IESR

Institute for Essential Services Reform

Dissemination Webinar on Indonesia's Transportation Decarbonisation Roadmap: Emission Reduction Projection and Policy Intervention in Modal Share and Electric Vehicles

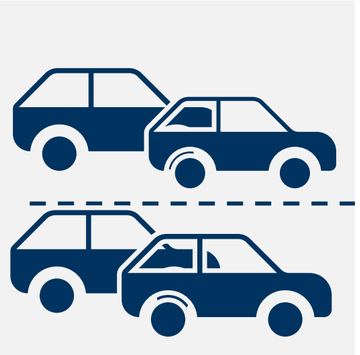
5 Desember 2023

Outline

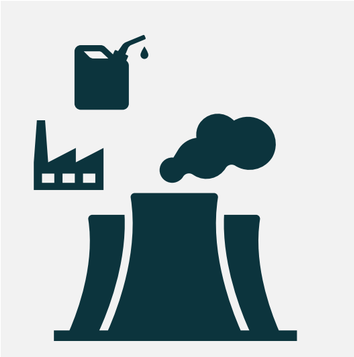
- Pendahuluan dan Isu Pergerakan
- Overview Model
- Simulasi dan Analisis Kebijakan Dekarbonisasi Transportasi

Pendahuluan

Pendahuluan

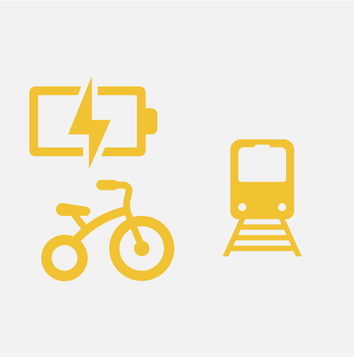


Sektor transportasi adalah sektor terbesar dalam konsumsi energi nasional
sejak tahun 2021, menggantikan sektor industri.



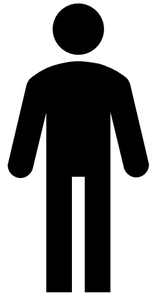
Pergerakan transportasi darat mendominasi emisi gas rumah kaca
mencapai 67% hingga 84,3% dari total pergerakan

Pemerintah telah berkomitmen dalam menurunankan emisi transportasi
Keputusan Menteri Perhubungan No. 8 Tahun 2023 semakin memperkuat fokus pemerintah pada penurunan emisi sektor transportasi, dengan target NDC kontribusi nasional 31,82% hingga 43,2%



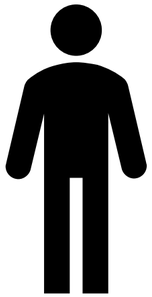
Kajian ini bertujuan untuk memodelkan pilihan strategi sektor transportasi terhadap emisi
Dalam rangka mendukung penyusunan peta jalan aksi mitigasi sektor transportasi untuk mencapai Net Zero Emissions (NZE) nasional pada tahun 2060

Seberapa sering kita melakukan perjalanan?



Rata-rata, seseorang di Indonesia melakukan **60 perjalanan antarzona** sepanjang tahun

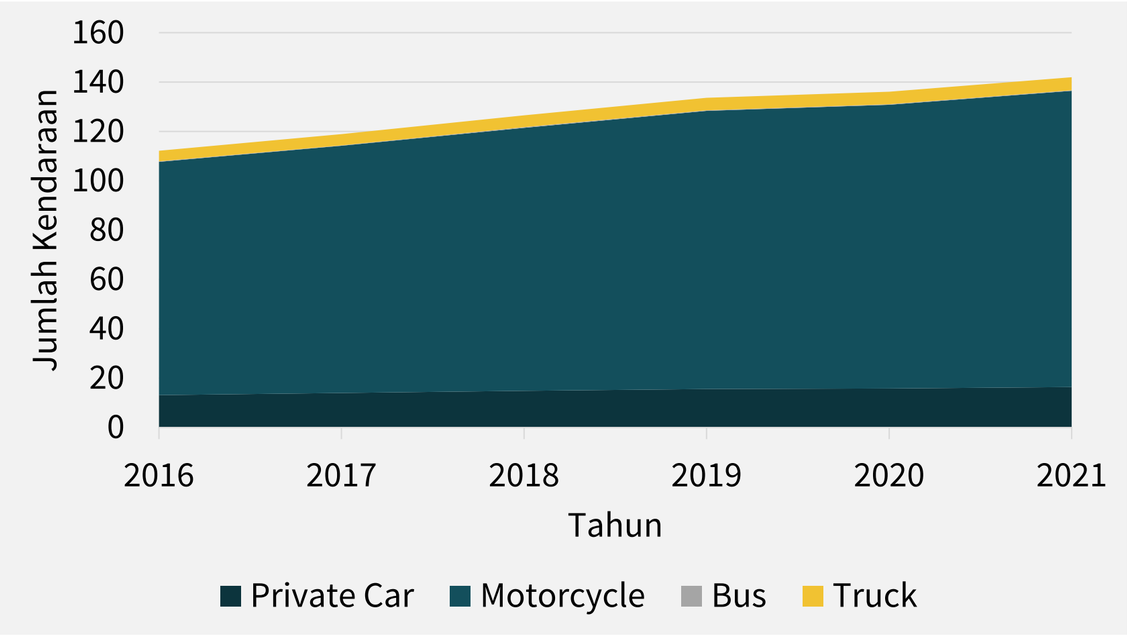
Dengan rata-rata panjang perjalanan sekitar **233 KM**



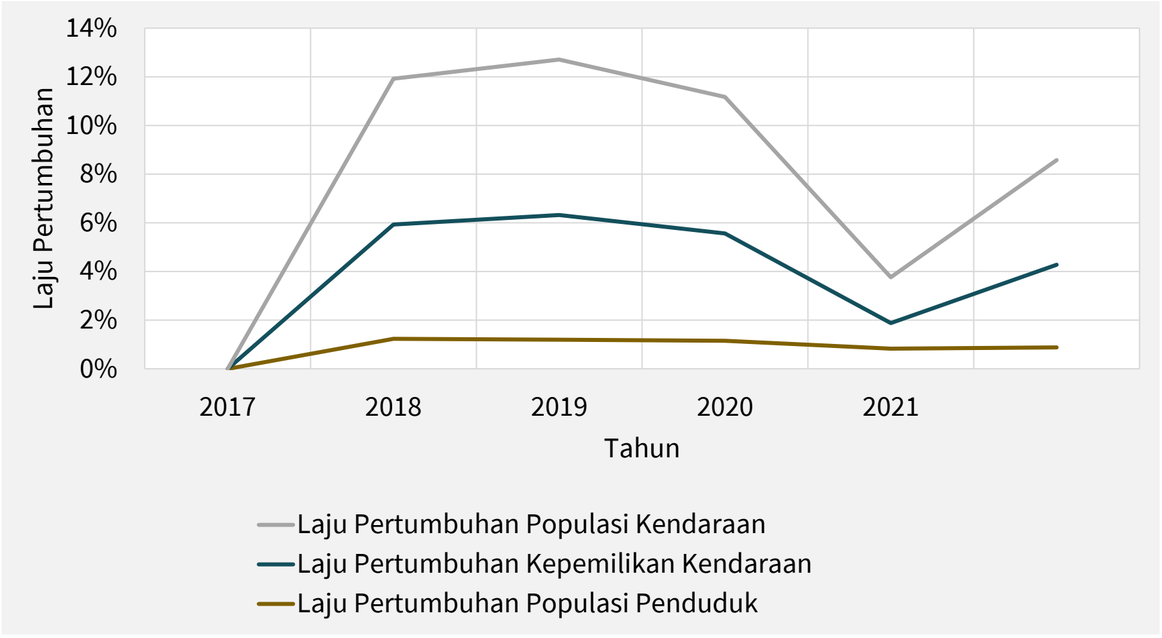
Rata-rata, seseorang di Jabodetabek melakukan **1.8-2,8 perjalanan** setiap harinya

Dengan rata-rata panjang perjalanan sekitar **21-25 KM**

Share Kendaraan Nasional



Registered Vehicle by Type (BPS, 2022)



Growth rate comparison (IESR Analysis)

Per tahun 2021, motor mendominasi total jumlah kendaraan teregister sebesar **84.54%**

Growth rate/Laju Pertumbuhan kendaraan melebihi laju pertumbuhan populasi, meningkatkan tingkat kepemilikan kendaraan

Modal Share Di Jabodetabek

75,8% dari modal share didominasi oleh sepeda motor pada tahun 2018.

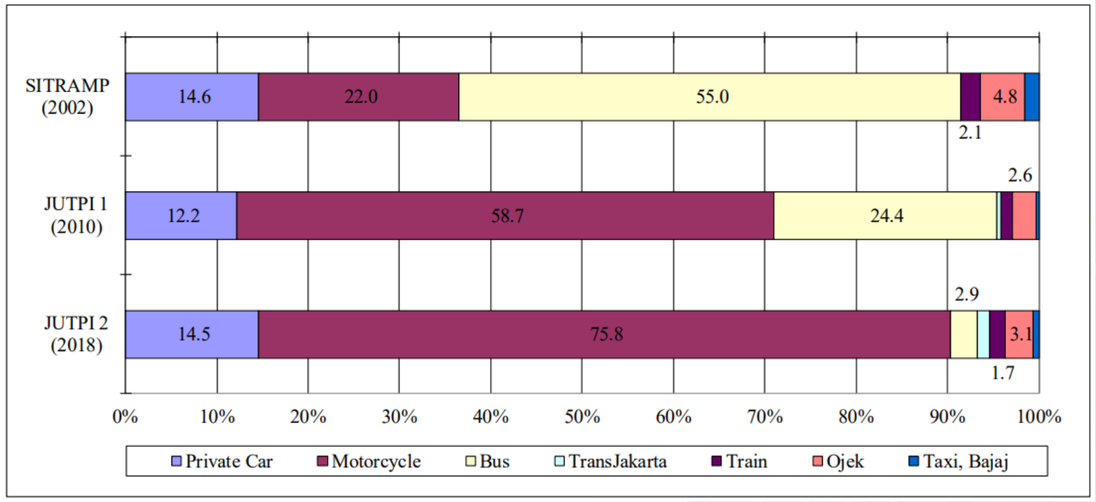
Persentase ini terus meningkat sejak tahun 2002, ketika sepeda motor hanya menyumbang 22% dari modal share

Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa alasan:

1. **Pertumbuhan ekonomi dan daya beli secara keseluruhan** terutama setelah krisis ekonomi pada tahun 1998
2. **Sepeda motor terjangkau dan mudah didapat.** Dengan skema pinjaman yang mudah diakses, pinjaman ini telah menjadi pilihan yang layak bagi banyak orang.
3. **Kurangnya angkutan umum** yang dapat bersaing dengan keunggulan sepeda motor dalam hal biaya umum

Dan menimbulkan dampak buruk seperti berikut:

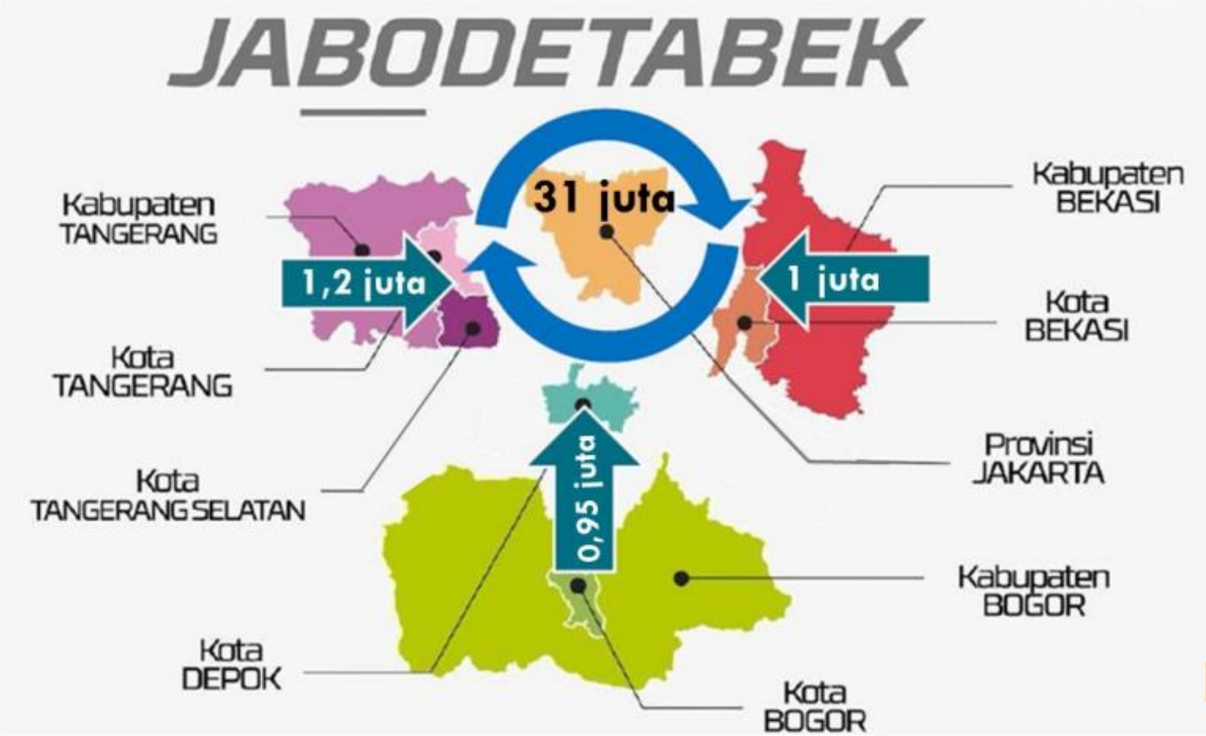
1. **Emisi dan polusi udara yang lebih tinggi**, karena siklus 2 tak menyebabkan pembakaran tidak sempurna lebih tinggi.
2. **Kepemilikan kendaraan tinggi** (9 kali dalam 2 dekade terakhir) (JUTPI, 2018)



Sumber: JUTPI Annex 4 2018

Sumber: Kompasiana, 2017

Commuter Mobility



Inner Jakarta:	Commuter :
31 juta perjalan/hari	**3,2 juta** perjalan/hari

Sumber: Paparan Dishub DKI Jakarta (diolah dari JUTPI 2018)

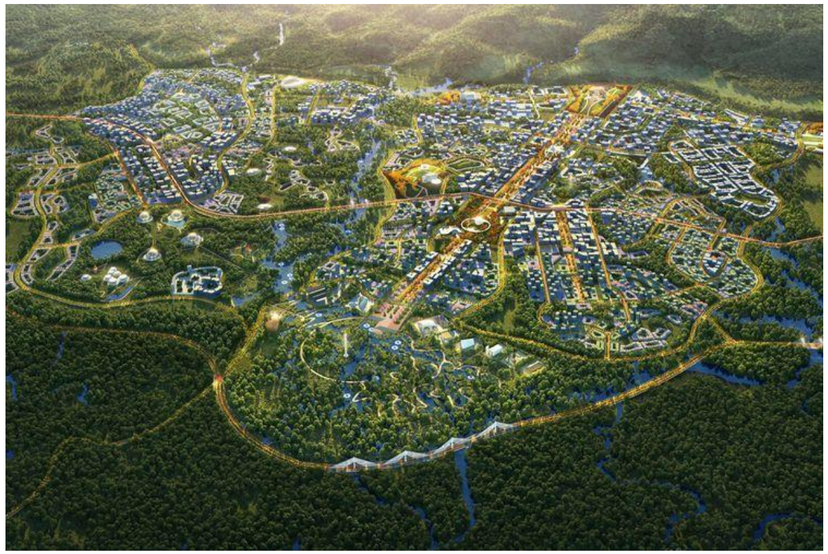
Circular Mobility

- Perpindahan berkala dari tempat asal ke tempat tujuan untuk bekerja dalam waktu yang singkat tanpa ada niat untuk tinggal dalam waktu yang lama

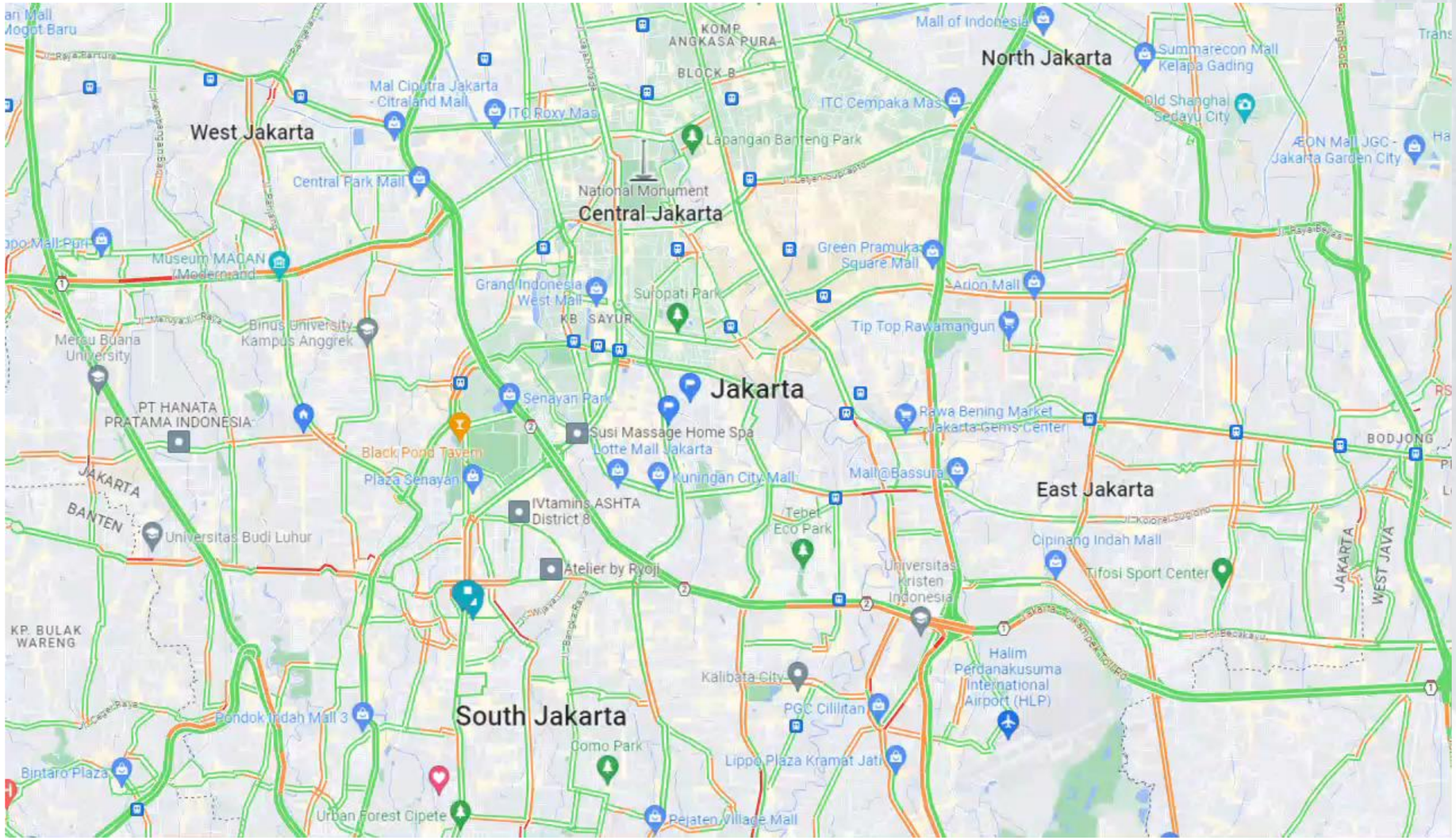
- Circular Mobility biasanya disebabkan oleh alasan pekerjaan dan pendidikan karena kebutuhan penduduk pada usia produktif tidak dapat dipenuhi di tempat asalnya.

- Pada tahun 2015, 39,6% orang pindah karena pekerjaan dan 7,5% karena alasan Pendidikan

- Jumlah migran permanen menurun dari 5,4 juta menjadi 4,8 juta orang pada tahun 2010-2015



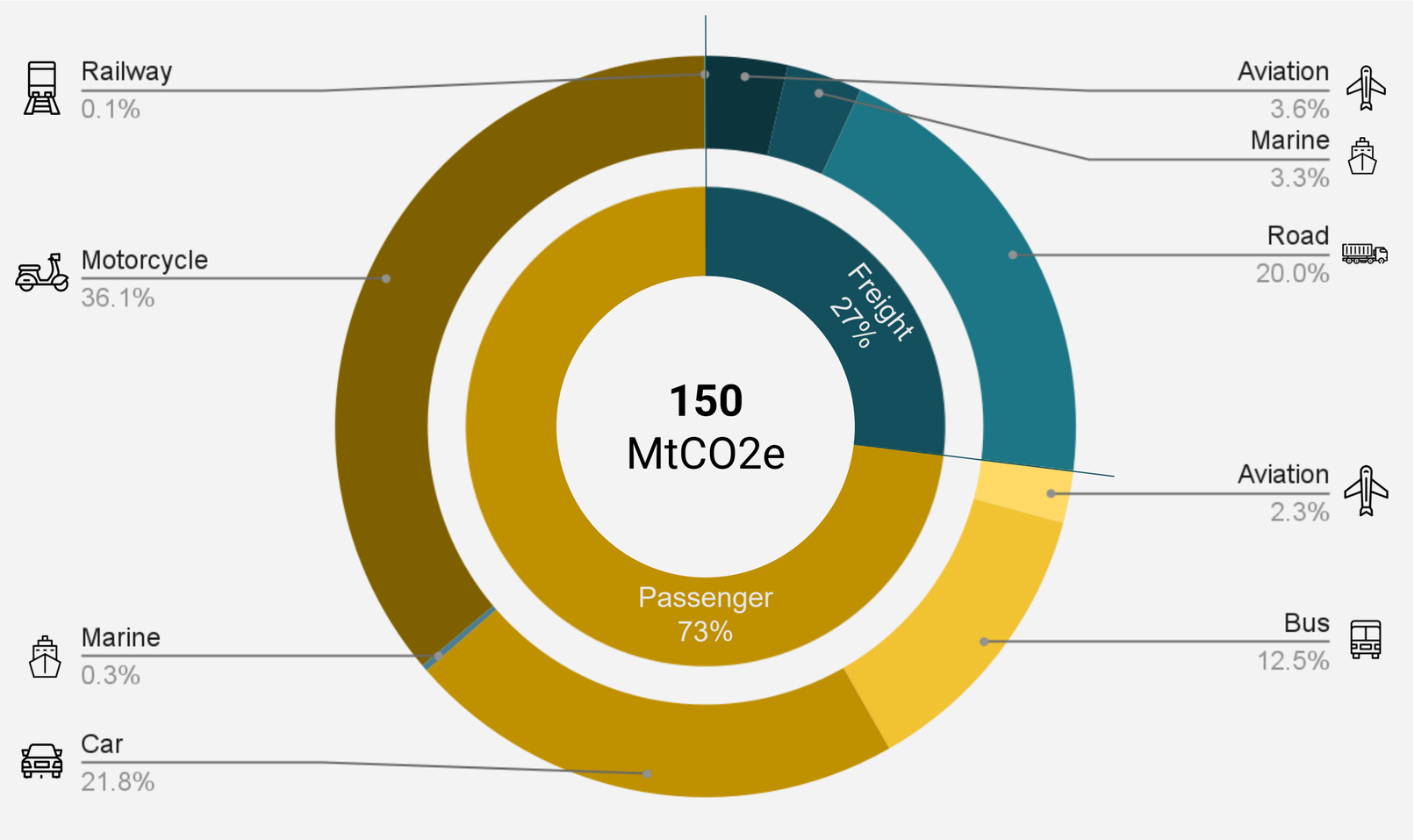
Kondisi *Traffic* di Jakarta



Gas Rumah Kaca

Sektor transportasi adalah sektor terbesar dalam konsumsi energi Indonesia sejak tahun 2021, menggantikan sektor industri

Pergerakan **penumpang** transportasi darat menyumbang emisi sebesar **70%** dari total emisi transportasi, dengan menyumbang mencapai 67% hingga 84,3% dari total pergerakan,

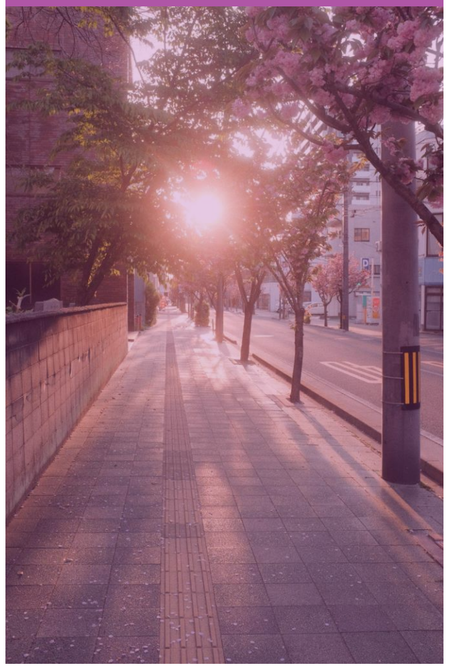


Sumber: Indonesia Energy Transition Outlook 2024 (to be published in Dec 2023)

Avoid-Shift-Improve

Avoid

Avoid and reduced the need of motorized travel

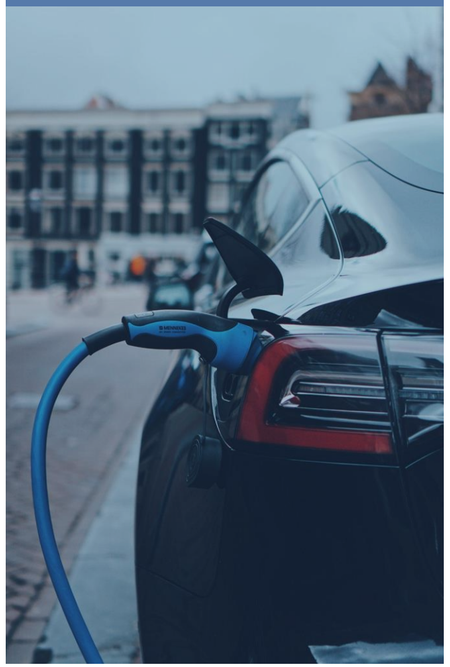


Shift

Shift to more environmentally friendly modes

Improve

Improve energy efficiency of transport modes



Sumber: Indonesia Electric Vehicle Outlook 2023

OVERVIEW DAN HASIL MODEL: NASIONAL

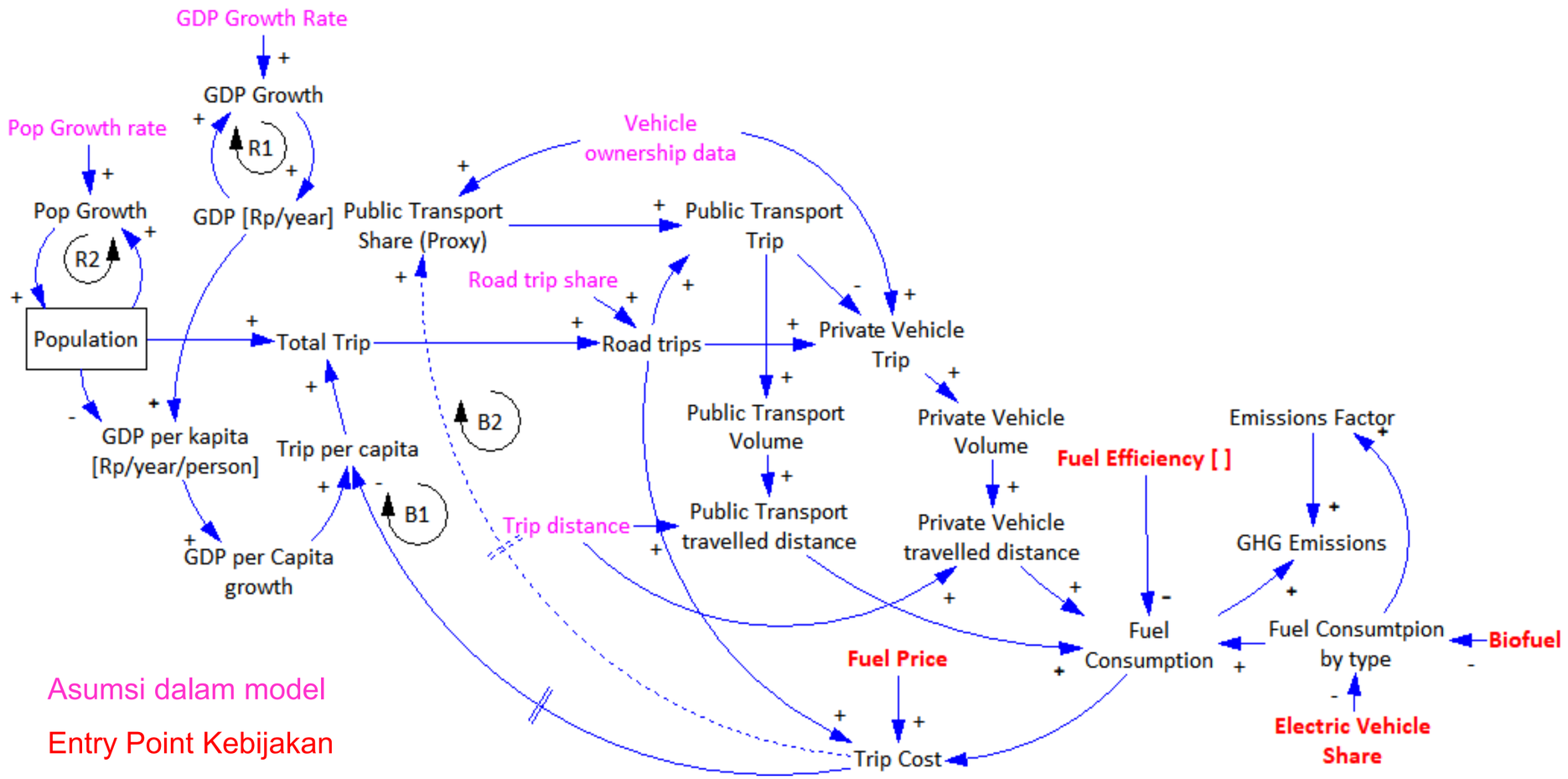
Pengembangan Model Nasional

- Ruang lingkup dan Batasan model transportasi nasional diarahkan untuk dapat memperhitungkan emisi transportasi pada sector transportasi darat jalan (di luar moda dengan rel—kereta api, MRT, LRT, dan sejenisnya) dan menggambarkan pergerakan interaksi antar wilayah.
- Delineasi batas model didefiniskan sebagai pembagian kelompok variable dalam model berdasarkan kelompok variable endogen, eksogen, dan variable yang diabaikan. Pengelompokan didasarkan pada beberapa kriteria, antara lain:
  - ✓ Tujuan pemodelan
  - ✓ *Level of aggregation*
  - ✓ Ketersediaan informasi dan data
  - ✓ Kemudahan pengembangan dan uji model
- Limitasi data pergerakan berdasarkan moda hanya tersedia pada tahun 2006 saja dengan pembagian moda berupa (1) Moda jalan, (2) Moda Penyeberangan, (3) Moda Kereta Api, (4) Moda Sungai (5) Moda Laut, dan (6) Moda Udara, untuk data tahun 2010 dan 2016 hanya tersedia berdasarkan asal tujuan saja

Delineasi Variabel Pemodelan

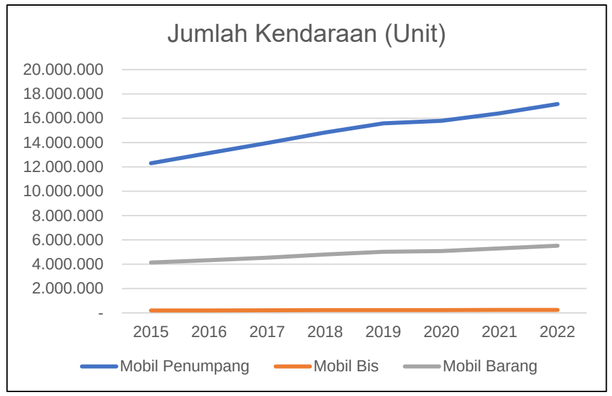
Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang diabaikan	Entry Point Kebijakan
Jumlah perjalanan total	Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduudk	Jumlah rumah tangga	Fuel Price (harga jenis BBM) dan dinamikanya
Perjalanan dengan moda darat	PDB dan Laju Pertumbuhan Ekonomi	Gender	Laju Efisiensi kendaraan konvensional
Volume perjalanan	Mode Share kendaraan darat	Bangkitan dan tarikan wilayah	Dinamika jumlah dan Penggunaan kendaraan listrik (EV)
Penggunaan bahan bakar	Perjalanan per kapita Awal		Penggunaan biofuel
Emisi Transportasi	Faktor Emisi		Mode share kendaraan umum
Intensitas emisi per km dan per perjalanan darat	Efisiensi bahan bakar per jenis kendaraan		

Pengembangan Model Nasional

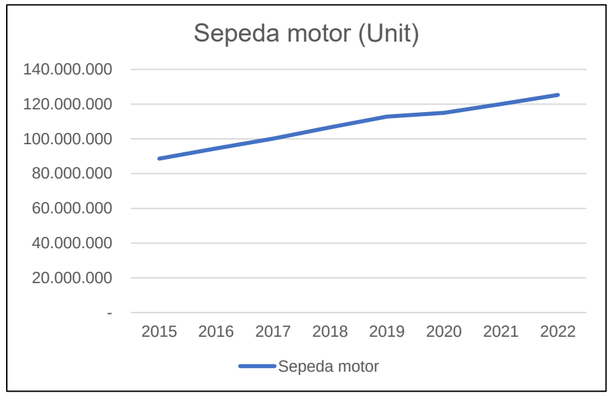


- Model nasional dibangun untuk menggambarkan jumlah volume pergerakan, hingga *vehicle kilometre travelled* (VKT) yang dibagi untuk tiga jenis moda utama (sepeda motor, mobil, dan bus), yang akan menjadi basis dari perhitungan konsumsi bahan bakar dan emisi Gas Rumah Kaca (GRK)
- Perhitungan jumlah pergerakan didasarkan dari jumlah penduduk dan jumlah pergerakan per kapita dan jarak pergerakan rata-rata (*average distance*), didorong dari pertumbuhan ekonomi (Pertumbuhan PDB Per kapita), namun terkoreksi melalui trip cost (dipengaruhi jarak tempuh, *fuel price* dan komposisi penggunaan teknologi kendaraan)
- Entry point kebijakan model meliputi 1) Fuel efficiency dan kendaraan listrik, 2) penggunaan biofuel, 3) Fuel Price dan mode share serta, 4) Kendaraan listrik

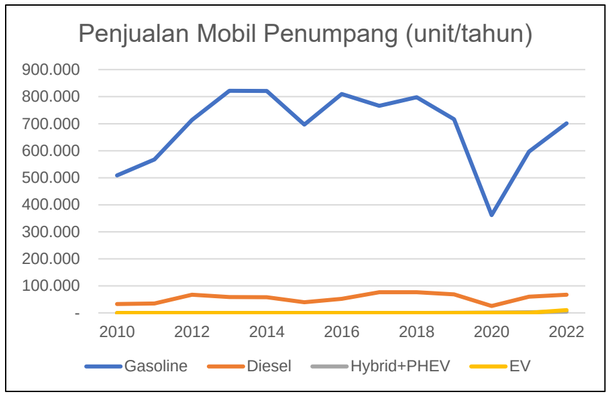
Indikator Model Nasional



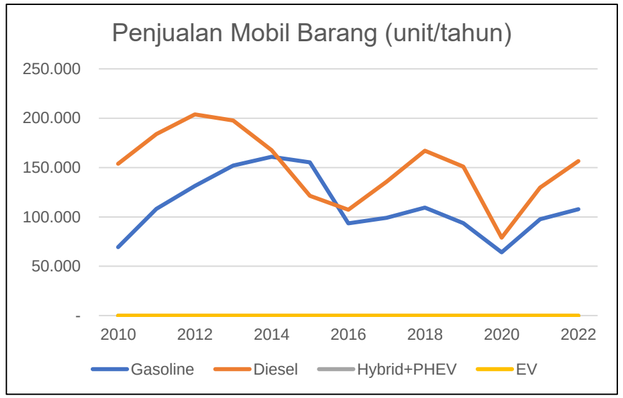
Sumber: BPS



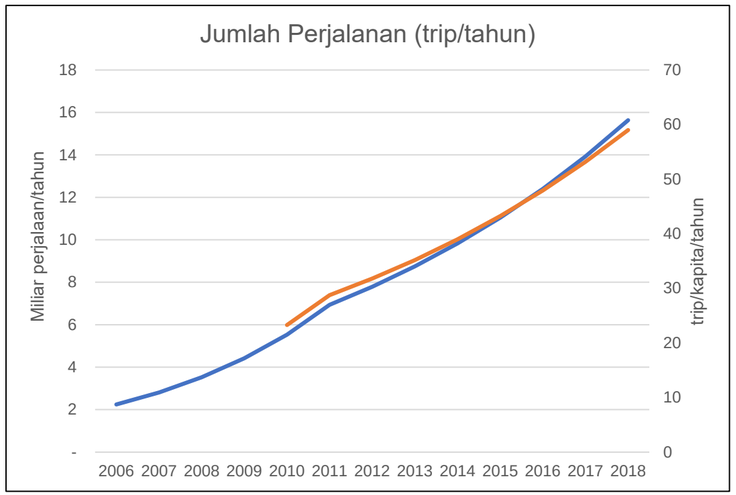
Sumber: BPS



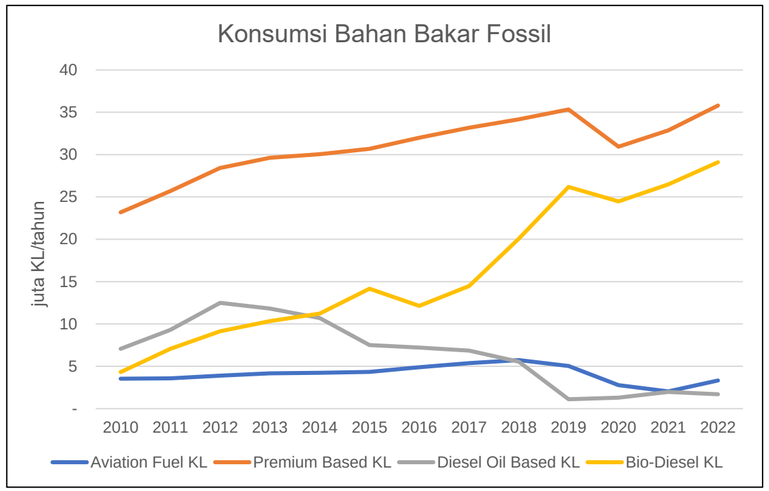
Sumber: Gaikindo



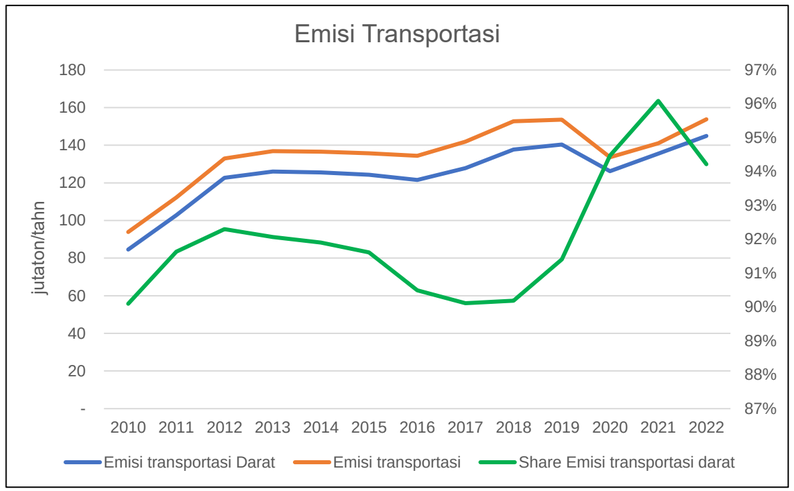
Sumber: Gaikindo



Sumber: BKT Kemenhub, diolah dari data 2006, 2011, dan 2018

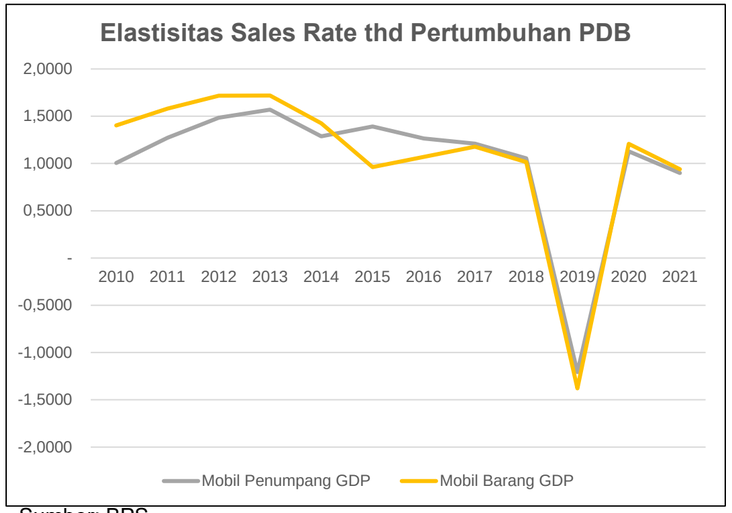


Sumber: HEESI ESDM

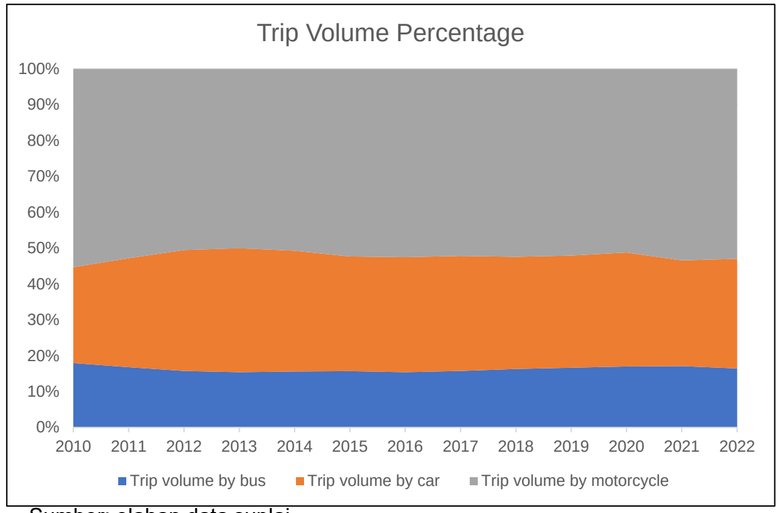


Sumber: Perhitungan dari HEESI ESDM

Pengembangan Model Nasional: Asumsi Kunci



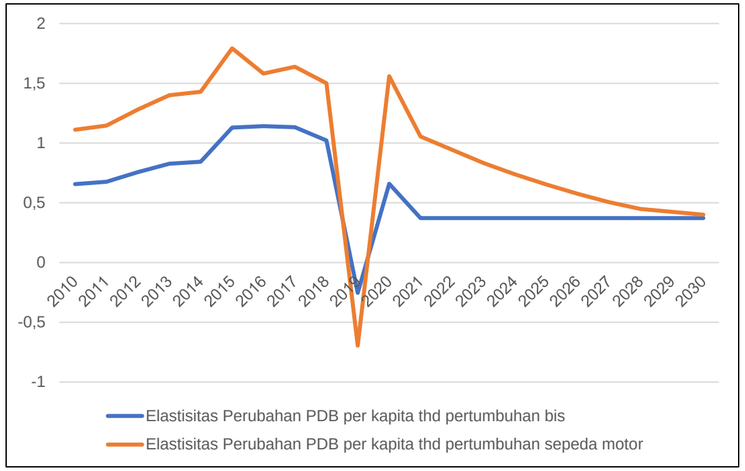
Sumber: BPS



Sumber: olahan data suplai

	Efisiensi Kendaraan	Unit	Nilai
1	Mobil Penumpang	Km/L	12 -14
2	Mobil Bis	Km/L	3-11.64
3	Mobil Barang	Km/L	11.64
4	Sepeda Motor	Km/L	40

Sumber:
1. Indonesia Road Freight Vehicle Market, Analysis of New Vehicle Sales Data 2010-2021. Deutsche Gesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://changing-transport.org/wp-content/uploads/2022_GIZ-Truck-Sales-Analysis-Indo-1.pdf
2. Standard Karbon Kendaraan dan Insentif by Ahmad Safrudin, et al. KPBB https://www.globalfueleconomy.org/media/597457/05_indonesia_progress-fuel-economy-standard-in-indonesia.pdf



Sumber: Pertumbuhan PDRB (BPS dan Proyeksi Indoneisia 2045, Bappenas), Penduduk (Proyeksi BPS), pertumbuhan kendaraan 2010-2022 (BPS)

	Load Factor Kendaraan	Unit	Nilai
1	Mobil Penumpang	Person/unit	1.4
2	Mobil Bis	Person/unit	35
3	Mobil Barang	Person/unit	0
4	Sepeda Motor	Person/unit	1.1

Sumber: Penyesuaian dari
1. Bis, perhitungan beberapa jenis tipe bis GVW 5-24 ton
2. LUT Model

	Laju Pengurangan Kendaraan	Unit	Nilai
1	Mobil Penumpang	%/tahun	0.1-0.3
2	Mobil Bis	%/tahun	-
3	Mobil Barang	%/tahun	0.1-0.2
4	Sepeda Motor	%/tahun	-

Sumber:
Penyesuaian data BPS dan Gaikindo

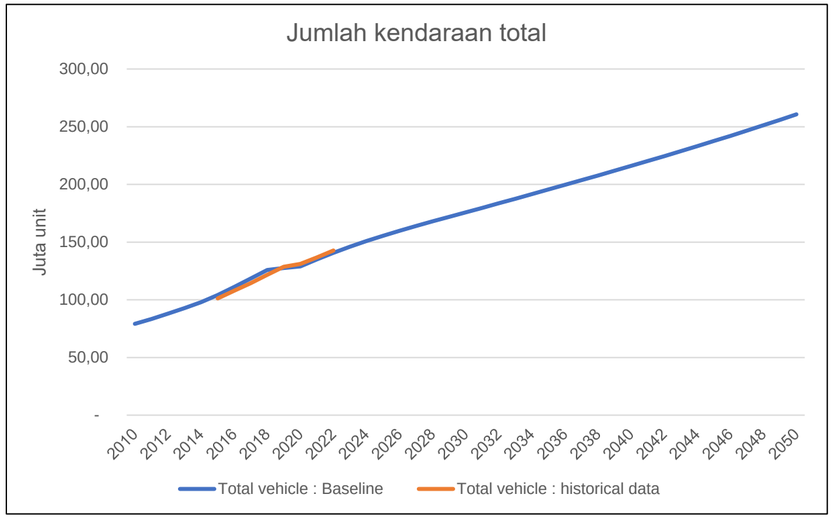
	Rata - rata jarak tempuh per hari	Unit	Nilai
1	Mobil Penumpang	Km/hari	29-36
2	Mobil Bis	Km/hari	210-230
3	Mobil Barang	Km/hari	45-270
4	Sepeda Motor	Km/hari	17-23

Sumber: Penyesuaian dari
1. 1 Average VKT for passenger cars is calculated from the Table 7 - 2015 data of article "Modeling Future Energy Demand and CO2 Emissions of Passenger Cars in Indonesia at the Provincial Level". https://www.mdpi.com/1996-1073/12/16/3168
2. LUT Model

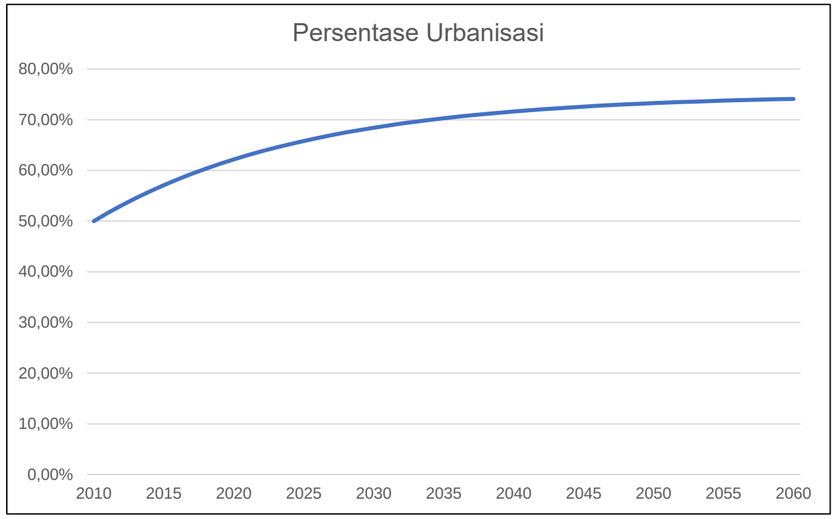
	Faktor Emisi	Unit	Nilai
1	Bensin	Kg/L	2.31
2	Diesel (Solar)	Kg/L	2.8

Sumber: ESDM dan IPCC

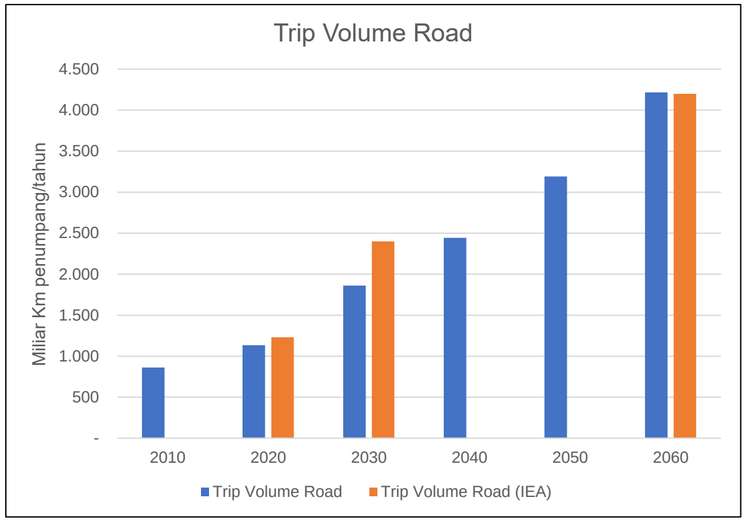
Pengembangan Model Nasional: Current and Future Assumption



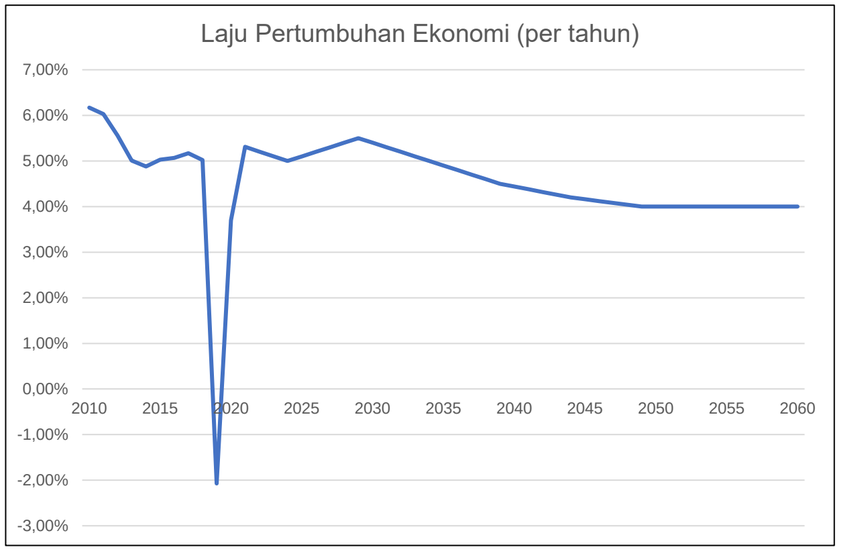
Sumber: BPS dan BKT



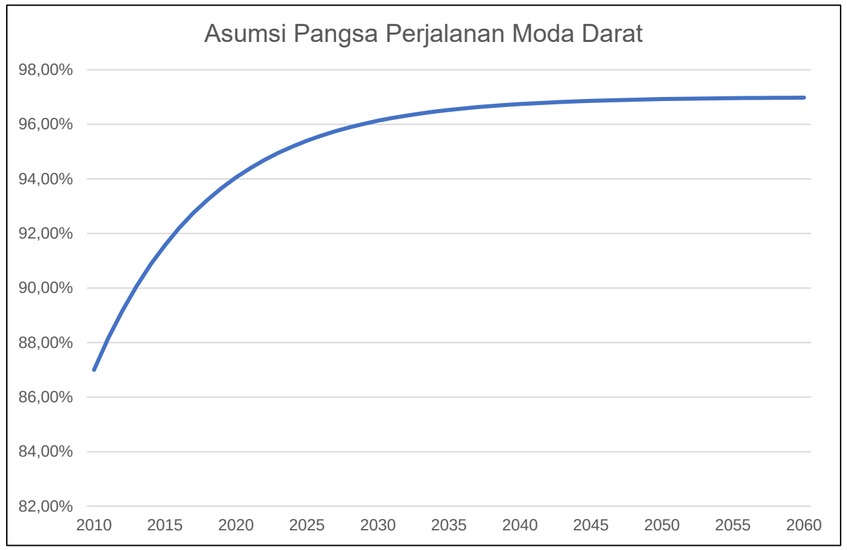
Sumber: Proyeksi BPS



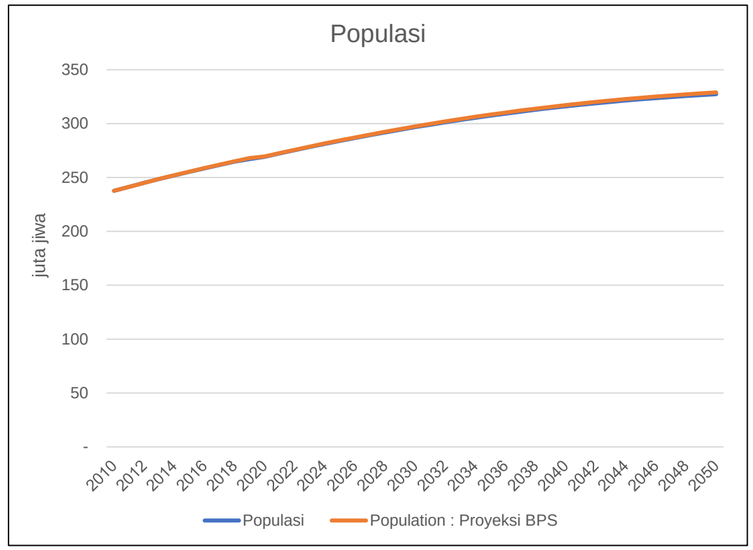
Sumber: Simulasi model



Sumber: BPS dan Proyeksi Bappenas



Sumber: BKT (2006), Mulyono (2018)

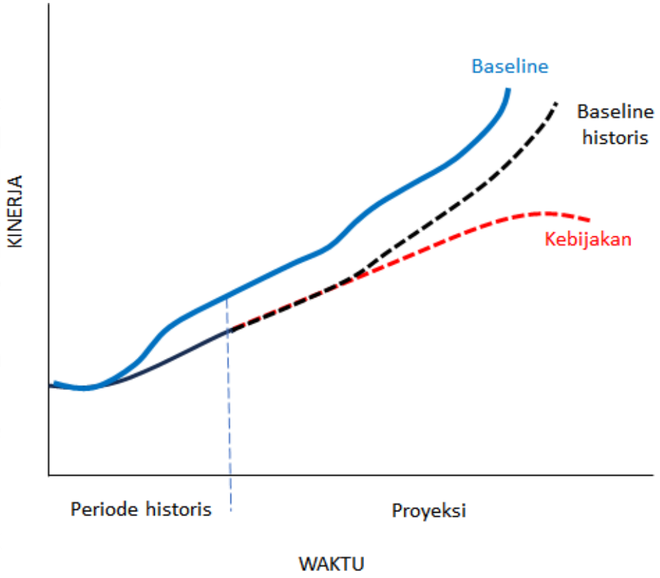


Sumber: Simulasi dan BPS

SIMULASI: DASAR

Hasil Simulasi Dasar

- Simulasi dasar atau baseline umumnya didefinisikan sebagai simulasi yang dilakukan sebagai simulasi referensi yang nanti nya akan dibandingkan dengan berbagai simulasi/skenario ke bijakan. Simulasi dasar dapat didasarkan pada struktur model yang telah ‘divalidasi’ dengan (1) Meneruskan simulasi atau (2) Melakukan penyesuaian pada asumsi
- Berdasarkan data historis ada implementasi kebijakan biofuel dalam periode historis 2010-2022, sehingga baseline simulasi model mencakpu:
  1. Baseline historis, yakni Baseline dengan menyertakan pen ggunaan biofuel secara historis
  2. Baseline, yakni Baseline dimana diasumsikan tidak ada pe nggunaan biofuel sama sekali pada periode historis yang menghasilkan perilaku emisi yang lebih tinggi dari historis.
- Skenario baseline akan digunakan sebagai basis untuk perhitungan penurunan emisi dari kinerja kebijakan



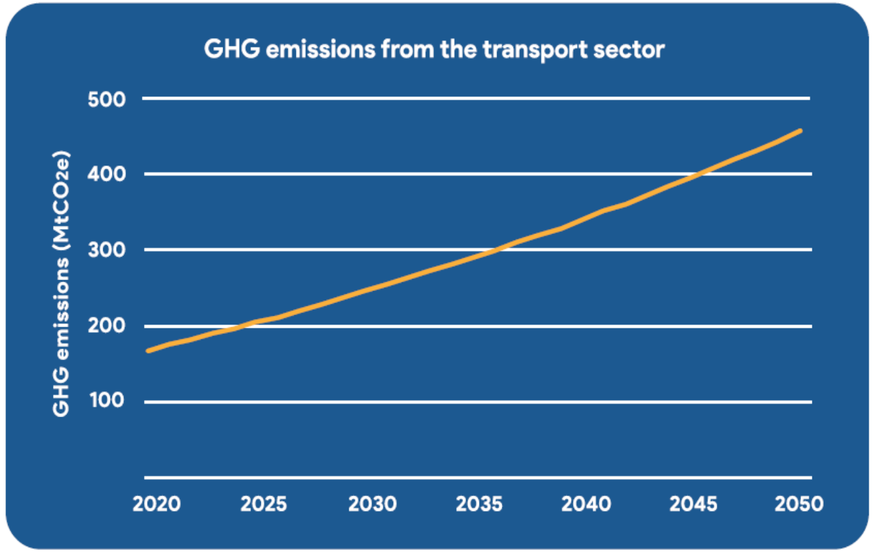
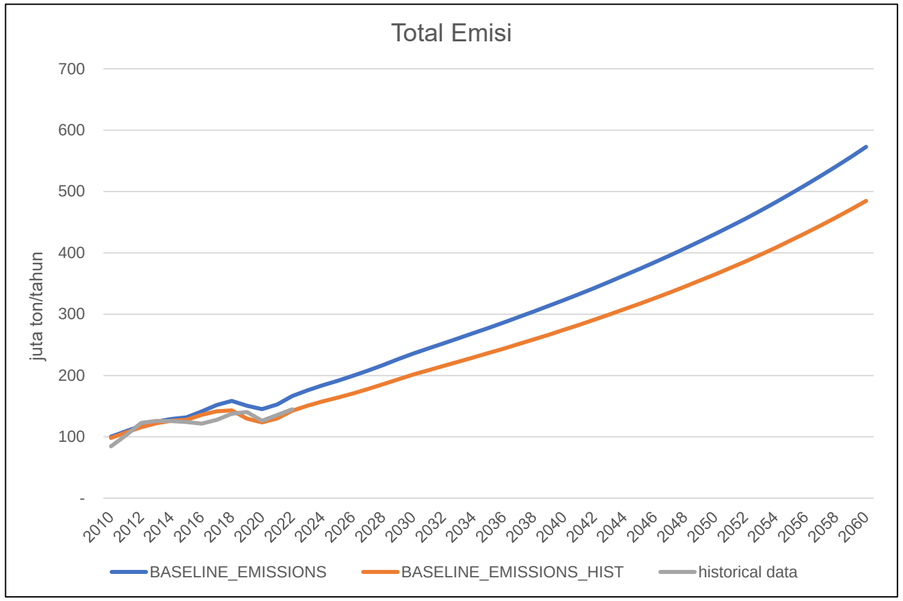
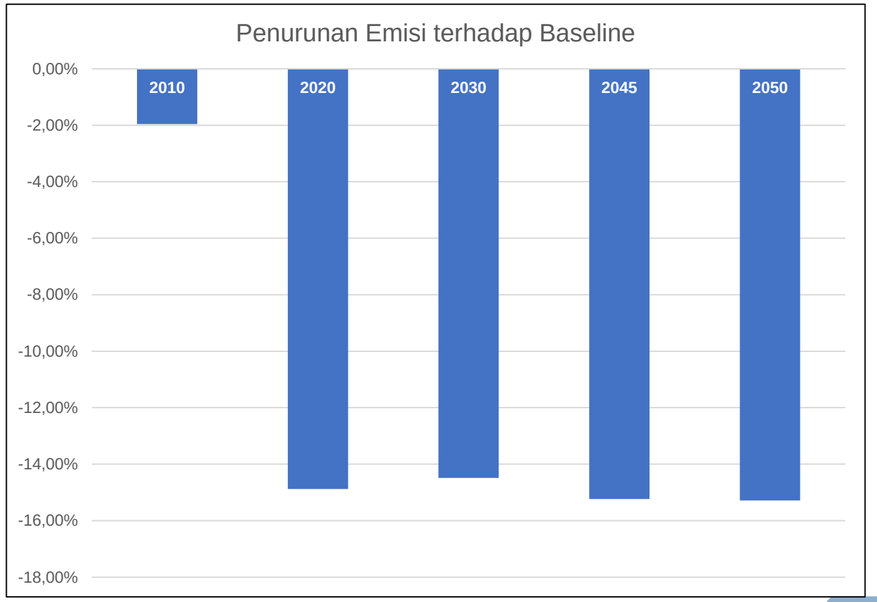
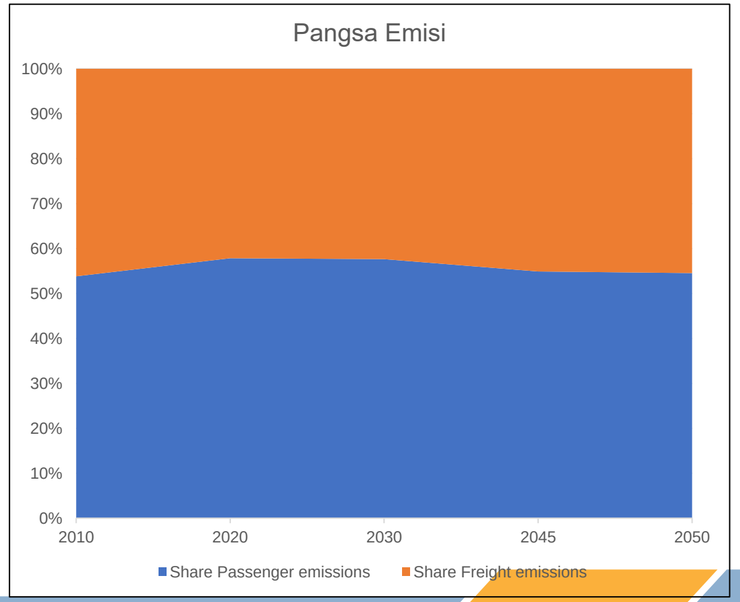


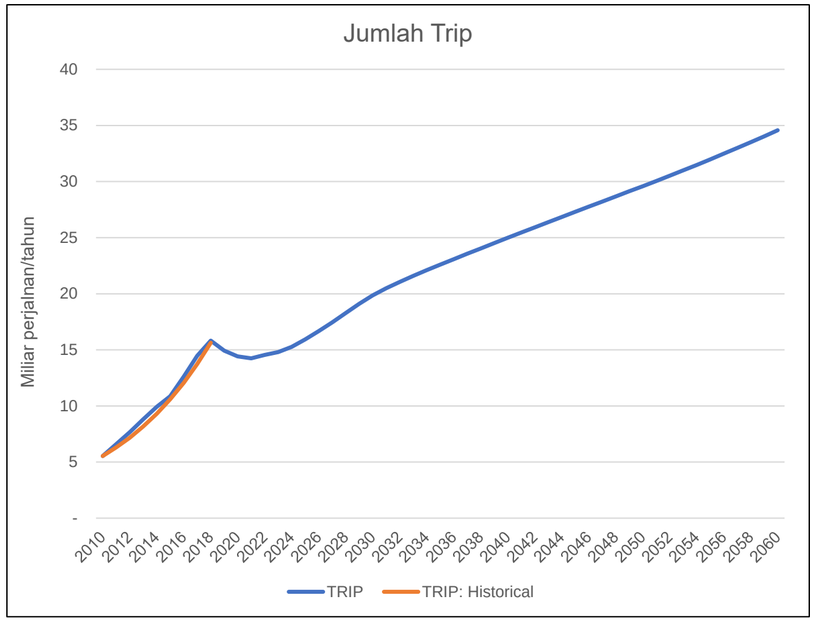
Figure 14. CO_2 emission projection based on the energy demand projection in Table 5. Data from the author’s calculation

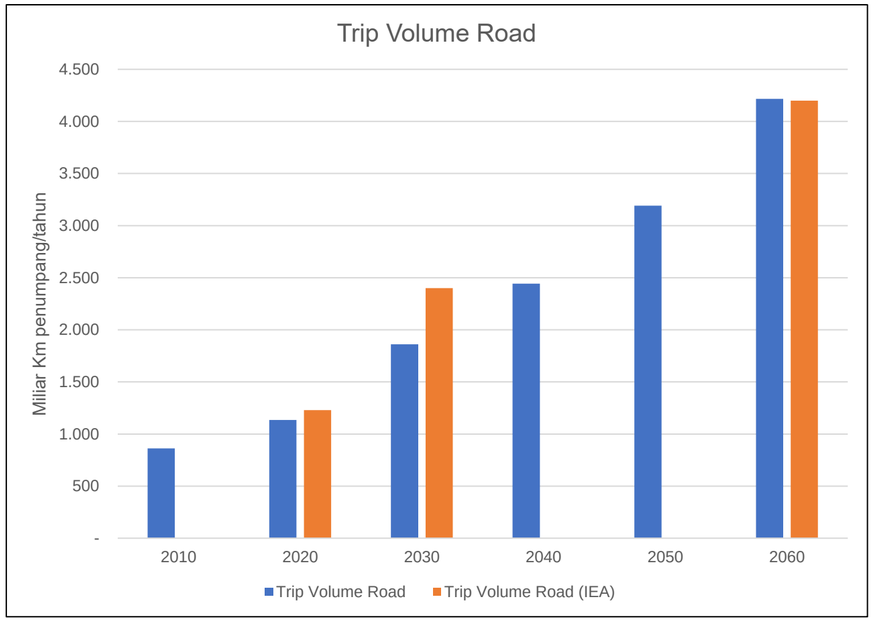


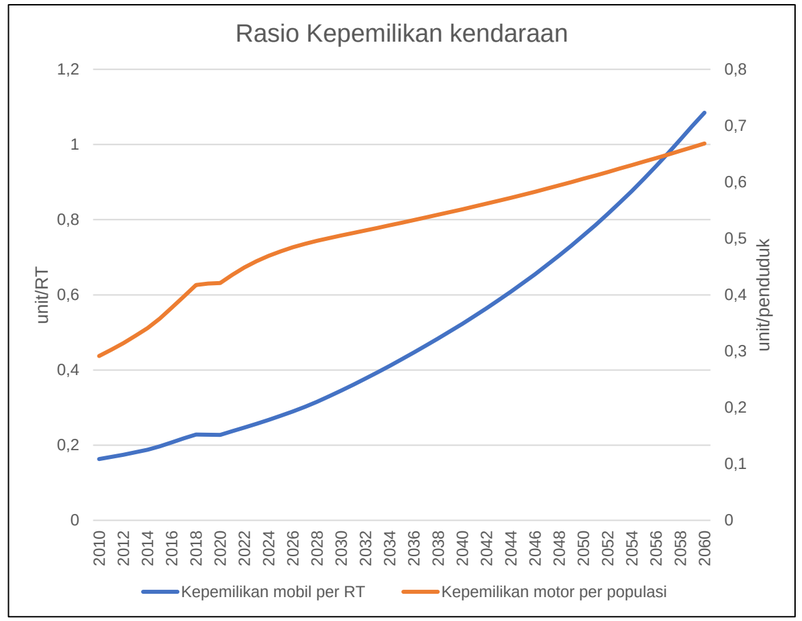




Hasil Simulasi Dasar







- Dibandingkan dengan studi referensi dari IEA, Diperkirakan volume pergerakan pada tahun 2021, 2030, dan 2060 berturut2 sekira 1200 miliar orang km/tahun, 1800 miliar orang km/tahun, dan 4200 miliar orang km/tahun, yang relatif dekat (kecuali 2030) dibandingkan dengan angka IEA
- Berdasarkan simulasi jumlah kendaraan—yang sudah dibandingkan dengan proyeksi beberapa studi lain (IESR, ESDM, dll), angka kepemilikan kendaraan mobil bahkan melebihi 1 pada tahun 2055, yang menandakan bahwa rata-rata keluarga Indonesia memiliki mobil lebih dari 1 sejak tahun tersebut
- Sementara untuk angka kepemilikan motor, angka menunjukkan peningkatan sekira pada besaran 0.65 pada tahun 2060, yang artinya lebih dari 60% populasi Indonesia memiliki 1 unit motor pada tahun 2060. boleh jadi angka ini relatif optimis mengingat ada koreksi pada pertumbuhan ekonomi semenjak covid-19 2020 yang akan berdampak pada kepemilikan kendaraan ke depan

SIMULASI: KEBIJAKAN MODEL NASIONAL

Strategi Terkait Pengurangan Emisi di Sektor Transportasi

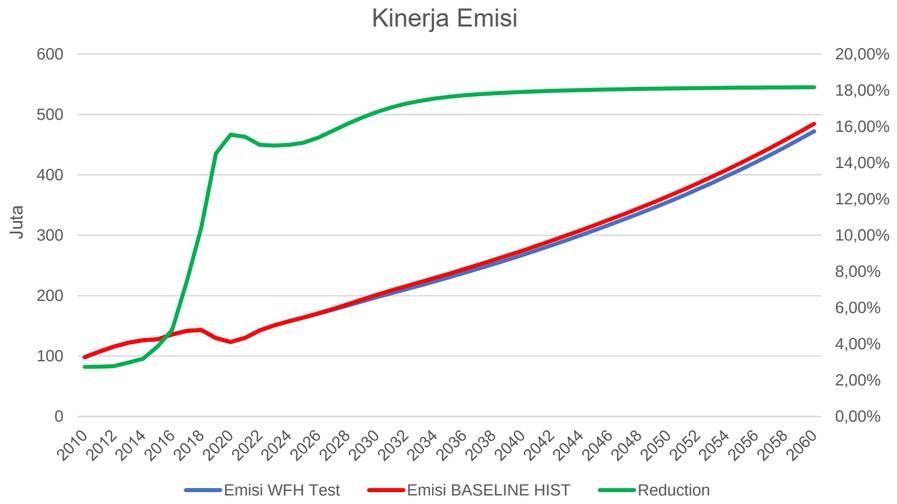
Strategi	Detail Strategi	Terjemahan dalam Model nasional
Avoid	▪ Pengaturan Tata Ruang ▪ TOD (Transit Oriented Development) ▪ WFH/WFA ▪ ERP (Electronic Road Pricing) ▪ Penetapan Tarif Parkir ▪ LEZ (Low Emission Zone) dan ZEZ (Zero Emission Zone)	▪ Work From Home atau Work from Anywhere
Shift	▪ Transportasi Publik ▪ Transportasi Tidak Bermotor (Nonmotorized Transport)	▪ Transportasi Publik
Improve	▪ Electric Vehicle ▪ Biofuel ▪ Fuel Economy Standard ▪ Vehicle Emission Standard	▪ Electric Vehicle ▪ Biofuel ▪ Fuel Economy Standard

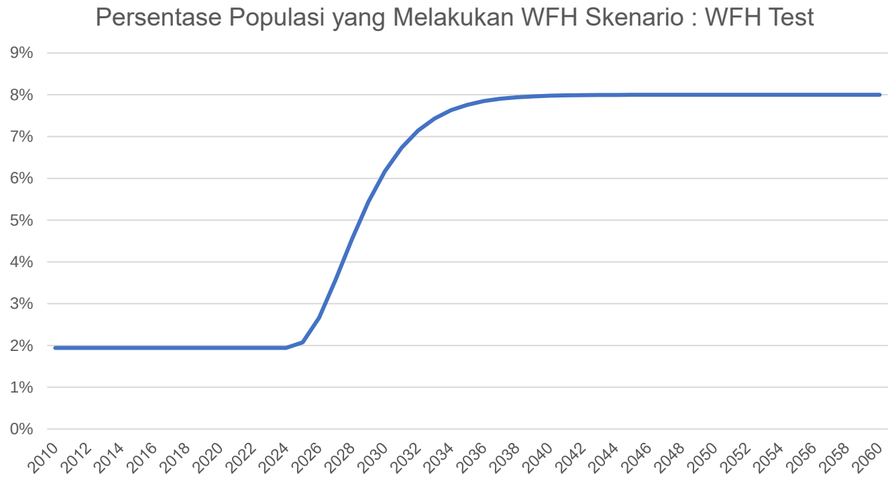
Disclaimer: Kebijakan yang diuji dan analisis Sebagian besar hanya terkait dengan kendaraan dan pergerakan penumpang

SKENARIO SEMUA KEBIJAKAN

No	Kebijakan	Skenario All Policy	Skenario All Policy Ambitious
1	WFH	▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94% ▪ Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024 ▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH 8%, tercapai pada tahun 2035 ▪ Persentase Trip WFH 100% ▪ Rebound effect 0%	▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94% ▪ Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024 ▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH 15%, tercapai pada tahun 2035 ▪ Persentase Trip WFH 100% ▪ Rebound effect 0%
2	Public Transport	Share public transport 16% pada tahun 2022 meningkat secara perlahan menjadi 50% pada tahun 2060	Share public transport 16% pada tahun 2022 meningkat secara perlahan menjadi 50% pada tahun 2060
3	Biofuel	▪ Konten biofuel 10% pada 2010, naik menjadi B30 pada tahun 2020 ▪ Mulai tahun 2024 diterapkan B35 ▪ Konten biofuel sampai 60% (B60) tercapai pada tahun 2060 ▪ Persentase penggunaan biofuel di sekitar 60% pada tahun 2010, berangsur naik menjadi 98% pada tahun 2022. Selanjutnya diskenariokan penggunaan biofuel 100%	▪ Konten biofuel 10% pada 2010, naik menjadi B30 pada tahun 2020 ▪ Mulai tahun 2024 diterapkan B35 ▪ Konten biofuel sampai 60% (B60) tercapai pada tahun 2040 ▪ Persentase penggunaan biofuel di sekitar 60% pada tahun 2010, berangsur naik menjadi 98% pada tahun 2022. Selanjutnya diskenariokan penggunaan biofuel 100%
4	Fuel Economy Standard	Motor: 58 km/L Mobil: 20 km/L Bus: 4 km/L Tercapai pada tahun 2050	Motor: 58 km/L Mobil: 20 km/L Bus: 4 km/L Tercapai pada tahun 2038
5	EV Mobil	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 80 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU ▪ Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 300 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU ▪ Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024
	EV Motor	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 7 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPBKLU ▪ Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 13 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPBKLU ▪ Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024

KEBIJAKAN WFH



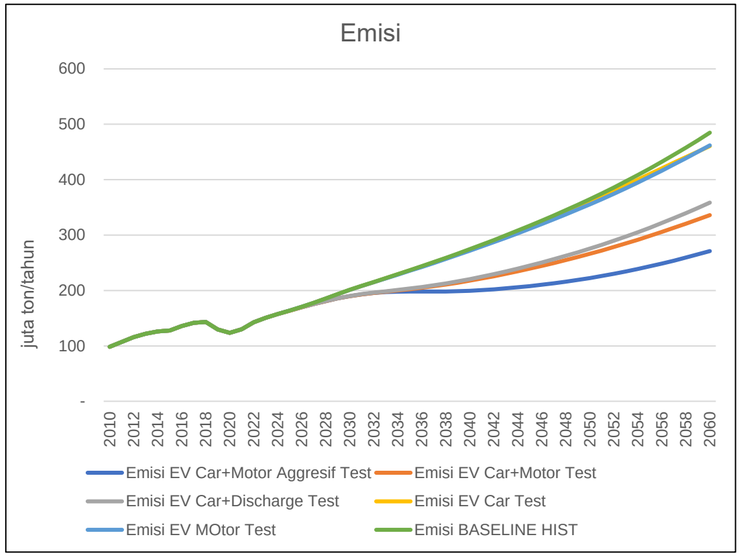


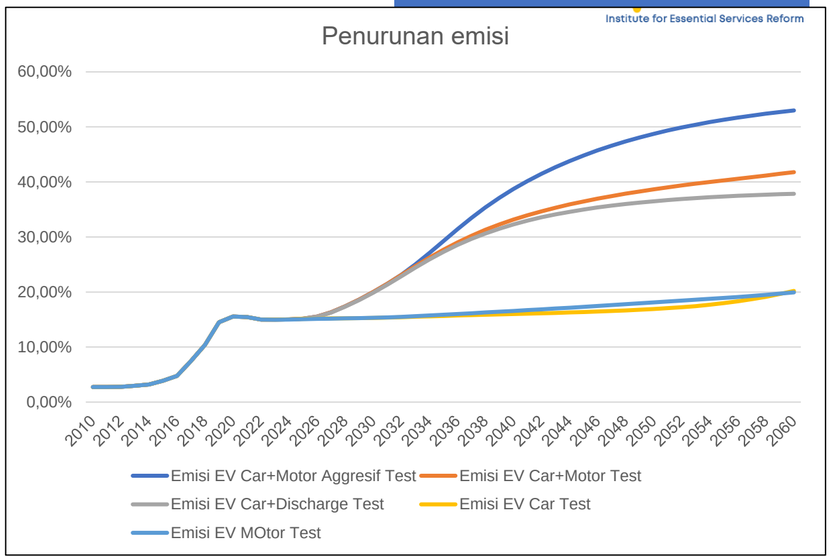
Asumsi Skenario

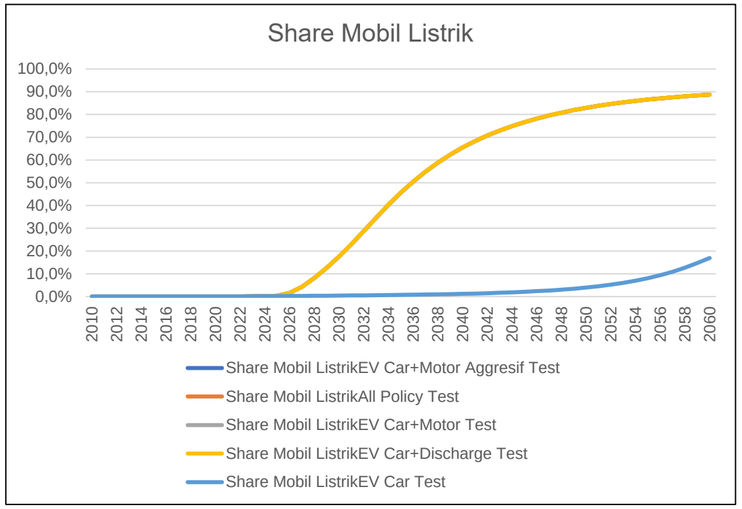
- Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94%
- Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024
- Persentase Populasi yang Melakukan WFH 8%, tercapai pada tahun 2040
- Persentase Trip WFH 100%
- Rebound effect 23%

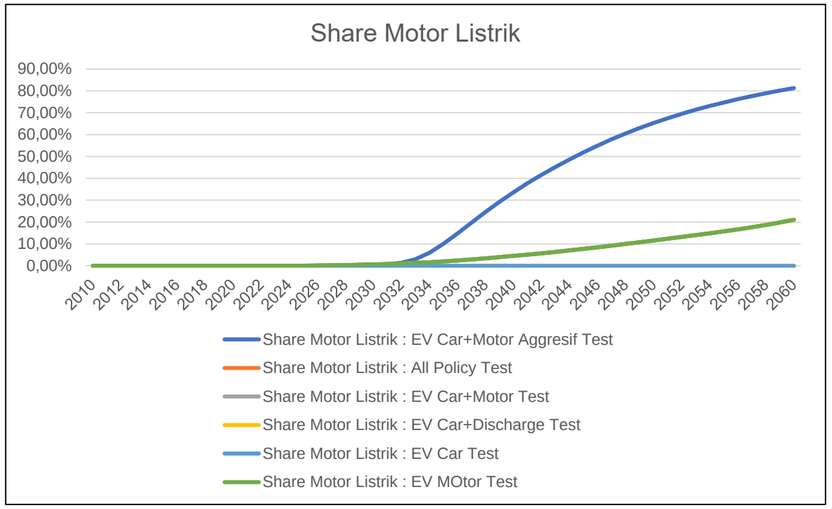
KEBIJAKAN EV

Institute for Essential Services Reform









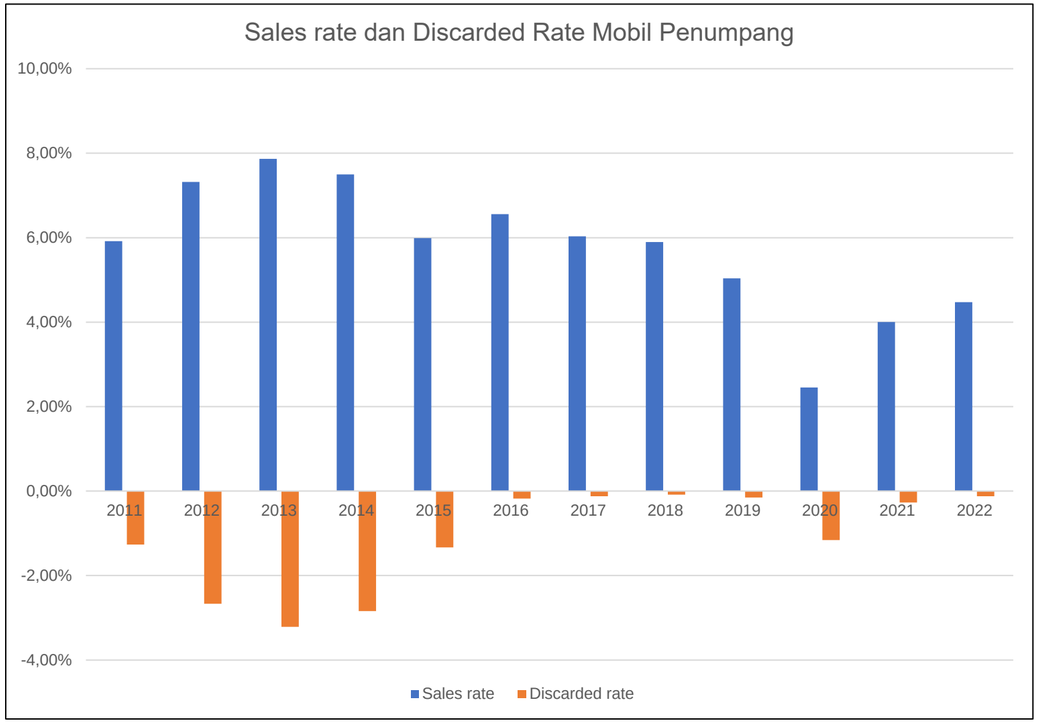
Asumsi Skenario Mobil Listrik

- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 80 juta/unit
- Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU
- Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024

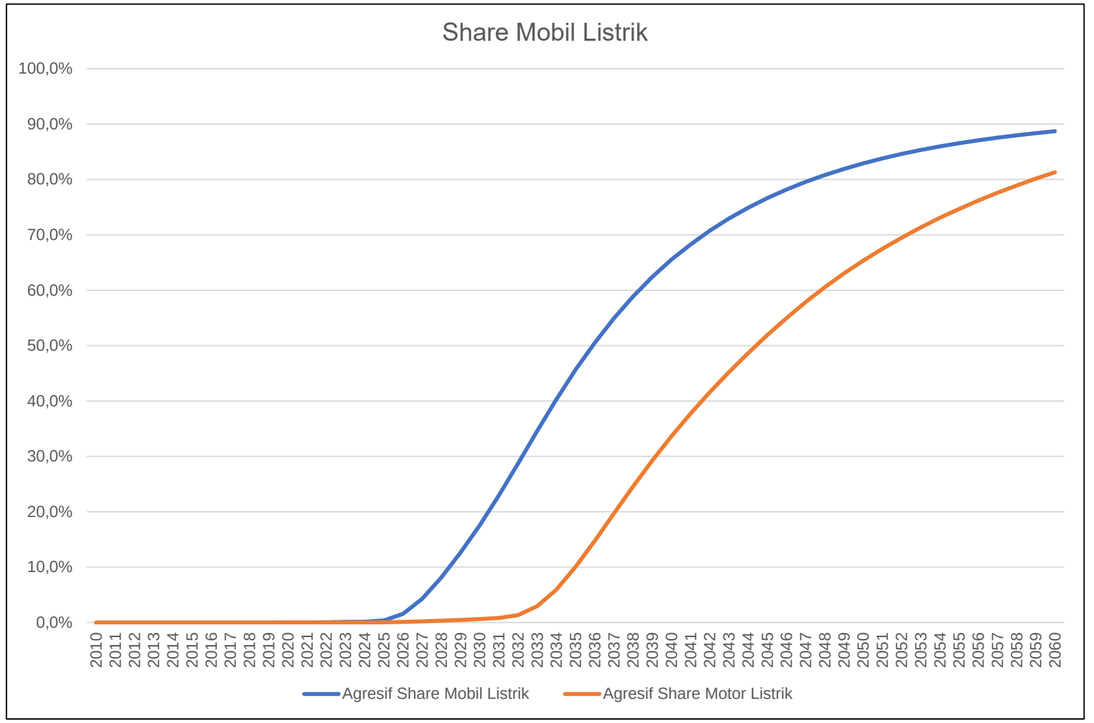
Asumsi Skenario Motor Listrik

- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 7 juta/unit
- Jumlah SPBKLU
- Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024

KEBIJAKAN EV



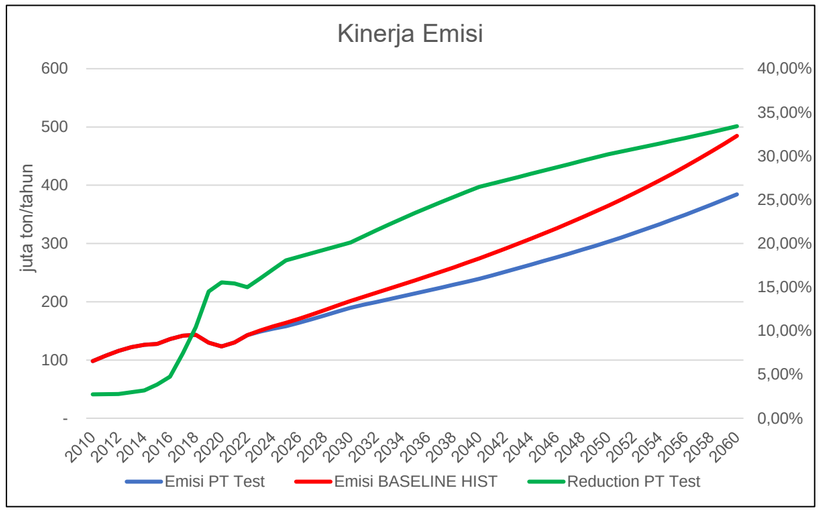
Sumber: BPS dan olahan data Gaikindo



Sumber: Simulasi model

- Problem dalam transisi ke EV yang mungkin terjadi dalam jangka Panjang adalah bukan hanya untuk meningkatkan *share sales EV* terhadap kendaraan, namun juga pada *discarded rate* kendaraan ICE eksisting.
- Dalam periode historis, *discard rate* tertinggi diperkirakan sekira 3%-4% per tahun, dan di atas tahun COVID-19 (2020) *discard rate* mengecil hingga 0,2-0,3% per tahun Secara umum rerata berada pada besaran 2-3% per tahun (2010-2015).
- Meningkatkan *discard rate* dapat dilakukan melalui manajemen usia kendaraan (utk jenis ICE) namun pembatasan tersebut harus juga dibarengi dengan peningkatan pembelian EV, karena *discard rate* tersebut harus dikompensasi sebagai *additional EV sales rate* untuk dapat secara signifikan meningkatkan share dan utilisasi kendaraan listrik (passenger dan pribadi) untuk bisa menurunkan emisi

KEBIJAKAN PUBLIC TRANSPORT

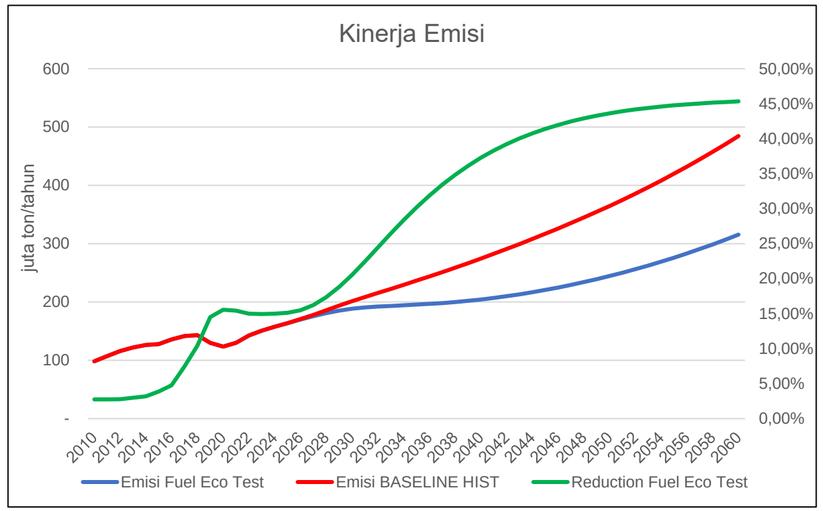


Asumsi Skenario

- Share public transport 16% pada tahun 2022 meningkat secara perlahan menjadi 60 pada tahun 2060

- Didekati dari volume perjalanan (share trip boleh jadi kurang dari 60%),
- Diasumsikan dalam model nasional, share transportasi umum dominan bus (inter dan intra wilayah), belum dipenetrasi dengan bahan bakar listrik, jika dimasukkan akan berdampak lebih besar
- Berdampak pada penurunan penggunan bahan bakar (kendaraan pribadi) dan total,
- Terkait dengan isu pengembangan transportasi public, dan penyedia jasa transportasi
- Masih belum mengaitkan antara *push and pull factor*

KEBIJAKAN FUEL ECONOMY

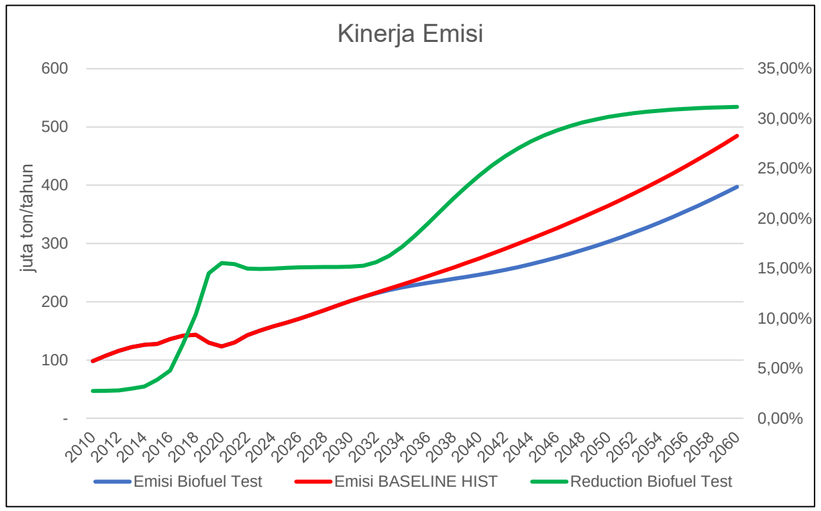


Asumsi Skenario

Kondisi saat ini:	Skenario
Motor: 35 km/L	Motor: 58 km/L
Mobil: 11.49 km/L	Mobil: 20 km/L
Bus: 3 km/L	Bus: 4 km/L

- Potensial untuk menurunkan emisi secara signifikan, namun dalam perjalanan waktu mirip dengan kendaraan listik dibutuhkan effort besar untuk menggantikan kendaraan dengan efisiensi eksisting ke efisiensi target
- Dengan laju eksisting kendaraan ICE saat ini, diasumsikan yang mampu tercapai s.d 2060 dalam penurunan emisi sekira 7%-10% saja

KEBIJAKAN BIOFUEL

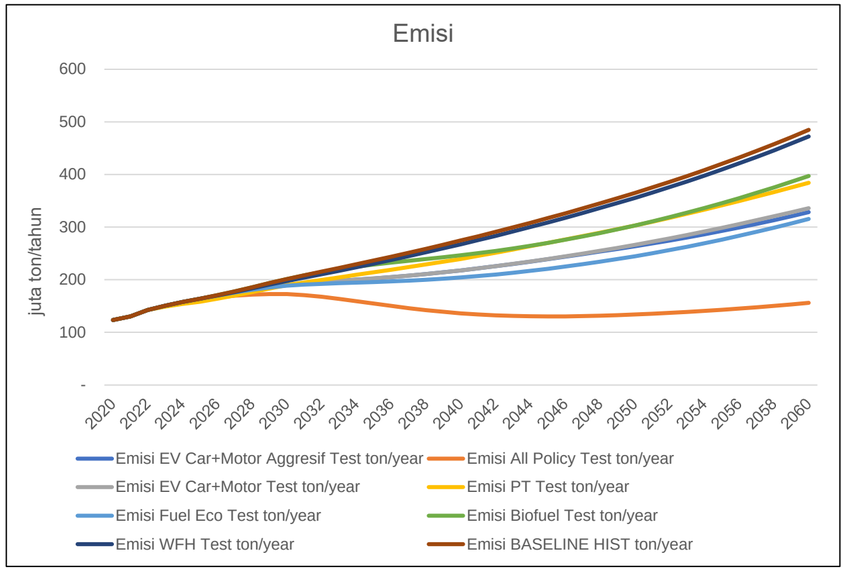


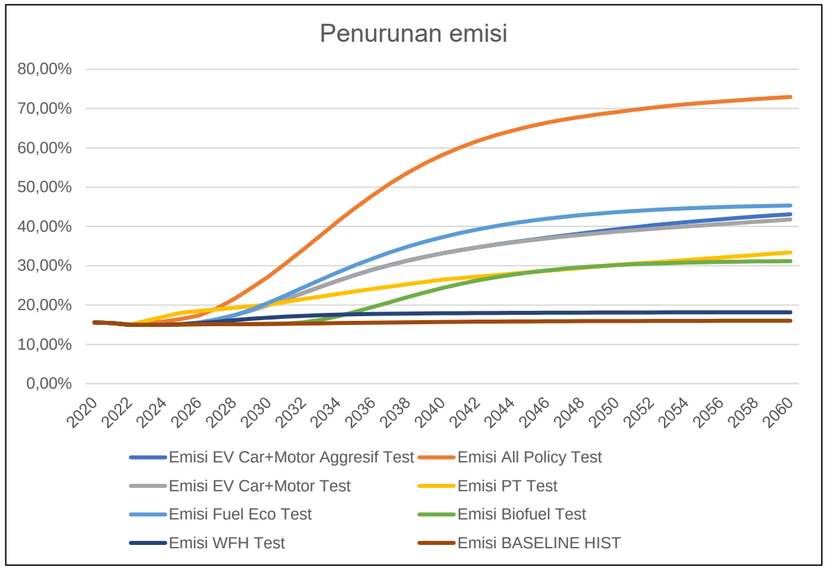
Asumsi Skenario

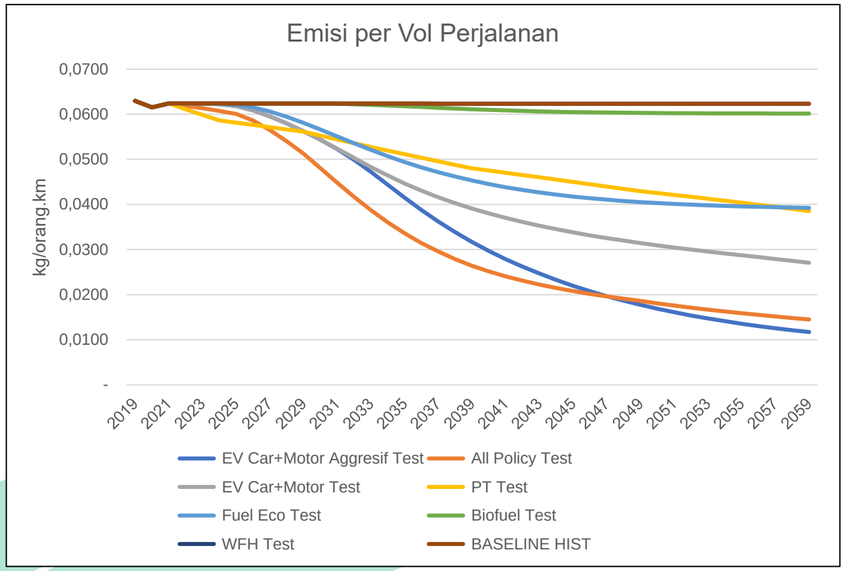
- Konten biofuel 10% pada 2010, naik menjadi B30 pada tahun 2020-2022
- Mulai tahun 2024 diterapkan B35
- Konten biofuel sampai 60% (B60) tercapai pada tahun 2060
- Persentase penggunaan biofuel di sekitar 60% pada tahun 2010, berangsur naik menjadi 98% pada tahun 2022. Selanjutnya diskenariokan penggunaan biofuel 100%

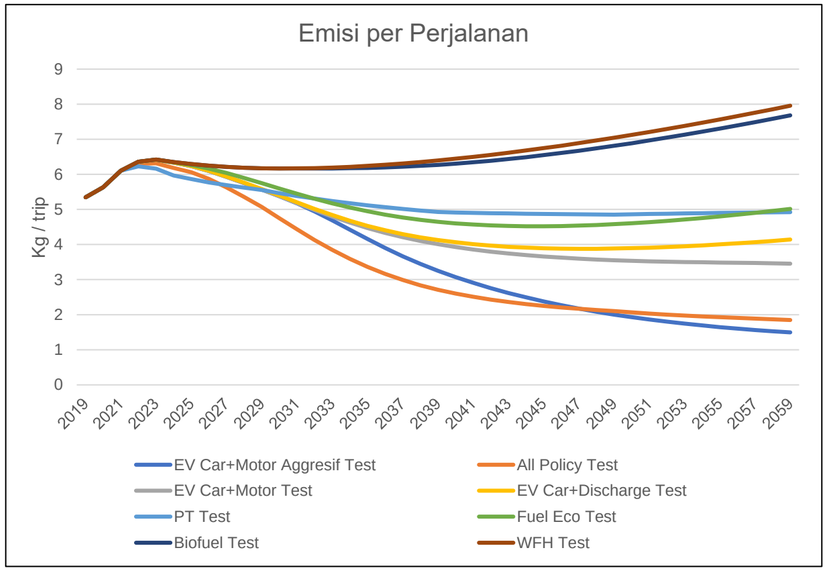
- Potensial untuk menurunkan emisi secara signifikan, namun akan memunculkan isu teknis (konfigurasi kendaraan, dampak penggunaan dalam jangka Panjang, dsb)
- Belum mengaitkan dengan kebijakan bioethanol ke depan, artinya potensi boleh jadi lebih besar dari kondisi saat ini

KINERJA KEBIJAKAN









- Range penurunan emisi transportasi berada pada rentang 15%-75% hingga tahun 2060, melalui kombinasi kebijakan WFH, EV, Biofuel, Mode share, dan fuel efficiency.
- Penurunan ini sebagai besar baru didukung oleh kebijakan di kendaraan penumpang dan belum terkait dengan kendaraan barang dan logisik darat (kecuali fuel efficiency)
- Beberapa kebijakan yang signfikan menurunkan antara lain (1) EV, (2) Fuel Economy, (3) Public Transport and Biofuel,
- Kebijakan kendaraan listrik—memungkinkan—untuk berdampak besar dan menjadi *game changer* bagi emisi nasional, namun setidaknya ada dua yang harus dicapai untuk bisa berdampak pada level nasional, yakni (1) Meningkatan *sales share* EV dalam penjualan kendaraan listrik dan (2) didukung dengan kebijakan yang mendorong meningkatnya *discard rate* kendaraan
- Pergeseran moda ke arah transportasi umum memiliki dampak yang lebih *sustain* dalam konteks penggunaan bahan bakar dan sumber daya, namun membutuhkan investasi yang cukup besar

Limitasi dan Keterbatasan Model

- Perjalanan *intrazone* excluded
- Volume perjalanan didekati dari jarak titik Tengah dan bukan jarak tempuh (*under* or *over estimate*)
- Pendekatan mode share dari jumlah kendaraan dan bukan kepemilikan/status
- Pendekatan mode share masih sangat kasar dan didekati dari volume perjalanan dan bukan *trip*
- Tidak meng-*cover* emisi yang ‘mungkin’ diproduksi untuk kebutuhan baterai kendaran listrik

OVERVIEW DAN HASIL MODEL: REGIONAL

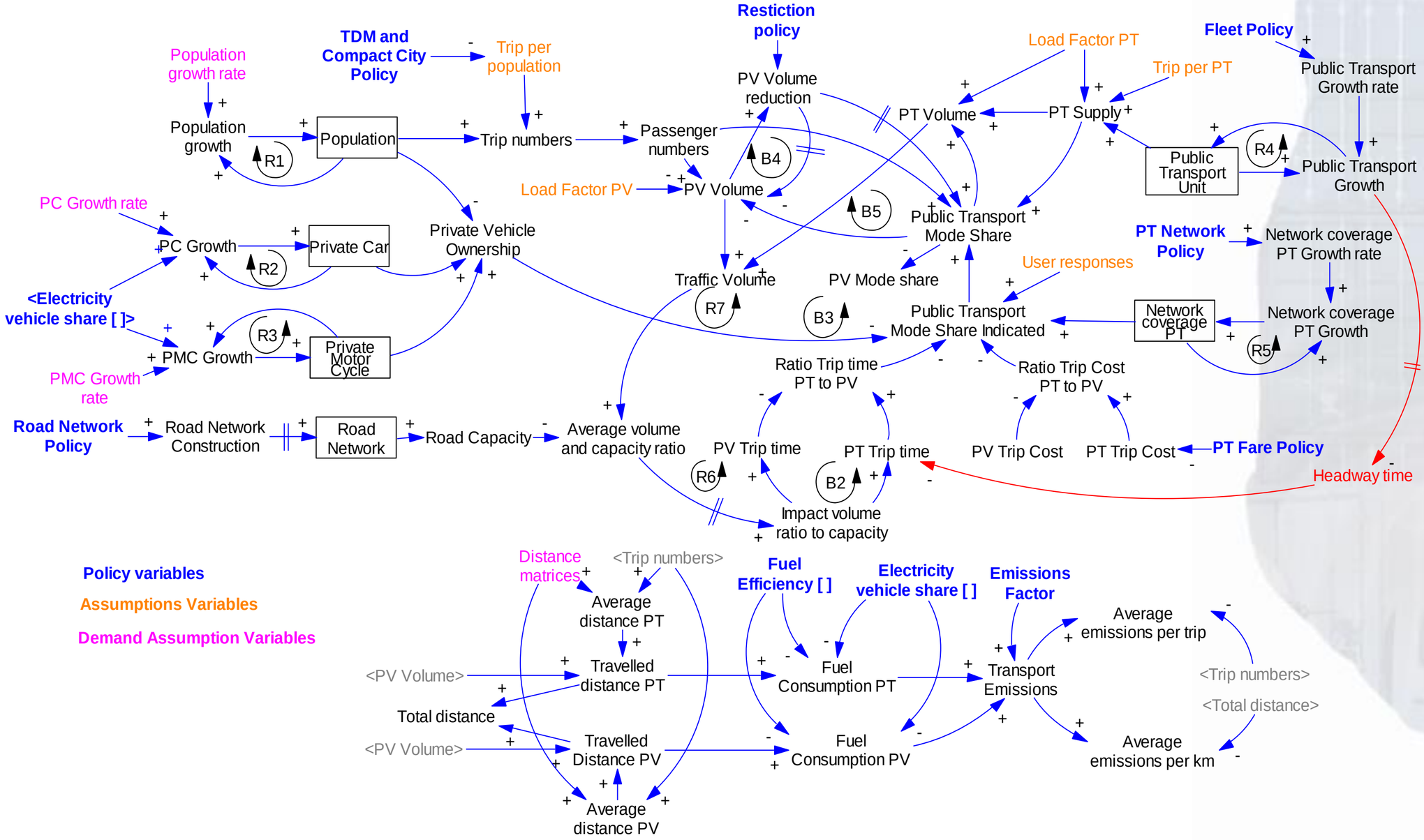
Pengembangan Model Regional

- Ruang lingkup dan Batasan model transportasi nasional diarahkan untuk dapat memperhitungkan emisi transportasi pada sector transportasi darat jalan (di luar moda dengan rel—kereta api, MRT, LRT, dan sejenisnya) dan menggambarkan pergerakan interaksi antar wilayah.
- Delineasi batas model didefiniskan sebagai pembagian kelompok variable dalam model berdasarkan kelompok variable endogenen, eksogen, dan variable yang diabaikan. Pengelompokan didasarkan pada beberapa kriteria, antara lain:
  - ✓ Tujuan pemodelan
  - ✓ *Level of aggregation*
  - ✓ Ketersediaan informasi dan data
  - ✓ Kemudahan pengembangan dan uji model
- Dengan demikian, model regional akan dikembangkan juga pada level aggregat untuk dapat mengakomodasi ketersediaan data, khususnya pada aspek pembentukan mode share pada level regional. Sementara itu, dari sisi wilayah, regional yang dipilih untuk dimodelkan adalah Jabodetabek, yang meliputi wilayah DKI Jakarta, Kota dan Kabupaten Bekasi, Kota Tangerang Selatan, Kota Tangerang, Kabupaten Tangerang, Kota Depok, Kota Bogor, dan Kabupaten Bogor.

Delineasi Variabel Pemodelan

Variabel Endogen	Variabel Eksogen	Variabel yang diabaikan	Entry Point Kebijakan
Rasio kepemlikian kendaraan (ownership ratio)	Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduudk	Jumlah rumah tangga	Laju perubahan trip per kapita
Mode share kendaraan umum dan pribadi	Jumlah kendaraan pribadi (s epeda motor dan mobil)	Gender	Skenario restriksi (ganjil genap, LEZ, ZEZ, WFH, dsb)
Volume kendaraan harian	Jaringan Jalan	Tujuan/motivasi perjalanan	Skenario layanan kendaraan umum (tarif, armada, jangkauan, operasi)
Rasio volume dan kapasitas jaringan jalan (rerata harian)	Jumlah armada kendaraan umum (per jenis)	Multi-trip/Activity Based Trip	Laju Efisiensi kendaraan konvensional
Penggunaan bahan bakar	Persentase jangkauan layanan kendaraan umum	keamanan kendaraan umum	Penggunaan kendaraan listrik (EV)
Emisi Transportasi	Perjalanan per kapita inisial	kenyamanan kendaraan umum	
Intensitas emisi per km dan per perjalanan	pembagian Mode Share pada jenis/teknologi kendaraan darat		
Waktu perjalanan aggre gat kendaraan umum da n pribadi	Faktor Emisi		
	Blaya perjalanan		
	Jumlah Perjalanan per penumpang		
	load factor		

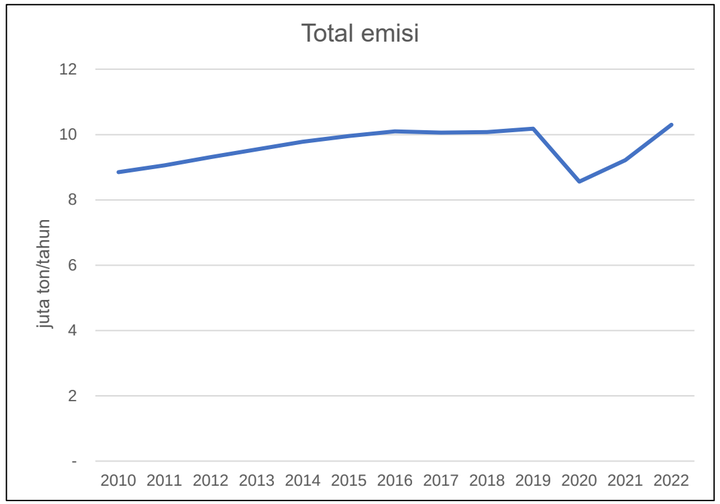
Causal Loop Diagram Model Regional



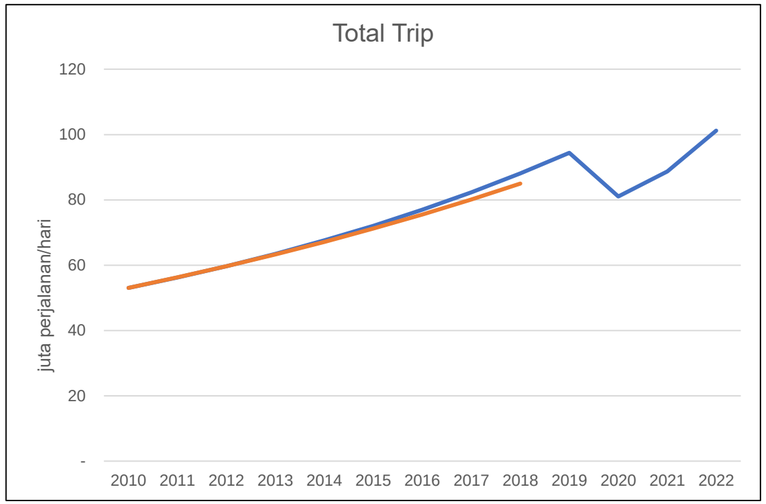
Penggunaan Data dan Sumber Data

No	Data	Penggunaan Data	Unit	Sumber
1	Pergerakan/Perjalanan	Menghitung Pergerakan, Tren Perubahan, dan Intensitas Pergerakan antar wilayah, mode share	Trip/hari	JUTPI, 2010 dan 2018
2	Jarak Antar Kecamatan/Kelurahan	Konversi trip ke trip volume	km	Data Spatial Administratif
3	Populasi Jabodetabek	Struktur Model Penduduk	jiwa	BPS
4	Jumlah Kendaraan Pribadi	Struktur Jumlah Kendaraan	unit	BPS
5	Jumlah Kendaraan Umum	Struktur Kendaraan Umum	Unit, rangkaian, dsb	Laporan Transjakarta, Statistik Transportasi
6	Waktu Perjalanan rerata	Waktu Perjalanan rata-rata kendaraan pribadi dan umum	Menit/trip	Statistik Komuter Jabodetabek 2019, Laporan IKU BPTJ
7	Biaya Perjalanan rerata	Biaya Perjalanan rata-rata kendaraan pribadi dan umum	Rp/hari	Statistik Komuter Jabodetabek 2019 dan Asumsi
8	Fuel Economy Standard	Efisiensi Fuel Kendaraan	Km/L	Model Nasional
9	Emissions Factor	Faktor Emisi Kendaraan	Kg/L	Model Nasional
10	Panjang Jalan	Panjang Jalan Jabodetabek	km	BPS

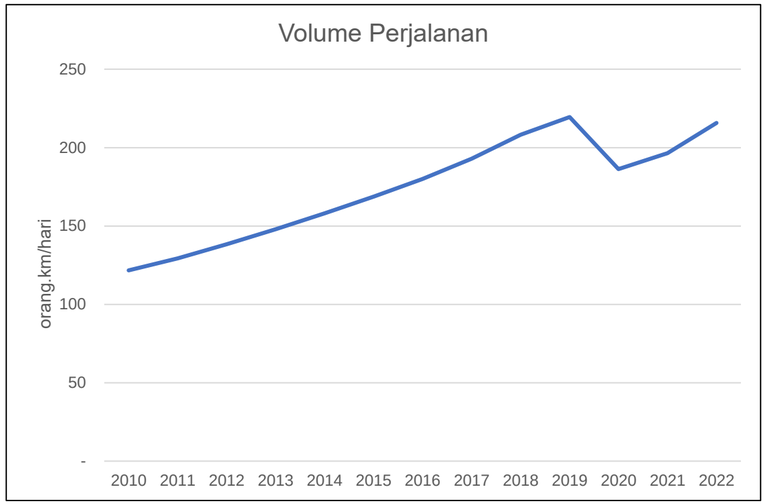
Pengembangan Model Regional: Indikator Kinerja



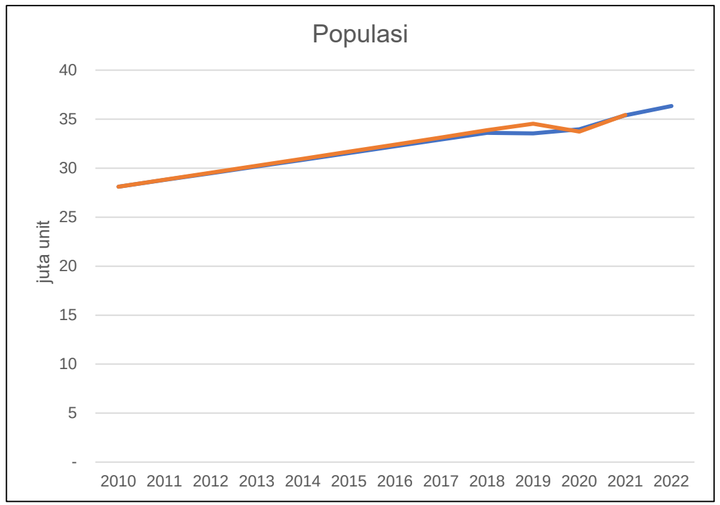
Sumber: Simulasi model



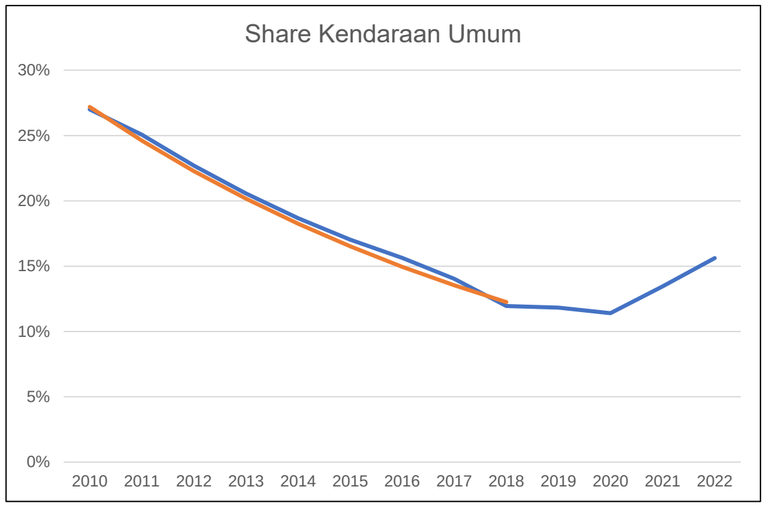
Sumber: Simulasi model dan JUTPI



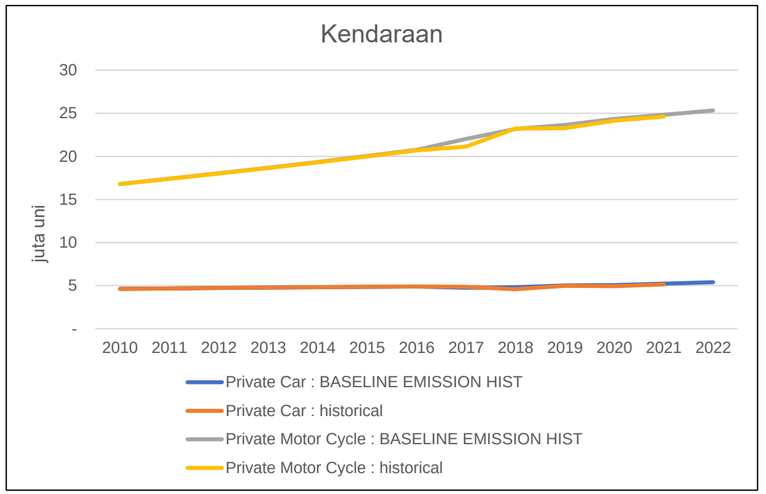
Sumber: Simulasi model dan pengolahan data jarak



Sumber: Simulasi model dan BPS



Sumber: Simulasi model dan JUTPI

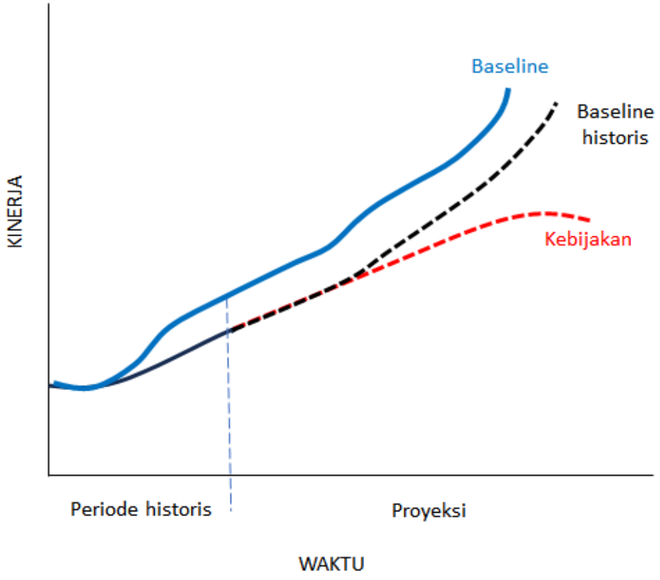


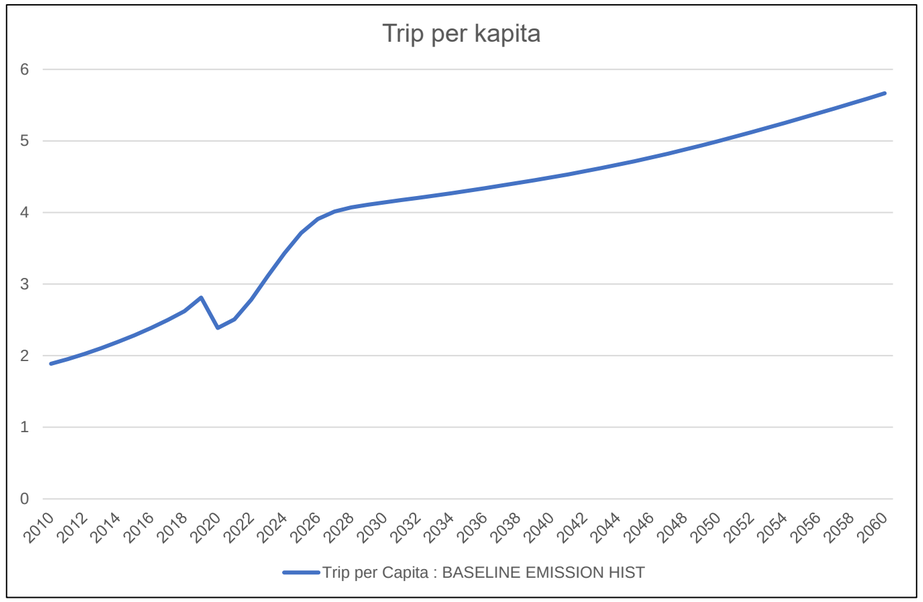
Sumber: Simulasi model dan BPS

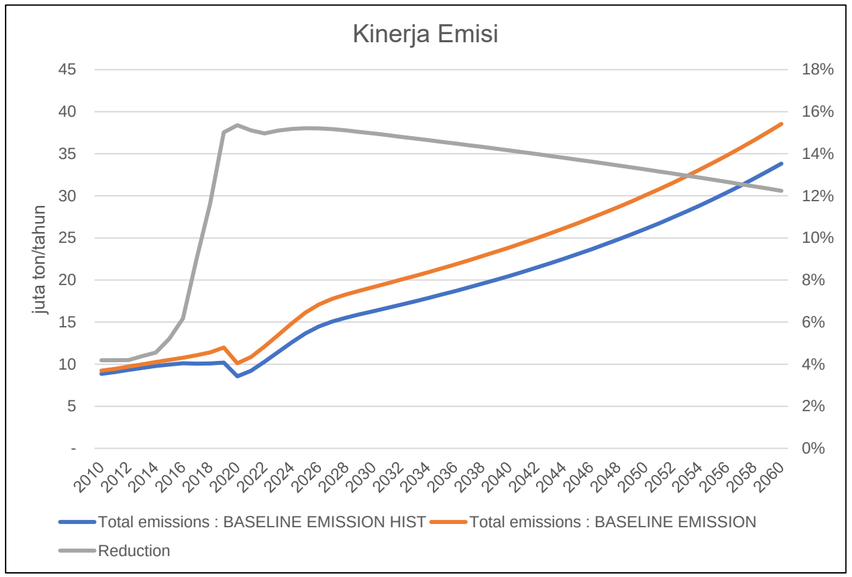
SIMULASI: DASAR

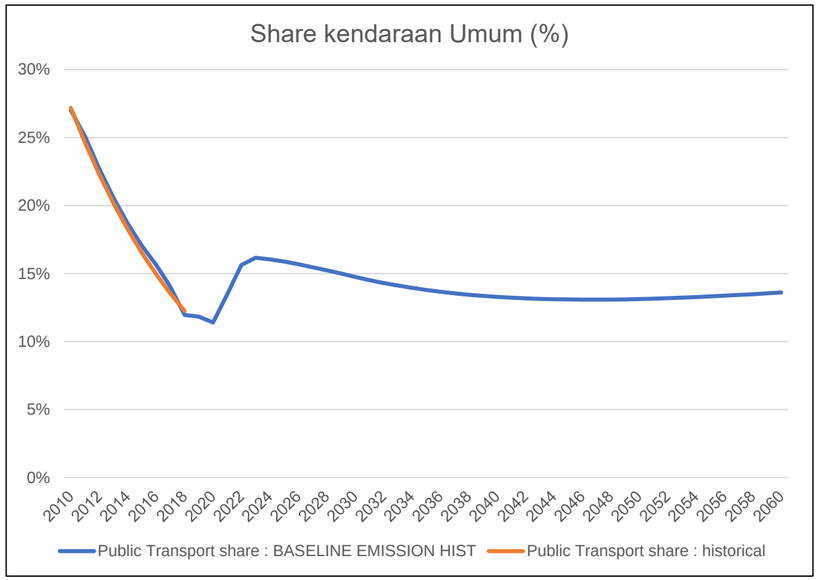
Hasil Simulasi Dasar

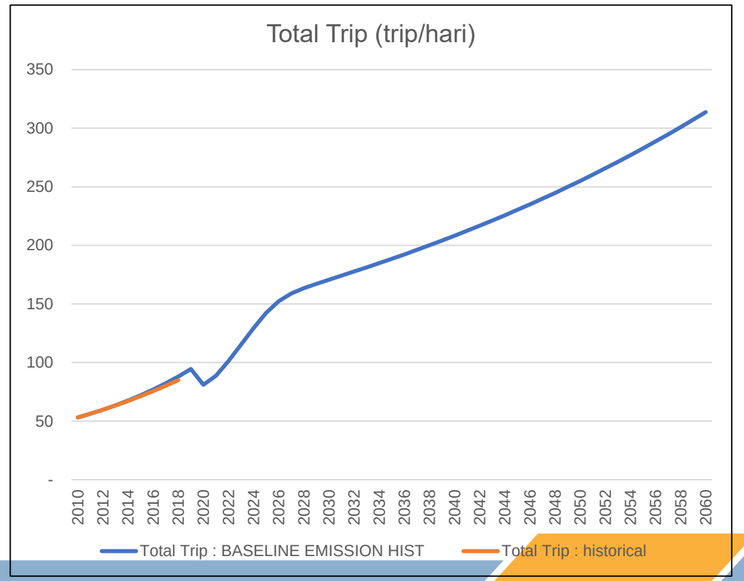
- Simulasi dasar atau baseline umumnya didefinisikan sebag ai simulasi yang dilakukan sebagai simulasi referensi yang nantinya akan dibandingkan dengan berbagai simulasi/sken ario kebijakan. Simulasi dasar dapat didasarkan pada strukt ur model yang telah ‘divalidasi’ dengan (1) Meneruskan simulasi atau (2) Melakukan penyesuaian pada asumsi
- Berdasarkan data historis ada implementasi kebijakan biofuel dalam periode historis 2010-2022,
  sehingga baseline simulasi model mencakup:
  1. Baseline historis, yakni Baseline dengan menyertakan p enggunaan biofuel secara historis
  2. Baseline, yakni Baseline dimana diasumsikan tidak ada penggunaan biofuel sama sekali pada periode historis ya ng menghasilkan perilaku emisi yang lebih tinggi dari hist oris.
- Skenario baseline akan digunakan sebagai basis untuk perhitungan penurunan emisi dari kinerja kebijakan



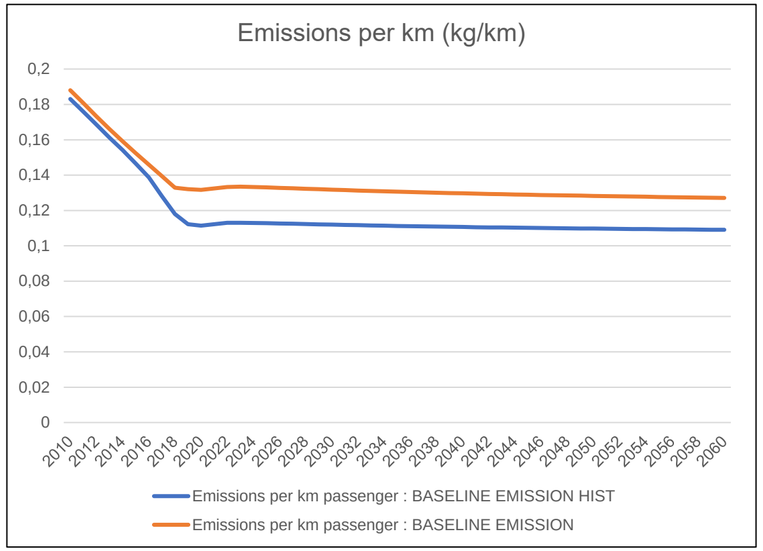


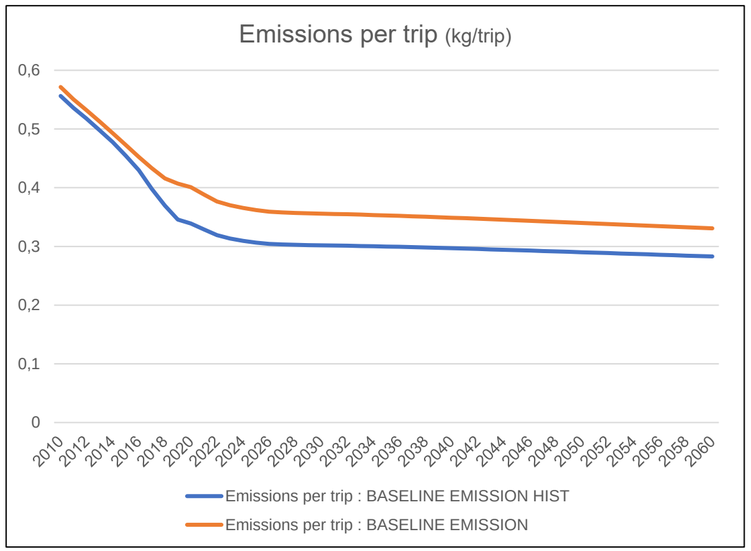


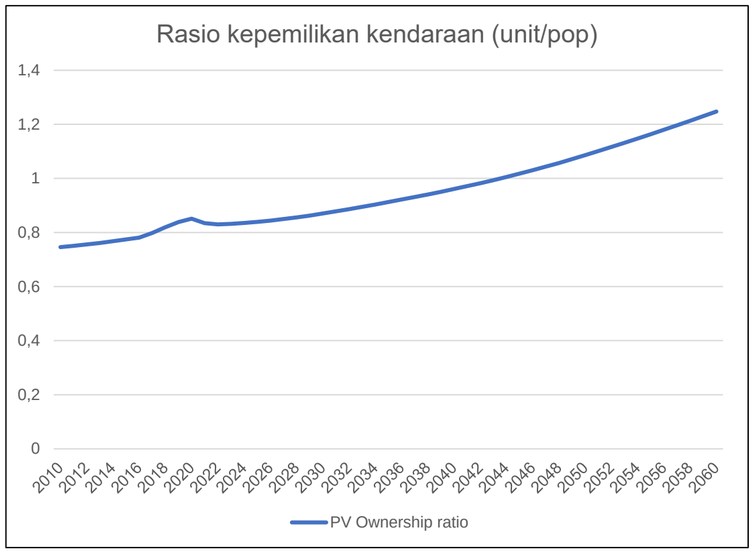


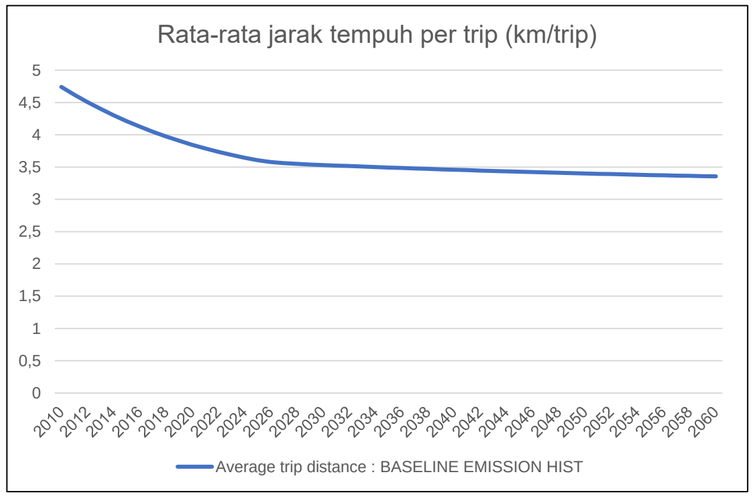


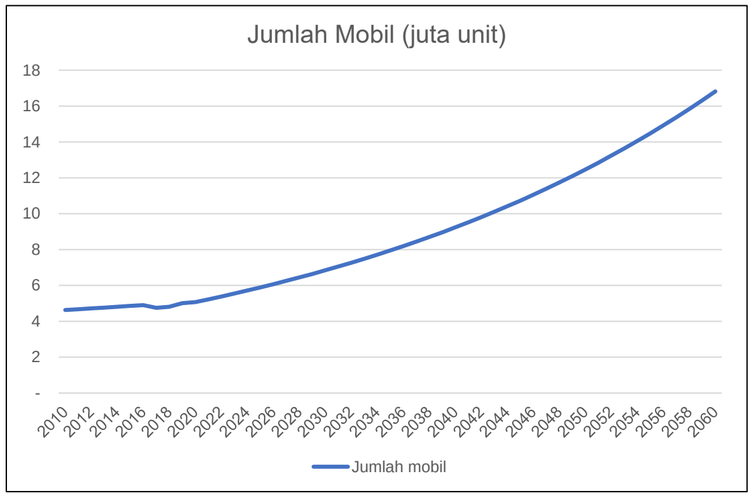
Hasil Simulasi Dasar

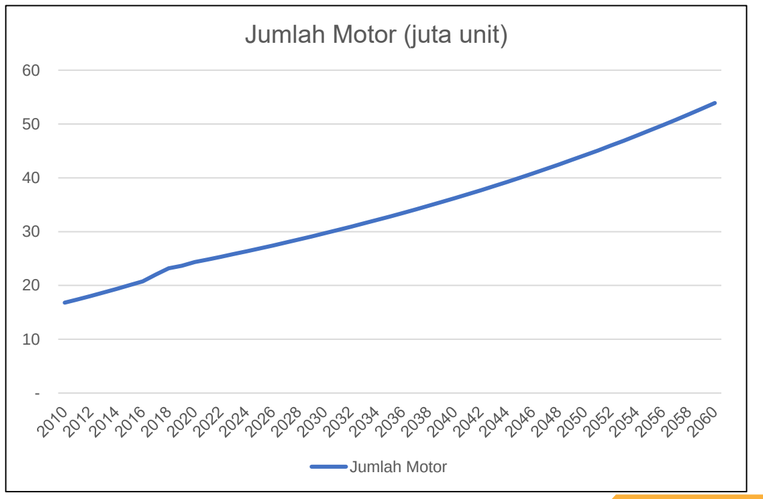












SIMULASI: KEBIJAKAN MODEL REGIONAL

Strategi Terkait Pengurangan Emisi di Sektor Transportasi

Strategi	Detail Strategi	Strategi yang Diakomodasi di Model Regional
Avoid	▪ Pengaturan Tata Ruang ▪ TOD (Transit Oriented Development) ▪ WFH/WFA ▪ ERP (Electronic Road Pricing) ▪ Penetapan Tarif Parkir ▪ LEZ (Low Emission Zone) dan ZEZ (Zero Emission Zone)	▪ TOD ▪ WFH/WFA ▪ LEZ/ZEZ
Shift	▪ Transportasi Publik ▪ Transportasi Tidak Bermotor (Nonmotorized Transport)	▪ Transportasi Publik
Improve	▪ Electric Vehicle ▪ Biofuel ▪ Fuel Economy Standard ▪ Vehicle Emission Standard	▪ Electric Vehicle ▪ Biofuel ▪ Fuel Economy Standard

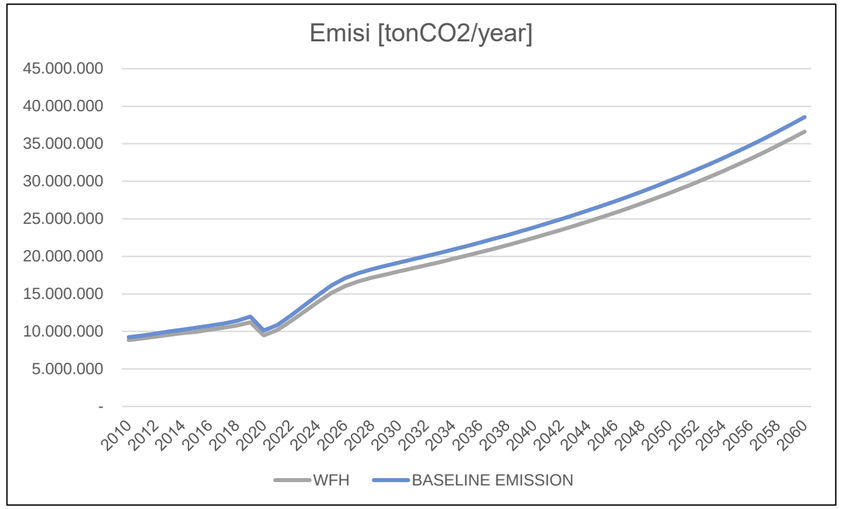
SKENARIO SEMUA KEBIJAKAN

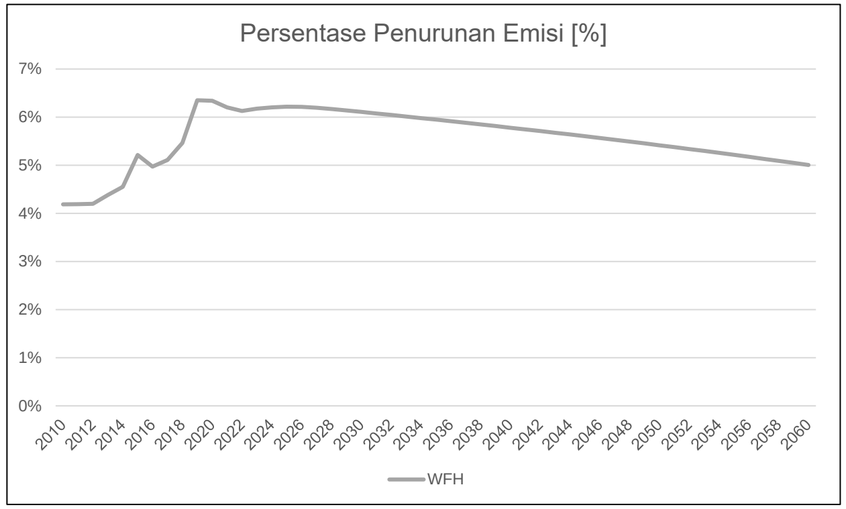
No	Kebijakan	Asumsi Skenario
1	TOD	▪ Fasilitas TOD secara kualitatif rata-rata meningkat dari 0.3 tahun 2019 menjadi 0.7 pada tahun 2060 ▪ Persentase populasi jabodetabek yang tinggal di area TOD 0.47% ▪ Pengurangan trip per kapita maksimal 20% pada 2060 ▪ Persentase perpindahan ke public transport sebagai dampak TOD 30%
2	WFH	▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94% ▪ Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024 ▪ Persentase Populasi yang Melakukan WFH 22%, tercapai pada tahun 2035 ▪ Persentase Trip WFH 100% ▪ Rebound effect 23%
3	LEZ	▪ Satu lokasi LEZ ▪ Potensi pengunjung 20.000 orang/hari ▪ Public transport melewati area LEZ: BRT 7,69% dan KRL 20% dari total volume perjalanan masing-masing kendaraan (berpotensi mengangkut 10 juta orang per hari per orang dari satu lokasi)
4	Transportasi Publik	▪ Share public transport sekitar 16% tahun 2022 menjadi 60% pada tahun 2060
5	Biofuel	▪ Konten biofuel 10% pada 2010, naik menjadi B30 pada tahun 2020 ▪ Mulai tahun 2024 diterapkan B35 ▪ Konten biofuel sampai 60% (B60) tercapai pada tahun 2060 ▪ Persentase penggunaan biofuel di sekitar 60% pada tahun 2010, berangsur naik menjadi 98% pada tahun 2022. Selanjutnya diskenariokan penggunaan biofuel 100%

SKENARIO SEMUA KEBIJAKAN

No	Kebijakan	Skenario All Policy
6	Fuel Economy Standard	Motor: 58 km/L Mobil: 20 km/L Bus: 4 km/L Tercapai pada tahun 2050
7	EV Mobil	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 80 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU ▪ Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024
	EV Motor	▪ Insentif Pajak ▪ Insentif pembelian Rp 7 juta/unit mulai tahun 2024 ▪ Jumlah SPBKLU ▪ Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024

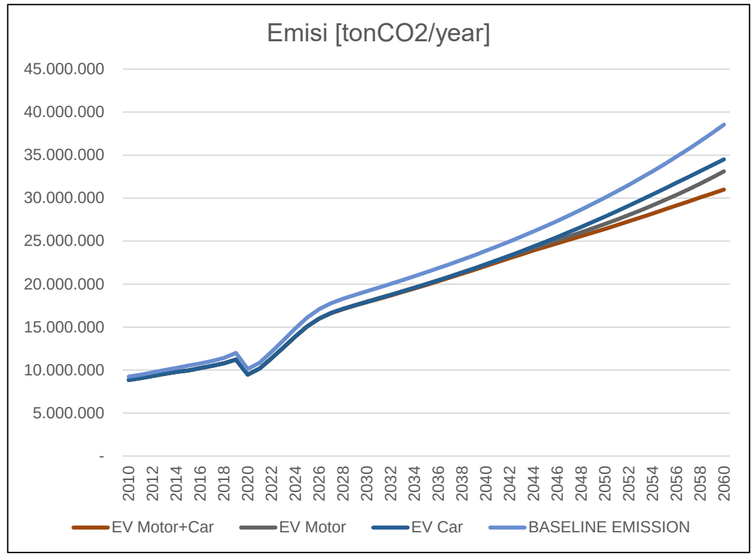
KEBIJAKAN WFH

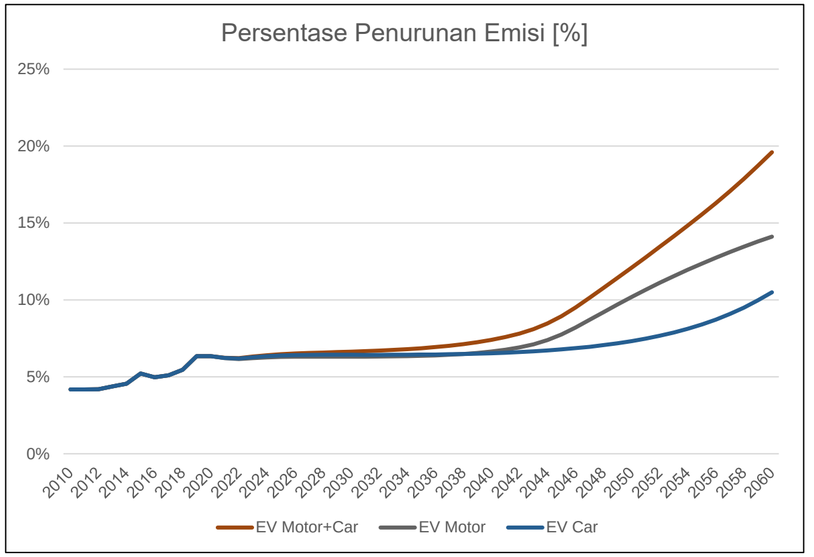


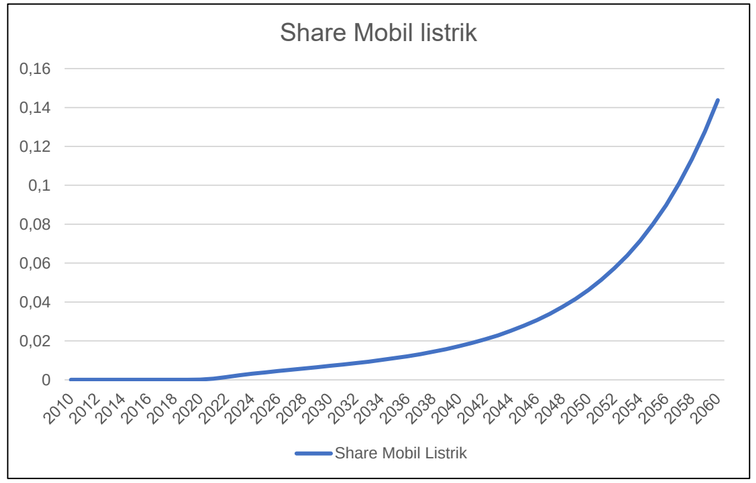


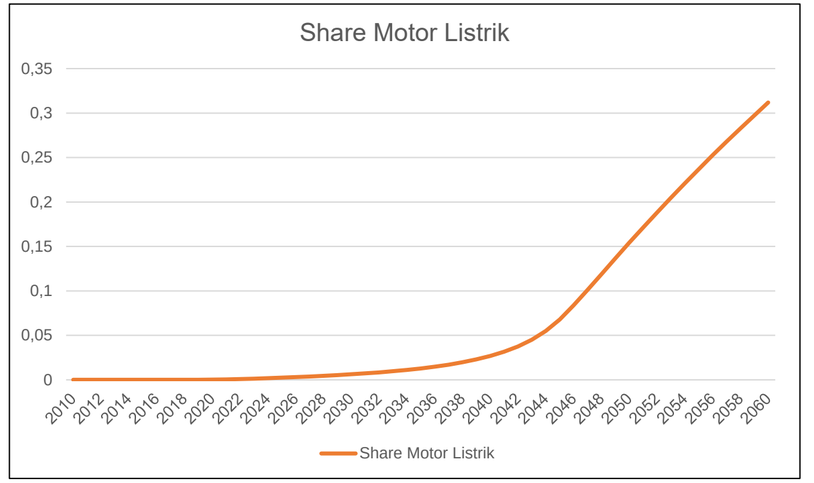
KEBIJAKAN EV

Institute for Essential Services Reform









Asumsi Skenario

- Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94%
- Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024
- Persentase Populasi yang Melakukan WFH 22%, tercapai pada tahun 2040
- Persentase Trip WFH 100%
- Rebound effect 23%

Asumsi Skenario Mobil Listrik

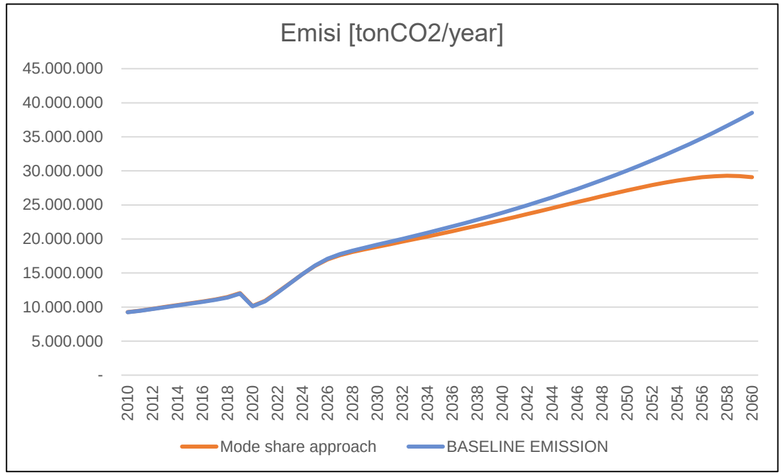
- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 80 juta/unit
- Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU
- Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024

Asumsi Skenario Motor Listrik

- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 7 juta/unit
- Jumlah SPBKLU
- Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024

Persentase penurunan emisi: motor listrik saja 14%, mobil listrik saja 10%

KEBIJAKAN PUBLIC TRANSPORT

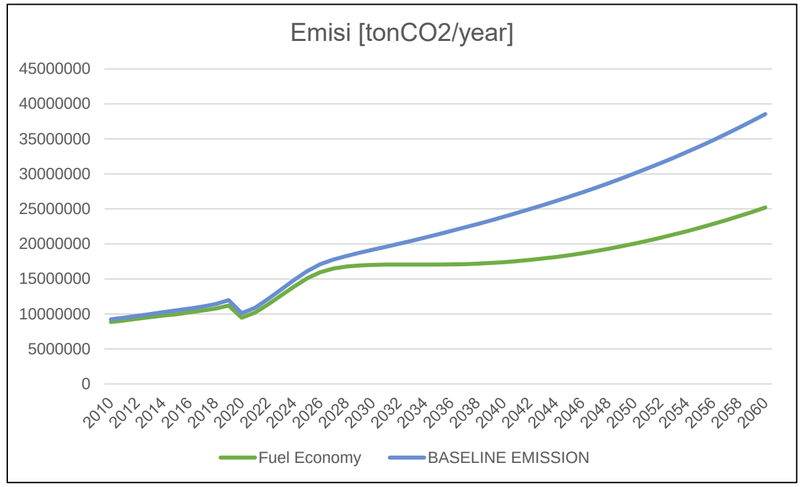


Asumsi Skenario

- Share public transport 16% pada tahun 2022 meningkat secara perlahan menjadi 60 pada tahun 2060

- Didekati dari volume perjalanan (share trip boleh jadi kurang dari 60%),
- Diasumsikan dalam model nasional, share transportasi umum dominan bus (inter dan intra wilayah), belum dipenetrasi dengan bahan bakar listrik, jika dimasukkan akan berdampak lebih besar
- Berdampak pada penurunan penggunan bahan bakar (kendaraan pribadi) dan total,
- Terkait dengan isu pengembangan transportasi public, dan penyedia jasa transportasi
- Masih belum mengaitkan antara *push and pull factor*
- Persentase pengurangan emisi 1-25%

KEBIJAKAN FUEL ECONOMY

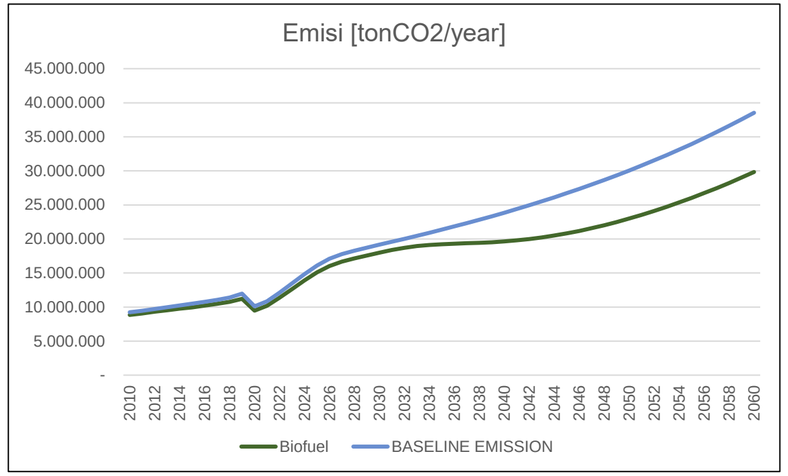


Asumsi Skenario

Kondisi saat ini:	Skenario
Motor: 35 km/L	Motor: 58 km/L
Mobil: 11.49 km/L	Mobil: 20 km/L
Bus: 3 km/L	Bus: 4 km/L

- Potensial untuk menurunkan emisi secara signifikan, namun dalam perjalanan waktu mirip dengan kendaraan listik dibutuhkan effort besar untuk menggantikan kendaraan dengan efisiensi eksisting ke efisiensi target
- Dengan laju eksisting kendaraan ICE saat ini, diasumsikan yang mampu tercapai s.d 2060 dalam penurunan emisi sekira 4%-35%

KEBIJAKAN BIOFUEL

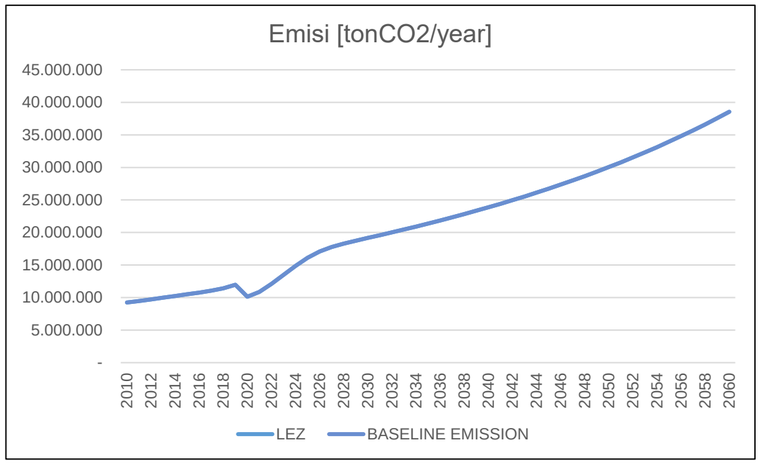


Asumsi Skenario

- Konten biofuel 10% pada 2010, naik menjadi B30 pada tahun 2020-2022
- Mulai tahun 2024 diterapkan B35
- Konten biofuel sampai 60% (B60) tercapai pada tahun 2060
- Persentase penggunaan biofuel di sekitar 60% pada tahun 2010, berangsur naik menjadi 98% pada tahun 2022. Selanjutnya diskenariokan penggunaan biofuel 100%

- Potensial untuk menurunkan emisi secara signifikan, namun akan memunculkan isu teknis (konfigurasi kendaraan, dampak penggunaan dalam jangka Panjang, dsb)
- Belum mengaitkan dengan kebijakan bioethanol ke depan, artinya potensi boleh jadi lebih besar dari kondisi saat ini

KEBIJAKAN LEZ

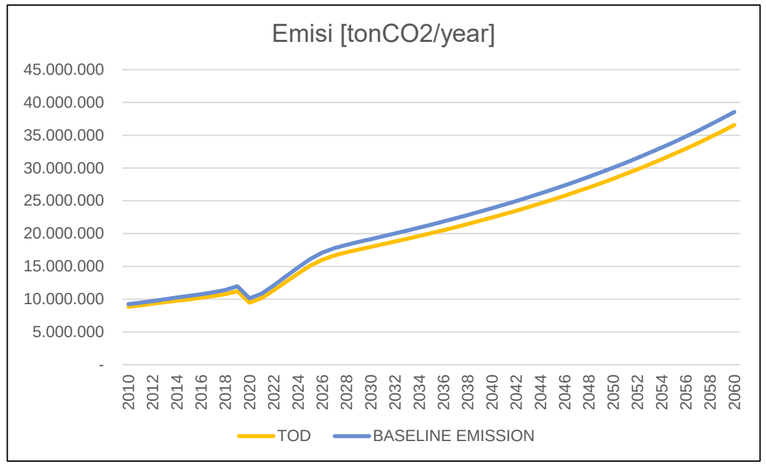


Asumsi Skenario

- Satu lokasi LEZ
- Public transport melewati area LEZ: BRT 7,69% dan KRL 20% dari total volume perjalanan masing-masing kendaraan

- Pengurangan emisi relatif kecil <1%
- Pergerakan dari area LEZ maksimal 20.000 orang dibandingkan dengan 40 juta pergerakan di jabodetabek

KEBIJAKAN TOD

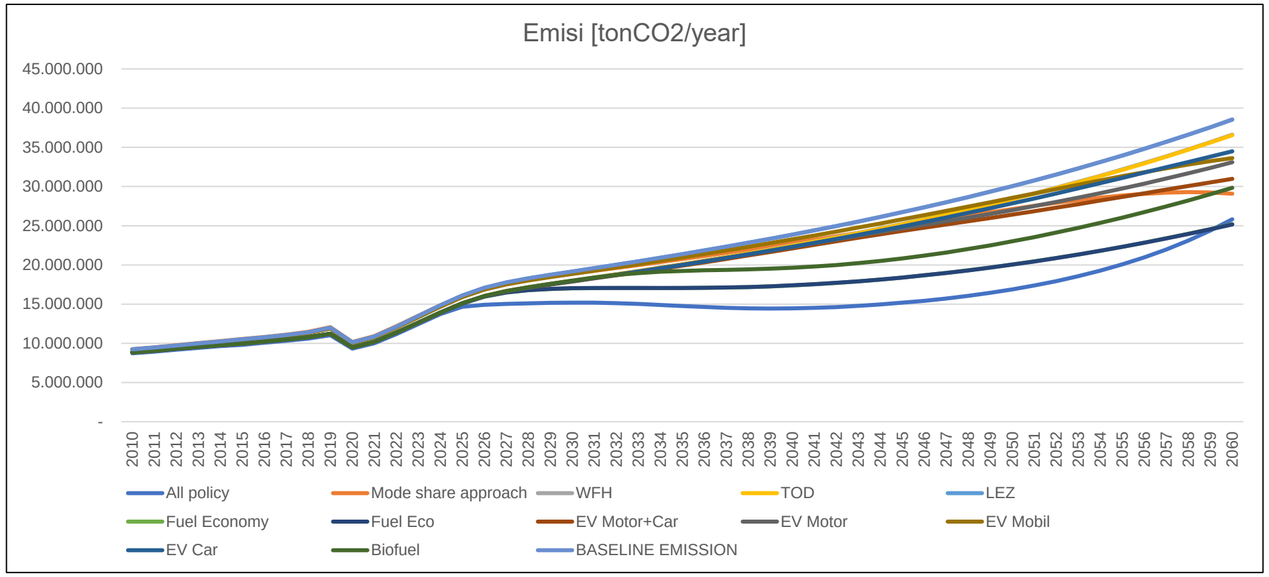


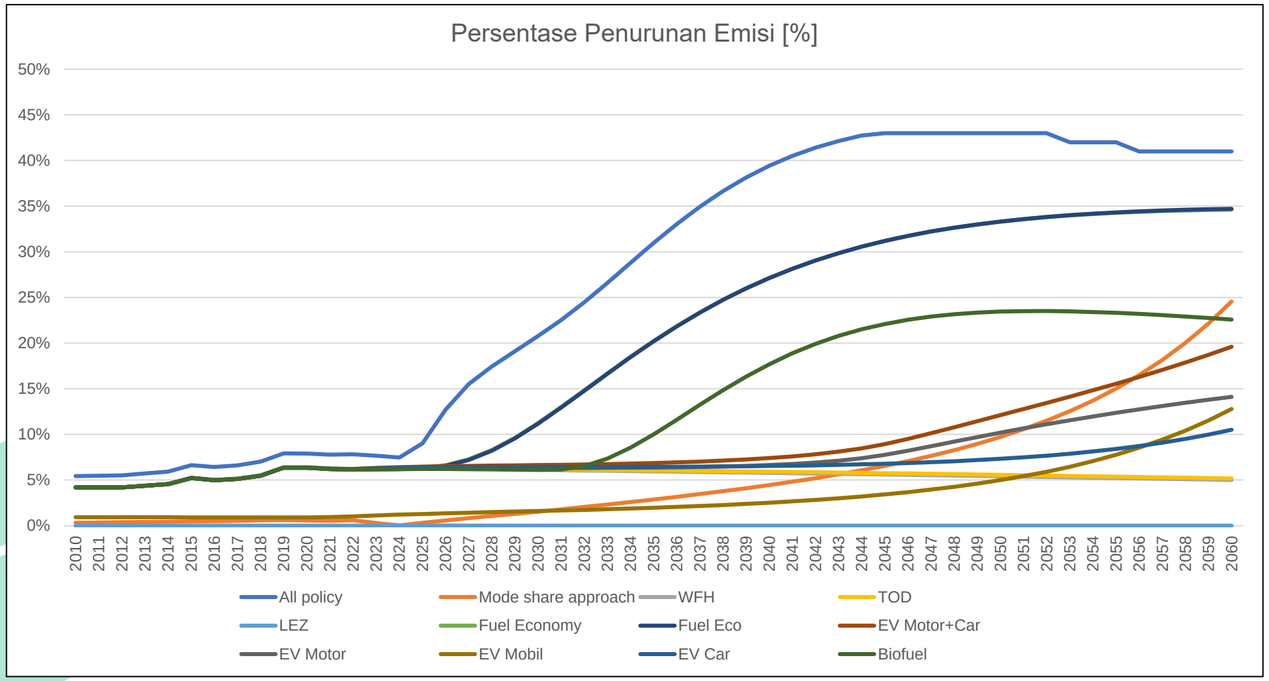
Asumsi Skenario

- Fasilitas TOD secara kualitatif rata-rata meningkat dari 0.3 tahun 2019 menjadi 0.7 pada tahun 2060
- Persentase populasi jabodetabek yang tinggal di area TOD 0.47%
- Pengurangan trip per kapita maksimal 20% pada 2060
- Persentase perpindahan ke public transport sebagai dampak TOD 30%

- Dampak mengurangi trip volume dengan menggunakan kendaraan dan peningkatan ridership public transport
- Persentase pengurangan emisi sekira 4%-6%

KINERJA KEBIJAKAN





- Range penurunan emisi transportasi berada pada rentang 7%-43% hingga tahun 2060, melalui kombinasi kebijakan WFH, LEZ, TOD, EV, Biofuel, Mode share, dan fuel efficiency.
- Penurunan ini sebagai besar baru didukung oleh kebijakan di kendaraan penumpang dan belum terkait dengan kendaraan barang dan logisik darat (kecuali fuel efficiency)
- Beberapa kebijakan yang signfikan menurunkan antara lain (1) Fuel Economy, (2) Biofuel, (3) Public Transport dan EV,
- Kebijakan kendaraan listrik—memungkinkan—untuk berdampak besar dan menjadi *game changer* bagi emisi nasional, namun setidaknya ada dua yang harus dicapai untuk bisa berdampak pada level nasional, yakni (1) Meningkatan *sales share* EV dalam penjualan kendaraan listrik dan (2) didukung dengan kebijakan yang mendorong meningkatnya *discard rate* kendaraan
- Pergeseran moda ke arah public memiliki dampak yang lebih *sustain* dalam konteks penggunaan bahan bakar dan sumber daya, namun membutuhkan investasi yang cukup besar

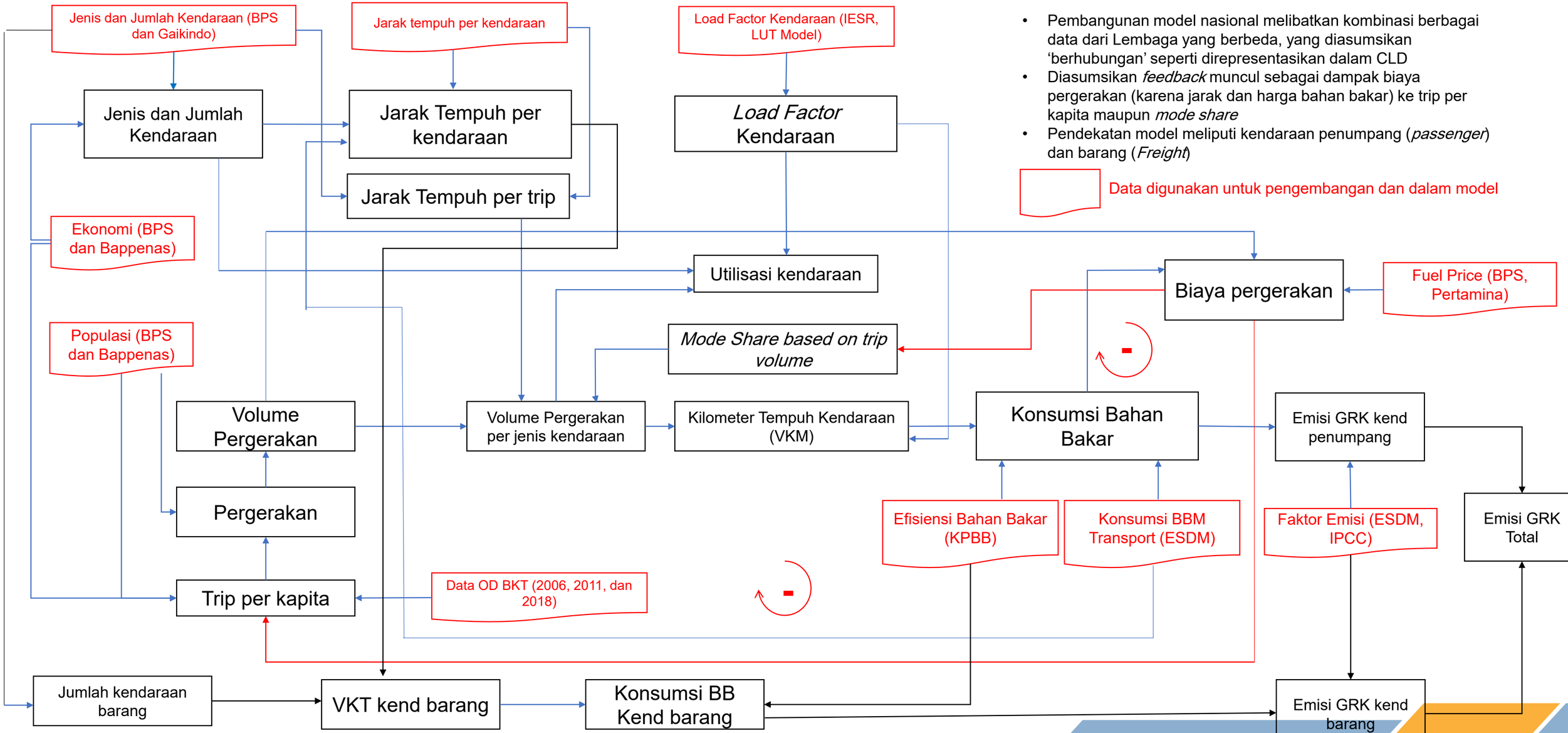
Limitasi dan Keterbatasan Model

- Volume perjalanan didekati dari jarak titik Tengah dan bukan jarak tempuh (*under* or *over estimate*)
- Belum menggambarkan interaksi antarwilayah karena menggunakan pendekatan agregat
- Pendekatan mode share didekati secara *nested* dari aggregasi jumlah kendaraan berdasarkan kepemilikan/status, sementara distribusi ke subjenis kepemilikan/status belum didalami
- Pendekatan *mode share* relatif masih konseptual, perlu proses agregasi dan validasi berdasarkan data yang lebih detaill
- Tidak meng-*cover* emisi yang ‘mungkin’ diproduksi untuk kebutuhan baterai kendaran listrik

LAMPIRAN

THINKING FRAMEWORK MODEL NASIONAL

Pengembangan Model Nasional



- Pembangunan model nasional melibatkan kombinasi berbagai data dari Lembaga yang berbeda, yang diasumsikan 'berhubungan' seperti direpresentasikan dalam CLD
- Diasumsikan *feedback* muncul sebagai dampak biaya pergerakan (karena jarak dan harga bahan bakar) ke trip per kapita maupun *mode share*
- Pendekatan model meliputi kendaraan penumpang (*passenger*) dan barang (*Freight*)

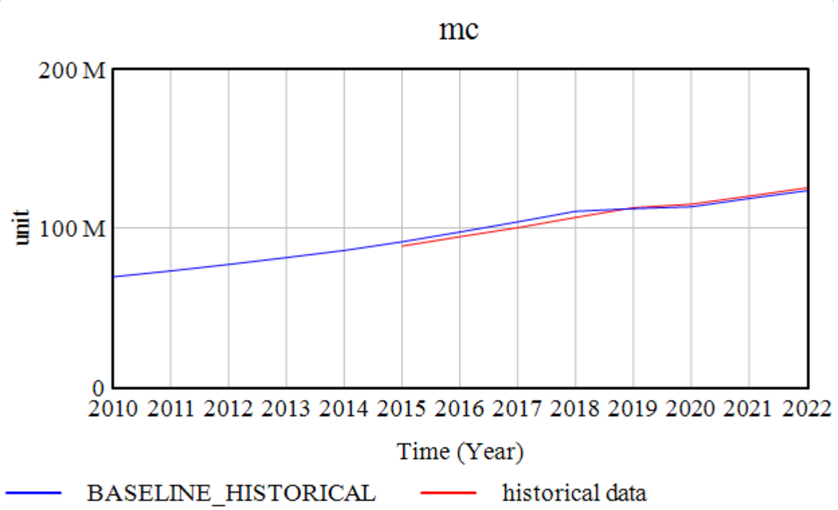
Data digunakan untuk pengembangan dan dalam model

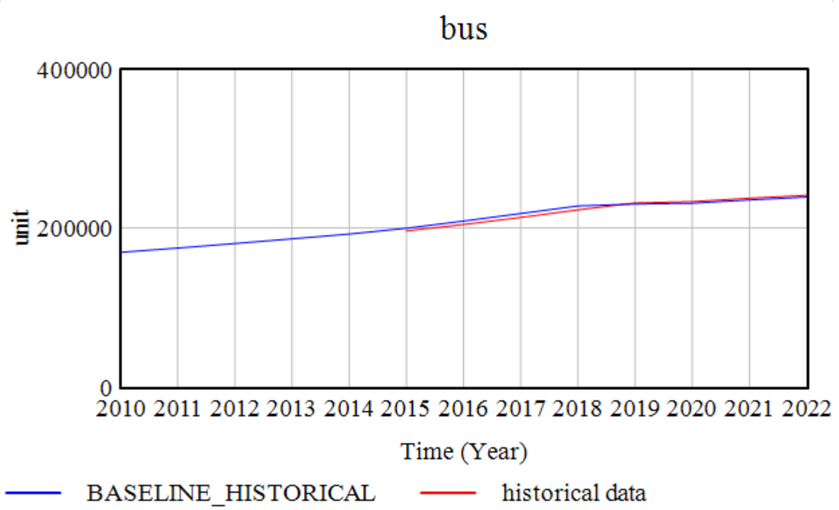
Pengembangan Model Nasional: Database

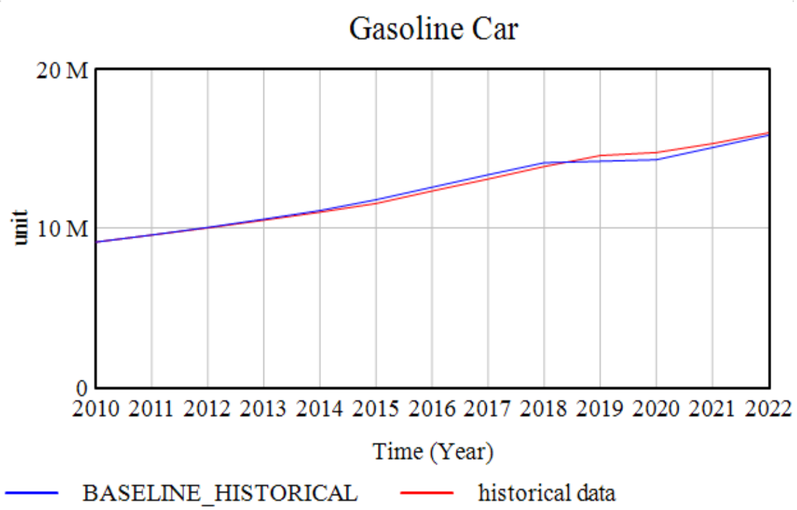
No	Data digunakan	Penggunaan dalam Model	Rentang waktu	Sumber Data
1	PDB dan Laju Pertumbuhan Ekonomi	Perhitungan PDB dan Laju Pertumbuhan Ekonomi (LPE)	2010-2022	BPS
2	Visi Indonesia 2045	Proyeksi PDB jangka Panjang (dengan beberapa penyesuaian)	2020-2045	BPS dan Bappenas
3	Populasi dan Proyeksi Populasi 2045	• Proyeksi Populasi • Proyeksi Urbanisasi	2020-2050	BPS dan Bappenas
4	Data Matriks Asal Tujuan	Aggregasi untuk jumlah pergerakan nasional		BKT
5	Jumlah Kendaraan	• Pendekatan perhitungan jarak tempuh per trip • Perhitungan utilisasi kendaraan	2015-2022	BPS
6	Penjualan per jenis kendaraan	Berpengaruh pada dinamika jumlah kendaraan	2010-2022	Gaikindo
7	Jarak tempuh per kendaraan	Dasar dalam perhitungan jarak tempuh dari sisi perjalanan (Demand)	Proxy	LUT Model (IESR) UKPACT (Kemenhub)
8	*Load Factor* per jenis kendaraan	Faktor penentu dalam konsumsi bahan bakar dan VKT kendaraan	Proxy	LUT Model (IESR)
9	Efisiensi bahan bakar per jenis kendaraan	Faktor penentu dalam konsumsi bahan bakar	2016	KPBB
10	Konsumsi BBM sektor transportasi	Angka pembanding untuk distribusi penggunaan BBM per jenis kendaraan di level nasional dan dasar perhitungan emisi historis	2010-2022	ESDM
11	Harga bahan bakar	Utk gambaran dampak perubahan harga terhadap pergerakan melalui rata-rata harga bahan bakar utk perjalanan	2010-2022	Pertamina
12	Faktor Emisi	Penentu Emisi GRK		ESDM dan IPCC

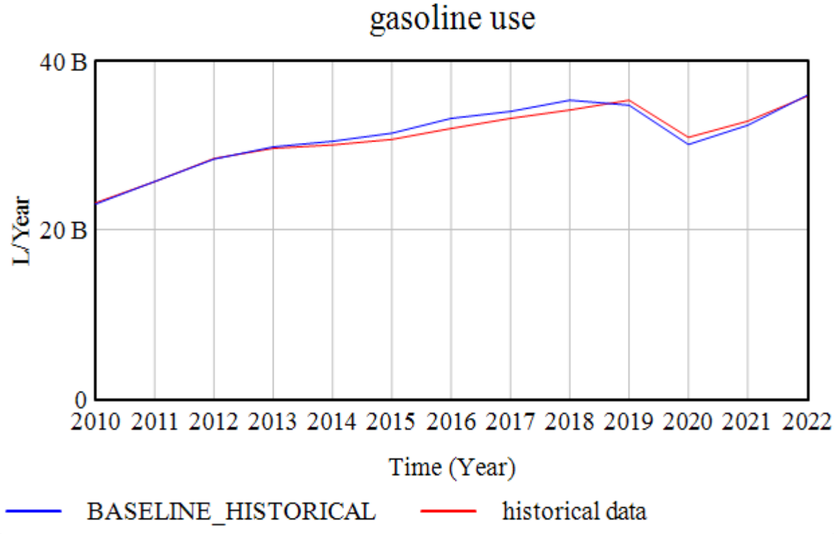
UJI MODEL DENGAN PERILAKU HISTORIS

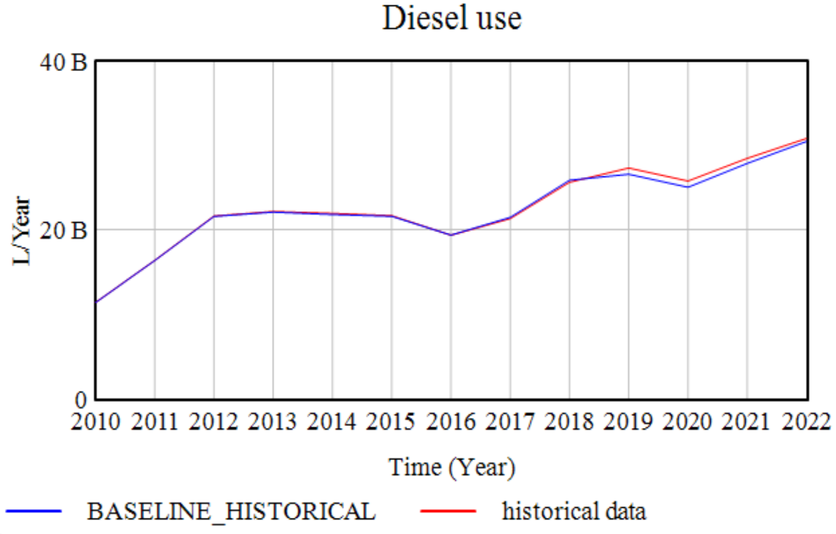
Beberapa Perbandingan Hasil Simulasi dan Data Historis



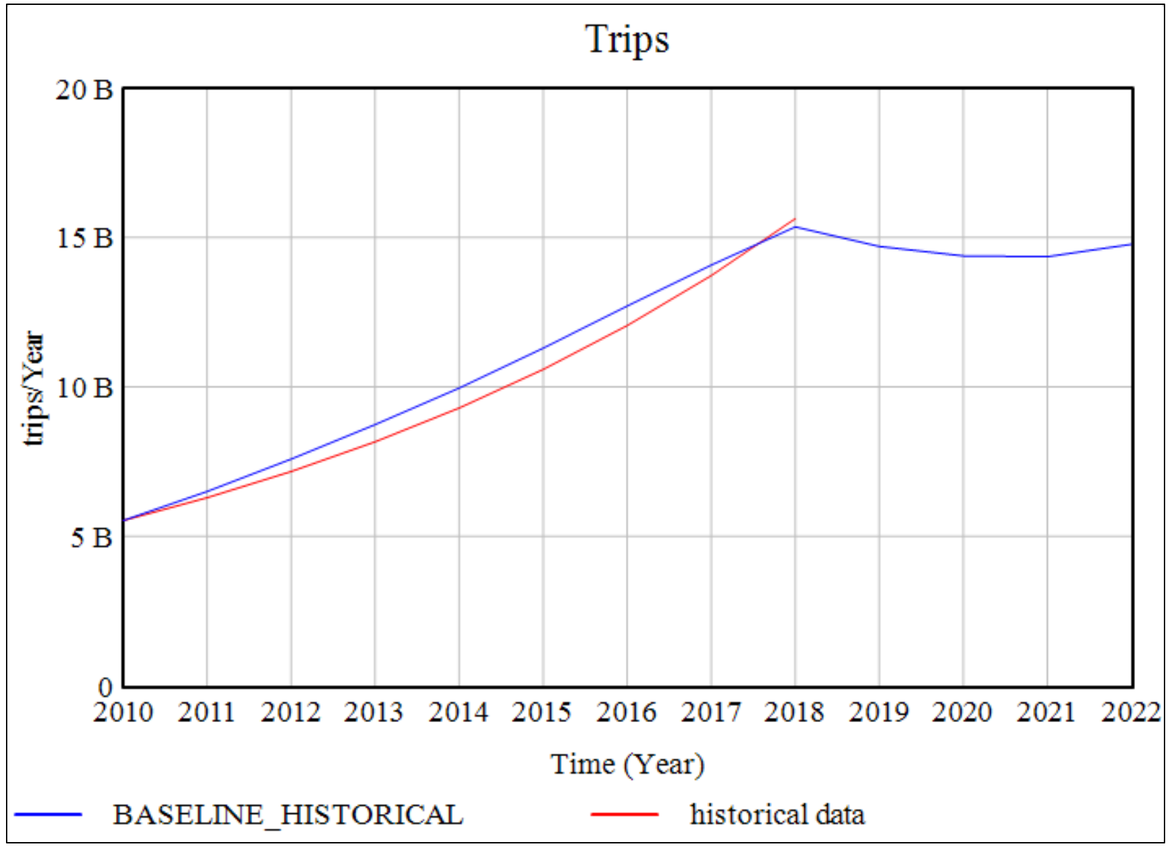


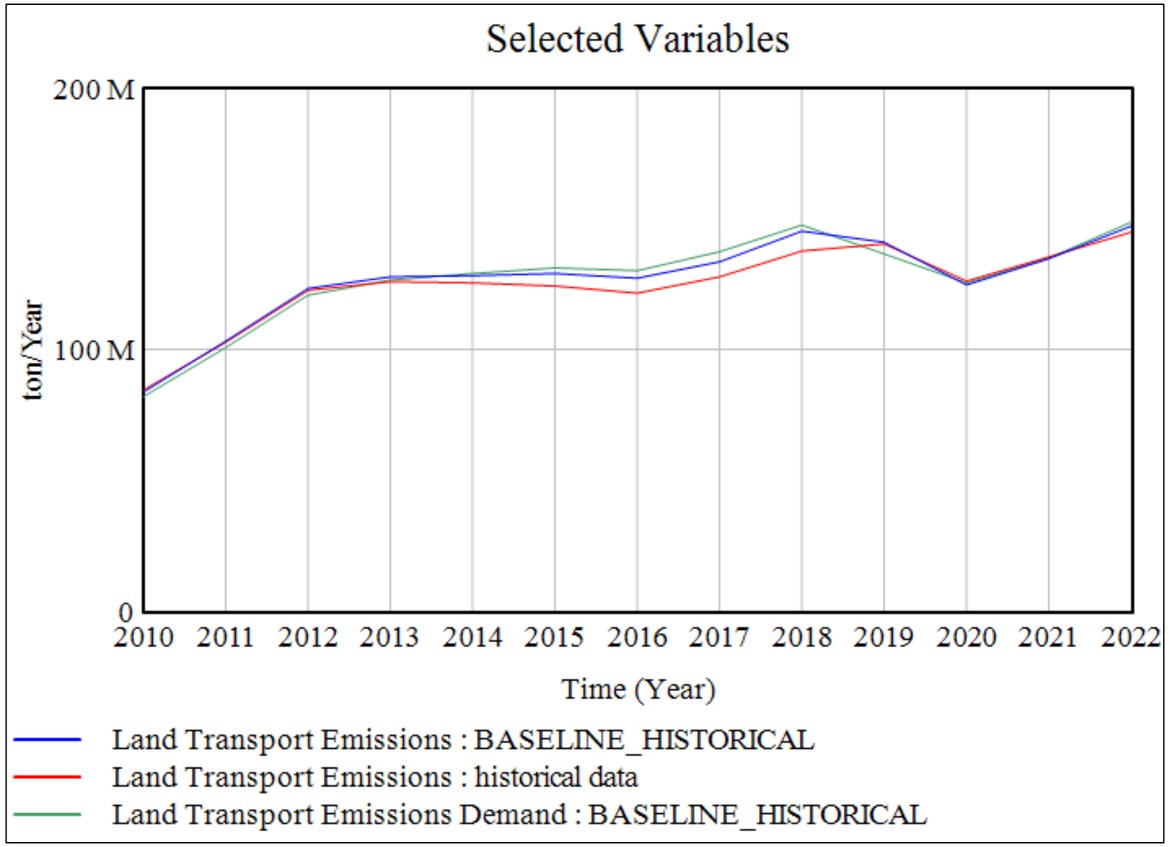






Beberapa Perbandingan Hasil Simulasi dan Data Historis

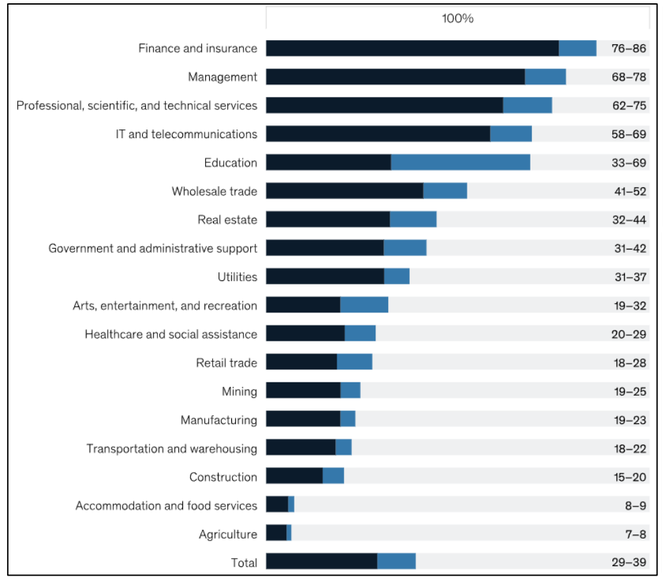




TAMBAHAN PENJELASAN: WFH DAN EV

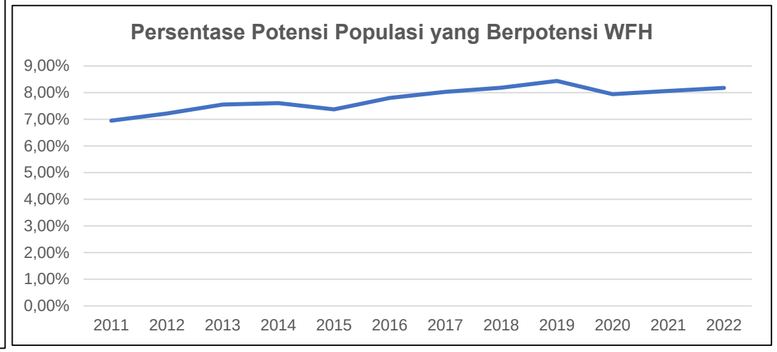
KEBIJAKAN WFH

PERSENTASE MASYARAKAT YANG MELAKUKAN WFH



Potential share of time WFH (McKinsey, 2020)

Lapangan Pekerjaan Utama
Informasi dan Komunikasi
Jasa Keuangan dan Asuransi
Jasa Perusahaan
Administrasi Pemerintahan, Pertahanan, dan Jaminan Sosial Wajib
Jasa Pendidikan
Jasa Lainnya



Sumber: Olah data BPS

DAMPAK TERHADAP VKT (Vehicle Kilometer Travel)

Rebound Effect
(a) the possible increase in journey distance and frequency (on a weekly scale),
(b) the potential for residential relocation or multilocal dwelling in the context of a reduced requirement to commute

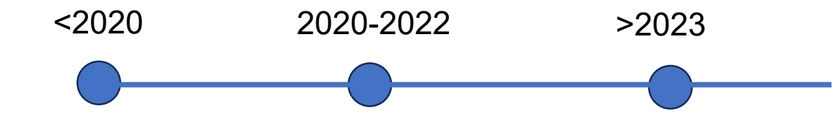
Rebound Effect	Min	Max
Persentase dari Volume perjalanan	23%	93%

Macias, et.al., 2022

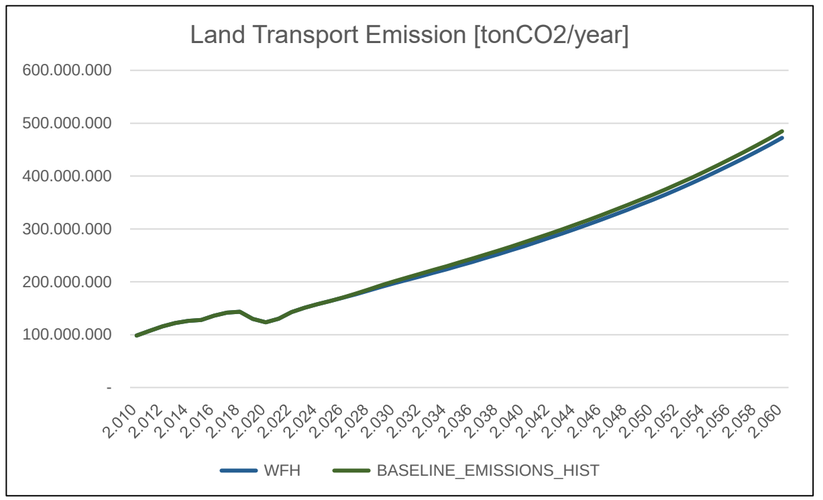
Asumsi Skenario

- Persentase Populasi yang Melakukan WFH mula-mula 1,94%
- Waktu Implementasi Kebijakan WFH Tahun 2024
- Persentase Populasi yang Melakukan WFH 8%, tercapai pada tahun 2040
- Persentase Trip WFH 100%
- Rebound effect 23%

PERSENTASE POPULASI YANG MELAKUKAN WFH/WFA



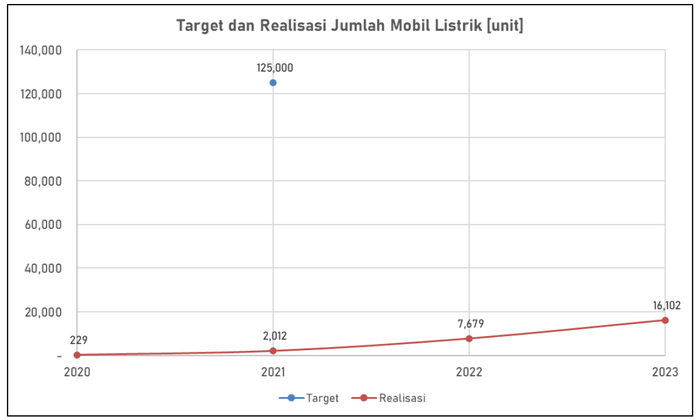
Pra Pandemi	Pandemi	Masa Depan
1.94% (katadata.co.id, diolah)	46% (katadata.co.id)	Bertahap menuju 8% tahun 2040 (McKinsey, 2020 & PwC, 2023)

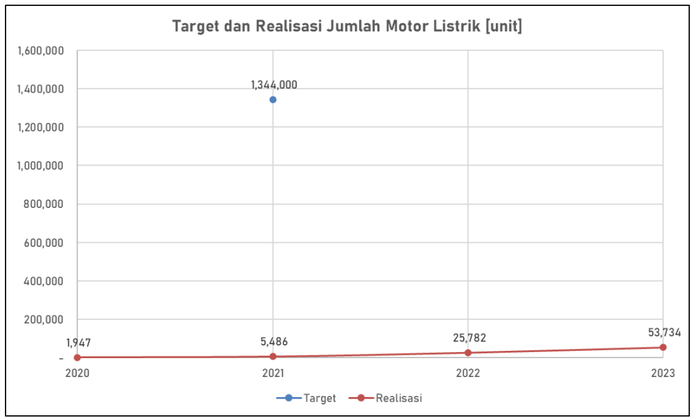


Kebijakan WFH maksimal dapat mengurangi emisi sebesar 3% pada tahun 2060 terhadap baseline historis

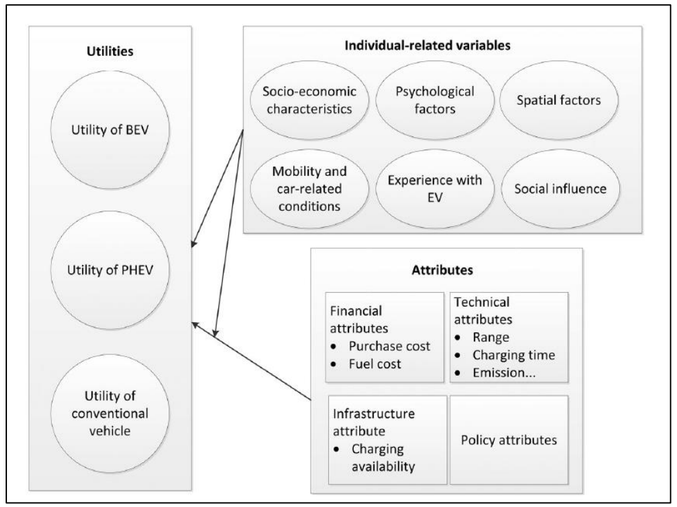
KEBIJAKAN EV

EV Past Performance

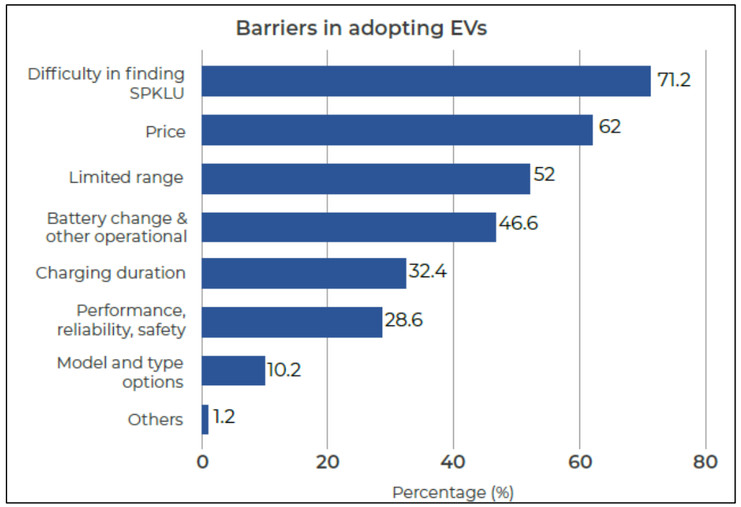




Sumber: Kemenko Marves, Kemen ESDM, dan Kemenhub



Preferensi Masyarakat terhadap Kendaraan Listrik (Liao, et.al., 2016)



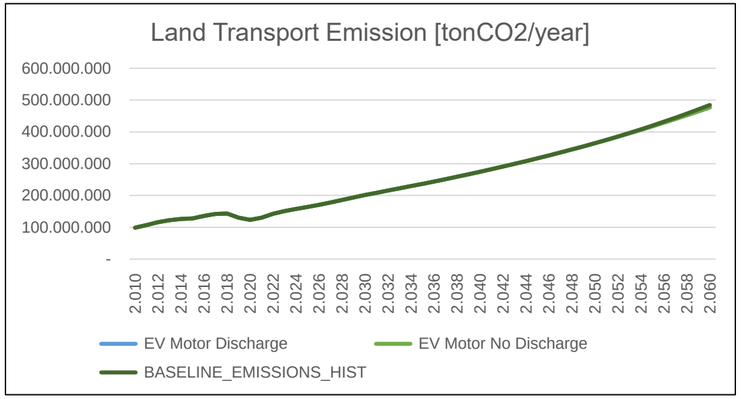
Sumber: IESR, 2023

Asumsi Skenario Mobil Listrik

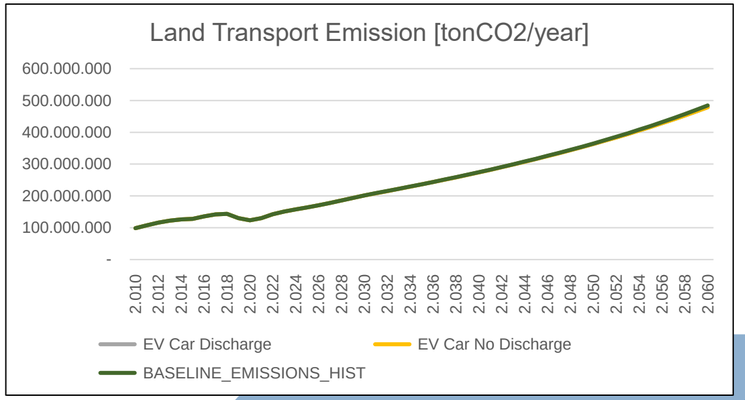
- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 80 juta/unit
- Jumlah SPKLU meningkat hingga menjadi 20% terhadap jumlah SPBU
- Insentif Tarif SPKLU 30% mulai tahun 2024

Asumsi Skenario Motor Listrik

- Insentif Pajak
- Insentif pembelian Rp 7 juta/unit
- Jumlah SPBKLU
- Insentif Tarif SPBKLU 30% mulai tahun 2024



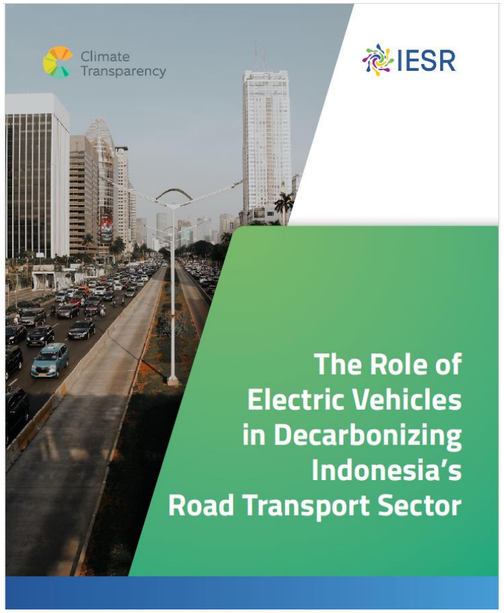
Kebijakan motor listrik maksimal dapat mengurangi emisi sebesar 2% pada tahun 2060



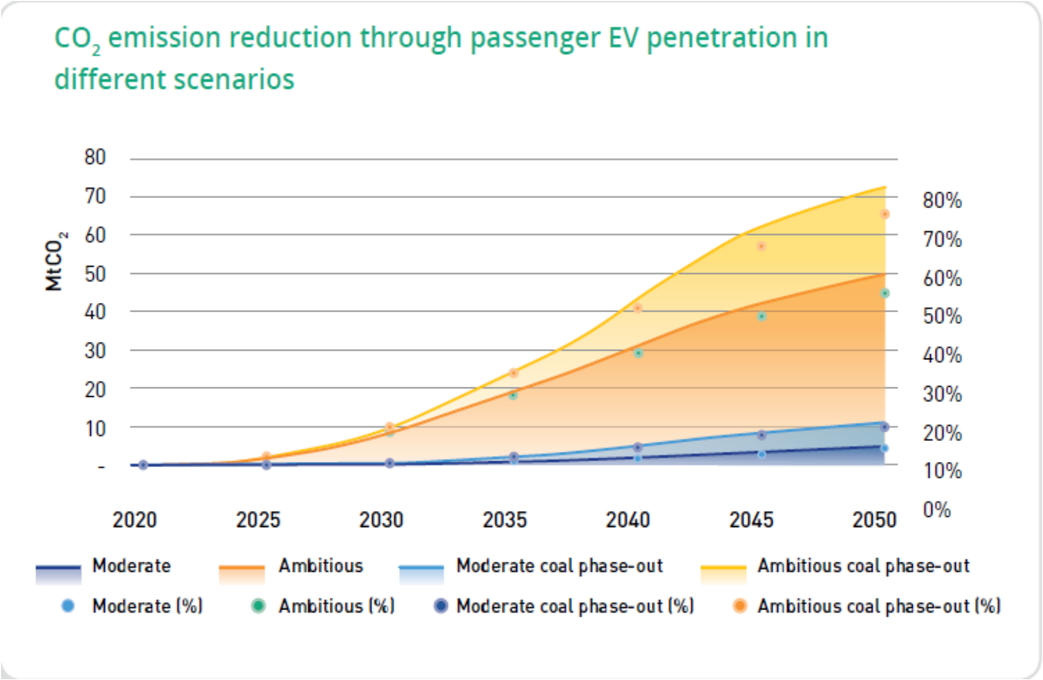
Kebijakan motor listrik maksimal dapat mengurangi emisi sebesar 1% pada tahun 2060

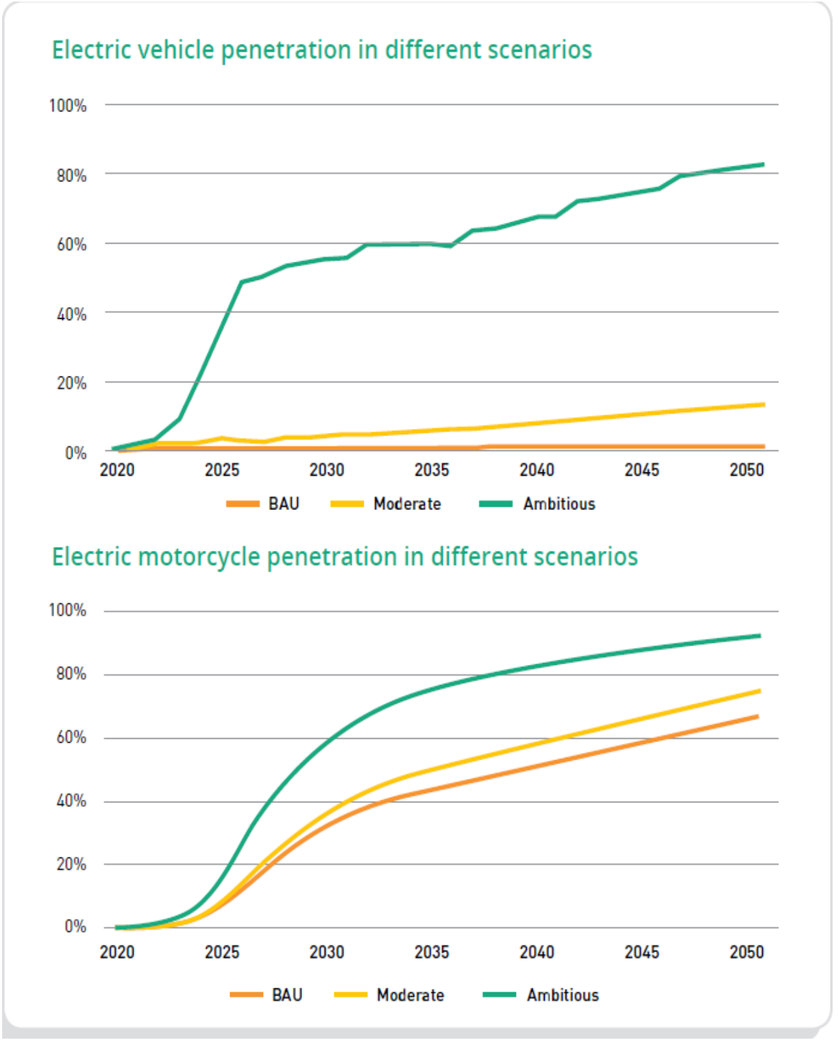
STUDI TERDAHULU TERKAIT DEKARBONISASI

Dekarbonisasi Transportasi di IESR



April 2020





- Melakukan uji coba model terhadap kebijakan yang diusulkan, misalnya : peningkatan stasiun pengisian dan peningkatan harga bahan bakar
- Mengkaji dan membandingkan pengurangan emisi yang disebabkan oleh adopsi EV

Dekarbonisasi Transportasi di IESR

Oktober 2020

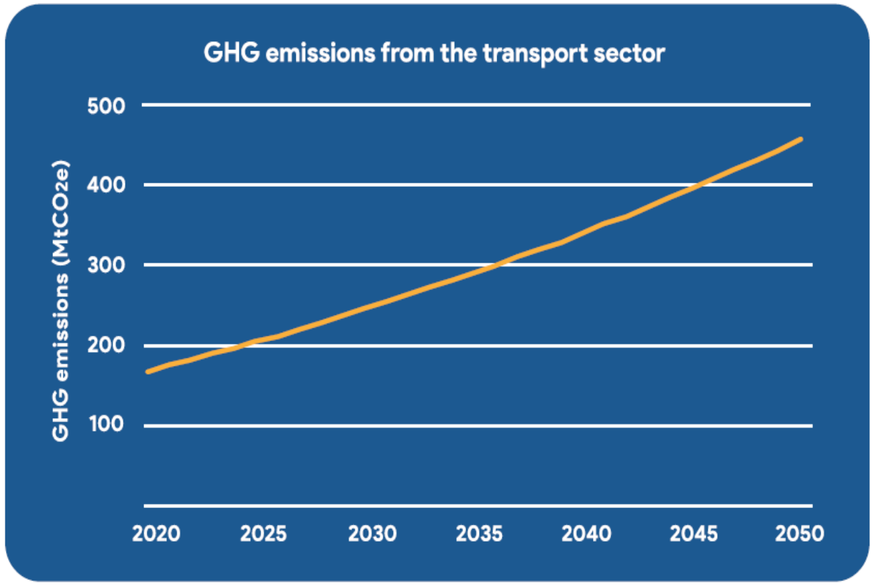


Figure 14. CO_2 emission projection based on the energy demand projection in Table 5. Data from the author's calculation

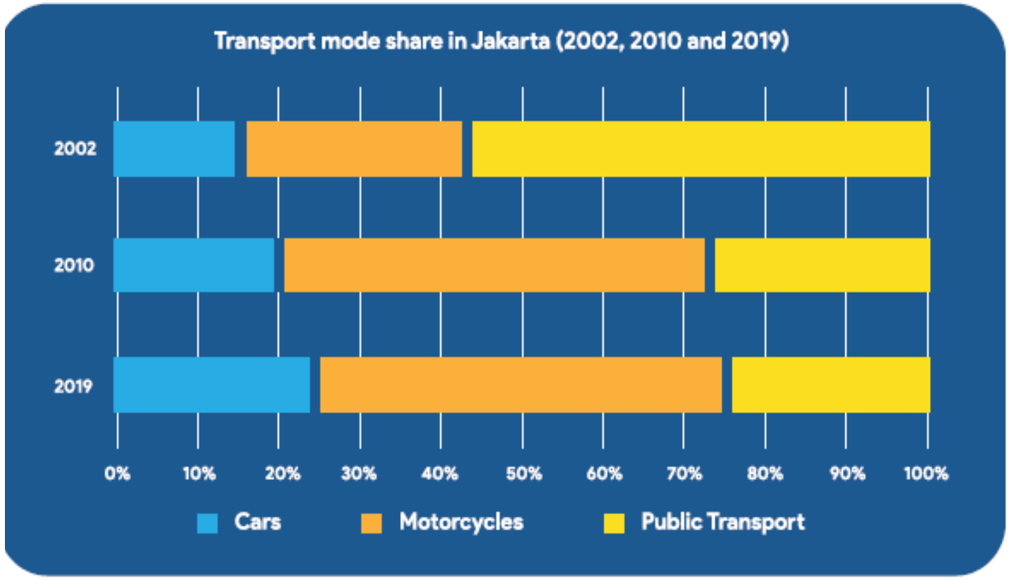


Figure 5. Transportation mode share in Jakarta over time. Data from ITDP (personal communication)

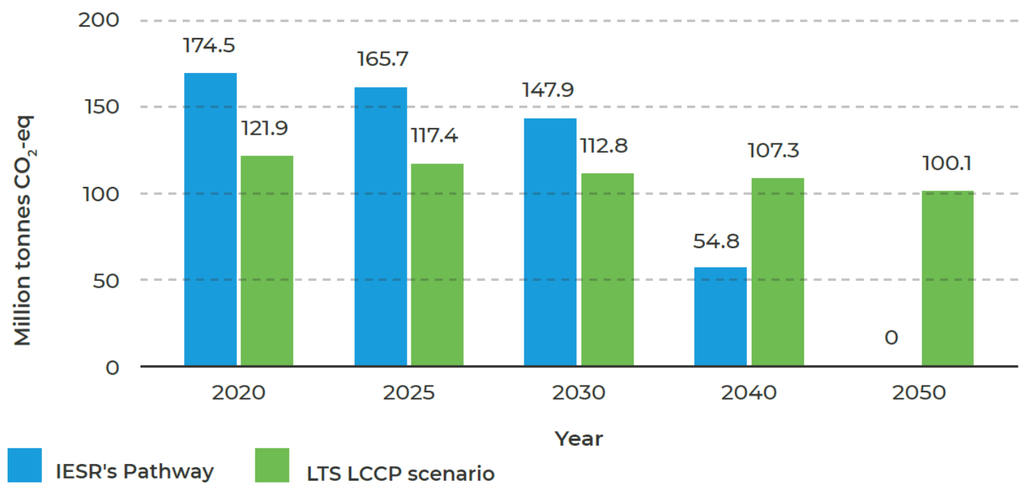
- Studi tahun 2020, menggambarkan *opportunity* untuk penurunan emisi di sektor transportasi berdasarkan kemampuan teknologi. Untuk simulasi dasar (berdasarkan RUEN) diketahui bahwa emisi GRK nasional mencapai angka 460-470 juta ton/tahun pada tahun 2050, yang lebih kurang 85% berasal dari transportasi darat
- Sementara aspek mode share di daerah/area urban, disinyalir bahwa model share public relatif menurun untuk wilayah DKI Jakarta, dari lebih kurang 57% pada 2002, semakin menunjukkan gejala penurunan ke level 21% pada tahun 2019 (ITDP). Artinya, tingkat penggunaan kendaraan pribadi meningkat yang diikuti dengan semakin tingginya konsumsi bahan bakar dan emisi DKI Jakarta, dan nasional pada umumnya

Dekarbonisasi Transportasi di IESR

Mei 2021

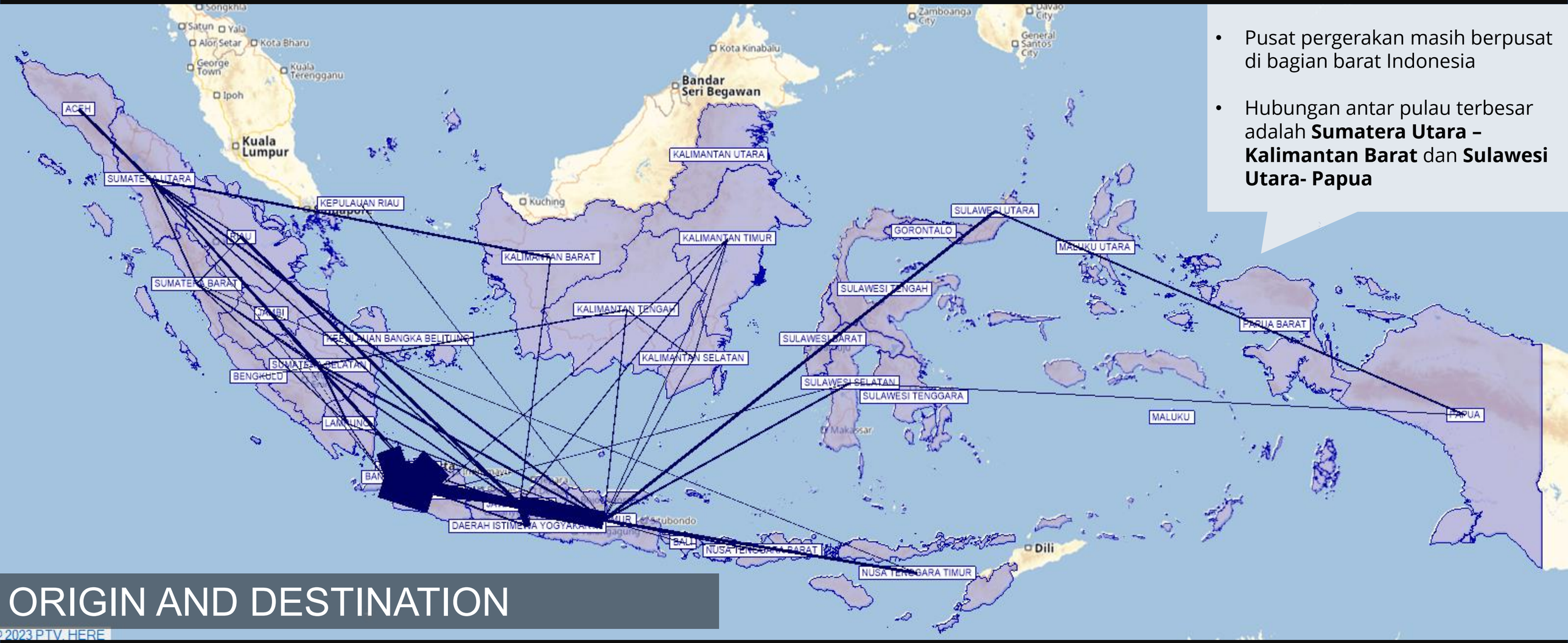
Desember 2022

Transport sector GHG emission projections due to ambitious decarbonization



Source: IESR, Agora Energiewende & LUT University (2021) and MoEF (2021)

- Beberapa asumsi dalam model menggunakan model dari publikasi "*Deep decarbonization of Indonesia's energy system*"
- Membandingkan hasil model "*Deep decarbonization of Indonesia's energy system*" dengan model sistem dinamik



- Pusat pergerakan masih berpusat di bagian barat Indonesia
- Hubungan antar pulau terbesar adalah **Sumatera Utara – Kalimantan Barat** dan **Sulawesi Utara- Papua**

ORIGIN AND DESTINATION

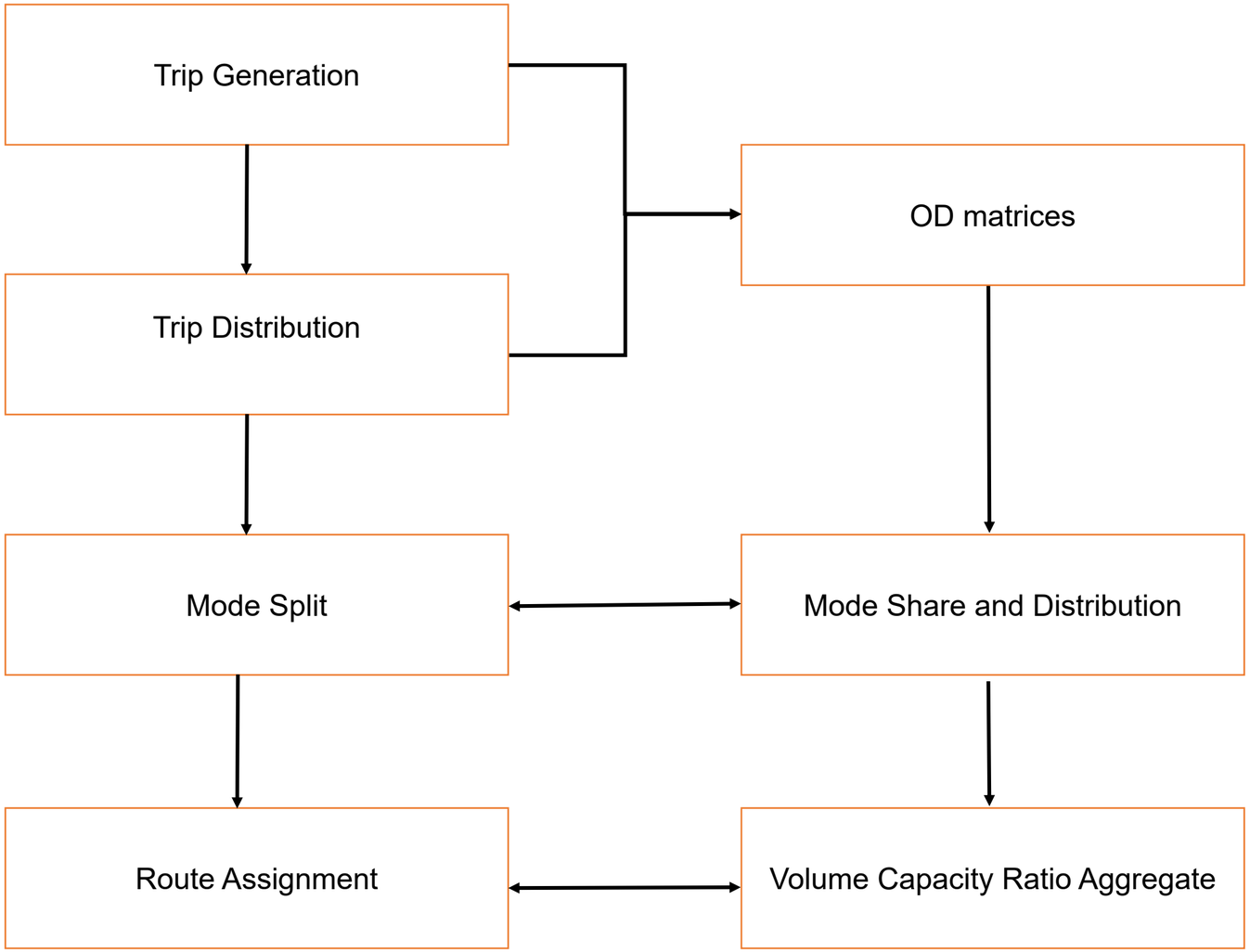
2023 PTV HERE

DETAIL PENDEKATAN PEMODELAN REGIONAL

Pendekatan Pemodelan

- Pengembangan model dimulai dari sebaran pergerakan wilayah Jabodetabek yang diagregasi ke dalam empat wilayah utama, 1. DK Jakarta, 2. Kab Tangerang, Kota Tangerang, dan Kota Tangsel, 3. Kab dan Kota Bekasi, dan 4. Kab dan Kota Bogor, dan Kota Depok, yg diperoleh sebarannya dari Data JUTPI 2010 dan 2018 (Report)
- *Mode share* juga diperoleh dari laporan JUTPI 2010, 2018 dan beberapa ulasan dalam laporan Indeks KInerja Utama (IKU) BPTJ 2018-2021
- Pendekatan untuk penentuan mode share didekati melalui 4 atribut utama terkait kendaraan dan perjalanan, yakni 1. Kepemlikian kendaraan pribadi, 2. Waktu tempuh dengan mode pribadi dan umum secara aggregatif, 3. Biaya perjalanan per km secara rerata untuk mode pribadi dan publik, dan 4. Dampak dari peningkatan *coverage* layanan kendaraan umum (Baik rute maupun aksesibilitas)
- Data terkait pembentuk mode share diperoleh dari berbagai dokumen rujukan, antara lain Buku Daerah dalam angka, Statistik Transportasi Jakarta, Buku Laporan IKU BPTJ, Statistik Komuter Jabodetabek 2019, JUTPI Report 2010 dan 2019, RIPP, RITJ,dan berbagai dokumen rujukan lainnya
- *Fuel Economy Standar* (Konsumsi bahan bakar per km) dikumpulkan dari beberapa data kendaraan di Indonesia
- Faktor Emisi bersumber dari ESDM

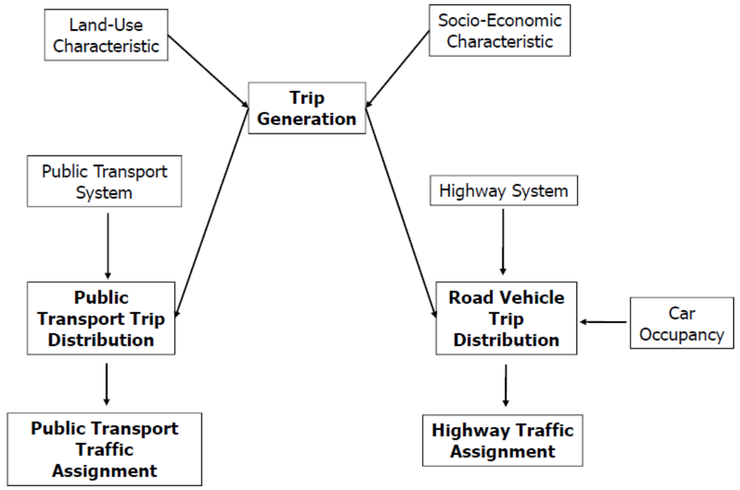
Pendekatan Pemodelan

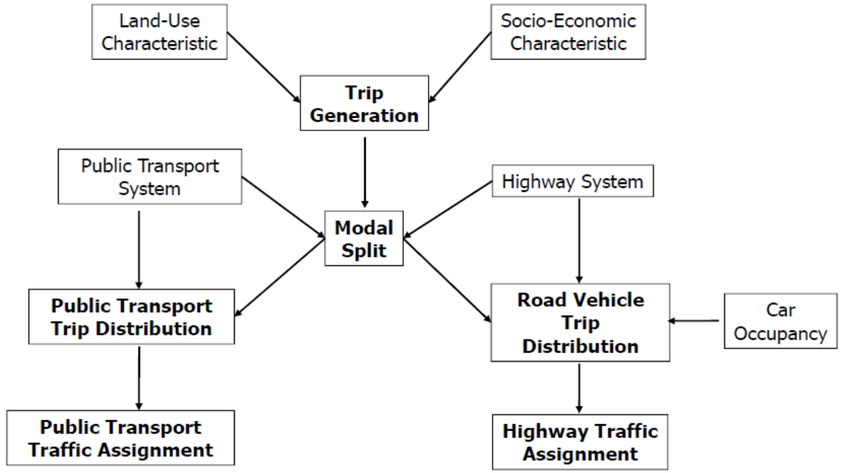


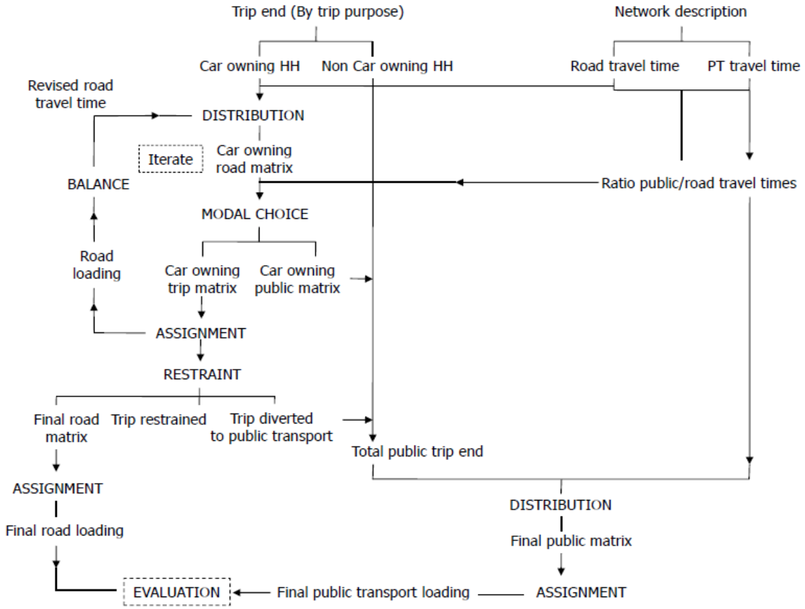
- Dibandingkan dengan Pendekatan *Four Step Modeling* dalam Pemodelan Transportasi, Pengembangan Model Regional dengan Dinamika Sistem relatif lebih sederhana dan aggregatif (saat ini)
- Namun dari sisi urutan (sequences) dalam proses logika komputasi model, urutannya mirip dengan apa yang terjadi dalam Pendekatan *Four Step Modeling,* di mana pada tahap awal diperkirakan total permintaan pergerakan wilayah berdasarkan matriks Asal-Tujuan aggregat yang kemudian didistribusikan kepada pembagian moda kendaraan
- Limitasi dari pendekatan dinamika sistem salah satunya adalah tingkat kesulitannya meningkat jika dikembangkan dengan dimensi spasial. Dengan demikian, distribusi pergerakan dan moda dalam bentuk route/network assignment tidak dilakukan. Hanya diwakilkan melalui rasio volume dan kapasitas lalu lintas secara aggregatif

Pendekatan Pemodelan: *How to Define Mode Share*

- Perhitungan mode share pada dasarnya dapat dikembangkan melalui beragam pendekatan, melalui karakteristik pelaku perjalanan, perjalanan itu sendiri, maupun karakteristik sistem pergerakan dan lalu lintas (Dr. Irawan, UGM)
- Perhitungan mode split sendiri dapat dilakukan saat *trip generation, antara trip generation dan distribution, atau antara trip distribution and network assignment,* tentunya dengan plus minusnya masing-masing







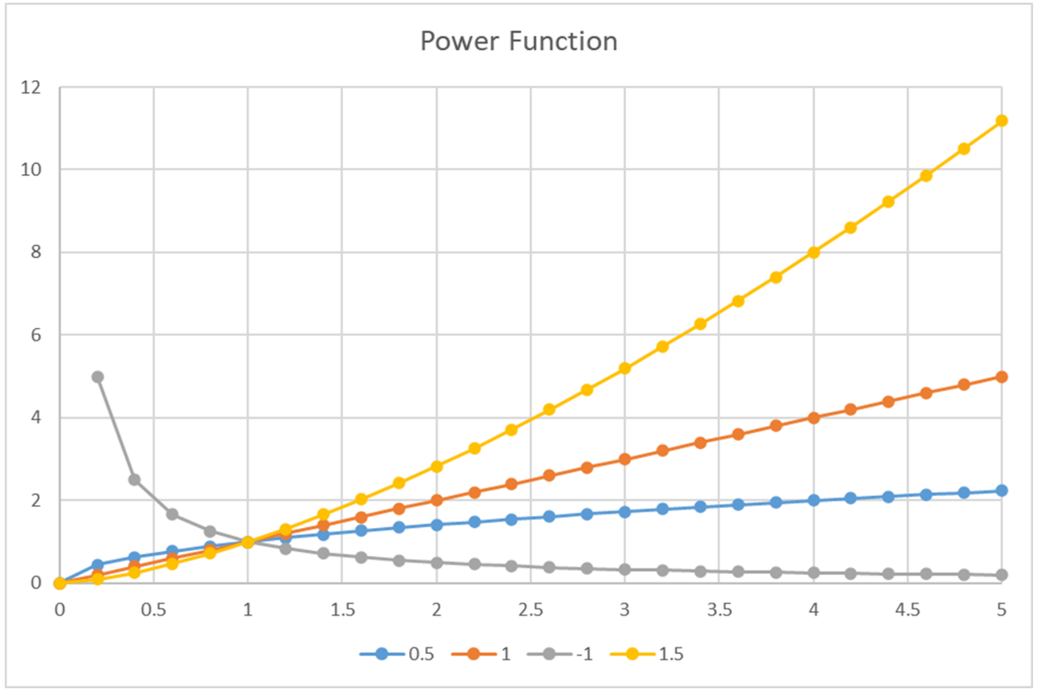
- Pengembangan model *probability*-nya pun bervariasi mulai dari pendekatan model logit, dan *probit*, *binary/multinomial choice*, *stated preference* atau *reveal*, *mixed* atau *nested*, dsb.

Pendekatan Pemodelan: *How to Define Mode Share*

- Berbagai pendekatan untuk pengembangan model tersebut berdasarkan atas kebutuhan apa yang akan diakomodasi dalam perhtungan mode split, tingkat kedetailan, and ketersediaan data-
- Data *mode share* yang dimiliki terbatas pada level aggregat (seluruh Jabodetabek) tanpa ada kedetilan pada tingkat kab/kota atau pada level TAZ (lebih detil dan kompleks)
- Atribut pembentuk *mode share* paling sederhana dan umum adalah melalui *travel time and cost,* yang dibangun dari data dan informasi relatif detil—hingga bisa ke level TAZ—dalam pembentukan model probabilitasnya, baik *binomial* maupun *multinomial mode.* Namun untuk *case modeling* saat ini relatif sulit memperoleh data sedetail itu karena pemodelannya tidak meliputi pengumpulan data dan informasi yang lebih detail, hanya mengutilisasi data dan informasi yang ada sampai dengan saat ini.
- Namun di sisi lain, kecendrungan penurunan mode share publik dibarengi dengan peningkatan kepemillikan kendaraan pribadi sejak studi SITRAMP 2002 hingga JUTPI 2018.
- Dengan demikian, atribut pembentuk *mode split* dalam model akan diwakili oleh aspek kepemilikan kendaraan, *generalized cost* yang diwakili oleh *travel time* dan *cost,* serta tingkat *coverage* layanan kendaraan publik (jangkauan rute dan aksesibilitas)
- Aspek kepemilikan kendaraan akan diwakili oleh rasio jumlah kendaraan pribadi (sepeda motor dan mobil) dengan jumlah penduduk Jabodetabek
- Aspek travel time akan diwakili oleh rata-rata waktu perjalanan dengan kendaraan pribadi dan umum yang diperoleh dari statistik komuter Jabodetabek 2018 dan Laporan IKU BPTJ
- Aspek travel cost akan diwakili oleh rata-rata biaya perjalanan dengan kendaraan pribadi dan umum yang diperoleh dari statistik komuter Jabodetabek 2018 dan Laporan IKU BPTJ
- Aspek coverage akan diwakili oleh rasio panjang rute kendaraan umum dan luas wilayah, serta aksesibilitas aggregat ke perhentian/halte/pemberhentian kendaraan umum terdekat

Pendekatan Pemodelan: *How to Define Mode Share*

$$\left(\frac{rasio\ kepemilikan\ kendaraan}{rasio\ kepemilikan\ kendaraan\ awal}\right)^{power\ kepemilikan} x\ bobot\ kepemilikan) + \left(\frac{\frac{travel\ time\ public}{travel\ time\ private}}{\frac{travel\ time\ public\ awal}{travel\ time\ private\ awal}}\right)^{power\ travel\ time} x\ bobot\ waktu)$$

$$+ \left(\frac{\frac{travel\ cost\ public}{travel\ cost\ private}}{\frac{travel\ cost\ public\ awal}{travel\ cost\ private\ awal}}\right)^{power\ trvel\ cost} x\ bobot\ biaya) + \left(\frac{coverage\ kend\ publik}{coverage\ kend\ publik\ awal}\right)^{power\ coverage} x\ bobot\ coverage)$$

- Total bobot = 1
- Bobot mewakili tingkat prioritas oleh user dalam proses memutuskan pemilihan moda, secara aggregative
- *Power* (fungsi pangkat) menggambarkan dampak perubahan relatif dari perubahan relatif pada penyebabnya—lihat gambar di samping dan ambil contoh salah satu atribut pembentuk *mode share*
- Bobot dan *power* dalam CLD diwakili oleh *user response*
- Bobot dan power berpotensi dinamis karena respon user boleh jadi berubah-ubah