

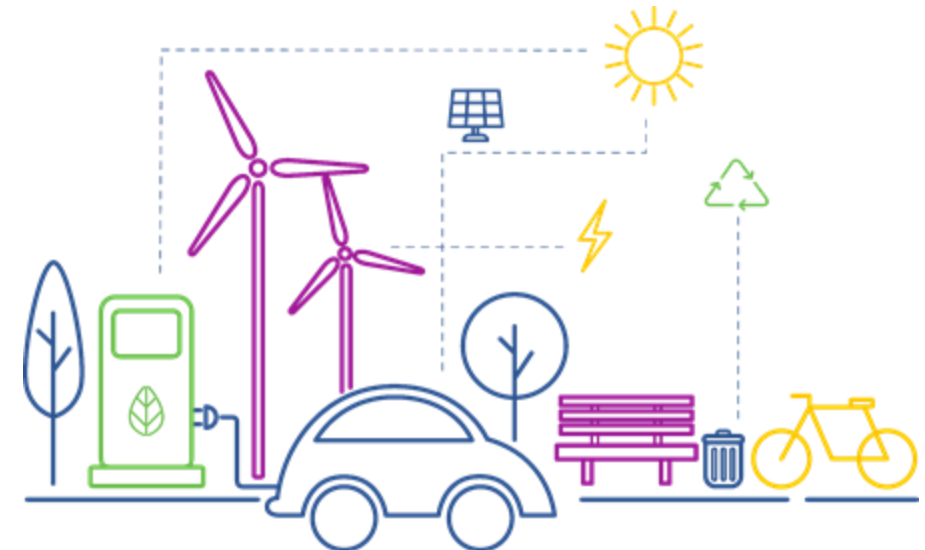
HDV decarbonization through Zero-Emission Truck

Lokakarya dan Diskusi Panel

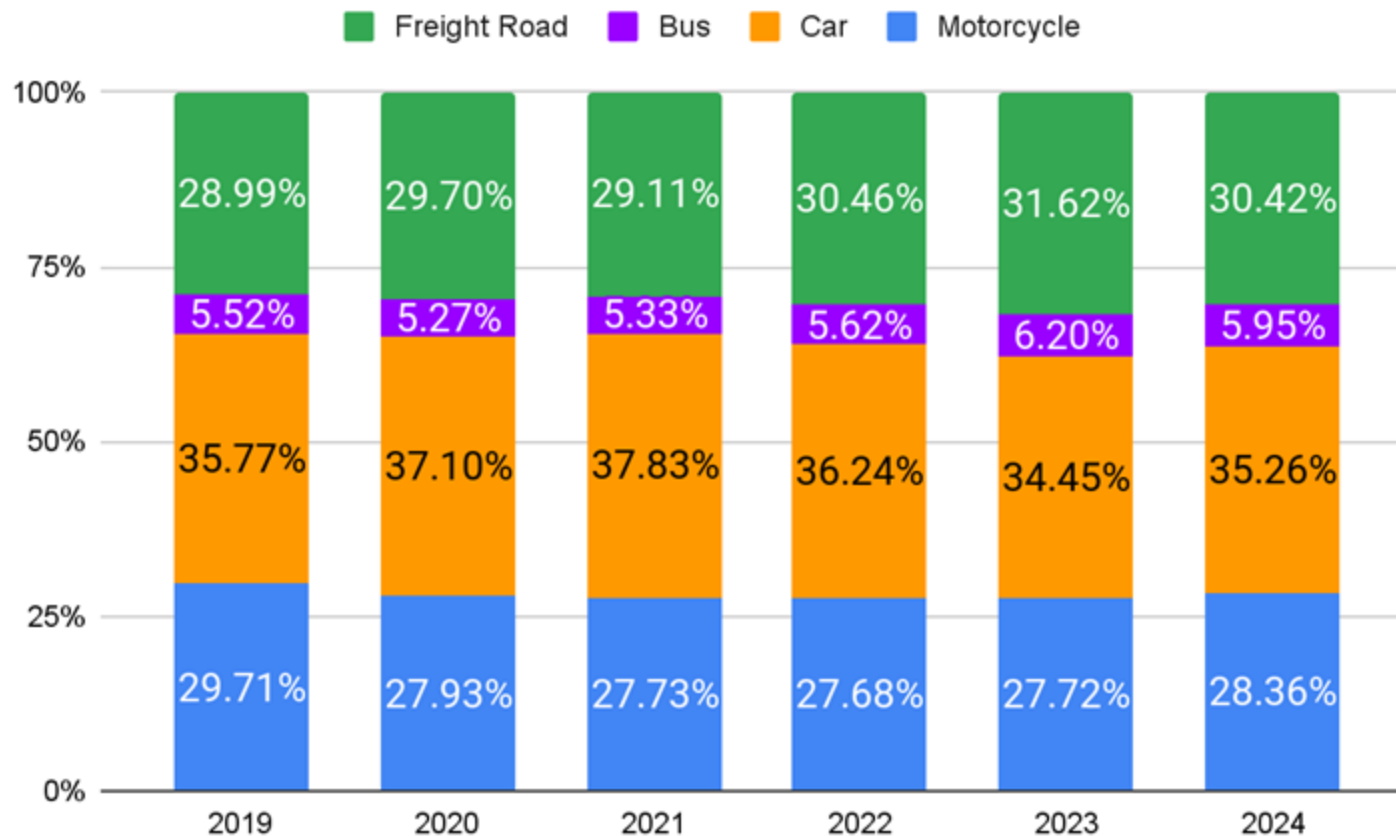
19 Februari 2026

Ilham R. F. Surya

Head of Transition and Decarbonization Policy
Institute for Essential Services Reform



Breakdown emisi transportasi darat (2024)

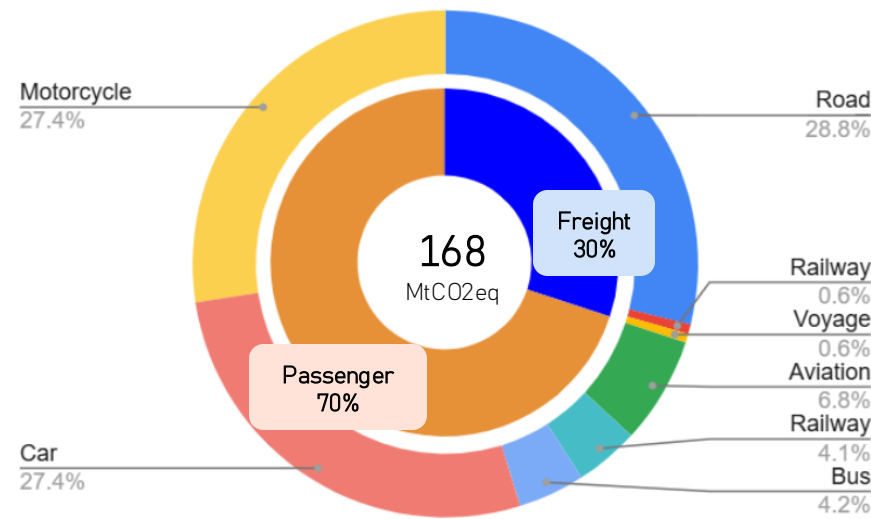


- Sektor transportasi merupakan penyumbang emisi terbesar ketiga di Indonesia dengan emisi **202 MtCO₂ di 2024** (25% dari total emisi)
- Transportasi darat menyumbang **80%** dari total seluruh emisi sektor transportasi
- Lebih dari **90% konsumsi bahan bakar minyak tahunan di sektor transportasi berasal dari sektor transportasi darat**, menjadikan sektor ini sangat bergantung pada impor. Pada tahun 2023, biaya impor bersih bahan bakar minyak mencapai **USD 22 miliar**.

Sumber: IESR, 2025

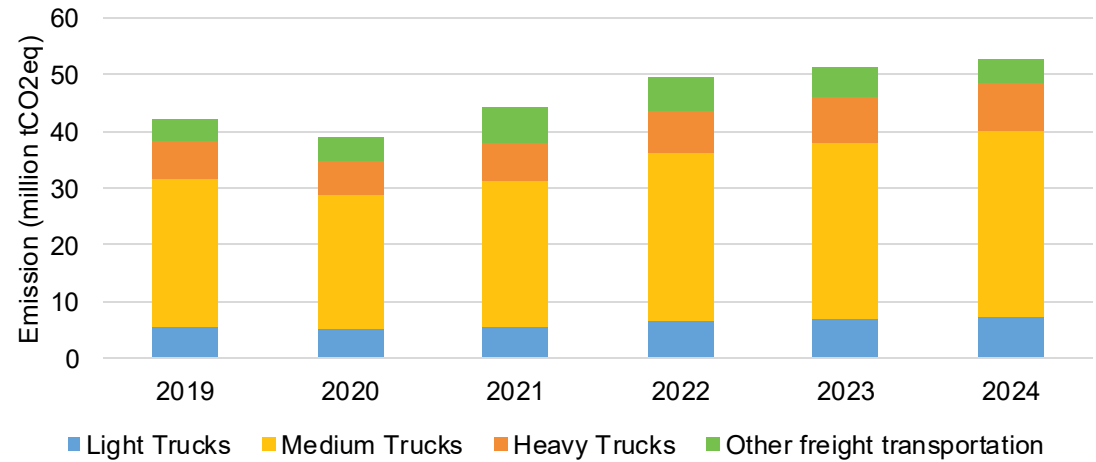
Kontribusi emisi heavy duty truck

Breakdown emisi transportasi (2024)



Breakdown emisi transportasi barang

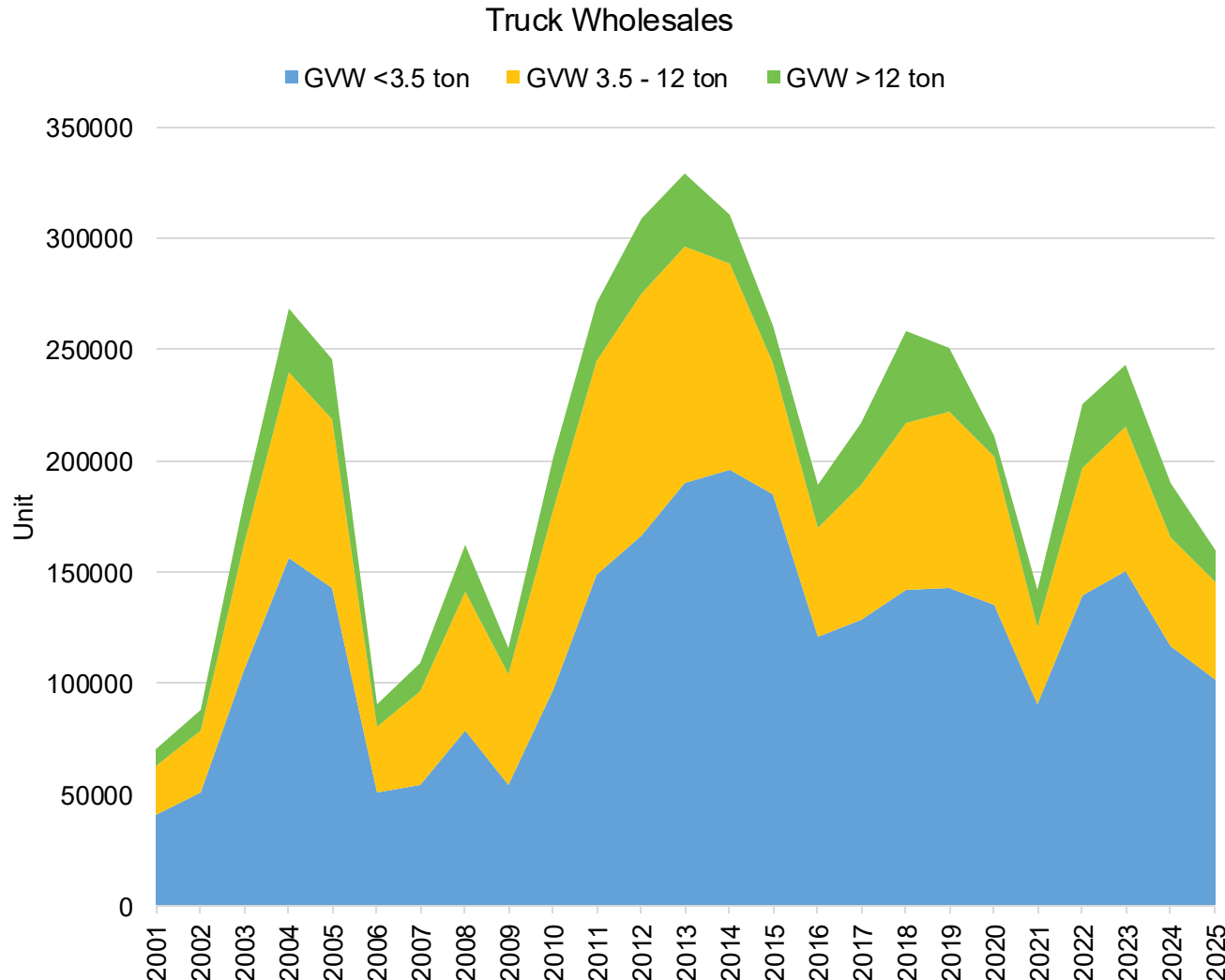
Freight Transportation Emission



- Truk logistik menyumbang sekitar **28.8% dari total emisi transportasi** di tahun 2024 (**setara 48 MtCO2eq**)
- Dari kendaraan barang, **moda truk menyumbang 92% emisi** total kendaraan barang
- Truk medium (**65%**) dan truk berat (**16%**) menyumbang emisi mayoritas dari total emisi kendaraan barang

Populasi truk/mobil barang di Indonesia

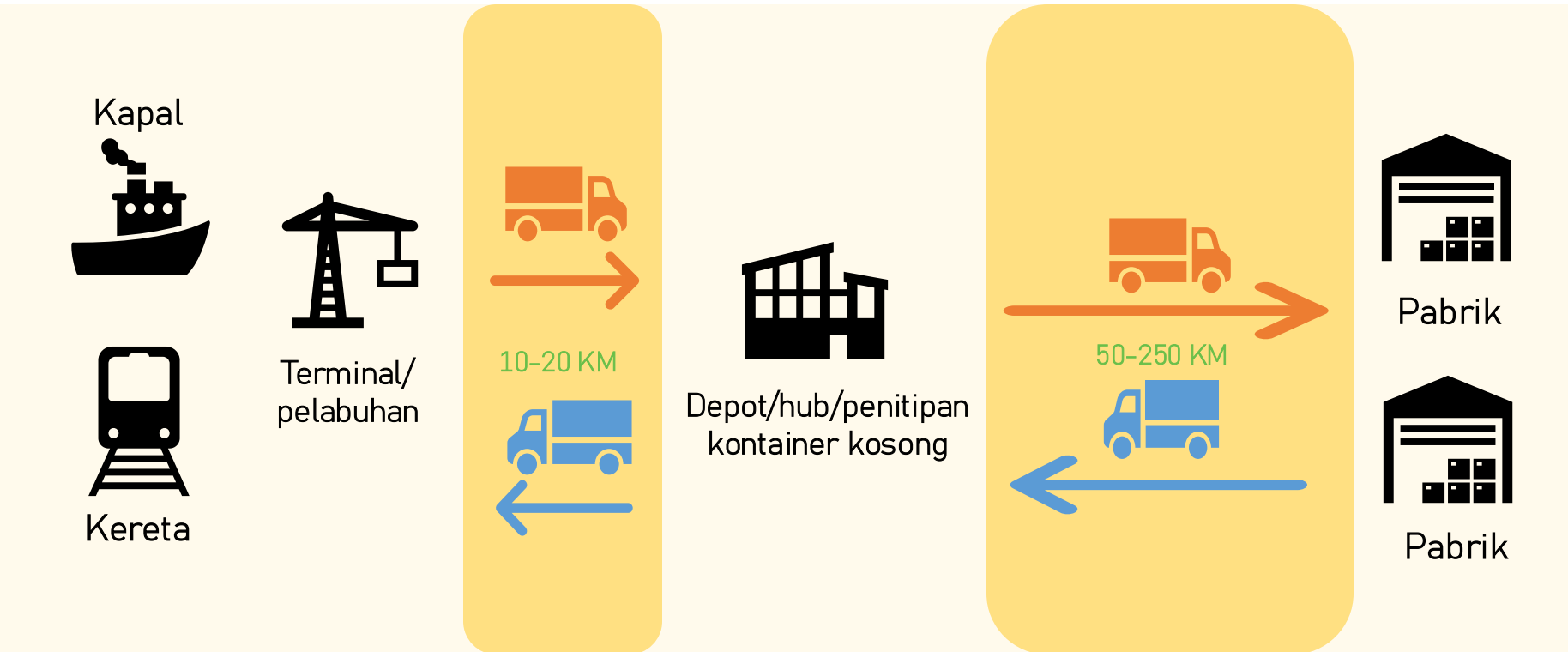
Penjualan truk *wholesale* berdasarkan berat



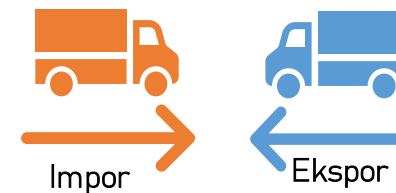
Sumber: Gaikindo, BPS

- Data GAIKINDO dan BPS menunjukkan **5 juta penjualan truk 2001 – 2025**
 - Truk kecil: 2.9 juta unit
 - Truk medium: 1.5 juta unit
 - Truk berat: 542 ribu unit
- Menurut Korlantas, jumlah total Mobil Barang (MB) di Indonesia adalah **6,4 juta kendaraan**
- Diasumsikan ada 1,3 juta truk sebelum 2001
- Diasumsikan jumlah seluruh truk **medium dan berat: 2,6 juta unit**

Pola penggunaan truk 1: multimodal transport

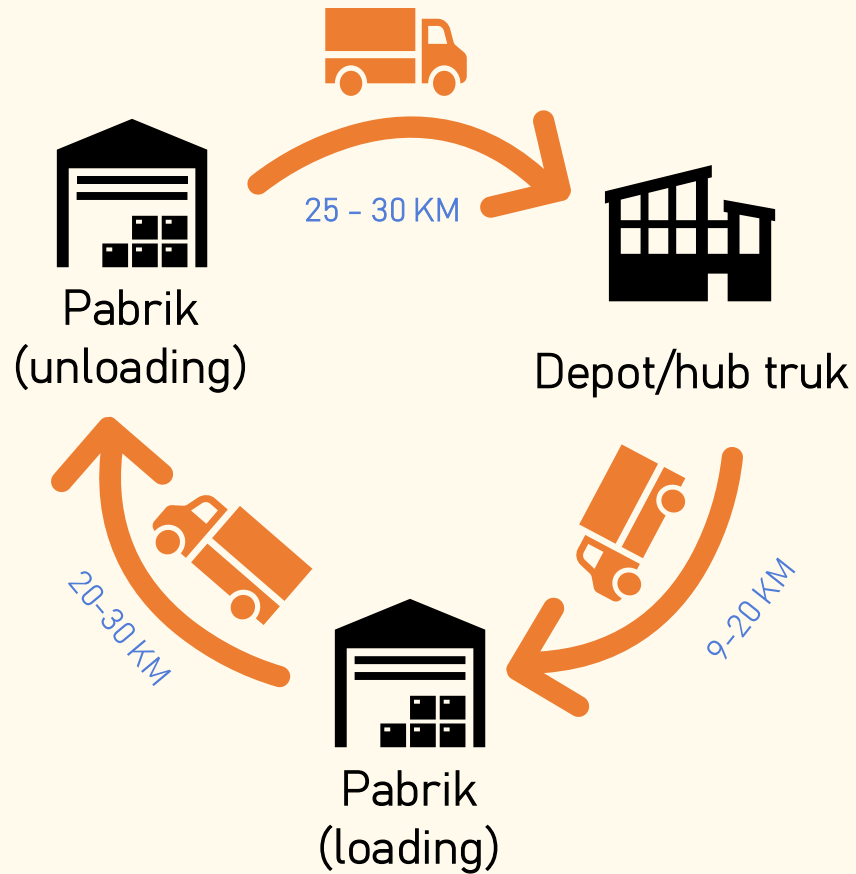


- Peran: truk bolak-balik antara terminal/pelabuhan (kereta / pelabuhan darat) dan pelanggan/titik antar
- Aktivitas: beberapa perjalanan per hari, maksimum rata-rata sekitar **300 km/hari**
- Waktu operasi **8-12 jam/hari**
- Muatan: bervariasi (**3-25 ton**)
- **Karakteristik rute cukup tetap dan terprediksi**



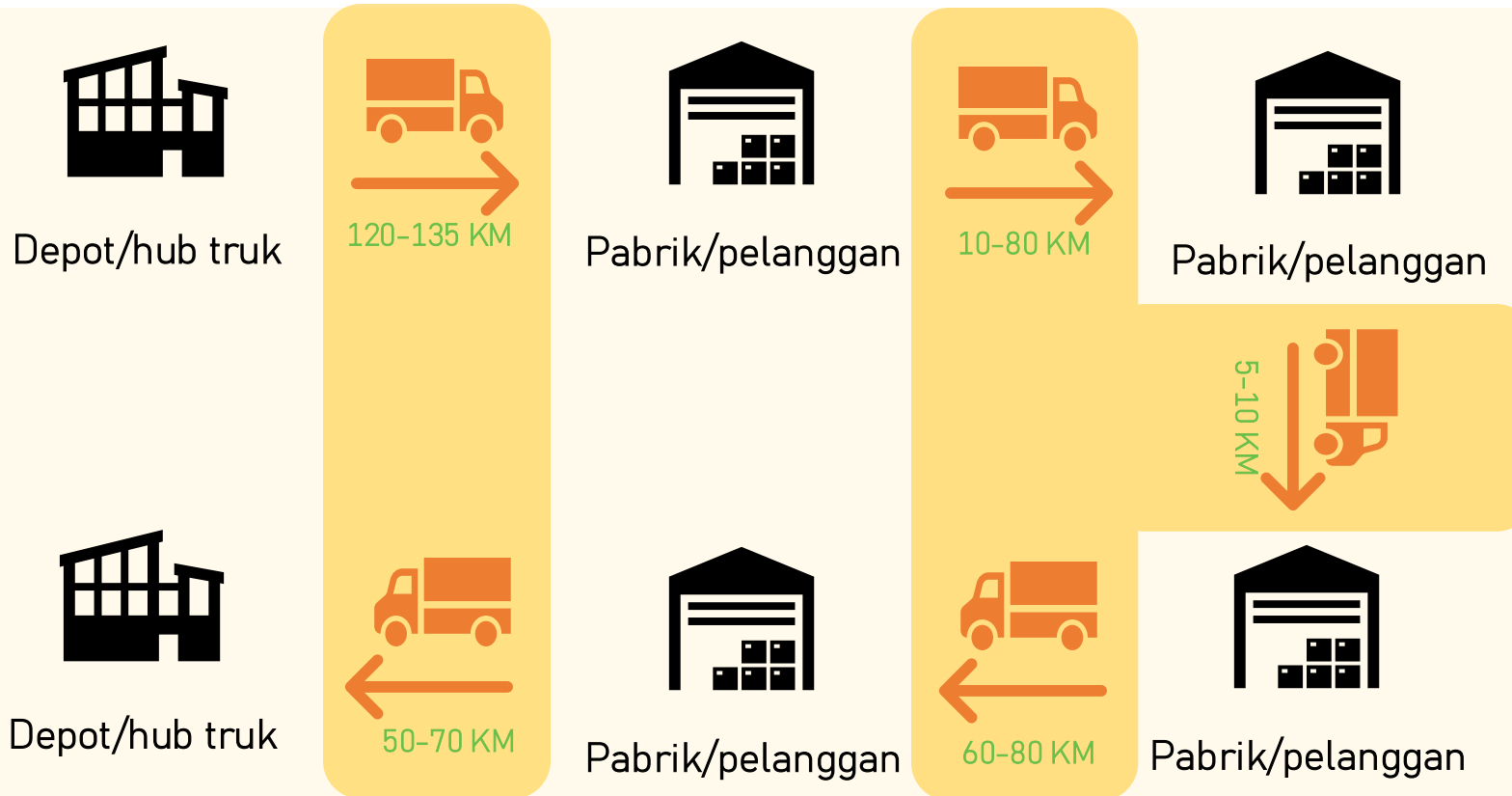
Sumber: ICCT, 2025; Element Energy, 2022; Interview, 2026

Pola penggunaan truk 2: (quasi) shuttle



- **Bolak-balik antara pabrik pelanggan dan gudang**, disertai distribusi lokal
- Aktivitas: 1–3 perjalanan pulang-pergi per hari, hingga **±70-100 km/hari**
- Waktu operasi: hingga **±10,5 jam/hari**
- Karakteristik **operasi sangat terprediksi**

Pola penggunaan truk 3: multi-destinasi regional

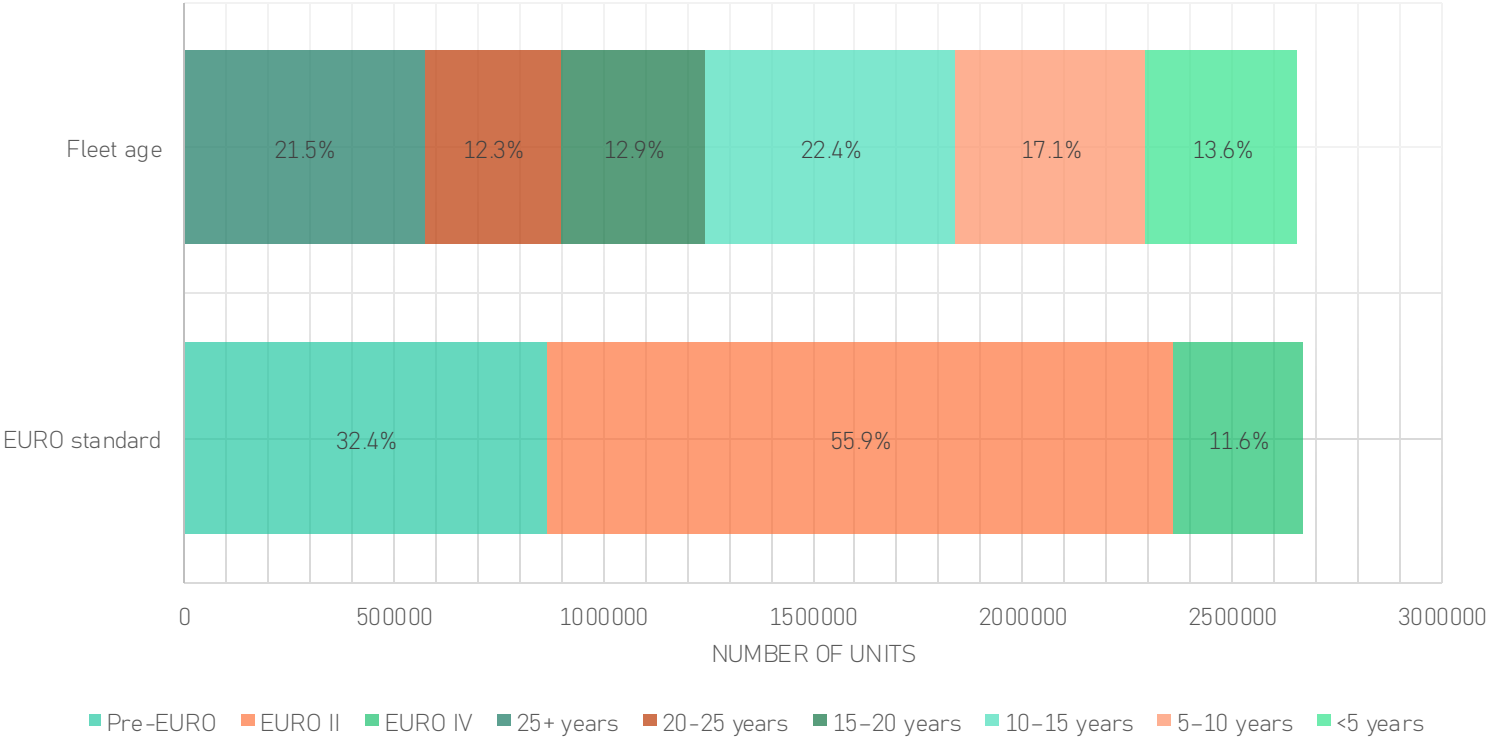


- Pengiriman **regional ke banyak pelanggan dari satu depot**
- **Aktivitas lebih bervariasi;** contoh 350–510 km/hari
- Waktu operasi: **rute tidak selalu tetap**
- Karakteristik: **variabilitas operasional lebih tinggi**

Tipe truk	Drivetrain	GVW (t)	Bobot kosong/curb mass (t)	Bobot payload (t)	Konsumsi BBM (lde/100km atau kwh/100km)	Jarak tempuh tahunan (km)
Medium duty truck	Bio-diesel	3.5 – 12	3.0 – 7.0	1.0 – 7.0	28.57 (3.57 km/l)	40930
12t – 55t rigid / tractor trailer	Bio-diesel	12 – 55	5.2 – 6.5	8 – 25	35.7 (2.8 km/l)	17180
>=55t tractor/trailer	Bio-diesel	>= 55	5.5 – 6.9	10 – 40	53.8 (1.85 km/l)	17180
Medium duty truck	Electric	3.5 – 12	4.3	6.6	68	40930
12t – 55t rigid / tractor trailer	Electric	12 – 55	13.5	17.25	94	17180
>=55t tractor/trailer	Electric	>= 55	11.4 – 20.5	43.8	135	17180

Klasifikasi truk berdasarkan usia dan standar EURO

Breakdown pembagian HDV berdasarkan usia kendaraan dan standar EURO

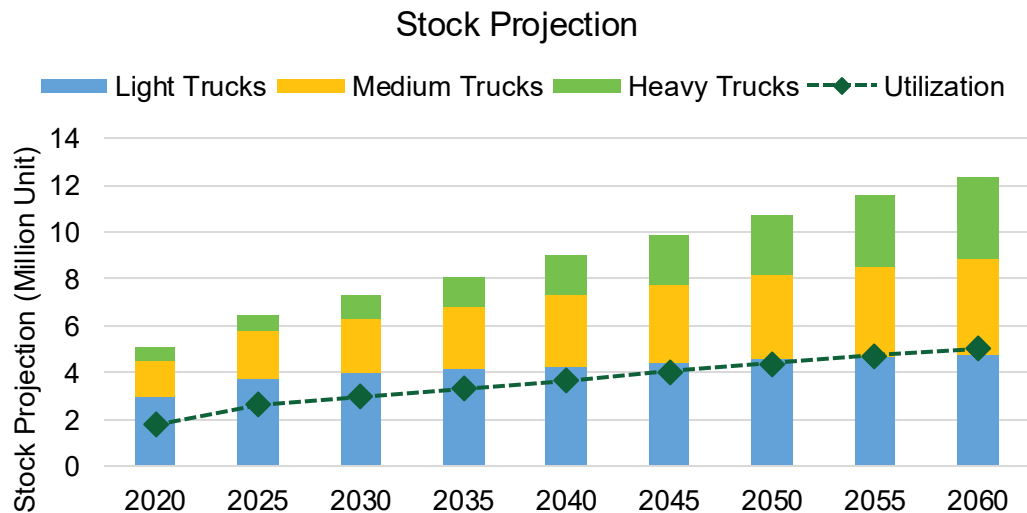


Sumber: IESR, 2025

- Populasi truk tua: sekitar **33% populasi truk berat dan medium berusia lebih dari 20 tahun** (batas SPM)
- Turnover/pembaruan truk yang lambat: hanya **13.6% dari populasi truk berusia dibawah 5 tahun**
- Truk tua dibuat dengan teknologi kontrol emisi yang lebih usang dan sudah memburuk sehingga memproduksi **lebih banyak *particulate matter dan NOx***
- Banyaknya truk yang berspesifikasi EURO II dikarenakan **panjangnya periode implementasi standar II (2007) hingga di upgrade menjadi EURO IV (2022)**

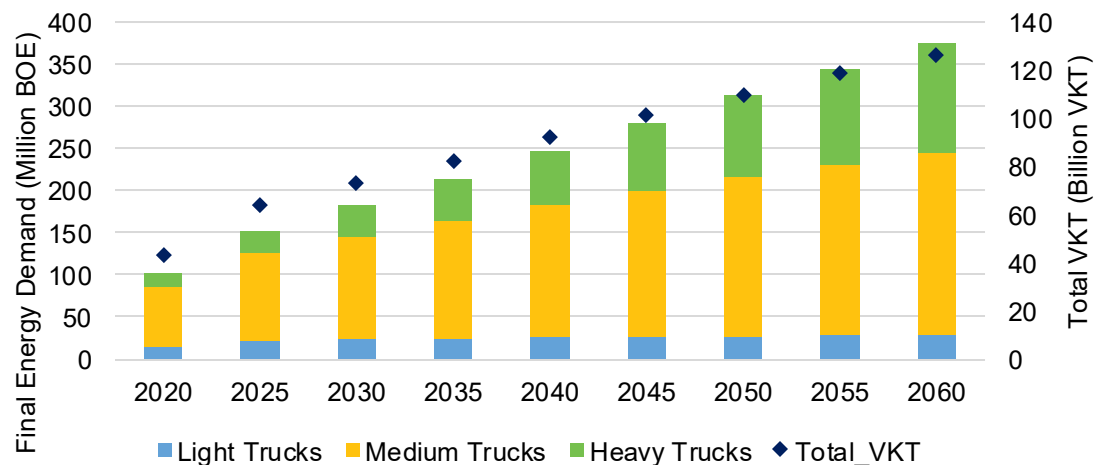
Proyeksi permintaan energi transportasi barang

Proyeksi Stock Kendaraan Truk



Proyeksi permintaan energi

Final Energy Demand and VKT Projections



- **Proyeksi total jumlah stock truk meningkat sekitar 2,5x hingga 2060** (dari 5 juta ke 12 juta unit). Dengan truk berat bertumbuh paling signifikan sebesar 410% dan truk sedang 115% di 2060 terhadap jumlah unit di tahun 2024
- **Utilisasi rata-rata armada truk diperkirakan sekitar 38%**, dihitung secara komposit dari total stok truk dengan tipikal annual mileage tiap jenis truk dan dikalibrasi terhadap konsumsi energi final nasional pada periode 2019–2024
- **Aktivitas logistik diproyeksikan akan bertumbuh hingga 3x** (dari ± 50 - ± 150 miliar km/tahun) dan berimplikasi pada **kenaikan jumlah kebutuhan energi di sektor ini hingga sekitar 4x** pada tahun 2060

Aktivitas dan Pergerakan Transportasi Barang

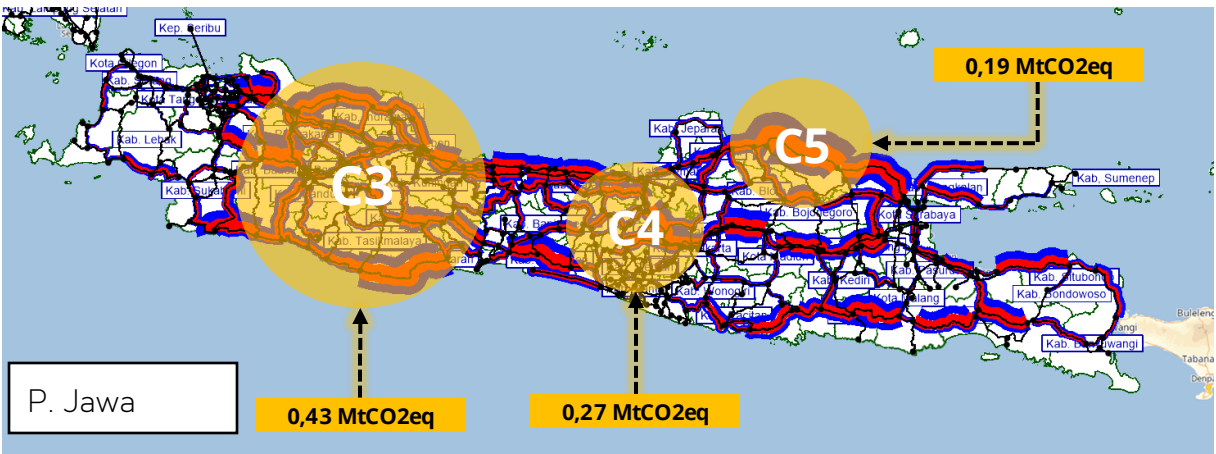
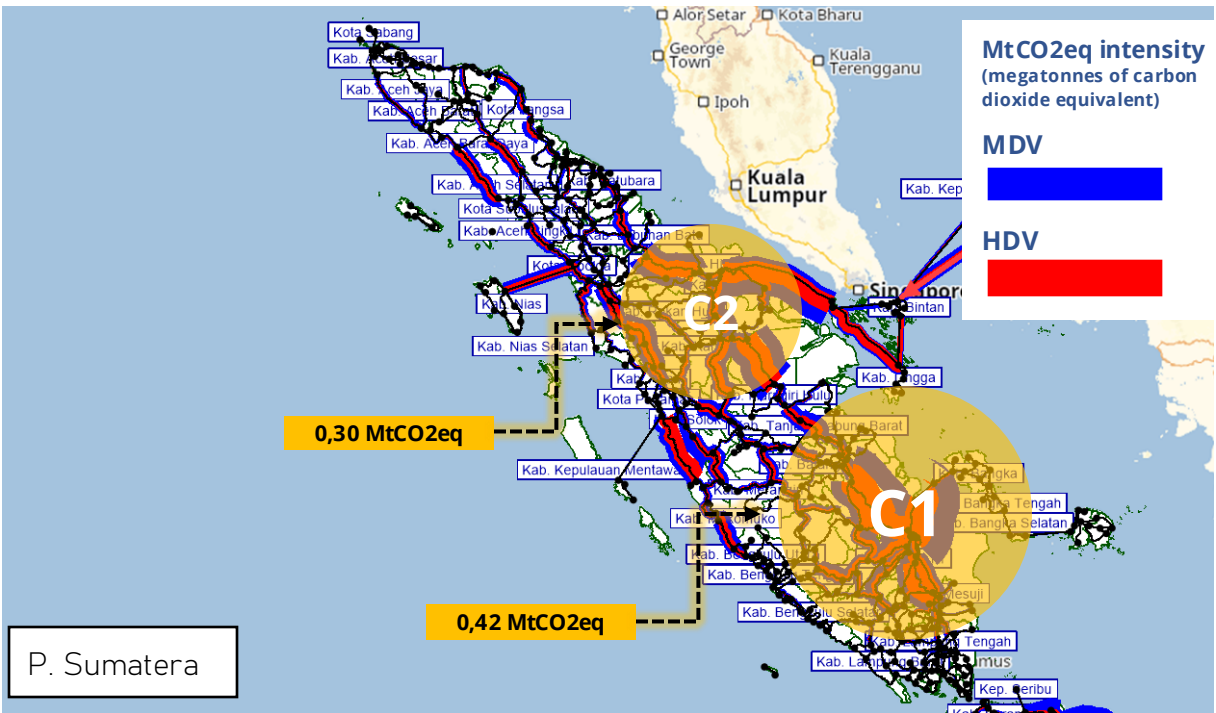


Origin / Asal

Matriks Pergerakan Barang Intra Pulau Jawa (ton/bulan)		BANTEN	DKI JAKARTA	JAWA BARAT	JAWA TENGAH	JAWA TIMUR	
BANTEN	2016	5.920.101	2.586.528	4.187.674	847.104	670.787	
	2025	15.646.959	6.308.473	10.359.872	2.269.052	1.642.839	
DKI JAKARTA	2016	468.403	2.642.901	1.505.785	305.315	181.541	
	2025	1.103.936	6.271.085	3.477.389	714.863	429.302	
JAWA BARAT	2016	5.042.925	10.176.750	46.819.243	6.005.718	3.597.763	
	2025	13.154.170	24.829.391	121.269.733	16.509.889	8.992.732	
JAWA TENGAH	2016	1.893.716	1.906.235	7.279.610	23.361.199	7.656.670	
	2025	5.129.037	4.763.606	19.458.645	66.507.330	19.727.830	
JAWA TIMUR	2016	1.675.895	1.556.727	7.521.634	10.733.527	45.965.943	
	2025	4.121.323	3.566.553	17.235.647	25.765.820	108.016.688	
Destination / Tujuan							
Matriks Pergerakan Barang Intra Pulau Sumatera (ton/bulan)		ACEH	LAMPUNG	RIAU	SUMATERA BARAT	SUMATERA SELATAN	SUMATERA UTARA
ACEH	2016	4.682.851	183.850	293.485	265.517	471.258	1.834.082
	2025	9.382.001	428.941	600.956	597.721	993.266	4.250.552
LAMPUNG	2016	135.434	4.765.654	269.629	198.669	1.089.712	347.427
	2025	340.567	13.636.011	654.700	536.425	2.976.081	956.983
RIAU	2016	32.623	38.568	6.356.377	89.626	1.155.680	138.511
	2025	63.192	86.184	12.823.449	192.363	2.275.540	290.629
SUMATERA BARAT	2016	217.417	237.355	786.649	3.719.829	377.615	940.913
	2025	534.279	660.479	1.861.282	9.884.954	1.023.161	2.531.016
SUMATERA SELATAN	2016	499.568	3.865.216	968.516	1.113.010	20.985.471	1.178.562
	2025	1.210.226	10.612.266	2.326.216	2.960.907	55.826.428	3.202.852
SUMATERA UTARA	2016	806.625	204.395	619.845	440.698	333.776	8.622.171
	2025	2.018.941	586.966	1.479.458	1.204.689	919.724	23.836.032

- Temuan:
- Pergerakan barang pada kedua pulau paling besar ditemukan pada pergerakan intra provinsi (ditandai warna merah)
 - Provinsi Jawa Barat dan Sumatera Selatan merupakan provinsi yang memiliki pergerakan barang terbanyak pada masing-masing pulau

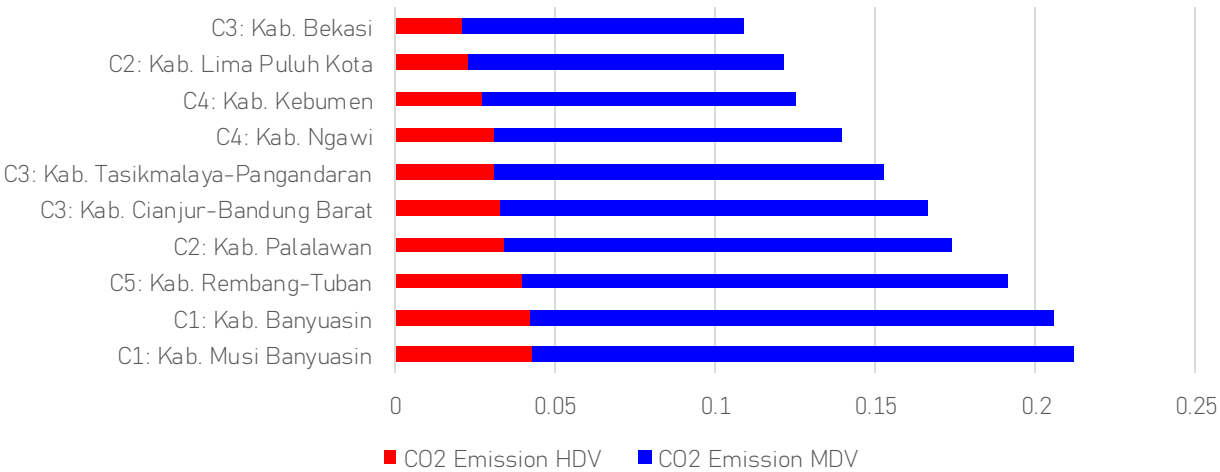
- Angkutan barang berbasis jalan mendominasi pergerakan sebesar 92% di Indonesia, atau sekitar 16,8 dari 18,3 miliar ton per tahun (Kementerian Perhubungan, 2025)
- Pulau Sumatera dan Jawa merupakan 2 pulau yang mendominasi pergerakan barang nasional, dengan komoditas mayoritas industri dan konsumsi (BKT Kementerian Perhubungan, 2025)
- Berdasarkan data ATTN 2016 oleh Kementerian Perhubungan, sebanyak 56% pergerakan barang nasional merupakan pergerakan intra pulau Sumatera dan Jawa
- Kondisi pergerakan barang intra pulau di Sumatera dan Jawa di tahun 2025 diproyeksikan naik sekitar 2,5 - 3 kali lipat sejak tahun 2016 mempertimbangkan pertumbuhan PDRB dan populasi



Distribusi emisi berdasarkan spasial dan jenis kendaraan

- Secara total, emisi CO₂ didominasi oleh kendaraan **MDV dengan 19,21 MtCO₂eq**, dan **4,94 MtCO₂eq untuk kendaraan HDV** di Jawa dan Sumatera.
- Distribusi barang masih didominasi melalui Jalan Nasional dengan perbandingan antara Jalan Nasional : Jalan Provinsi : Jalan Tol ialah **4,3 : 2,1 : 1**. Sehingga masih perlu upaya optimalisasi penggunaan Jalan Tol
- Provinsi dengan emisi tertinggi adalah Jawa Barat (C3) dengan total emisi **0,43 MtCO₂eq**. Selaras dengan tingginya bangkitan dan tarikan angkutan barang secara agregat dari/ke Jawa Barat.
- Di Sumatera, Provinsi Sumatera Selatan (C1) merupakan daerah yang dilintasi ruas dengan **emisi tertinggi di Pulau Sumatera** berdasarkan hasil model **0,42 MtCO₂eq**. Selaras dengan tingginya Kawasan industri batubara, CPO & turunannya, hasil perkebunan & energi disana.

Daerah yang dilintasi ruas dengan emisi tertinggi (MtCO₂eq)

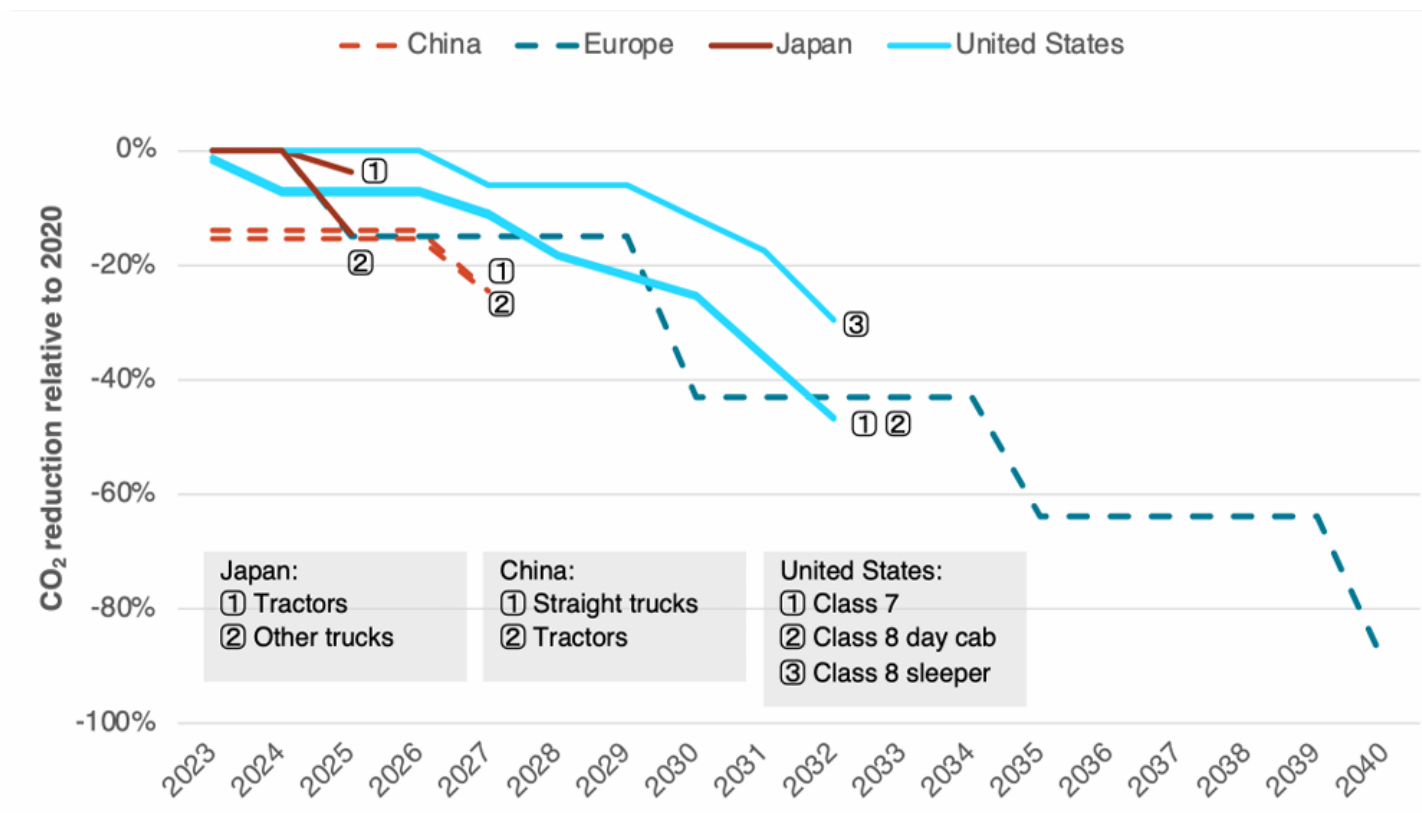


Kebijakan standar emisi truk

Weight	Production year	Opacity standard MOEF Regulation 8/2023	Opacity standard MOEnvironment Regulation 5/2006 (now revoked)
GVW > 3.5 ton diesel vehicle	<2010	65% HSU	70% HSU
	2010 - 2021	40% HSU	50% HSU
	>2021	35% HSU	50% HSU

- Kebijakan standar emisi (PermenLHK 8/2023)
 - Mengukur performa pembakaran
 - Mengukur keluaran jelaga, materi partikulat
 - Tes emisi untuk kendaraan berusia 3 tahun atau lebih, setiap 6 bulan (Permenhub 19/2021)
 - **Hasil tes emisi dapat dijadikan pertimbangan penetapan PKB**
 - Koefisien PKB baru diputuskan di tahun 2024 (Permendagri 8/2024)
 - Namun Koefisien Pencemaran Lingkungan (KPL) belum dikeluarkan oleh Pemerintah Provinsi

Benchmark kebijakan fuel economy standards di negara lain

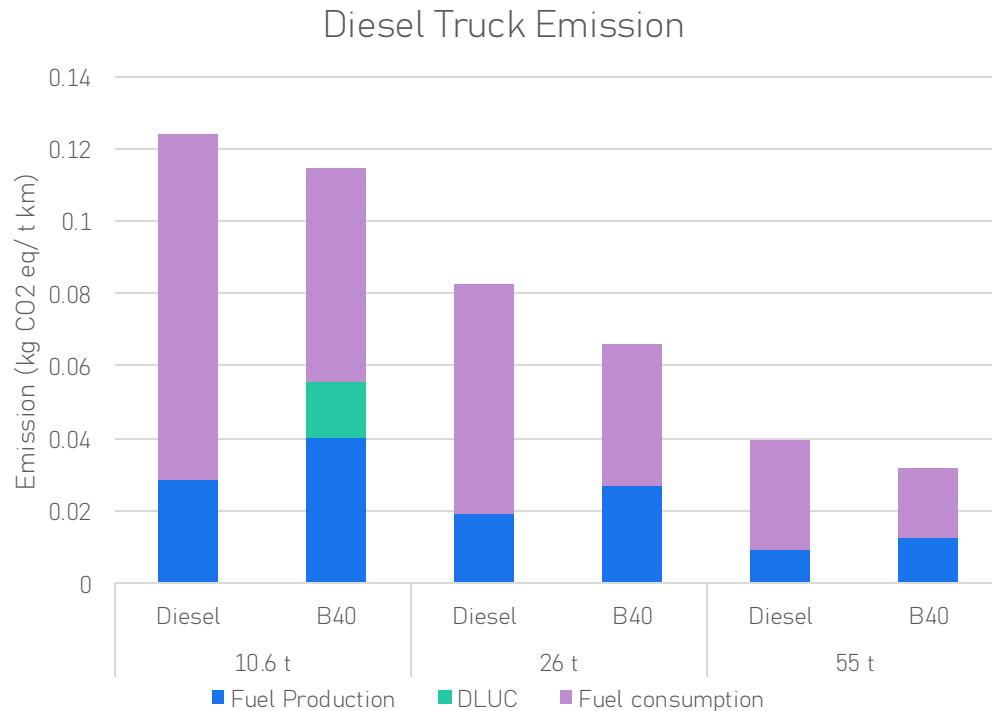


Kebijakan fuel economy standards:

- **Tiap tahunnya, OEM harus menurunkan rata-rata konsumsi bahan bakar atau emisi CO₂ yang dihasilkan per unit perjalanan pada seluruh total penjualan tahunan untuk segmen kendaraan tertentu** (truk rigid, truk trailer dst)
- Untuk mendorong elektrifikasi, **tingkat penurunan rata-rata konsumsi bahan bakar atau emisi CO₂ harus 10%**
- Dibawah 10%, target dapat dicapai dengan optimisasi mesin, penggunaan material yang lebih ringan dan lain – lain

Temuan awal: Life cycle analysis (LCA)

LCA emisi karbon dioksida dari 3 tipe GVW truk; bahan bakar diesel dan biodiesel

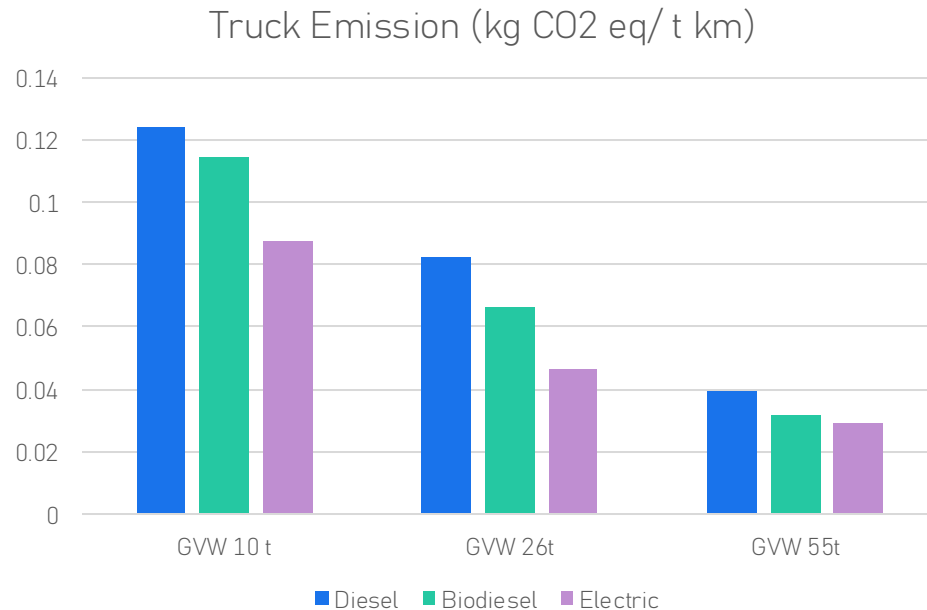


Sumber: IESR, 2025

- Perhitungan emisi tiap sampel truk dilakukan dengan membandingkan 3 GVW berbeda: *medium truck* (10,6 t) serta *heavy duty truck* (26 t dan 55 t).
- Terjadi **penurunan emisi (*diesel fuel*) per ton-km seiring peningkatan GVW truk**: 33,3% (10,6–26 t) dan 52,2% (26–55 t), dipengaruhi turunnya rasio *fuel economy* terhadap kapasitas muatan.
- **Emisi dari konsumsi bahan bakar** mendominasi total emisi (>50%) pada semua GVW truk dengan bahan bakar diesel
- **Emisi akibat perubahan tata guna lahan langsung (Direct Land Use Change/DLUC)** berkontribusi sekitar 2–9% terhadap total emisi truk berbahan bakar biodiesel pada berbagai kelas berat kendaraan (GVW)
- Penggunaan biodiesel menurunkan emisi total truk: 7,4% pada *medium duty* dan 20% pada *heavy duty* saat beralih dari petroleum diesel ke B40. Nilai ini sudah mencakup DLUC, namun belum iLUC (*Indirect land use change*) yang berpotensi menambah nilai total emisi.

Temuan awal: Life cycle analysis (LCA)

LCA emisi karbon dioksida dari beberapa jenis bahan bakar untuk 3 tipe truk



Sumber: IESR, 2025

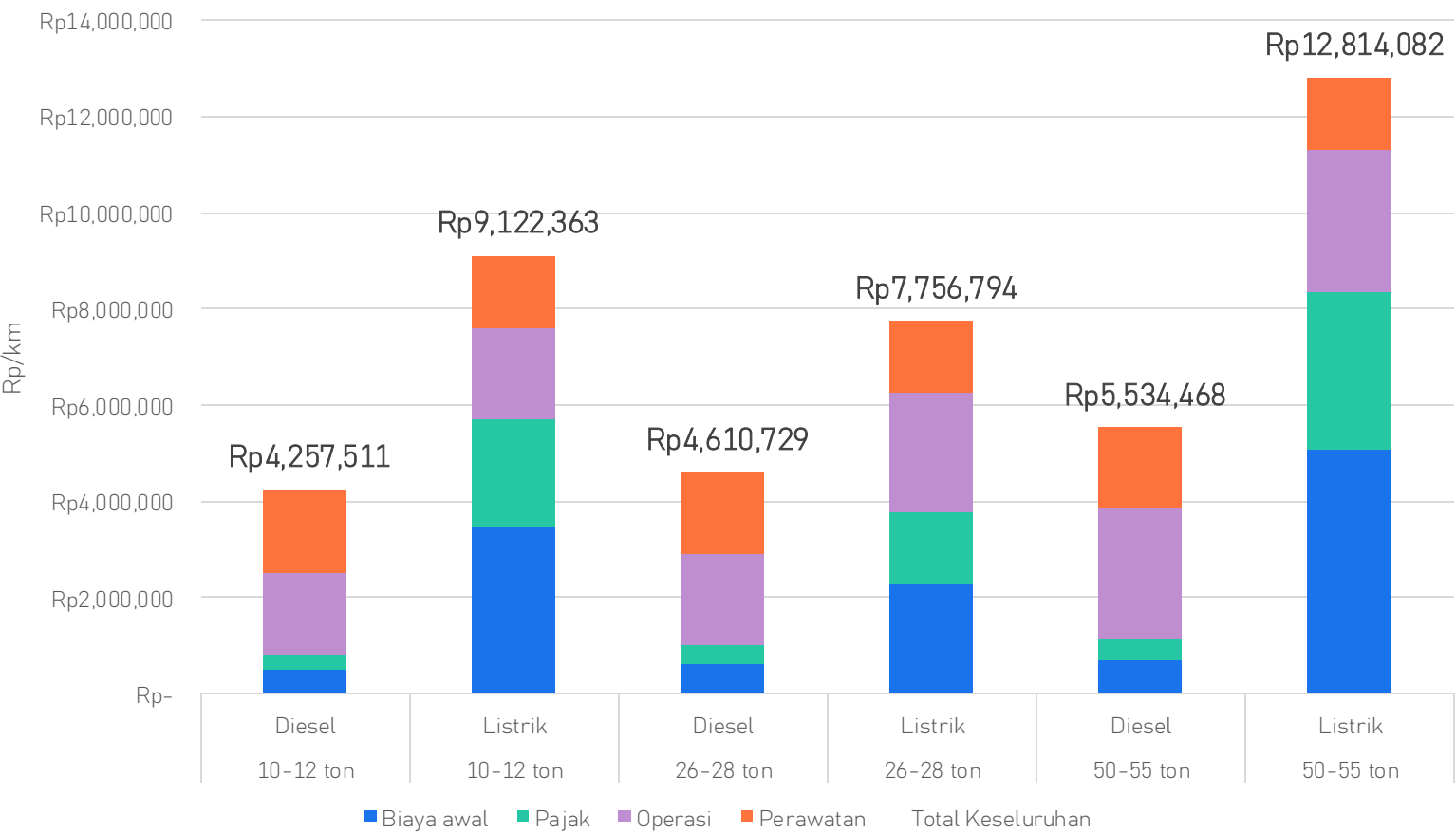
- Truk listrik menghasilkan emisi yang paling rendah (untuk semua kategori GVW) **GVW 12t: 0.09 kgCO₂ eq/t km, GVW 28t: 0.05 kgCO₂ eq/t km GVW 55t: 0.03 kgCO₂ eq/t km**
- Komponen **emisi pada truk listrik hanya berasal dari emisi yang dihasilkan oleh grid**, sehingga total emisi sangat bergantung pada bauran energi listrik (emisi grid 2020)
- Penggunaan skema campuran **B40 menghasilkan emisi dari proses produksi, DLUC, dan emisi dari penggunaan bahan bakar diesel** sebagai komponen campuran biodiesel
- Pada truk dengan **GVW 12t**, terdapat reduksi total emisi sebesar 12.1% dari penggunaan diesel ke biodiesel B40, sedangkan untuk diesel ke truk listrik, **emisi berkurang sebesar 29.8%**. Untuk **GVW 26t**, *shifting* diesel ke B40 mengurangi 24.1% emisi, dan **diesel ke elektrik truk 44.6%**. Untuk **GVW 55t** diesel ke B40 mengurangi 23.15% dan diesel ke elektrik truk mengurangi 33.3% emisi

Temuan awal: Biaya kepemilikan (TCO)

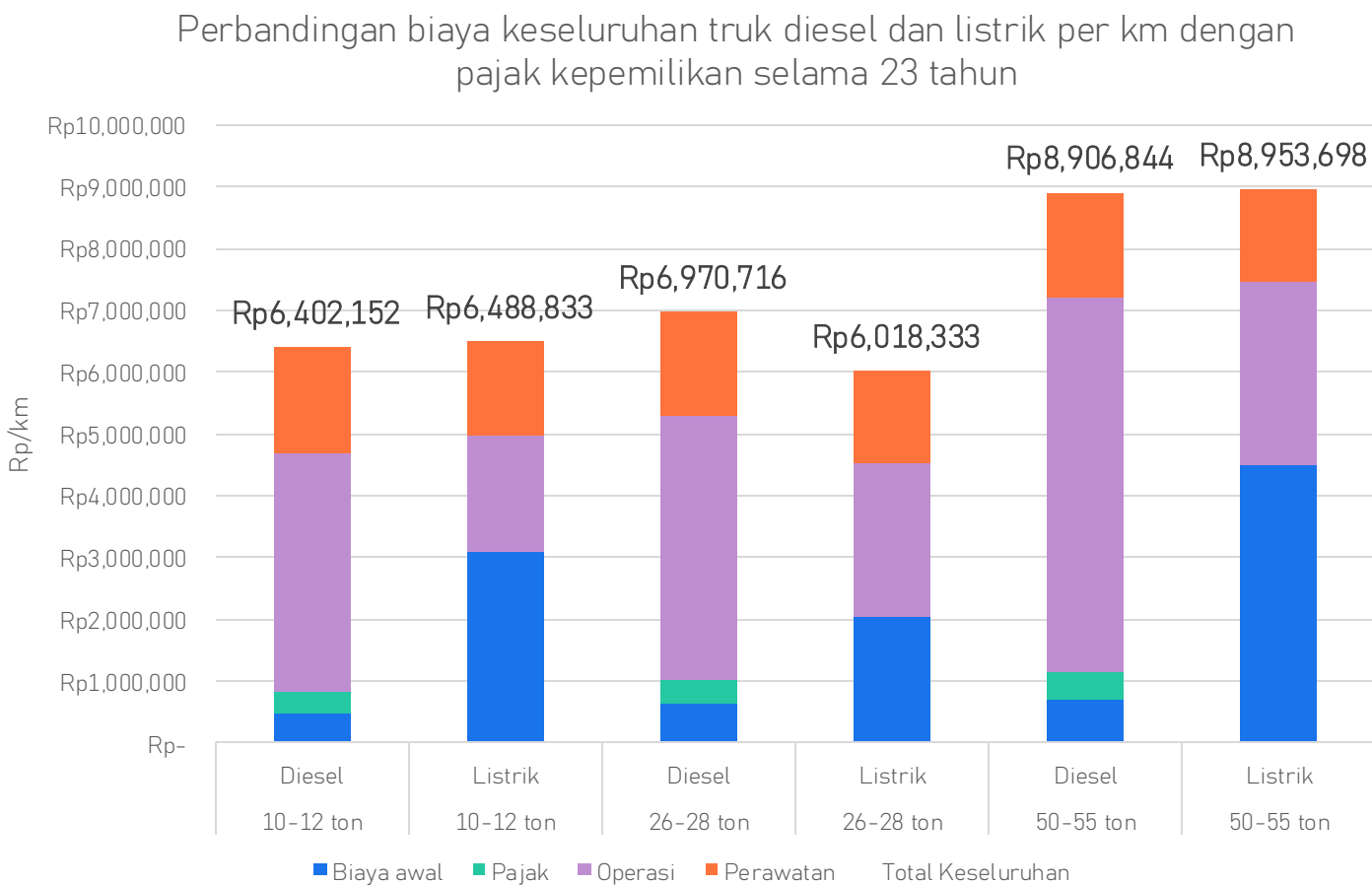
Skenario A (TCO selama 23 tahun dengan subsidi diesel)

Perbandingan biaya keseluruhan truk diesel dan listrik dengan diesel subsidi per km selama 23 tahun

- Biaya kepemilikan truk listrik per km berkisar 2-3x lipat dari truk diesel



Skenario B (TCO selama 23 tahun dengan insentif pajak PKB dan BBNKB)



- Kombinasi antara pemberian insentif PKB dan BBNKB serta pencabutan diesel subsidi, membuat biaya kepemilikan truk listrik kompetitif dengan truk diesel

Temuan awal: Biaya kepemilikan (TCO)

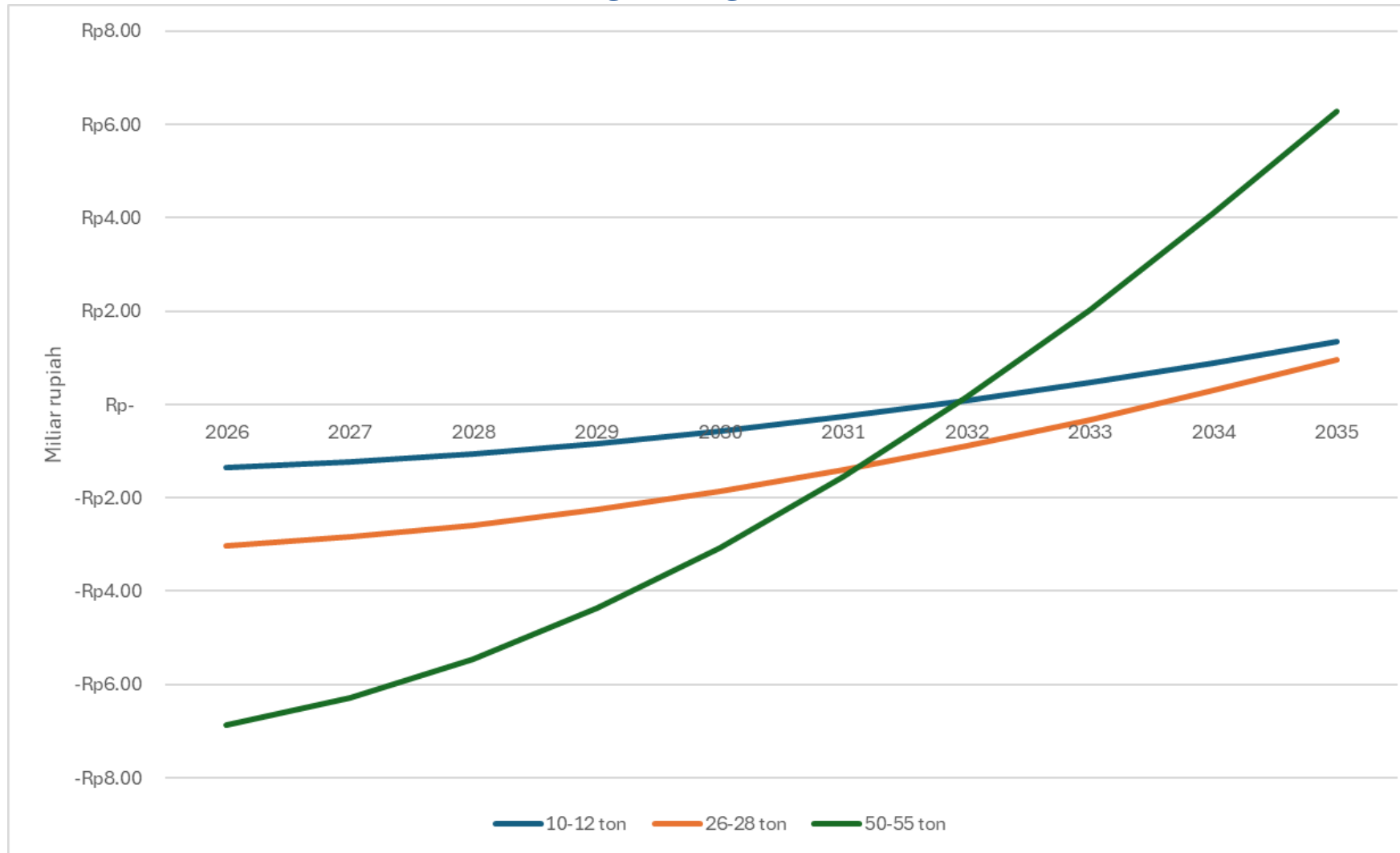
Perbandingan aliran kas pada truk listrik dan truk diesel dalam 10 tahun dengan diesel subsidi



- Biaya awak truk listrik yang mahal, membuat truk listrik tidak bisa bersaing dengan truk diesel
- Subsidi diesel membuat truk diesel semakin sulit untuk diungguli truk listrik

Temuan awal: Biaya kepemilikan (TCO)

Perbandingan aliran kas pada truk listrik dan truk diesel dalam 10 tahun tanpa diesel subsidi dengan harga truk listrik 3x truk diesel



- Pencabutan subsidi membuat truk listrik lebih kompetitif dalam periode 10 tahun, bahkan jika harga truk listrik 3x lipat truk diesel
- Setelah 6-8 tahun, truk listrik memberikan keekonomian yang lebih baik dibandingkan truk diesel

- Skenario apa yang bisa di run untuk modelling?
 - Skenario yang diuji saat ini: NZE, RUKN, Kepmenhub no. 8/2023, pembatasan/pencabutan subsidi solar, skenario pembatasan usia pakai (*age restriction*)
- Berapa harga pembelian untuk truk (diesel dan listrik) 10-12 ton, 26-28 ton, dan 50 – 55 ton?
- Berapa biaya pengangkutan barang (per ton/ per kargo) ? Berapa hari sekali truk digunakan?
- Berapa **rata-rata usia** truk berat dan truk medium yang saat ini digunakan dan praktisnya **hingga usia berapa truk masih layak dioperasikan?** (to truck owners/companies/trucking services)
- Apakah hasil pemodelan yang menyebutkan **penggunaan Jalan Nasional sebagai jalur utama logistik** ini sudah sesuai dengan kondisi di lapangan dan regulasi yang berlaku?
- Apakah sejauh ini **uji emisi rutin** pada truk berjalan efektif untuk memonitor kondisi truk dan bagaimana metode yang menjadi standar umum di Indonesia?
- Apakah **produktivitas truk (dalam kilometer) menurun tiap tahunnya?** Atau dalam ritase harian?
- **Aktivitas trucking apa yang paling sesuai untuk bertransisi** terlebih dahulu ke truk berat dan medium listrik?
- **Charging network** apa yang paling sesuai digunakan untuk truk logistik?
 - Depot/hub
 - SPKLU di jalan toll/non-toll
- Dari 3 use case truk yang sudah dipresentasikan, apakah ada **masukan untuk pola penggunaan atau asumsi jarak tempuh/waktu operasional?**



Thank You

Accelerating Low Carbon Energy Transition

 www.iesr.or.id

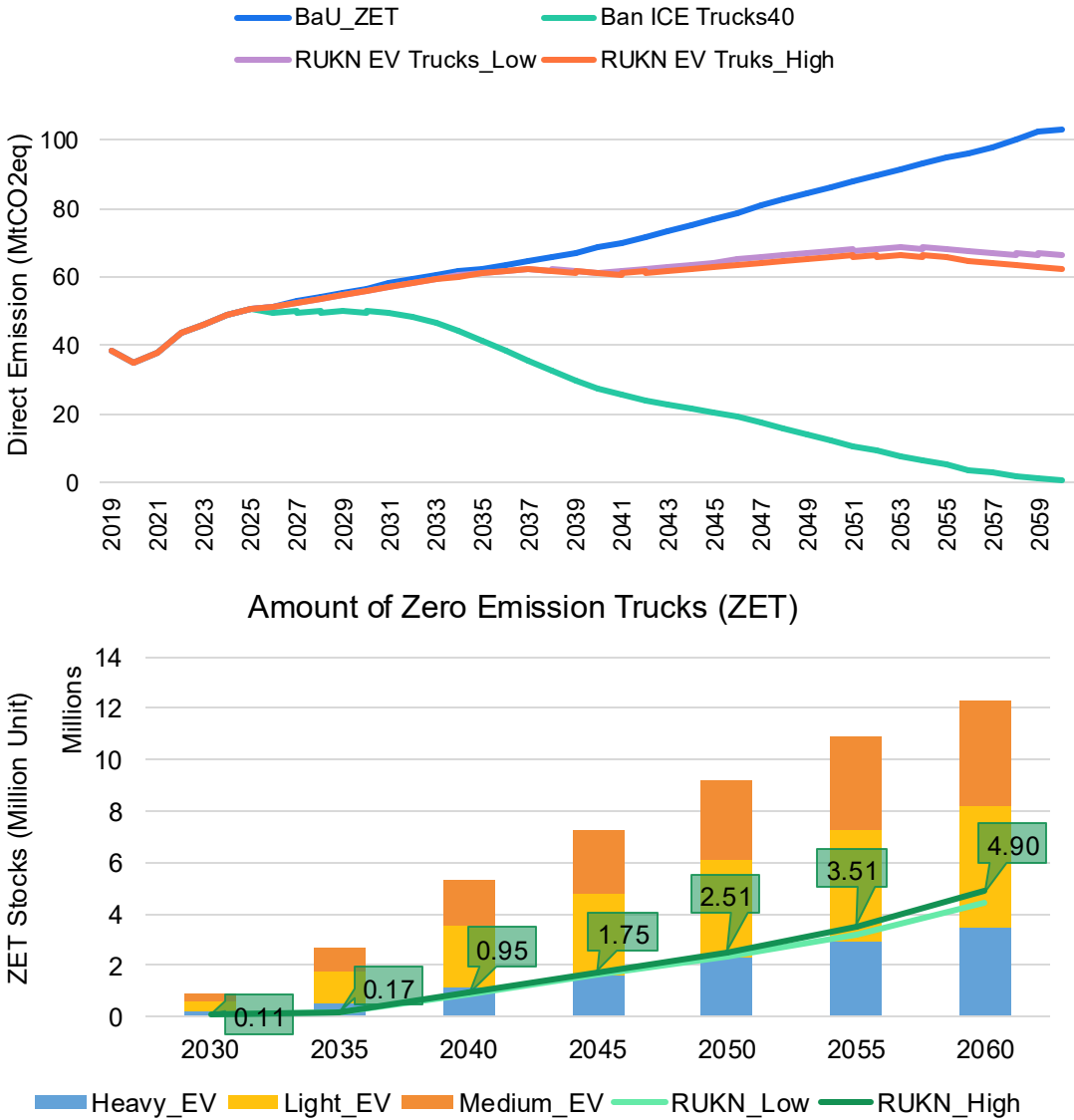
 [iesr.id](https://www.facebook.com/iesr.id)

 [iesr.id](https://www.instagram.com/iesr.id)

 [IESR](https://twitter.com/IESR)

 [iesr](https://www.linkedin.com/company/iesr)

Scenario Preliminary Results



- Jika dilihat dari emisi langsung kendaraan, kebijakan pemberhentian penjualan truk ICE perlu dilakukan mulai tahun 2040 agar emisi di sektor ini bisa mencapai NZE.
- Target RUKN untuk jumlah kendaraan truk listrik masih jauh dari skenario NZE 2060. Dimana RUKN menargetkan 4,9 juta, sedangkan skenario NZE membutuhkan setidaknya 12,3 juta kendaraan listrik atau ZET pada tahun 2060.

MATRIKS PERGERAKAN BARANG INTRA PULAU JAWA DAN SUMATERA

Provinsi to Provinsi tahun 2016 dan 2025 (proyeksi)



Matriks Pergerakan Barang Intra Pulau Jawa (ton/bulan)		BANTEN	DI YOGYAKARTA	DKI JAKARTA	JAWA BARAT	JAWA TENGAH	JAWA TIMUR
BANTEN	2016	5.920.101	82.006	2.586.528	4.187.674	847.104	670.787
	2025	15.646.959	193.844	6.308.473	10.359.872	2.269.052	1.642.839
DI YOGYAKARTA	2016	96.358	308.548	96.973	273.562	414.097	383.715
	2025	234.741	693.078	214.689	656.823	1.057.187	902.475
DKI JAKARTA	2016	468.403	19.985	2.642.901	1.505.785	305.315	181.541
	2025	1.103.936	44.383	6.271.085	3.477.389	714.863	429.302
JAWA BARAT	2016	5.042.925	498.710	10.176.750	46.819.243	6.005.718	3.597.763
	2025	13.154.170	1.217.003	24.829.391	121.269.733	16.509.889	8.992.732
JAWA TENGAH	2016	1.893.716	1.284.828	1.906.235	7.279.610	23.361.199	7.656.670
	2025	5.129.037	3.281.073	4.763.606	19.458.645	66.507.330	19.727.830
JAWA TIMUR	2016	1.675.895	909.723	1.556.727	7.521.634	10.733.527	45.965.943
	2025	4.121.323	2.084.995	3.566.553	17.235.647	25.765.820	108.016.688

- OD yang digunakan bersumber dari **matriks ATTN 2016**
- **Proyeksi 2025** menggunakan pertimbangan pertumbuhan PDRB dan populasi
- Kondisi pergerakan barang intra pulau di Sumatera dan Jawa di tahun 2025 **diproyeksikan naik sekitar 2,5 kali lipat** sejak tahun 2016

Matriks Pergerakan Barang Intra Pulau Sumatera (ton/bulan)		ACEH	BENGKULU	JAMBI	KEP. BA-BEL	KEP. RIAU	LAMPUNG	RIAU	SUMATERA BARAT	SUMATERA SELATAN	SUMATERA UTARA
ACEH	2016	4.682.851	66.764	200.349	33.480	168.545	183.850	293.485	265.517	471.258	1.834.082
	2025	9.382.001	151.319	423.737	71.434	308.147	428.941	600.956	597.721	993.266	4.250.552
BENGKULU	2016	41.660	539.722	96.069	21.516	32.896	123.794	83.606	91.904	255.406	116.021
	2025	99.780	1.385.375	242.710	51.659	80.899	336.862	191.141	235.317	702.971	303.862
JAMBI	2016	46.851	65.184	638.767	26.549	56.193	94.660	236.862	169.937	330.532	145.777
	2025	112.548	167.573	1.631.640	62.399	135.834	253.578	578.507	445.237	850.983	383.363
KEP. BA-BEL	2016	982	831	11.290	37.087	9.034	3.480	11.555	1.356	29.024	2.520
	2025	2.082	1.936	26.687	76.714	21.266	8.397	28.287	3.114	70.756	5.903
KEP. RIAU	2016	2.421	1.380	35.048	1.836	73.664	3.709	173.258	3.830	144.274	7.268
	2025	5.102	3.368	79.552	4.154	164.690	9.348	355.868	9.306	275.831	17.706
LAMPUNG	2016	135.434	151.590	197.768	124.231	105.474	4.765.654	269.629	198.669	1.089.712	347.427
	2025	340.567	412.023	525.102	311.533	272.498	13.636.011	654.700	536.425	2.976.081	956.983
RIAU	2016	32.623	17.920	80.909	11.361	56.595	38.568	6.356.377	89.626	1.155.680	138.511
	2025	63.192	38.256	178.442	22.373	114.982	86.184	12.823.449	192.363	2.275.540	290.629
SUMATERA BARAT	2016	217.417	138.809	366.568	58.779	169.233	237.355	786.649	3.719.829	377.615	940.913
	2025	534.279	367.507	961.944	144.312	426.440	660.479	1.861.282	9.884.954	1.023.161	2.531.016
SUMATERA SELATAN	2016	499.568	787.497	1.109.577	404.444	226.906	3.865.216	968.516	1.113.010	20.985.471	1.178.562
	2025	1.210.226	2.099.802	2.874.232	963.446	545.252	10.612.266	2.326.216	2.960.907	55.826.428	3.202.852
SUMATERA UTARA	2016	806.625	93.047	272.384	60.740	165.531	204.395	619.845	440.698	333.776	8.622.171
	2025	2.018.941	255.493	712.537	155.096	420.349	586.966	1.479.458	1.204.689	919.724	23.836.032