasok. Berbagi data menimbulkan hambatan signifikan, dengan perusahaan pada umumnya enggan membagikan informasi kecuali terdapat perjanjian kerahasiaan atau instrumen serupa. Masalah kepercayaan muncul akibat sifat pasar yang kompetitif dan kurangnya kesadaran mengenai pentingnya transparansi serta persyaratan hukum (global) yang akan datang. Kebingungan mengenai hak akses data dan kekhawatiran tentang kerahasiaan semakin memperumit berbagi data.

Akhirnya, dokumen tersebut menyebutkan bahwa menilai keandalan dan validitas data yang dikumpulkan merupakan topik lain yang menantang. Data yang andal, seperti informasi jejak karbon, sangat penting untuk memenuhi salah satu tujuan *battery passport*. Namun, kompleksitas rantai pasok baterai, yang melibatkan banyak perusahaan di berbagai benua, membuat sulit untuk menilai keandalan data dari pemasok.

Deklarasi Jejak Karbon

EU Sustainable Batteries Regulation mewajibkan adanya deklarasi jejak karbon untuk baterai EV, baterai industri isi ulang dengan kapasitas lebih dari 2 kWh, dan baterai untuk alat transportasi ringan. Tujuan dari deklarasi jejak karbon ini adalah untuk memastikan bahwa baterai memiliki jejak karbon yang rendah sepanjang siklus hidupnya. Pelaku di sepanjang rantai pasok baterai (produsen, importir, distributor) diwajibkan melaporkan jejak karbon produk mereka dengan menggunakan pendekatan *life cycle assessment*. Pendekatan *life cycle assessment* adalah metodologi yang diakui secara internasional dalam analisis karakteristik lingkungan suatu produk..²¹⁸

Deklarasi jejak karbon harus dibuat untuk setiap model baterai per pabrik manufaktur, dan harus mencakup, antara lain, setidaknya informasi berikut: (1) informasi administratif tentang produsen; (2) informasi tentang model baterai; (3) informasi tentang lokasi geografis pabrik manufaktur baterai; (4) jejak karbon baterai, dihitung sebagai kilogram ekuivalen karbon dioksida per satu kWh total energi yang disediakan oleh baterai selama masa pakai yang diharapkan; (5) jejak karbon baterai yang dibedakan menurut tahap siklus hidup; (6) tautan web yang memberikan akses ke versi publik dari studi yang mendukung nilai jejak karbon tersebut.²¹⁹

Komisi Eropa diberi kewenangan untuk mengadopsi *implementing act* yang menetapkan format deklarasi jejak karbon. Selanjutnya, berdasarkan distribusi nilai jejak karbon dalam deklarasi baterai, Regulasi mengamanatkan pembentukan sejumlah kelas kinerja

²¹⁷ V Rizos and P Urban, Implementing the EU Digital Battery Passport: Opportunities and challenges for battery circularity (BATRAW, 5 Maret 2024).

²¹⁸ H Zhang, B Xue, S Li, Y Yu, Z Chang, H Wu et al, 'Life cycle environmental impact assessment for battery-powered electric vehicles at the global and regional level' 13 *Nature Scientific Reports* (2023).

²¹⁹ Pasal 7 EU Sustainable Batteries Regulation.

yang bermakna. Hal ini pada dasarnya berarti bahwa, misalnya, kategori A akan mewakili kelas tertinggi dengan jejak karbon siklus hidup terendah, sehingga memfasilitasi diferensiasi pasar antar kategori baterai.²²⁰

Baterai yang diwajibkan memiliki deklarasi jejak karbon juga diwajibkan memiliki 'label yang mencolok, mudah dibaca, dan tidak mudah hilang yang menunjukkan jejak karbon baterai serta menyatakan kelas kinerja jejak karbon yang sesuai dengan model baterai terkait di setiap pabrik manufaktur.'²²¹

Pusat Penelitian Gabungan (*Joint Research Centre*) Komisi Eropa telah menerbitkan pedoman untuk perhitungan jejak karbon baterai EV.²²² Metodologi untuk menghitung dan memverifikasi jejak karbon baterai ini didasarkan pada metode *Environmental Footprint (EF)* yang dikembangkan oleh Komisi Eropa, sebagaimana tercantum dalam Rekomendasi EC 2279/2021, serta *Product Environmental Footprint Category Rules for Batteries*. Pedoman ini memberikan arahan komprehensif mengenai pilihan metodologis, pendekatan pemodelan, serta persyaratan dokumentasi dan verifikasi untuk jejak karbon baterai. Publikasi ini bertujuan untuk menetapkan pendekatan standar dalam menghitung dan memverifikasi jejak karbon baterai.

Area utama perhitungan jejak karbon berdasarkan pedoman EU Joint Research Centre untuk perhitungan jejak karbon baterai EV²²³

Bagian	Ringkasan
<i>Functional unit</i>	<i>Functional unit</i> didefinisikan sebagai satu kWh (<i>kilowatt-hour</i>) dari total energi yang disediakan oleh baterai selama masa pakai baterai, diukur dalam kWh. Pendekatan berbeda ditetapkan sesuai dengan jenis kendaraan yang diproduksi baterainya.
<i>System boundaries</i>	<i>System boundaries</i> mendefinisikan proses yang harus dimodelkan untuk menentukan jejak karbon baterai dan proses yang dikecualikan. Ruang lingkungnya mencakup seluruh siklus hidup kecuali tahap penggunaan, yaitu akuisisi dan pra-pemrosesan bahan baku, manufaktur baterai, dan akhir masa pakai.
<i>Impact assessment</i>	Menetapkan metodologi penilaian dampak siklus hidup untuk mengkuantifikasi jejak karbon.
<i>Data collection requirements</i>	Untuk memungkinkan penerapan luas pada berbagai teknologi, dua jenis proses dibedakan, yaitu proses yang wajib menggunakan data spesifik perusahaan dan proses yang tidak wajib menggunakan data spesifik perusahaan. Yang pertama mencakup semua proses di mana penggunaan data spesifik perusahaan wajib, sebagaimana ditetapkan dalam Regulasi (produksi material aktif dan elektroda, produksi sel, perakitan modul dan baterai). Proses yang tidak spesifik perusahaan selanjutnya dibagi lagi menjadi proses 'paling relevan' dan 'tidak paling relevan'.
<i>Modelling requirements</i>	Menyediakan aturan untuk pemodelan aspek-aspek spesifik dari model jejak karbon baterai, seperti pemodelan listrik, alokasi, dan pemodelan akhir masa pakai.

²²⁰Pembukaan paragraf 27 dari EU Sustainable Batteries Regulation.

²²¹ Pasal 7(2) dari EU Sustainable Batteries Regulation.

²²² Andreasi Bassi, S., Peters, J. F., Cadelaresi, D., Valente, A., Ferrara, N., Mathieux, F., Ardente, F., *Rules for the calculation of the Carbon Footprint of Electric Vehicles Batteries (CFB-EV)* (EU Commission Joint Research Centre 2023).

²²³ Andreasi Bassi, S., Peters, J. F., Cadelaresi, D., Valente, A., Ferrara, N., Mathieux, F., Ardente, F., *Rules for the calculation of the Carbon Footprint of Electric Vehicles Batteries (CFB-EV)* (EU Commission Joint Research Centre 2023).

Verification	Mencakup semua persyaratan mengenai dokumentasi dan verifikasi jejak karbon baterai.
--------------	--

Due diligence

Meskipun bukan secara ketat merupakan persyaratan pelabelan, informasi mengenai kewajiban pelaporan *due diligence* wajib tersedia melalui pelabelan. *Due diligence* merujuk pada proses komprehensif yang mencakup investigasi dan evaluasi atas suatu bisnis atau peluang investasi sebelum pengambilan keputusan. Oleh karena itu, *due diligence* sangat penting untuk mengidentifikasi potensi risiko di sepanjang rantai pasok dan memastikan pengambilan keputusan yang tepat.²²⁴ Mengingat risiko yang melekat pada rantai pasok baterai, termasuk yang berkaitan dengan keberlanjutan lingkungan dan sosial, serta perkiraan peningkatan penggunaan mineral dalam manufaktur baterai yang dapat menambah tekanan pada kegiatan ekstraksi dan pemurnian, semakin ketatnya persyaratan ESG sebagaimana ditetapkan khususnya oleh Uni Eropa telah mendorong diperkenalkannya kebijakan *due diligence* yang lebih kuat.

Transparansi dan keberlanjutan bisnis telah menjadi agenda Uni Eropa di berbagai platform dalam beberapa tahun terakhir. Regulasi yang semakin meningkat dalam topik ini mengharuskan perusahaan untuk mengetahui serta secara transparan melaporkan dampak lingkungan dan sosial dari aktivitas mereka. Hal ini sebagian besar dilakukan melalui *corporate sustainability due diligence* dan laporan keberlanjutan perusahaan yang terkait erat.

erkait baterai, EU Batteries Regulation memberlakukan kewajiban *due diligence* khusus pada perusahaan besar yang menempatkan baterai di pasar atau menggunakannya. EU Sustainable Batteries Regulation mewajibkan langkah-langkah *due diligence* untuk mengurangi dampak lingkungan dan sosial di sepanjang siklus hidup baterai. Persyaratan ini tidak berlaku bagi perusahaan dengan omzet bersih di bawah EUR 40 juta pada tahun fiskal sebelumnya, sepanjang mereka bukan bagian dari kelompok usaha yang melebihi ambang batas tersebut. Mulai tahun 2025, perusahaan yang menjual baterai harus menetapkan, menerapkan, dan memverifikasi kebijakan *due diligence*. Hal ini mencakup penyusunan dan publikasi kebijakan mengenai bahan baku serta risiko sosial dan lingkungan yang terkait. Informasi tentang sumber yang bertanggung jawab harus tersedia untuk publik melalui *battery passport* (dibahas kemudian), termasuk dalam laporan tahunan *battery due diligence*. Selain itu, perusahaan harus mengadopsi standar *due diligence* berdasarkan kerangka kerja yang diakui secara internasional serta mengembangkan sistem transparansi dan keterlacakan rantai pasok. Hal ini memerlukan dokumentasi atas bahan baku yang diperdagangkan, pemasok, negara asal, dan transaksi pasar sejak ekstraksi bahan baku. Perusahaan juga harus menilai risiko dampak negatif dalam rantai pasok mereka serta menerapkan strategi pencegahan dan mitigasi yang sesuai. Negara anggota dan otoritas pengawas pasar Uni Eropa akan melakukan

²²⁴ OECD, OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct (OECD 2018), hlm. 16.

pemeriksaan kepatuhan secara berkala untuk memastikan persyaratan regulasi dipatuhi. Regulasi ini mencakup ketentuan sanksi atas ketidakpatuhan, mulai dari denda hingga pembatasan akses pasar.

Menurut Pasal 48 Regulasi tersebut, Komisi Eropa harus menerbitkan pedoman mengenai penerapan *due diligence* paling lambat 18 Februari 2025. Namun, keberlanjutan perusahaan dan *due diligence* menghadapi semacam resistensi dalam bentuk proposal Omnibus terbaru yang diajukan oleh Komisi.²²⁵ Dalam proposal ini, Komisi bertujuan untuk mengurangi beban administratif yang ditimbulkan oleh aturan keberlanjutan di Uni Eropa. Tidak diragukan lagi, perubahan yang diusulkan ini kemungkinan besar memengaruhi keterlambatan penerbitan pedoman *battery due diligence*. Arah yang diambil oleh Komisi juga meningkatkan ketidakpastian secara keseluruhan mengenai implementasi *due diligence* dalam konteks baterai, meskipun Batteries Regulation belum termasuk dalam proposal Omnibus ini, setidaknya untuk saat ini.

Selain regulasi khusus *due diligence*, EU Taxonomy Regulation²²⁶ menetapkan daftar kegiatan ekonomi yang berkelanjutan secara lingkungan. Regulasi Taksonomi ini menetapkan persyaratan khusus bagi sektor-sektor tertentu, termasuk manufaktur baterai.

Di Amerika Serikat, persyaratan *due diligence* tertanam dalam IRA Clean Vehicle Tax Credit, yang memberikan insentif untuk pembelian EV. Untuk memenuhi syarat memperoleh kredit ini, produsen harus mematuhi persyaratan *due diligence* terkait sumber komponen baterai dan mineral kritis. Selain itu, US Securities and Exchange Commission (US SEC) telah menerapkan aturan yang secara tidak langsung berdampak pada sektor baterai, khususnya melalui fokusnya pada pengungkapan ESG.²²⁷ Namun, aturan ini mungkin dibatalkan mengingat pendekatan anti-ESG dari pemerintahan saat ini.²²⁸ Demikian pula, Australia, Jerman, dan Prancis, di antara negara lain, juga mewajibkan pelaporan ESG.²²⁹

Sebagai contoh penting dari negara ASEAN, Thailand baru-baru ini mulai merancang undang-undang wajib mengenai *supply chain due diligence* untuk memperkuat tanggung jawab perusahaan, kepatuhan bisnis, dan akuntabilitas rantai pasok. Thailand memperkenalkan undang-undang *due diligence* wajib ini untuk menunjukkan komitmen terhadap praktik bisnis yang bertanggung jawab, yang merupakan syarat untuk

²²⁵ Komisi Eropa, Proposal untuk sebuah Arahan Parlemen Eropa dan Dewan, yang mengubah Arahan 2006/43/EC, (EU) 2022/2464 dan (EU) 2024/1760 terkait dengan pelaporan keberlanjutan korporasi dan persyaratan uji tuntas (*due diligence*). Brussels, 26.2.2025, COM(2025) 81 final.

²²⁶ Regulasi (EU) 2020/852 dari Parlemen Eropa dan Dewan, 18 Juni 2020, tentang pembentukan kerangka kerja untuk memfasilitasi investasi berkelanjutan, serta mengubah Regulasi (EU) 2019/2088, OJ L 198, 22.6.2020, hlm. 13-43.

²²⁷ SEC Final Rule Release No. 33-11275, The Enhancement and Standardization of Climate-Related Disclosures for Investors.

²²⁸ M Costa, 'Trump election victory could derail SEC's climate disclosure rule' (27 November 2024, *Green Central Banking*); <https://greencentralbanking.com/2024/11/27/trump-election-victory-could-derail-secs-climate-disclosure-rule/>; M Costa, 'SEC moves to freeze its climate disclosure rule' (17 Februari 2025, *Green Central Banking*); <https://greencentralbanking.com/2025/02/17/sec-moves-to-freeze-its-climate-disclosure-rule/>

²²⁹ Lihat misalnya M Asif, C Searchy and P Castka, 'ESG and Industry 5.0: The role of technologies in enhancing ESG disclosure' 195 *Technological Forecasting and Social Change* (2023) 122806.

bergabung dengan OECD. Selain itu, memperkuat perlindungan hak asasi manusia dan mendukung praktik bisnis yang bertanggung jawab dianggap dapat meningkatkan reputasi Thailand sebagai pusat bisnis yang bertanggung jawab sekaligus memastikan keselarasan dengan standar global yang sedang berkembang.²³⁰ Mengingat ambisi Thailand untuk menjadi pusat global produksi EV, perkembangan kebijakan ini mungkin signifikan dalam mendorong investasi Barat, khususnya ke negara ASEAN tersebut.

Meskipun kebijakan *due diligence* wajib semakin meningkat, kebijakan ini umumnya mengikuti standar dan prinsip *due diligence* yang diakui secara internasional. Contoh paling menonjol adalah OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct. EU Sustainable Batteries Regulation merujuk pada pedoman OECD sebagai kerangka acuan yang harus dijadikan dasar bagi kebijakan *due diligence* operator ekonomi. Perusahaan diwajibkan oleh kebijakan *due diligence* untuk mematuhi standar lingkungan dan sosial yang ketat, dan dengan memberlakukan persyaratan *due diligence*, EU Sustainable Batteries Regulation berupaya mendukung sumber yang bertanggung jawab, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan sosial di negara ketiga. Isu-isu ini akan dibahas lebih rinci dalam *Deliverable 4*, tetapi mengingat informasi pelaporan *due diligence* diwajibkan dalam instrumen legislatif berikutnya, yaitu *battery passport*, hal ini dibahas secara singkat di sini.

²³⁰ Business & Human Rights Resource Centre, 'Thailand: Govt. to introduce mandatory human rights and environmental due diligence legislation aiming to push for responsible business practices' (13 Maret 2025); <<https://www.business-humanrights.org/fr/derni%C3%A8res-actualit%C3%A9s/thailand-govt-to-mandatory-human-rights-and-environmental-due-diligence-legislation-aiming-to-push-for-responsible-business-practices/>>

 [southeast-asia-energy-transition-partnership](#)

The Southeast Asia Energy Transition Partnership is a programme of the United Nations Office for Project Services.

14th Floor, 208, Wireless Road, Bangkok, Thailand

etp@unops.org