

TRANSFORMASI TRANSPORTASI JAKARTA:

Mengkaji ulang target emisi nol
sektor transportasi tahun 2050



TRANSFORMASI TRANSPORTASI JAKARTA:

Mengkaji ulang target emisi nol sektor transportasi tahun 2050

TIM PENELITI:

Resilience Development Initiative

Elisabeth Rianawati - Husnul Alberdi - Aisha Hanifa Salsabilla - Maya Larasati -
Nadiya Pranindita - Amelia Christina Atmowidjojo - Scholastica Gabriella

Greenpeace Indonesia

Muharram Atha Rasyadi - Bondan Andriyanu - Arsi Agnitasari -
Jane Francisca Latuheru - Rizkiana Sidqiyatul Hamdani

PENULIS LAPORAN:

Elisabeth Rianawati - Husnul Alberdi - Aisha Hanifa Salsabilla - Maya Larasati -
Nadiya Pranindita - Rizkiana Sidqiyatul Hamdani

DESAIN & TATA LETAK:

Syahrul Firmansyah

FOTO SAMPUL:

Toto Santiko Budi / Shutterstock

REKOMENDASI SITASI:

Rianawati, Elisabeth; Husnul Alberdi; Aisha Sallsabilla; Maya Larasati; Nadiya
Pranindita; Rizkiana S Hamdani. 2022. *Transformasi transportasi Jakarta:
Mengkaji ulang target emisi nol sektor transportasi tahun 2050*. Jakarta:
Greenpeace Indonesia dan Resilience Development Initiative

Laporan ini diterbitkan pada Juli, 2022
di bawah tanggung jawab

Greenpeace Indonesia

Jl. HOS. Cokroaminoto No. 19 RT 1 / RW 2
Gondangdia, Kecamatan Menteng
Jakarta Pusat, 10350

www.greenpeace.or.id

DAFTAR ISI

iv

Daftar Gambar

v

Daftar Tabel

vi

Pengantar

vii

Ringkasan Eksekutif

01

Pendahuluan

- 01 Urgensi pengurangan emisi
- 02 Masalah transportasi Jakarta

06

Metode

- 07 Teknik Analisis
- 10 Pengambilan Data
- 12 Limitasi Studi

14

Kondisi Saat ini: Gambaran Umum Perilaku Bertransportasi Masyarakat DKI Jakarta

- 15 Moda Transportasi Pilihan Saat ini
- 18 *First Mile-Last Mile*

22

Persepsi Masyarakat Akan Perilaku Transportasi di Masa Depan

30

Hasil Analisis Estimasi Emisi

- 33 Skenario 1: Tanpa Intervensi (*Business As Usual*)
- 34 Skenario 2: Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah
- 36 Skenario 3: Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan
- 38 Skenario 4: Menuju Bebas Emisi (*Net Zero Emissions*) 2050
- 40 Perbandingan antar Skenario

41

Tantangan dan peluang untuk mencapai nol bersih emisi 2050

45

Elektrifikasi Transportasi di DKI Jakarta dan Indonesia: Dilema dan Tantangan

48

Strategi Transformasi Transportasi

50

Kesimpulan & Rekomendasi

53

Referensi

63

Telaah Istilah dan Konsep

- 63 Tentang Krisis Iklim
- 65 Konsep dan teori pengurangan emisi transportasi
 - 65 Bersih emisi/*Net Zero Emissions* (NZE)
 - 65 Mobilitas Rendah Karbon
 - 66 Kerangka Aksesibilitas dan Mobilitas Berkelanjutan (*Sustainable Accessibility and Mobility/SAM*)
 - 68 Kerangka *Avoid-Shift-Improve* (ASI)

- 68 Moda-moda transportasi Ramah Lingkungan

- 68 Transportasi Publik
- 73 *Non-motorized transport* (NMT)

- 76 Elektrifikasi Transportasi

- 76 Kendaraan Berbasis Listrik (*Electric Vehicle/EV*)

- 80 Transportasi untuk Semua

81

Istilah dan Akronim

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Inventarisasi GRK sektor transportasi Provinsi DKI Jakarta 2010-2018	3
Gambar 2. Siklus ketergantungan terhadap kendaraan bermotor	4
Gambar 3. Langkah penelitian dalam perumusan rekomendasi aksi menuju <i>Net Zero Emissions</i>	6
Gambar 4. Pendekatan penyusunan rekomendasi aksi menuju <i>Net Zero Emissions</i>	10
Gambar 5. Pertambahan responden harian	12
Gambar 6. Perkiraan total emisi langsung dan tidak langsung dari moda transportasi	13
Gambar 7. Perbandingan ruang jalan antara mobil, bus, dan sepeda	15
Gambar 8. Moda transportasi utama masyarakat Provinsi DKI Jakarta	16
Gambar 9. Pilihan moda transportasi publik	16
Gambar 10. Biaya transportasi bulanan	17
Gambar 11. Moda kendaraan utama dan rata-rata durasi perjalanan	18
Gambar 12. Tujuan bersepeda dan berjalan kaki	18
Gambar 13. Ilustrasi perpindahan moda transportasi <i>first mile</i> dan <i>last mile</i>	19
Gambar 14. Frekuensi pergantian moda transportasi	19
Gambar 15. Jenis pergantian moda <i>first mile</i> dan <i>last mile</i>	20
Gambar 16. Alasan utama pemilihan moda transportasi	21
Gambar 17. Aspirasi responden mengenai perubahan moda transportasi	22
Gambar 18. Jenis preferensi perpindahan moda ke transportasi publik	23
Gambar 19. Alasan perpindahan ke moda transportasi publik	24
Gambar 20. Persepsi responden terhadap penggunaan bahan bakar kendaraan	24
Gambar 21. Estimasi emisi yang dihasilkan kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020 (dalam ribu ton CO _{2e})	31
Gambar 22. Estimasi emisi Skenario Tanpa Intervensi yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO _{2e})	33
Gambar 23. Estimasi emisi Skenario Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO _{2e})	34
Gambar 24. Estimasi emisi Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO _{2e})	36
Gambar 25. Estimasi Emisi Skenario Menuju Bebas Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO _{2e})	38
Gambar 26. Perbandingan estimasi emisi 4 skenario transformasi transportasi Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO _{2e})	40
Gambar 27. Kerangka aksesibilitas dan mobilitas berkelanjutan	67
Gambar 28. Instrumen pendekatan ASI	68

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Asumsi skenario yang digunakan	8
Tabel 2. Kriteria target <i>advertisement</i>	11
Tabel 3. Perubahan perilaku dari pengguna motor pribadi dan alasannya	23
Tabel 4. Indikator performa moda transportasi di Jabodetabek	25
Tabel 5. Preferensi parameter moda transportasi di Jabodetabek	28
Tabel 6. Rekomendasi aksi bagi para aktor	50
Tabel 7. Kondisi aktual dan upaya percepatan KBLBB	77

PENGANTAR

Untuk bisa menghirup udara yang bersih dan segar di DKI Jakarta, saat ini masih menjadi hal yang sangat sulit untuk dilakukan. Emisi dari berbagai aktivitas di kota menyebabkan banyak sekali kandungan polutan yang tidak hanya mencemari udara, namun juga berbahaya bagi kesehatan warga kota. Tidak hanya itu, banyaknya gas-gas rumah kaca dari emisi ini juga mengantarkan Jakarta pada risiko krisis iklim yang semakin nyata seperti suhu yang meningkat lebih cepat dan intensitas cuaca ekstrem yang semakin sulit diprediksi.

Salah satu kontributor terbesar dalam masalah ini adalah sektor transportasi. Eksplorasi berbagai skenario pengurangan emisi mendekati nol yang dilakukan pada penelitian ini diharapkan menjadi salah satu langkah awal untuk menekan dampak negatif dari transportasi terhadap lingkungan kota kita.

Namun, hasil penelitian ini tidak akan berarti apa-apa jika tidak diejawantahkan ke dalam aksi kolaborasi untuk transformasi transportasi dari berbagai pihak. Bukan hanya pemerintah dan penyedia jasa yang harus ambil peran besar dalam rencana besar pengurangan emisi ini, pun sebagai warga kota, kita juga perlu turut berbenah. Kita perlu beralih ke moda dan perilaku bertransportasi yang lebih rendah emisi.

Melalui penelitian ini, tim peneliti melayangkan asa bahwa udara bersih yang adalah hak segala warga kota harus bisa terpenuhi, segera.

Tertanda,

Tim Peneliti

PENAFIAN/DISCLAIMER:

Isi laporan ini bukan merupakan pandangan dari RDI atau Greenpeace Indonesia secara organisasi, melainkan hasil kajian yang dilakukan oleh Tim Peneliti. Isi yang disampaikan dalam laporan ini bersifat akademis informatif dan tidak dibuat untuk kepentingan komersial.



Aksi sejuta sepeda memperingati Hari Besepeda Sedunia membawa banner dengan pesan "THIS MACHINE FIGHTS CLIMATE CHANGE" di Jakarta 5 Juni 2022

RINGKASAN EKSEKUTIF

Emisi udara di DKI Jakarta sudah dalam kondisi yang memperhatikan. Emisi dari kendaraan bermotor merupakan masalah utama dari pencemaran udara di DKI Jakarta. Sektor transportasi dilaporkan menghasilkan emisi NO_x sebesar 72,4%; CO 92,36%; PM₁₀ 57,99%; dan PM_{2,5} 67,03%, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan terutama pada anak-anak dan ibu hamil. Selain dampak kesehatan, emisi juga dapat memperparah krisis iklim yang telah terjadi. Contoh nyatanya adalah kenaikan suhu rata-rata tahunan Jakarta sekitar 1,6 derajat Celcius selama satu abad terakhir yang lebih tinggi dari kenaikan suhu rata-rata global, yaitu 0,85 derajat Celcius. Selain itu, intensitas hujan akibat cuaca ekstrem di Jakarta juga diprediksi akan terus meningkat. Mencapai 377 mm per hari di tahun 2020 akibat dari peningkatan emisi karbon di atmosfer yang berpotensi meningkatkan risiko banjir.

Tingkat emisi di DKI Jakarta diperparah dengan meningkatnya jumlah kendaraan dalam beberapa tahun terakhir. Persentase kenaikan kendaraan sepeda motor mencapai 4,9% dan mobil penumpang mencapai 7,01% yang jauh lebih tinggi dibanding laju pertumbuhan penduduk Jakarta (0,92%). Angka jumlah kendaraan pribadi ini mencapai dua kali lipat jumlah penduduk, yakni 20,2 juta unit (3,3 juta mobil dan 16,1 motor). Ditambah lagi, pandemi di tahun 2020 dan 2021 juga membatasi perilaku berkendara untuk menggunakan transportasi publik untuk menghindari kerumunan orang.

Urgensi dari kondisi inilah yang melatarbelakangi target Pemerintah Provinsi DKI Jakarta untuk mencapai *Net Zero Emissions* pada tahun 2050, khususnya di bidang transportasi. Program-program yang dicanangkan mencakup pengembangan jalur pedestrian, jalur sepeda, integrasi transportasi publik multi moda, target elektrifikasi 50% armada Transjakarta pada tahun 2025, dan elektrifikasi seluruh armada Transjakarta pada tahun 2030.

Studi ini bertujuan untuk memprediksi apakah target *Net Zero Emissions* yang dicanangkan Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dapat tercapai pada tahun 2050. Prediksi dibuat dengan menggunakan dua skenario, yakni: (i) perhitungan emisi sesuai dengan keadaan sekarang; dan (ii) perhitungan emisi dari pelaksanaan program pemerintah dan perubahan perilaku masyarakat. Studi ini menawarkan dua skenario tambahan berdasarkan rekomendasi aksi untuk pengurangan emisi yang lebih progresif.

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran, kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif dilakukan melalui perhitungan emisi yang didasarkan pada data statistik yang tersedia serta survei masyarakat untuk mengetahui perilaku berkendara. Survei dilakukan secara *online* yang diisi oleh 3.097 responden dengan 2.097 kuesioner yang valid untuk dianalisis. Kuesioner ini diisi oleh penduduk yang beraktivitas di DKI Jakarta yang berumur di atas 18 tahun. Pendekatan kualitatif dilakukan melalui perumusan strategi dan rekomendasi aksi yang didasarkan kepada wawancara kepada informan kunci (*key informant*), *Focus Group Discussion* (FGD) yang melibatkan berbagai aktor, dan tinjauan literatur yang relevan. FGD dilakukan sebanyak dua kali untuk mendapatkan masukan terkait strategi dan rekomendasi yang dikembangkan.

Terdapat empat skenario yang dikembangkan yaitu: (1) Skenario Tanpa Intervensi; (2) Skenario Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah; (3) Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan; dan (4) Skenario Menuju Bebas Emisi (*Net Zero Emissions*)

2050. Skenario Tanpa Intervensi (*Business as Usual*) dibuat dengan tidak ada perubahan yang dilakukan dan berdasarkan tren yang ada pada saat ini. Skenario Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah dibuat berdasarkan kebijakan dan target-target yang telah ditetapkan baik oleh pemerintah provinsi maupun nasional. Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan menggunakan asumsi berdasarkan target-target yang telah dibuat oleh institusi-institusi di tingkat internasional yang relatif lebih ambisius dari skenario sebelumnya. Skenario terakhir yaitu menuju bebas emisi menggunakan asumsi yang lebih ambisius dan progresif dengan tujuan untuk mengurangi emisi sekecil-kecilnya atau mendekati nol.

Target *Net Zero Emissions* dari sektor transportasi hanya dapat tercapai bila semua pelaku transportasi di DKI Jakarta menggunakan moda transportasi rendah karbon. Berdasarkan laporan DLH (2018), sektor transportasi di DKI Jakarta masih menyumbang 13,2 juta ton CO₂ sehingga diperlukan perubahan perilaku secara masif untuk mencapai target bebas emisi. Studi terkait perilaku dan persepsi penduduk DKI Jakarta dalam sektor transportasi dilakukan untuk memahami potensi dan kesiapan masyarakat untuk berubah.

Hasil dari studi perilaku dan persepsi penduduk Jakarta dalam sektor transportasi adalah sebagai berikut:

1. **Sebagian besar responden adalah pengglaju (*commuter*) yang memilih ojek *online* dan berjalan kaki untuk *first and last milenya*.**
 - Sebagian besar responden melakukan pergantian moda transportasi sebanyak dua kali (40%) hingga tiga kali (27%)
 - Moda transportasi pertama (*first mile*) yang banyak digunakan adalah ojek *online*/taksi motor (23%), moda transportasi kedua (*second mile*) yang banyak digunakan adalah berjalan kaki (32%) atau menggunakan transportasi publik (39%); sedangkan moda transportasi akhir (*last mile*) terbanyak pun adalah ojek *online*/taksi motor (50%).
 - Secara keseluruhan, moda transportasi utama yang digunakan oleh responden adalah transportasi publik (40,18%) dan motor pribadi (39,51%). Alasan utama pemilihan moda transportasi adalah biaya (27%), keandalan (tepat waktu) (32%), serta kemudahan dan ketersediaan rute (17%).
 - Transportasi publik lebih diminati sebagai pilihan moda perjalanan jarak jauh dengan rata-rata durasi perjalanan 62 menit, kemudian diikuti dengan mobil pribadi dengan durasi 44 menit dan motor pribadi dengan durasi 34 menit. Sedangkan untuk berjalan kaki dan bersepeda, rata-rata responden berjalan kaki selama 15 menit atau bersepeda selama 22 menit untuk tujuan bekerja atau pergi ke sekolah.
2. **Fasilitas pejalan kaki mendapat nilai evaluasi paling rendah dibandingkan dengan infrastruktur transportasi lainnya.**
 - Porsi berjalan kaki cukup signifikan dalam keseharian responden (mencapai 15 menit).
 - Meskipun demikian, fasilitas infrastruktur pejalan kaki mendapat nilai evaluasi paling rendah dibandingkan dengan infrastruktur transportasi yang lain, terutama dari segi keamanan dari kendaraan bermotor dan asap polusi yang dirasakan pejalan kaki.

3. Hampir seluruh responden menginginkan untuk bisa beralih ke transportasi yang rendah emisi, namun masih terhalang kurangnya keandalan moda transportasi serta aksesibilitas sarana.

- Terdapat keinginan perubahan moda transportasi dari pengguna sepeda motor menjadi transportasi publik dan bersepeda.
- Terdapat aspirasi yang tinggi (97%) dari responden untuk menggunakan transportasi yang ramah lingkungan dan rendah emisi, baik transportasi publik maupun pribadi.
- Namun, masyarakat masih berharap terus ada perbaikan dari layanan transportasi publik khususnya terkait waktu tunggu, kemudahan untuk ditemui/akses serta jarak perjalanan ke stasiun/terminal terdekat.
- Masyarakat bersedia membayar lebih mahal sebesar Rp10.000 untuk tiket transportasi publik bertenaga listrik.

Hasil analisis perilaku bermobilitas masyarakat, estimasi kondisi emisi DKI Jakarta saat ini, serta perkiraan kondisi masa depan di tahun 2050 untuk mencapai *Net Zero Emissions* disintensis dan dianalisis yang menghasilkan beberapa temuan sebagai berikut.

1. Emisi pada tahun 2020 diprediksikan mencapai 22,8 juta ton CO₂e dengan kendaraan pribadi berbahan bakar fosil sebagai penyumbang terbesar, dan transportasi publik sebagai penyumbang terkecil.

- Perkiraan emisi pada tahun 2020 adalah sebesar 22.815.356 ton CO₂e.
- Kontribusi terbesar berasal dari pengguna mobil dan sepeda motor yang mencapai sekitar 15,84 juta ton CO₂e, dengan emisi terbesar adalah sepeda motor (9.833.690 ton CO₂e). Angka ini setara 16,12% dari total emisi sektor transportasi nasional di tahun 2019.
- Dari sumber energi, bahan bakar fosil bensin menjadi penyumbang terbesar dari sektor transportasi (16.566.857 ton CO₂e).
- Dibandingkan dengan kendaraan lain, transportasi publik merupakan penyumbang terkecil yaitu 0,90% (200.360 ton CO₂e).

2. *Net Zero Emissions* sangat sulit dicapai jika mengandalkan program pemerintah saat ini, perlu ada target dan program yang lebih ambisius dan menyeluruh.

- Skenario Tanpa Intervensi berdasarkan tren yang ada akan menghasilkan emisi mencapai dua kali emisi saat ini atau sekitar 46 juta ton CO₂e. Kontribusi terbesar masih berada dari mobil dan sepeda motor yang mencapai 36% dan 47%.
- Skenario intervensi program kebijakan pemerintah dan perubahan perilaku masyarakat diestimasi dapat mengurangi emisi sebesar 4,5 juta ton CO₂e dibandingkan dengan emisi pada tahun 2020. Pengurangan ini terjadi dikarenakan adanya peningkatan teknologi serta perubahan perilaku masyarakat ke transportasi publik yang lebih banyak serta penggunaan jalan kaki atau sepeda untuk jarak yang lebih dekat. Pengurangan emisi juga dicapai melalui transisi energi terbarukan pada penggunaan kendaraan listrik sesuai dengan target bauran energi di tahun 2030.
- Skenario ketiga merupakan strategi pengurangan emisi yang lebih tinggi dibanding dengan program pemerintah pusat maupun Pemerintah Provinsi

DKI Jakarta. Elektrifikasi dan penggunaan energi terbarukan akan mengurangi emisi sebesar 10 juta ton CO_{2e} dibandingkan dengan emisi di tahun 2020. Skenario menggunakan angka pengurangan kendaraan pribadi dan penambahan penumpang transportasi publik sebesar 1,8 hingga 2 juta penumpang per harinya dengan persentase bauran energi sebesar 31%. Elektrifikasi kendaraan juga telah dimulai dan pada tahun 2050 diharapkan sudah mencapai atau mendekati 100%.

- Skenario mendekati NZE akan menghasilkan emisi sebesar 2,6 juta ton CO_{2e}, jumlah paling kecil di antara skenario yang lain namun tetap belum bisa mencapai titik nol emisi bersih seperti yang dicanangkan. Emisi ini berasal dari pembangkit listrik untuk operasional kendaraan. Hal ini dapat dicapai dengan transformasi perilaku masyarakat yang masif dengan pengurangan jumlah mobil (2,5 juta unit) dan sepeda motor (12,5 juta unit) di tahun 2050. Peran energi terbarukan (mencapai 100%) diandalkan untuk mengurangi emisi dari pembangkit listrik.

Seruan aksi:

Studi ini menunjukkan bahwa **rencana DKI Jakarta untuk memiliki transportasi nol-emisi pada tahun 2050 tidak dapat dicapai bahkan dengan rangkaian kebijakan dan program yang ada**, apalagi studi ini hanya mempertimbangkan emisi operasional dari transportasi di Provinsi DKI Jakarta dan tidak mempertimbangkan emisi yang dihasilkan dari pembuatan dan pembangunan moda dan infrastruktur transportasi. Pengurangan emisi maksimal yang dapat dicapai pada tahun 2050 adalah sebesar sekian 88,5% atau sebesar 20,2 juta ton CO_{2e} lebih sedikit dibandingkan emisi saat ini.

Aksi yang menyeluruh dari berbagai pihak dibutuhkan untuk mencapai skenario pengurangan yang paling mendekati NZE di tahun 2050. Beberapa diantaranya adalah:

1. **Perlu ada peningkatan aksi dari semua pihak yang nyata** untuk mencapai hal ini mulai dari pemerintah pusat, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta, pemerintah daerah khususnya untuk wilayah di sekitar DKI Jakarta, PLN, penyedia layanan transportasi publik, dan badan usaha produsen kendaraan serta kontribusi besar dari masyarakat untuk mulai mengubah kebiasaan dan perilaku berkendara yang semakin rendah karbon.
2. **Perlu pengurangan kendaraan pribadi dan perubahan perilaku berkendara ke transportasi publik.** Hal ini perlu didukung oleh perluasan jaringan dan integrasi transportasi publik, karena transportasi publik adalah moda kendaraan yang paling rendah emisi.
3. **Penyedia jasa layanan transportasi publik harus memperluas cakupan pelayanan** sehingga masyarakat dapat mencapai tujuan tanpa harus berpindah moda menggunakan taksi motor atau ojek *online*; jarak maksimal dari titik moda transportasi terakhir ke tujuan akhir sebaiknya tidak lebih dari 15 menit berjalan kaki, sehingga masyarakat dapat memilih untuk berjalan kaki.
4. **Berjalan kaki sebagai moda *last mile* yang paling banyak perlu didorong dengan penyediaan maupun meningkatkan kualitas infrastrukturnya.** Infrastruktur hijau untuk bersepeda dan pejalan kaki perlu ditambah yang berpotensi untuk tetap menyerap emisi. Fasilitas pejalan kaki harus disterilkan dari kegiatan lain seperti PKL, *on street parking*, atau aktifitas berkumpul warga.
5. **Pembangkit listrik khususnya PLTU yang ada di sekitar Provinsi DKI Jakarta perlu mulai diberhentikan dan ditransisikan kepada energi terbarukan** di tahun 2030 dan 2036 sesuai dengan peta jalan yang dirancang oleh pemerintah pusat.



Jalanan lengang DKI Jakarta, memperlihatkan dominasi lajur untuk kendaraan bermotor pribadi dibandingkan jalur transportasi publik, pejalan kaki, dan tidak adanya jalur sepeda.

PENDAHULUAN

Urgensi pengurangan emisi

Manusia memerlukan asupan oksigen yang besar setiap harinya, yaitu sekitar 550 liter oksigen murni. Di sisi lain, keberadaan emisi yang mencemari udara dapat mengurangi kandungan oksigen yang masuk ke dalam tubuh manusia. Contoh emisi yang dimaksud adalah karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor. Seseorang yang terlalu banyak menghirup CO dapat mengalami kekurangan oksigen hingga dapat berujung kepada kematian pada kasus yang berat. Hal ini terjadi karena gas CO berikatan dengan hemoglobin sehingga hemoglobin tidak dapat mengikat oksigen yang dibutuhkan tubuh. Di Indonesia, angka kematian akibat emisi yang mencemari udara diperkirakan mencapai lebih dari 95.000 kasus setiap tahunnya¹. Apabila dilihat dari bidang kesehatan, angka kerugian akibat polusi udara telah mencapai 38,5 triliun rupiah pada tahun 2010 (KLHK, 2010).



Warga kota yang tengah menerima bantuan pernapasan
© Jurnasyanto Sukarno / Greenpeace

Berdasarkan berbagai laporan (World Research Institute 1999; WHO, 2005; Haryanto, 2007), anak-anak adalah pihak yang lebih rentan terhadap emisi yang mencemari udara dibandingkan dengan orang dewasa karena mereka masih dalam proses tumbuh-kembang, terutama pada organ-organ vital seperti paru-paru. Selain itu, sistem metabolisme yang belum lengkap dan sistem pertahanan tubuh yang belum matang menyebabkan paparan terhadap emisi yang lebih tinggi

akan berpotensi untuk mencapai paru-paru mereka. Selain anak-anak, ibu hamil menjadi kelompok paling rentan kedua terkena penyakit karena permasalahan ini (Stock & Clemens, 2017). Dampaknya terhadap komplikasi kehamilan, dan penyakit anak sudah banyak dilaporkan, seperti misalnya pertumbuhan janin (Clemens dkk., 2017), kelahiran prematur (Langrish dkk., 2012), keguguran (DeFranco dkk., 2016), atau infeksi saluran pernafasan yang menyebabkan morbiditas pada janin (Green dkk., 2015). Namun, karena udara dengan kandungan emisi berbahaya di dalamnya relatif sulit untuk diketahui dengan kasat mata, maka tindakan pencegahan dan pembatasan emisi yang dapat mencemari udara masih sangat rendah.

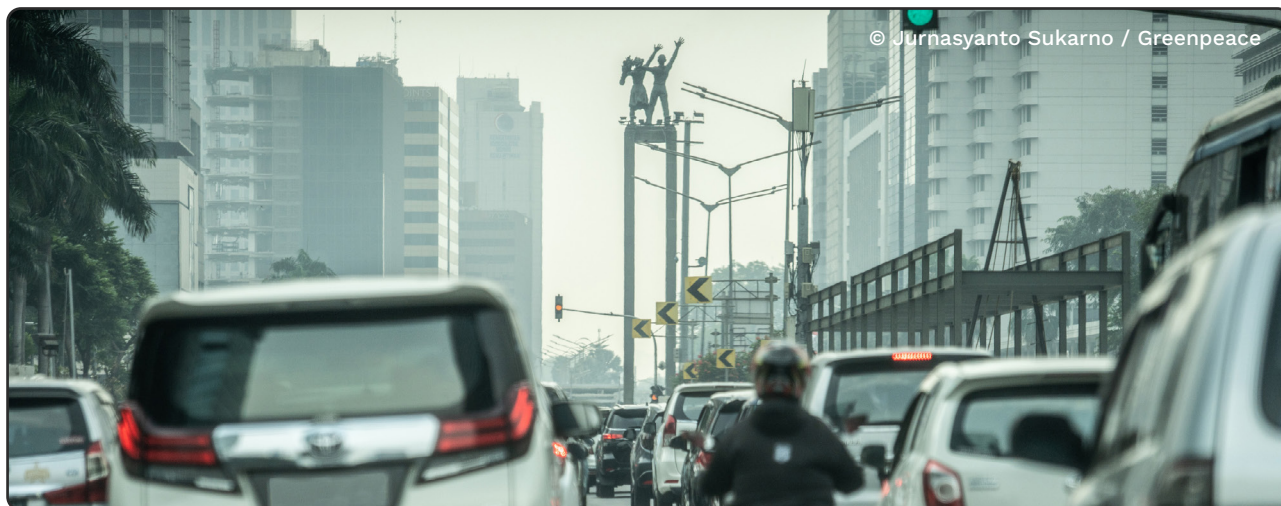
Selain dampak kesehatan, emisi juga dapat memperparah krisis iklim yang telah terjadi. Berdasarkan laporan IPCC yang terbaru (2022), kenaikan cuaca sebesar 1,5 derajat Celcius kemungkinan besar akan terjadi walau dengan skenario emisi GRK yang paling rendah. Di Asia, kenaikan ini akan berdampak kepada kejadian banjir yang meningkat, pengasaman dan pemanasan air laut, menurunnya keanekaragaman hayati, cuaca ekstrem, kelaparan, hingga ketidakstabilan ekonomi (IPCC, 2022). Contoh nyatanya adalah kenaikan suhu rata-rata tahunan Jakarta sekitar 1,6 derajat Celcius selama satu abad terakhir yang lebih tinggi dari kenaikan suhu rata-rata global yaitu 0,85 derajat Celcius². Selain suhu udara, intensitas hujan akibat cuaca ekstrem di Jakarta juga diprediksi akan terus meningkat, mencapai 377 mm per hari di tahun 2020. Angka tersebut merupakan peningkatan sebesar 7 kali lipat dari curah hujan rata-rata harian pada tahun 2018 (BPS, 2018). Tidak hanya

¹ Data tahun 2016 dari WHO tahun 2018 dalam Climate Transparency Report 2020

² IPCC (2013) dalam Siswanto dkk. 2015. Temperature, extreme precipitation, and diurnal rainfall changes in the urbanized Jakarta city during the past 130 years. International Journal of Climatology

intensitasnya yang semakin tinggi, air hujan juga semakin meningkat keasamannya karena emisi yang mencemari udara (Singh dan Agrawal, 2007). Dampak lain yang dirasakan akibat perubahan iklim adalah kenaikan muka air laut karena hilangnya gletser dan lapisan es secara massal. Di Jakarta, hal ini memperparah penurunan muka tanah hingga sebesar 1–15 cm per tahun, yang juga jauh lebih tinggi dari angka peningkatan muka air laut (*sea level rise*) global yaitu sekitar 1,6–1,9 mm per tahunnya.³

Masalah transportasi Jakarta



Sumber utama dari polusi udara di Jakarta adalah emisi kendaraan bermotor. Pada tahun 2015, total beban emisi untuk NO_x dan CO diperkirakan masing-masing sekitar 52,9 kton dan 143,9 kton. Penyumbang terbesar pencemar tersebut berasal dari sektor transportasi jalan raya yang kontribusinya masing-masing mencapai 57% dan 93%. Pada tahun yang sama, total emisi untuk PM_{2.5} di Jakarta adalah sekitar 4,6 kton yang sebagian besar dihasilkan dari sektor transportasi jalan raya sebesar 2,1 kton (46%) (Cochrane, 2015; DLH Provinsi Jakarta, 2019; Lestari dkk., 2020). Emisi yang dihasilkan dari bahan bakar kendaraan bermotor dalam penggunaan sehari-hari telah berkontribusi sebesar 27% pada emisi CO₂ tahunan (IESR, 2020)⁴. Asap kendaraan berbahan bakar bensin dan solar juga diperkirakan menyumbang 32%–57% dari total polusi udara di Jakarta (Vital Strategies dan ITB, 2020)⁵.

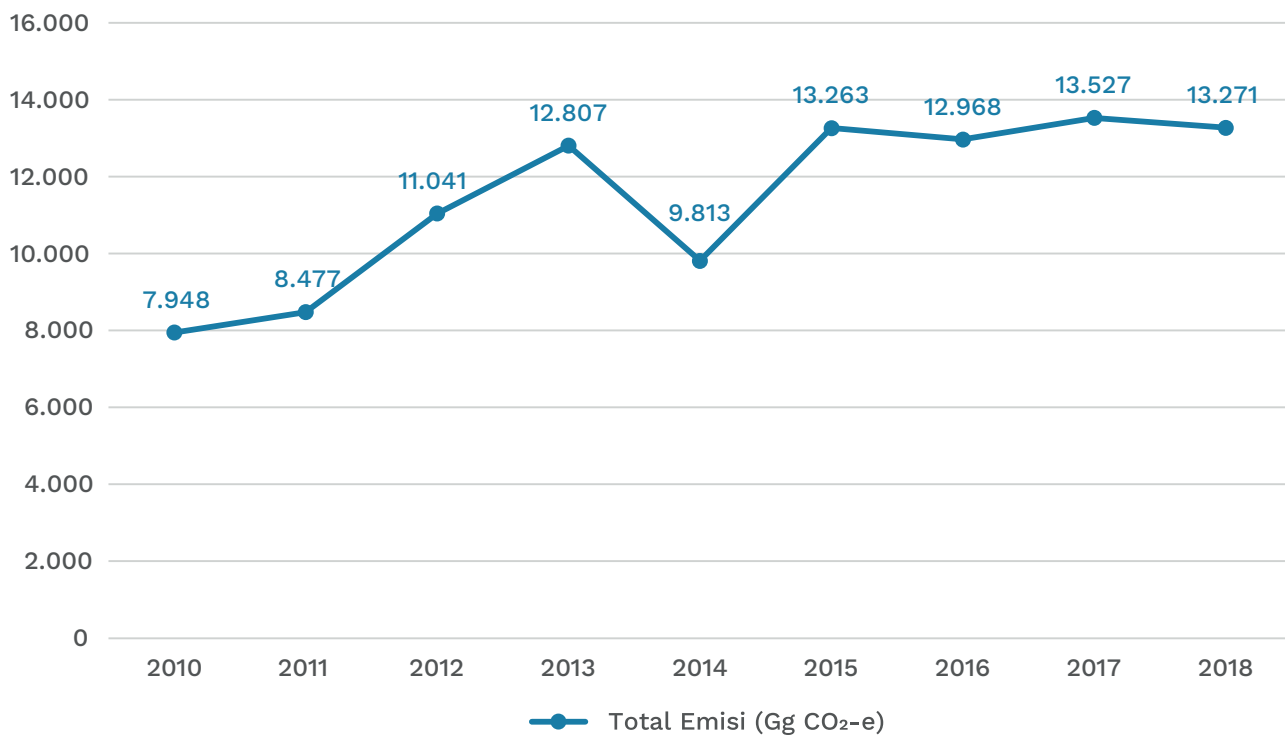
Sejak tahun 2010 hingga 2018, emisi GRK sektor transportasi di DKI Jakarta cenderung mengalami kenaikan. Tingkat emisi langsung GRK di sub-sektor transportasi pada tahun 2018 terhitung mencapai 13 juta (Gg CO_{2e})⁶, sementara emisi tidak langsung meningkat dari 33.394 ton CO_{2e} di tahun 2010 menjadi 120.589 ton CO_{2e} pada 2018. Emisi GRK yang dihasilkan oleh DKI Jakarta ini setara dengan emisi yang dapat dihasilkan oleh seluruh kota di Jawa Barat (Bappenas, 2014). Oleh karena itu, pengurangan emisi dari kendaraan bermotor dapat menjadi solusi utama dalam mengurangi kadar emisi yang mencemari udara di Jakarta.

³ Dijelaskan oleh Abidin dkk. (2011) dalam Report Greenpeace (2021) yang berjudul *The Projected Economic Impact of Extreme Sea-Level Rise in Seven Asian Cities in 2030*.

⁴ Data ini disampaikan pada laporan tahunan yang berjudul “Climate Transparency Report” tahun 2020

⁵ Vital Strategies. 2020. *Sumber Utama Polusi Udara di DKI Jakarta*

⁶ Angka ini sudah termasuk emisi tidak langsung dari alat transportasi darat penumpang di Jakarta yang berbahan bakar listrik. Dari alat transportasi darat berbahan bakar listrik yang ada, hanya penggunaan listrik untuk Kereta Rel Listrik (KRL) yang masuk dalam perhitungan, sementara mobil listrik tidak dimasukkan karena penggunaannya yang masih sedikit dan data konsumsi listrik yang tidak tersedia



Gambar 1. Inventarisasi GRK sektor transportasi Provinsi DKI Jakarta 2010-2018⁷
 Sumber: DLH Provinsi DKI Jakarta, 2019

Salah satu penyebab tingginya kontribusi emisi dari sektor transportasi adalah tingginya kepemilikan kendaraan pribadi. DKI Jakarta adalah aglomerasi urban tertinggi kedua di dunia (Martinez & Masron, 2020) dengan jumlah penduduk pada tahun 2020 mencapai kurang lebih 10 juta jiwa. Sebagai konsekuensi, kebutuhan perjalanan dan pergerakan untuk manusia dan barang (United Nation, 2019), baik dari dan menuju DKI Jakarta semakin meningkat. Sayangnya, kondisi ini justru diimbangi dengan kepemilikan kendaraan pribadi yang mencapai dua kali lipat jumlah penduduk, yakni mencapai 20,2 juta unit (3,3 juta mobil dan 16,1 motor)⁸ (BPS, 2020). Dengan kata lain, rasio jumlah motor dan mobil penumpang terhadap jumlah penduduk 1.500 dan 380 per 1.000 penduduk yang masih sangat tinggi dibandingkan rasio kepemilikan kendaraan bermotor Indonesia yang hanya 445 dan 62 per 1.000 penduduk. Tingginya keinginan masyarakat untuk memiliki kendaraan pribadi tercermin dari persentase kenaikan kendaraan sepeda motor (4,9%) dan mobil penumpang (7,01%)⁹ yang notabene jauh lebih tinggi dibanding laju pertumbuhan penduduk Jakarta (0,92%)¹⁰ ataupun penambahan ruas jalan (0,01% per tahun) (Wismadi dkk., 2013).

Hal tersebut menyebabkan kemacetan lalu lintas serta semakin lamanya waktu perjalanan. Kemacetan tersebut telah menimbulkan dampak lanjutan yang serius, seperti pemborosan pemakaian bahan bakar, polusi udara, stres, serta penurunan tingkat kesehatan penduduk. Berdasarkan perhitungan Bank Dunia tahun 2019, nilai kerugian yang ditimbulkan akibat kemacetan di Jakarta mencapai 37 triliun rupiah per tahun (The World Bank, 2019).

⁷ Data aktivitas yang digunakan untuk perhitungan emisi GRK di sektor transportasi adalah data penjualan atau data realisasi penyaluran BBM yang dikeluarkan oleh BPH Migas, PT. Pertamina dari data laporan inventarisasi emisi GRK tahun sebelumnya dan data listrik kereta api dari PT. PLN. Perhitungan ini disebut perhitungan emisi langsung yang menghitung emisi yang berasal dari pembakaran bahan bakar. Sedangkan emisi GRK tidak langsung (indirect emission) adalah emisi dari penggunaan listrik pada kegiatan tertentu.

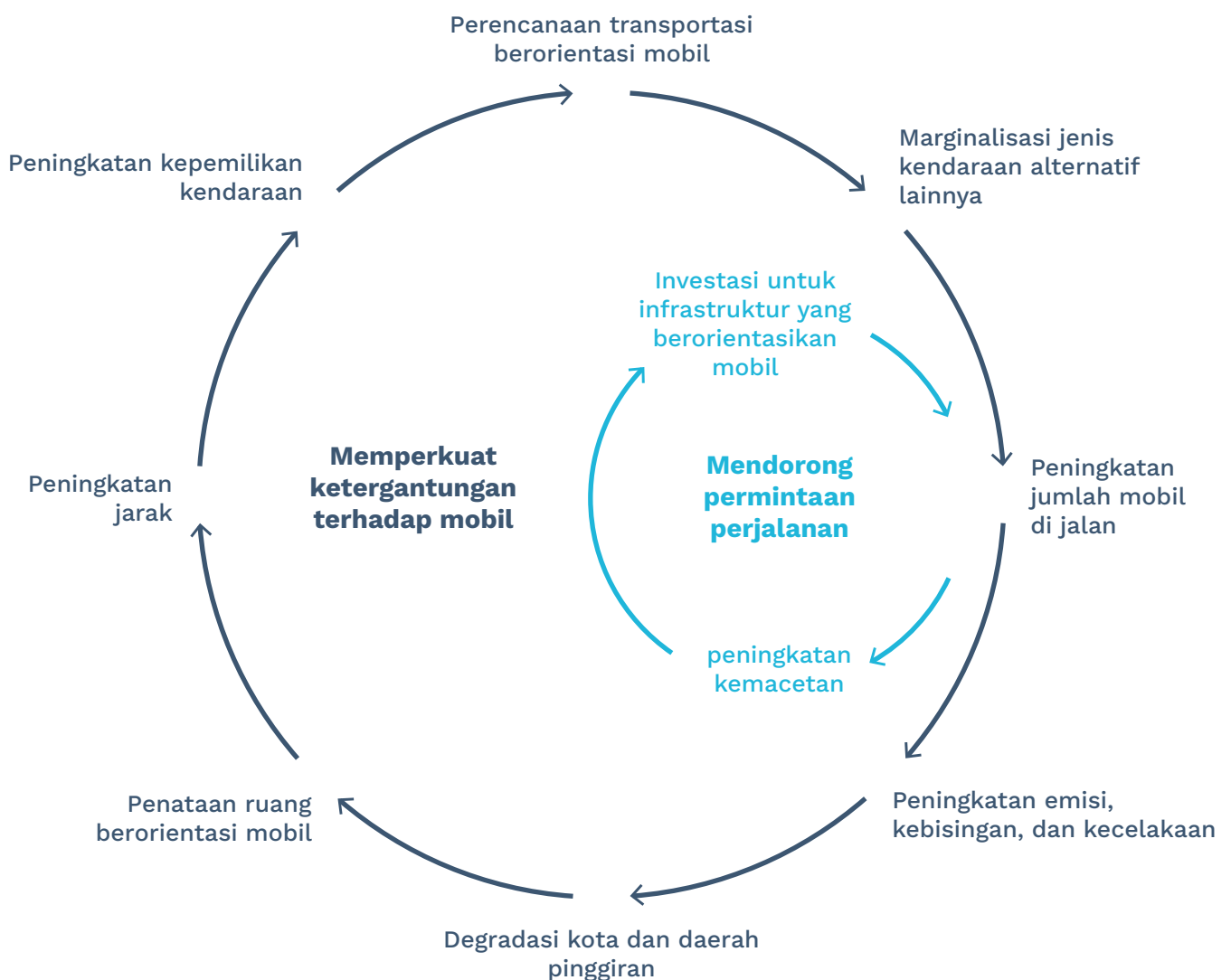
⁸ Jenis angkutan lainnya adalah bus (35.266 unit), truk (679.708 unit), belum termasuk angkutan barang (freight)

⁹ Disampaikan oleh Ir. Driejana, M.SCE, PhD dari Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung (2021) dalam Konsultasi Publik: Grand Design Pengendalian Pencemaran Udara, Provinsi DKI Jakarta

¹⁰ Menurut laporan BPS Provinsi DKI Jakarta yang dipublikasikan tahun 2020

Meski demikian, penambahan ruas kendaraan bukanlah solusi kemacetan; kondisi ini dikenal dengan konsep *induced demand* (Downs, 2000; Duranton & Turner, 2011; Andani dkk., 2019). Penambahan infrastruktur jalan memicu pengemudi untuk mengeksploitasi kapasitas baru, sehingga menghasilkan tingkat kemacetan yang sama seperti sebelum penambahan infrastruktur jalan. Contoh kasus *induced demand* adalah pelebaran ruas jalan pada Jalan Teuku Umar, Bandar Lampung yang secara signifikan tidak terlalu mengurangi kemacetan (Putra dkk., 2012). Demikian juga dengan studi efektivitas *underpass* di Universitas Lampung yang dinilai tidak efektif dalam meningkatkan kinerja jalan ruas Jalan Z.A. Pagar Alam (Alam dkk., 2017). Beberapa contoh yang sama juga diamati di perkotaan Inggris dan Amsterdam, dengan penambahan ruas jalan dilaporkan juga menambah volume lalu lintas sebesar 5%–27% dalam setahun (Nugmanova dkk., 2019).

Menurut TUMI Initiative (2019), ketergantungan akan kendaraan pribadi ini juga didukung oleh faktor lain seperti insentif untuk pembelian kendaraan pribadi, subsidi bahan bakar, penambahan infrastruktur jalan, dan terbatasnya akses ke transportasi publik (Gambar 2). Di Indonesia, subsidi bahan bakar mencapai hingga 210 triliun rupiah pada tahun 2013 (Biro Analisa Anggaran dan Pelaksanaan APBN DPR RI, 2014). Hal inilah yang pada akhirnya turut berdampak kepada peningkatan kendaraan bermotor, peningkatan kepemilikan kendaraan, kemacetan, polusi udara, dan emisi CO₂.



Gambar 2. Siklus ketergantungan terhadap kendaraan bermotor
Sumber: TUMInitiative (2019)

Tidak hanya itu, Jakarta juga dihadapkan dengan tantangan ketersediaan lahan yang semakin terbatas (Harahap dkk., 2017). Ketersediaan lahan seharusnya diutamakan untuk penyediaan ruang terbuka hijau (RTH), trotoar, fasilitas bersepeda, dan fasilitas umum lainnya. Kenyamanan dalam bentuk penyediaan fasilitas dan ruang publik dipercaya dapat meningkatkan jumlah penggunaannya, seperti pesepeda dan pejalan kaki, menjadi dua kali lipat (Linton dkk., 2022). Hal ini juga dapat memberikan pengalaman positif bagi pengguna kendaraan umum, sehingga perubahan perilaku untuk mengurangi ketergantungan dengan kendaraan pribadi dan beralih ke kendaraan umum dapat terwujud (Tsavachidis & Le Petit, 2022).

Berdasarkan data dan fenomena di atas, dapat dipahami bahwa diperlukan intervensi terhadap sumber-sumber emisi untuk mencapai Jakarta yang bebas emisi. Sebagai salah satu sumber emisi terbesar, emisi dari sektor transportasi harus dikurangi hingga mencapai titik terendah bahkan nol. Intervensi untuk mengatasi hal tersebut telah dicanangkan oleh Pemerintah Provinsi DKI Jakarta melalui program pengurangan emisi hingga nol (*Net Zero Emissions/ NZE*) pada tahun 2050. NZE dimaknai sebagai kondisi ketika emisi yang dikeluarkan sama besarnya dengan emisi yang akan diserap. Tujuan ini dicapai secara bertahap; pada 2030 sebagai tahap pertama, emisi ditargetkan dapat berkurang sebesar 30-50%.

Selain rencana NZE, aksi pengurangan emisi sendiri sudah dilakukan Pemprov Jakarta sejak 2012¹¹, seperti pemanfaatan sumber energi yang rendah emisi dalam bentuk pemasangan panel surya di atap gedung milik pemerintah, fasilitas umum (sekolah, pelayanan kesehatan, rumah sakit, dan olahraga), serta gedung-gedung swasta. Selain itu, terdapat target penggunaan energi listrik sebesar 50% untuk armada bus Transjakarta pada 2025. Hingga saat ini, 30 unit bus Transjakarta sudah menggunakan energi listrik. Program lain adalah perluasan RTH sebesar 30% pada tahun 2030, di mana saat ini baru dicapai sekitar 9,2% ruang terbuka hijau dari total luasan Kota Jakarta (Prakoso dan Herdiansyah, 2019). Pemprov Jakarta juga menerapkan Zona Rendah Emisi atau *Low Emission Zone (LEZ)* di Kawasan Kota Tua dengan tujuan membatasi kendaraan pribadi untuk meningkatkan kualitas udara di area tersebut. Pada 2018, melalui berbagai usaha-usaha ini telah mereduksi sebesar 1,5 juta ton CO₂e atau sebesar 11% dari total emisi dari sektor transportasi.

Apabila menimbang angka pertumbuhan kendaraan yang berkisar pada kecepatan yang sama, maka diperlukan perhitungan skenario untuk menilai apakah Provinsi DKI Jakarta akan dapat mencapai target NZE pada tahun 2050 nanti. Mengingat kondisi emisi dari sektor transportasi yang telah mencapai 15,9 juta CO₂e pada tahun 2020, sedangkan diproyeksikan emisi pada tahun 2030 akan mencapai 47,56 juta CO₂e (RAD GRK Jakarta, 2021), maka tantangan reduksi emisi yang harus dicapai setiap tahunnya setidaknya sebesar 2,97 juta CO₂e. Oleh karena itu, untuk mencapai target pengurangan emisi, studi ini melakukan pengukuran skenario emisi karbon hingga 2050 dengan beberapa skenario, yakni: (i) perhitungan emisi sesuai dengan keadaan sekarang; dan (ii) perhitungan emisi dengan pelaksanaan program pemerintah dan perubahan perilaku masyarakat. Perubahan perilaku masyarakat diukur dengan menggunakan survei kepada 3.097 responden yang beraktivitas di Jakarta. Selain dua skenario tersebut, studi ini juga mendesain dua skenario tambahan yang dapat menjadi rekomendasi dan gambaran bagaimana target nol emisi karbon dapat dicapai di Jakarta.

¹¹ Dinas Lingkungan Hidup Jakarta dan Vital Strategies. 2020. *Menuju Udara Bersih Jakarta*

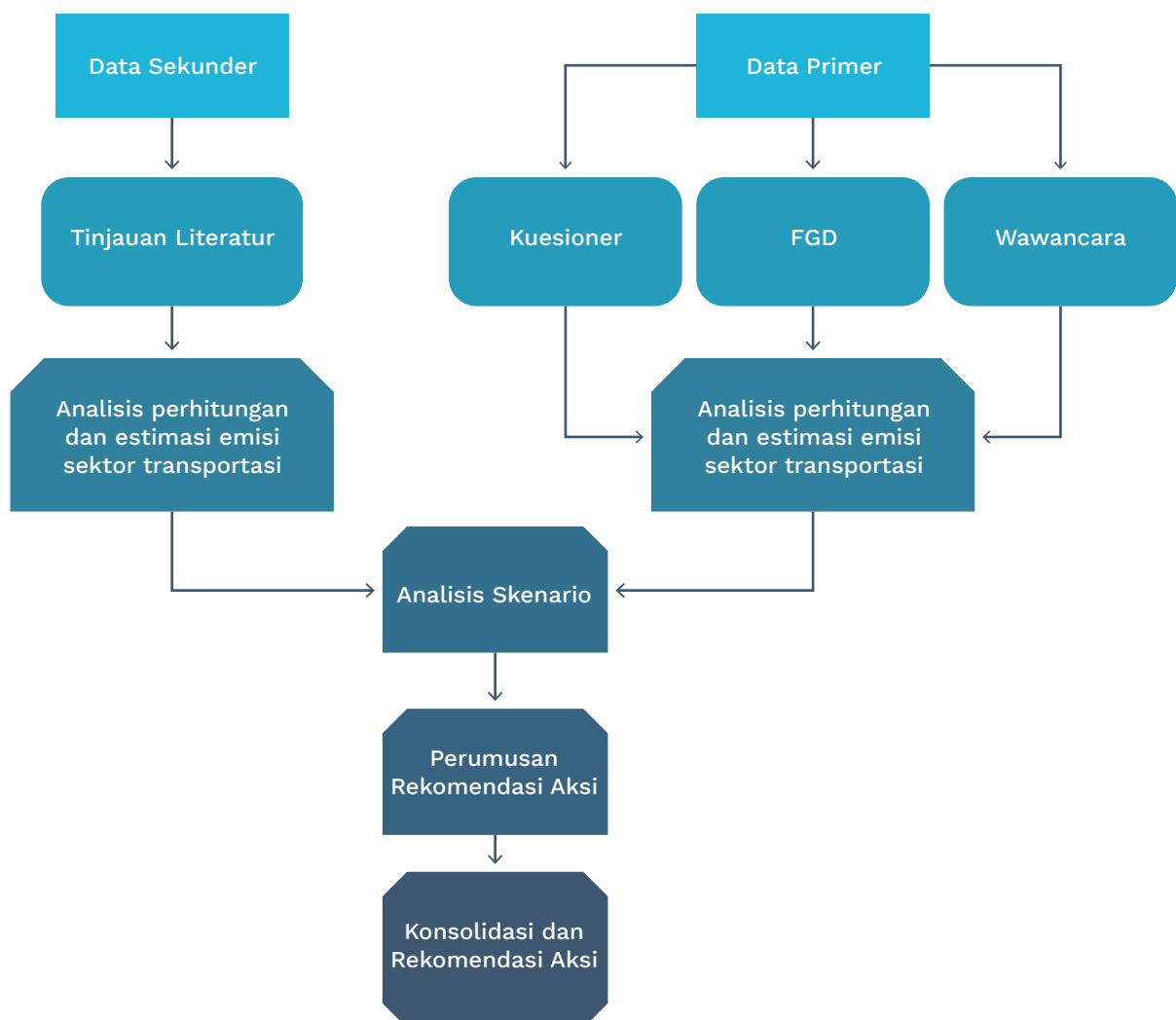


Monumen Nasional
berlatarbelakang langit biru

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan campuran sebagaimana dijelaskan pada Gambar 3 di bawah, yaitu menggunakan analisis kuantitatif (perhitungan emisi dan skenario) dan analisis kualitatif (perumusan preferensi, ekspektasi, dan rekomendasi aksi). Data dan informasi untuk studi ini diperoleh dari pengumpulan data sekunder yang relevan dan pengumpulan data primer melalui kuesioner, wawancara, dan *Focus Group Discussion* (FGD). Data sekunder berasal dari berbagai instansi, baik pemerintah maupun swasta, yang mencakup data statistik, laporan tahunan perusahaan, rencana kebijakan, dan berbagai dokumen yang relevan lainnya. Kuesioner, wawancara, dan FGD dilakukan untuk memperoleh data primer langsung dari masyarakat, pemerintah, swasta, dan aktor-aktor lainnya.

Analisis perhitungan dan estimasi sektor transportasi menggunakan data sekunder sebagai sumber utamanya, dalam bentuk statistik atau dokumen lain. Persepsi, preferensi, dan ekspektasi masyarakat terhadap transportasi masa depan yang disintesis dari data primer akan digunakan untuk menghasilkan beberapa skenario yang sesuai. Tahapan selanjutnya adalah perumusan rekomendasi aksi yang sesuai serta konsolidasi dari rekomendasi aksi yang dilakukan melalui diskusi dengan berbagai aktor yang relevan.



Gambar 3. Langkah penelitian dalam perumusan rekomendasi aksi menuju *Net Zero Emissions*

Teknik Analisis

Analisis perhitungan emisi untuk kondisi awal pada tahun 2020 dilakukan dengan menggunakan data aktivitas, intensitas energi, serta emisi yang dikeluarkan per jenis bahan bakar. Data aktivitas diperoleh dari hasil kuesioner dan data sekunder yang relevan. Secara sederhana, data utama yang digunakan adalah jumlah kendaraan, keekonomian bahan bakar, jarak yang ditempuh per tahun, dan emisi yang dihasilkan oleh bahan bakar. Estimasi emisi menggunakan pendekatan permintaan. Asumsi untuk estimasi emisi pada tahun awal ini adalah:

1. Emisi hanya memperhitungkan data dari transportasi jalan dan tidak mencakup pesawat terbang, kapal laut, ataupun kereta api regional antar provinsi.
2. Jumlah kendaraan di Provinsi DKI Jakarta pada tahun awal diasumsikan sebagai jumlah kendaraan yang beraktivitas di Provinsi DKI Jakarta.
3. Data aktivitas untuk transportasi publik menggunakan informasi pada tahun 2019 atau 2021 sebagai referensi untuk menghindari/mengurangi bias kondisi pandemi yang membatasi pergerakan dalam kelompok.

Studi ini menyajikan prediksi emisi dari sektor transportasi di Provinsi DKI Jakarta dalam beberapa skenario. Penjelasan detail mengenai masing-masing skenario dapat dilihat pada Tabel 1. Secara umum penjelasan skenario adalah sebagai berikut:

1. **Skenario I: Tanpa Intervensi (*Business As Usual*)**

Emisi hanya memperhitungkan data dari transportasi jalan tidak mencakup pesawat terbang, kapal laut, ataupun kereta api regional antar provinsi.

2. **Skenario II: Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah**

Merupakan perhitungan skenario pengurangan emisi sesuai dengan program pemerintah (peningkatan penggunaan transportasi publik, penambahan luas RTH, penggunaan kendaraan listrik dan bauran energi) dan perubahan perilaku masyarakat dalam melakukan kegiatan transportasi. Hanya kebijakan dan program pemerintah yang ditetapkan pada saat penelitian ini berlangsung yang digunakan sebagai asumsi untuk pengembangan skenario.

3. **Skenario III: Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan**

Asumsi dari skenario merujuk kepada target-target pengurangan yang digunakan oleh lembaga internasional yang relevan khususnya dalam hal elektrifikasi kendaraan serta penggunaan energi terbarukan. Elektrifikasi yang dilakukan diikuti oleh penggunaan transportasi publik yang lebih masif serta jumlah kendaraan pribadi yang berkurang dan dibatasi. Efisiensi energi juga dilakukan berdasarkan kemajuan dan penggunaan teknologi yang inovatif.

4. **Skenario IV: Menuju Bebas Emisi (*Net Zero Emissions*) 2050**

Skenario berdasarkan target pengurangan emisi yang lebih ambisius dan progresif melalui penambahan jumlah penggunaan transportasi publik, penggunaan kendaraan listrik, penggunaan kendaraan tanpa bahan bakar, dan jumlah kendaraan pribadi serta bauran energi yang lebih bersih. Skenario ini berusaha untuk menghasilkan emisi sekecil mungkin mendekati 0 pada tahun 2050 dengan target yang ambisius.

Tabel 1. Asumsi skenario yang digunakan

Asumsi	Tanpa Intervensi (BAU)	Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah	Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan	Menuju Bebas Emisi (<i>Net Zero Emissions</i>) 2050
Penumpang transportasi publik	Tumbuh sesuai dengan populasi dengan target sekitar 1 juta per harinya di 2050	Pertambahan jumlah penumpang transportasi publik yang beralih mencapai 1,5 juta per harinya di 2050	Pertambahan jumlah penumpang transportasi publik yang beralih mencapai 2,54 juta per harinya di 2050	Pertambahan jumlah penumpang transportasi publik yang beralih mencapai 3,35 juta per harinya di 2050
Kendaraan bertenaga listrik (<i>electric vehicle</i> - EV)	Jumlah unit 0,5% dari jumlah unit kendaraan total (mobil dan motor)	Di tahun 2050, 50% EV ^b	Di tahun 2050, 100% EV, 50% RE. Untuk transportasi publik sudah menggunakan 100% RE	Di tahun 2050, 100% EV, dan mendekati 100% RE ^g
Faktor emisi jaringan	Existing emisi 0,87 ton CO ₂ /Mwh ^a	Berkurang sesuai RUPTL PLN (0,788 CO ₂ /Mwh-pada 2030) ^c	Berkurang hingga 20% per 10 tahun (0,445 ton CO ₂ /Mwh-pada 2050) ⁱ	Berkurang hingga 30% per 10 tahun (0,282 ton CO ₂ /Mwh-pada 2050) ⁱ
Efisiensi teknologi	Efisiensi sebesar 1% per tahun ^d	Efisiensi sebesar 1% per tahun	Efisiensi sebesar 1,5% per tahun ^h	Efisiensi sebesar 2% per tahun ^h
Pertumbuhan jumlah mobil	Tumbuh sebesar 4,8% ^e	Tumbuh sebesar 4,8% per tahun dan berkurang pada 2030 menjadi 2% dan 2040 menjadi 1%	Tumbuh sebesar 4,8% pertahun dan berkurang pada 2030 menjadi 2% dan 2040 menjadi 1%	Mobil pribadi pada 2030 mencapai 5 juta kemudian pada 2040 berkurang menjadi 4,2 juta dan 2050 menjadi 2,5 juta
Pertumbuhan jumlah motor	Tumbuh sebesar 3,73% ^f	Tumbuh sebesar 3,73%, berkurang menjadi 2030, 2%, dan 2040 menjadi 1%	Tumbuh sebesar 3,73%, berkurang menjadi 2030, 2%, dan 2040 menjadi 1%	Motor pribadi pada 2030 mencapai 20,7 juta kemudian pada 2040 menjadi 21 juta dan pada 2050 menjadi 12,5 juta

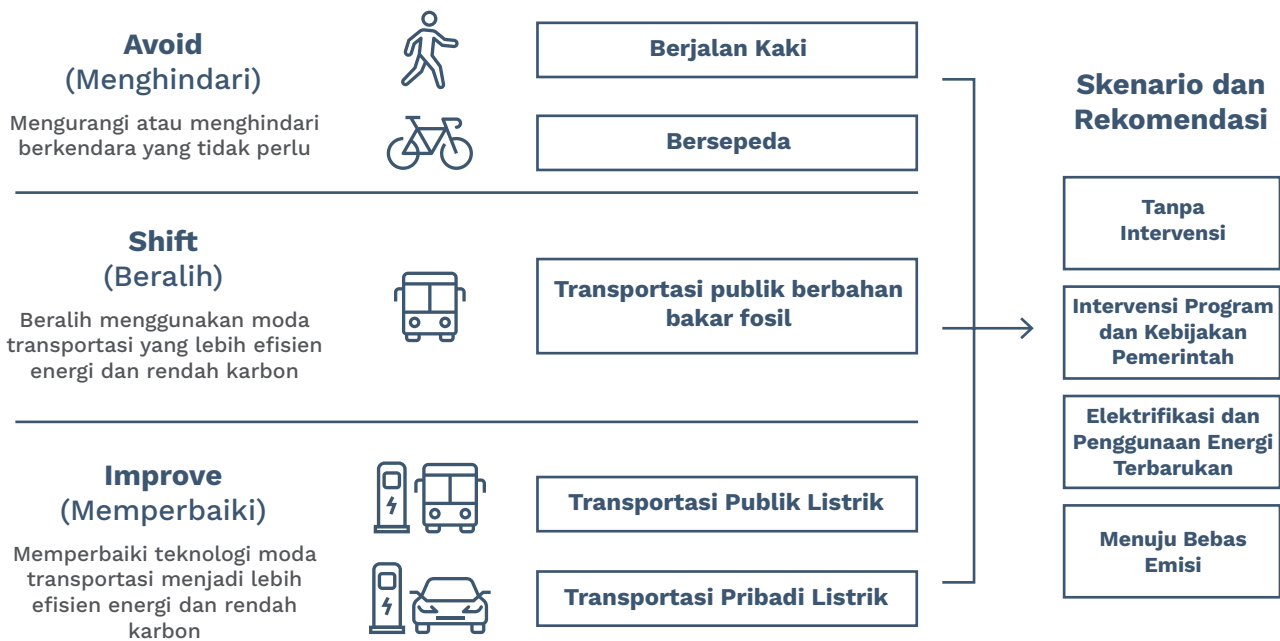
- a. Faktor emisi GRK 2019 (Kementerian ESDM)
- b. Diadaptasi dari materi presentasi EBTKE Connex - *Planning for Net Zero Emissions Scenario Towards Indonesia 2045* (Bappenas)
- c. RUPTL PLN tahun 2021-2030 (PLN)
- d. Presentasi EBTKE Connex - *Planning for Net Zero Emissions Scenario Towards Indonesia 2045*" (Bappenas)
- e. Tren pertumbuhan mobil 5 tahun terakhir (BPS Provinsi DKI Jakarta)
- f. Tren pertumbuhan motor 5 tahun terakhir (BPS Provinsi DKI Jakarta)
- g. IEA. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*.
- h. Diadaptasi dari data energi efisiensi IEA (2022) yang rata-rata 1,3% dan paling besar 2,3%
- i. Diadaptasi dari data faktor emisi listrik negara-negara maju yang sudah mendekati 100% energi terbarukan (*Covenant of Mayors for Climate & Energy*)

Skenario emisi pada studi ini hanya memperhitungkan emisi langsung dari berbagai moda transportasi berdasarkan data-data seperti: (1) jumlah kendaraan tahun 2020 (kendaraan pribadi dan transportasi publik), (2) jarak rata-rata per kendaraan, (3) bahan bakar yang digunakan per km per jenis kendaraan, dan (4) kebutuhan energi listrik untuk transportasi publik tahun 2020. Faktor emisi per jenis bahan bakar dan faktor emisi untuk jaringan listrik digunakan untuk menerjemahkan besaran emisi lebih lanjut. Semua data dan informasi yang terkumpul diolah dalam perhitungan jumlah emisi menggunakan perangkat lunak *Low Emission Analysis Platform* (LEAP).

Penyusunan skenario hingga 2050 dilakukan dengan menggunakan kerangka *Avoid-Shift-Improve* (A-S-I) seperti pada Gambar 4 di bawah ini. Kerangka ini digunakan sebagai cara untuk mengurangi dampak lingkungan dari transportasi (Dalkmann dan Brannigan, 2007; Bakker dkk., 2014). Skenario proyeksi hingga 2050 dikembangkan untuk mengakomodasi rekomendasi kebijakan strategis berjangka yang terukur sesuai dengan kebutuhan dan kapasitas. Pendekatan “*Shift*” dilakukan dengan penambahan transportasi publik. Pendekatan “*Avoid*” dilakukan dengan upaya peningkatan moda rendah karbon, termasuk *non-motorized transport* (NMT) yang mencakup sepeda dan berjalan kaki, namun tidak terbatas pada moda-moda tersebut. Sementara pendekatan “*Improve*” adalah dengan meningkatkan teknologi transportasi rendah karbon, seperti kendaraan listrik.



© Bagus upc / Shutterstock



Gambar 4. Pendekatan penyusunan rekomendasi aksi menuju *Net Zero Emissions*

Dari hasil analisis skenario dan tinjauan literatur, studi ini menyimpulkan bahwa terdapat kesenjangan antara target pengurangan emisi dengan pengurangan emisi yang akan terwujud. Untuk mengurangi kesenjangan tersebut, studi ini merumuskan rekomendasi aksi untuk pemerintah serta masyarakat kota Jakarta.

Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan melalui Diskusi Kelompok Terfokus atau FGD, wawancara dengan pemangku kepentingan kunci (*key stakeholders*) dari sektor transportasi, dan penyebaran kuesioner secara *online*. Selain itu, tinjauan literatur yang relevan dilakukan untuk memperkaya informasi, data, dan temuan terkait studi ini.

FGD dilakukan sebanyak dua kali, yakni di awal penelitian dengan tujuan untuk mengumpulkan data primer dan di akhir penelitian untuk konsolidasi rekomendasi bersama *stakeholder* terkait. Kedua FGD melibatkan sekitar 20–25 peserta yang berasal dari masyarakat, organisasi perangkat daerah dari pemerintahan provinsi, organisasi non-pemerintah, penyedia layanan transportasi, dan satuan kerja lain yang relevan serta masyarakat dari area studi. Dihadirkannya peserta dari individu yang sama di kedua FGD bertujuan untuk mendapatkan tanggapan dan masukan yang konsisten dan saling berhubungan.

Wawancara dilakukan secara *online* menggunakan platform pertemuan *online* Zoom. Beberapa institusi yang diundang sebagai narasumber adalah *Women Research Institute*, Persatuan Tunanetra Indonesia (Pertuni), Gerakan untuk Kesejahteraan Tunarungu Indonesia (Gerkatin), Bike To Work Indonesia (B2W), dan Perkumpulan Penyandang Disabilitas Indonesia (PPDI). Informasi dari wawancara kemudian dianalisis untuk memahami proses perkembangan sektor transportasi di Jakarta yang lebih inklusif dan berkelanjutan.

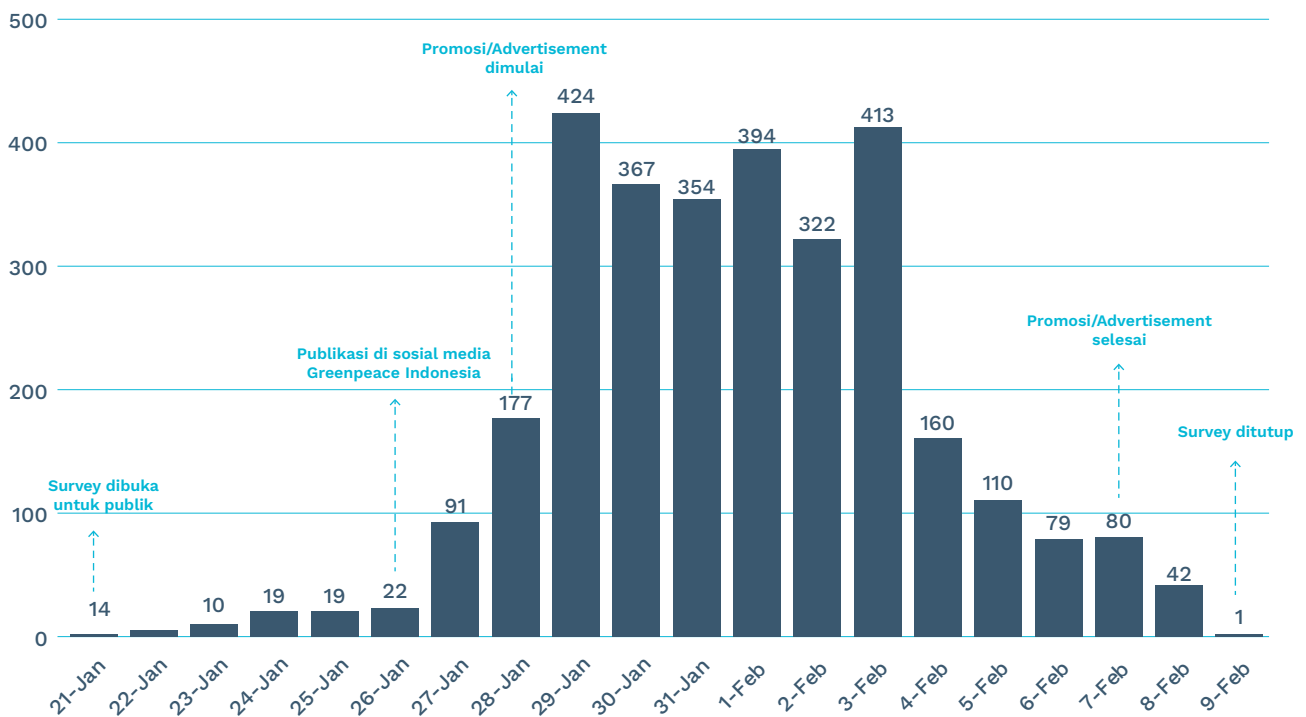
Kuesioner *online* disebarikan untuk mengetahui perubahan perilaku dan persepsi masyarakat kota Jakarta. Kuesioner disebarikan melalui kanal publikasi Greenpeace Indonesia (Twitter, Facebook, dan Instagram) serta memanfaatkan fitur promosi atau *advertisement* dari Facebook dan Instagram, dengan target responden adalah masyarakat dengan karakteristik seperti dalam Tabel 2.

Tabel 2. Kriteria target *advertisement*

Kategori	Kelompok Kriteria 1	Kelompok Kriteria 2
Nama Kelompok Kriteria	Audiens Gen Z dengan ketertarikan terhadap isu mobilitas	Penduduk dewasa Jabodetabek secara umum
Lokasi	DKI Jakarta; Bekasi*; Bogor*; Depok*; Tangerang*	DKI Jakarta; Bekasi*; Bogor*; Depok*; Tangerang*
Batasan Usia	21-40	18-50
Topic of interest	GrabTaxi; Brompton <i>Bicycle</i> ; <i>Electric car</i> ; <i>Air pollution</i> ; GoCar (<i>carsharing</i>), <i>Free public transport</i> , <i>Public transport</i> , <i>Climate change</i> , Grab (<i>software</i>), <i>Bicycle</i> , <i>Carsharing</i> or Go-Jek	Semua topik
Perilaku	Komuter/penglaju	Semua perilaku
*Berlokasi di dalam radius 25 mil atau sekitar 40 km dari pusat kota		

Pengumpulan kuesioner menggunakan platform KoBoToolbox yang dilakukan selama 21 Januari–9 Februari 2022. Rincian total jumlah responden yang masuk per hari pada periode penyebaran kuesioner *online* tersebut terlihat pada Gambar 5. Pada diagram tersebut, peningkatan responden yang terjadi pada 26–31 Januari 2022 disebabkan oleh publikasi di kanal-kanal sosial media Greenpeace Indonesia. Penambahan jumlah responden selanjutnya pada periode 31 Januari–7 Februari dipengaruhi oleh pemanfaatan fitur *advertisement* pada kanal Facebook dan Instagram.

¹² Para ahli menyebut bahwa Gen Z adalah generasi yang lahir di akhir tahun 90-an (Dimock, 2019; Rue, 2018). Generasi ini disebut sebagai generasi yang lahir di era informasi dan *digitally innate*, atau dalam arti kata lain, sangat erat dengan dunia digital. Hal ini di satu sisi sesuai dengan teknik pengumpulan yang digunakan dalam penelitian ini, yakni memanfaatkan fitur kuesioner *online*. Di sisi lain, seiring dengan masifnya informasi mengenai lingkungan secara umum dan khususnya transportasi rendah emisi untuk mengurangi kontribusi terhadap krisis iklim, generasi ini juga disebut sebagai generasi yang aktif dalam mengadvokasikan perubahan untuk mengarah ke kehidupan yang lebih berkelanjutan (Tyson dkk, 2021).



Gambar 5. Pertambahan responden harian

Kuesioner diisi oleh 3.097 responden, namun tidak semua pengisian valid dan sesuai dengan kebutuhan penelitian. Kriteria yang digunakan untuk seleksi validitas data adalah terjadinya duplikasi, pengisian yang tidak lengkap, lokasi domisili dan tempat berkegiatan yang tidak sesuai, serta durasi pengisian yang terlalu cepat. Kuesioner yang dianggap valid dan dapat dianalisis adalah 2.097 kuesioner yang telah diseleksi dari kriteria di atas.

Limitasi studi

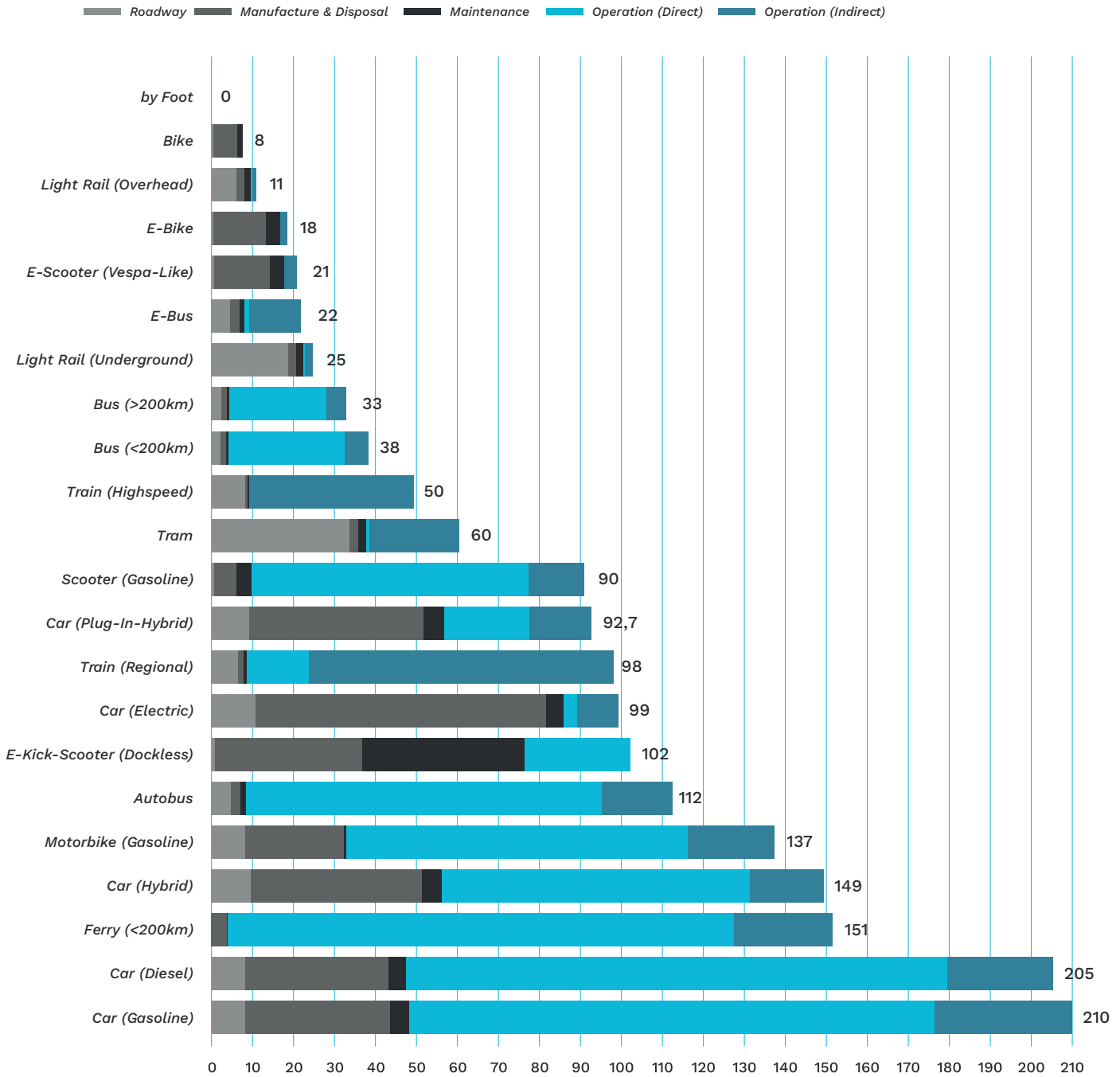
Studi ini berfokus pada perhitungan emisi yang dihasilkan oleh operasional kendaraan. Emisi yang dihasilkan dari operasional kendaraan dapat bersifat langsung (emisi hasil pembakaran kendaraan bahan bakar fosil) ataupun tidak langsung (emisi dari daya listrik yang dibutuhkan agar kendaraan dapat bergerak). Namun, studi ini tidak memperhitungkan emisi yang berasal dari kegiatan lainnya di dalam bertransportasi, seperti manufaktur dan pembuangan kendaraan, pemeliharaan kendaraan, dan pemeliharaan dan konstruksi infrastruktur transportasi (jalan, jembatan, tol). Oleh sebab itu, perhitungan emisi yang dilakukan di studi ini baru mencakup sebagian dari total emisi yang dihasilkan atau dipengaruhi oleh kegiatan transportasi. Studi ini juga tidak memperhitungkan perubahan emisi akibat pandemi COVID-19 (pengurangan frekuensi dan intensitas jumlah perjalanan) ataupun kemungkinan berkurangnya populasi Kota Jakarta yang bermigrasi ke ibu kota negara baru.

Perbandingan emisi untuk operasional dan kegiatan lain dapat dilihat pada Gambar 6. Mobil berbahan bakar bensin akan menghasilkan emisi operasional sebesar 161,8 gram/pkm¹³, sedangkan emisi lainnya sebesar 48,1 gram/pkm. Hal ini berbeda dengan mobil listrik yang diproyeksi menghasilkan emisi operasional sebesar 13,4 gram/pkm, sedangkan emisi untuk emisi lainnya akan sebesar 86 gram/pkm. Dari perbandingan tersebut, skenario perhitungan

¹³ Pkm (*passenger kilometer*) merupakan satuan untuk menjelaskan kegiatan transportasi. 1 pkm adalah ketika satu penumpang menempuh jarak satu kilometer.

emisi yang dibuat dapat menghasilkan angka yang lebih kecil dari sesungguhnya, khususnya skenario dengan kendaraan listrik (mobil dan motor) yang proporsi emisi manufaktur dan disposalnya lebih besar dibandingkan emisi dari kegiatan operasionalnya.

Rata-rata emisi karbon menurut tipe moda transportasi (dalam gram/pkm)



Gambar 6. Perkiraan total emisi langsung dan tidak langsung dari moda transportasi

Sumber: Lufthansa Innovation Hub Analisis, TNMT.com



Penumpang turun dari kereta *Mass Rapid Transportation* (MRT) Jakarta



© Adhi Wicaksono / Greenpeace

Kondisi Saat ini: Gambaran Umum Perilaku Bertransportasi Masyarakat DKI Jakarta

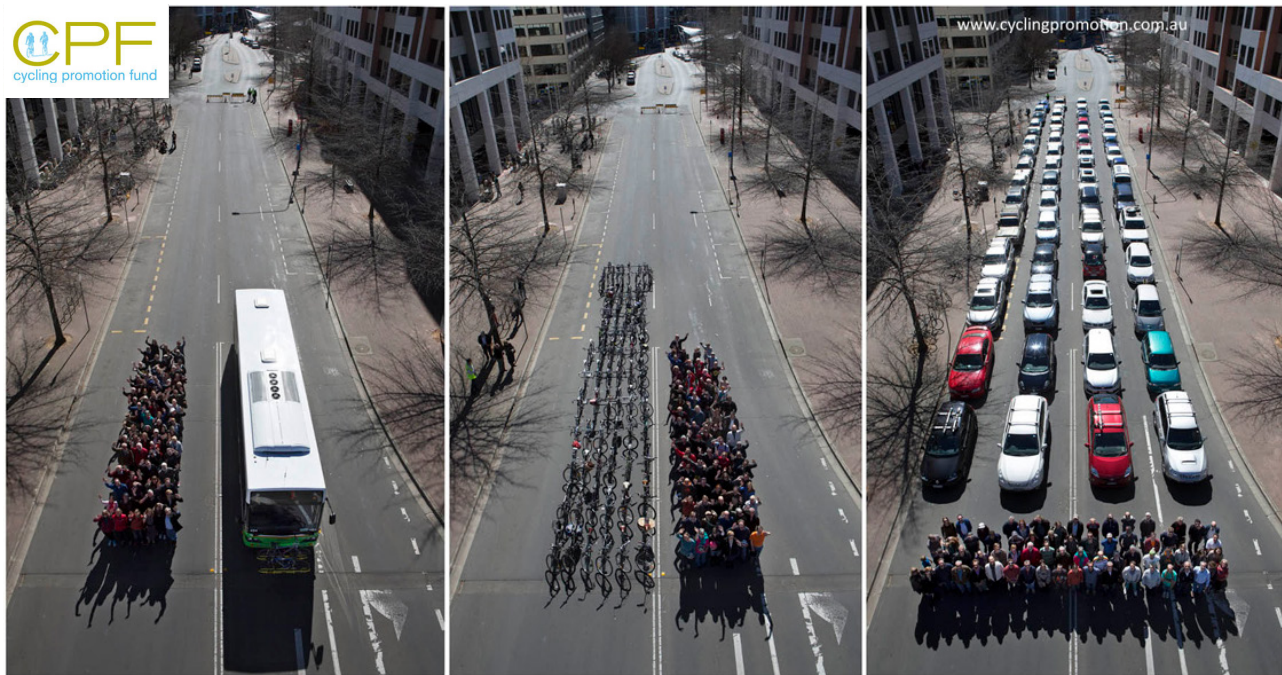
Transportasi merupakan urat nadi kehidupan masyarakat perkotaan melalui fungsinya dalam menjamin interkoneksi antara tempat sosial, pendidikan, kesehatan maupun ekonomi. Konektivitas tersebut berkontribusi secara langsung terhadap produktivitas ekonomi dan kegiatan rekreasi yang menentukan kualitas hidup, kesejahteraan, dan kebahagiaan masyarakat perkotaan.

Sistem transportasi yang baik seharusnya memiliki tingkat kemacetan yang minim, sehingga masyarakat dapat mencapai tujuan tanpa menimbulkan kelelahan fisik maupun emosional. Durasi masyarakat Jakarta menghabiskan waktu di perjalanan tidaklah sedikit. Studi Uber dengan BCG (2017) menyatakan rata-rata durasi perjalanan masyarakat Jakarta adalah sebesar 68 menit, ditambah dengan pencarian tempat parkir selama 21 menit. Studi mengenai kemacetan menyatakan adanya penambahan 34% durasi perjalanan, yang berarti perjalanan di Jakarta membutuhkan waktu 34% lebih lama dibandingkan kondisi tanpa kemacetan. Durasi perjalanan ini juga dapat meningkat hingga 67% akibat kemacetan pada periode sibuk (jam 5-7 sore)¹⁴.

Sistem transportasi yang bergantung kepada kendaraan pribadi memiliki risiko kemacetan tertinggi karena kendaraan pribadi membutuhkan ruang per kapita paling besar. Sebagai contoh, mobil biasanya hanya mengangkut satu orang pada jam sibuk, sedangkan bus dapat mengangkut hingga 40 orang pada waktu yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa

¹⁴ Data diambil dari Jakarta in Traffic Index 2021 oleh Tomtom Traffic Index https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/jakarta-traffic/

diperlukan lebih banyak ruang untuk memindahkan 40 orang dengan mobil dibandingkan dengan bus, diilustrasikan dalam Gambar 7. Dengan demikian, secara garis besar, penggunaan transportasi publik dapat mengurangi kemacetan hingga 12 kali lipat lebih efektif dibandingkan dengan kendaraan pribadi (Kimber dkk., 1985 dalam Ortuzar, 2019).



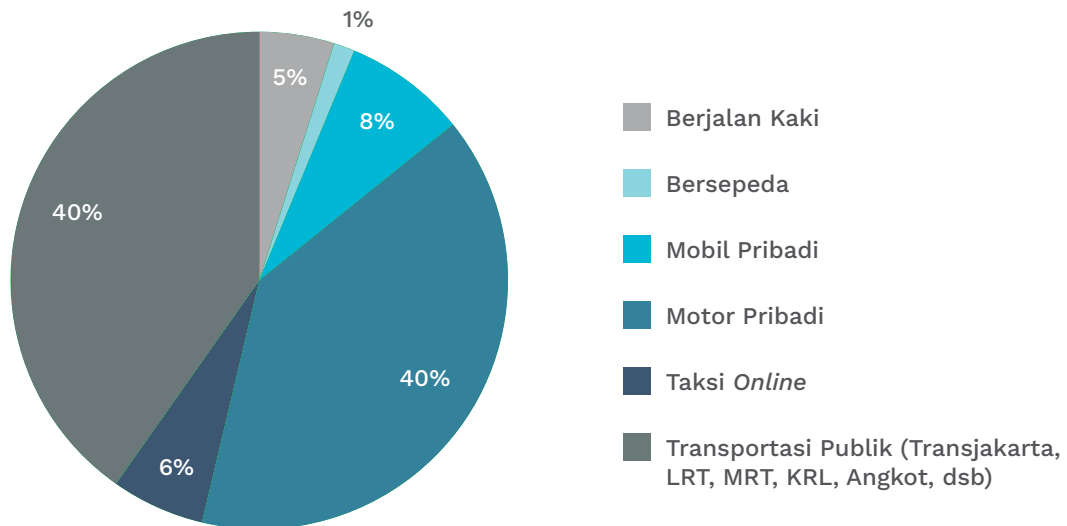
Gambar 7. Perbandingan ruang jalan antara mobil, bus dan sepeda

Sumber: Australia's Cycling Promotion Fund, 2012

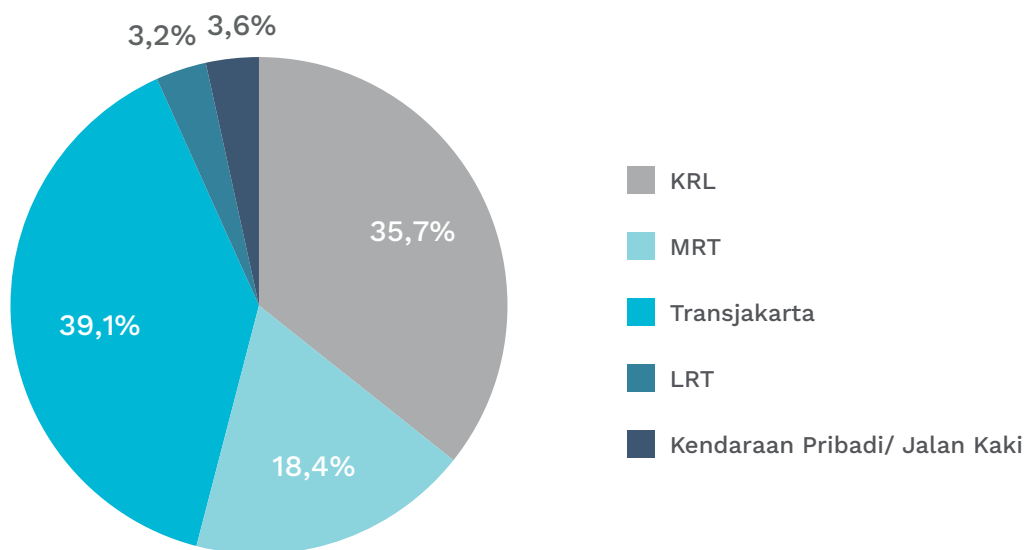
Selain menyebabkan kemacetan, kendaraan pribadi juga menyebabkan berkurangnya lahan yang tersedia untuk ruang publik (mis: taman, tempat bermain dan berolahraga, fasilitas umum, dsb) dan ruang untuk infrastruktur ramah lingkungan (mis: RTH, trotoar pejalan kaki, jalur pesepeda, dsb). Saat ini, hanya tersedia sekitar 34 km² luas RTH di Jakarta, dibandingkan dengan ruang yang digunakan untuk jalan raya yang lebih banyak yaitu 46 km² pada tahun 2018 dan belum termasuk dengan area parkir kendaraan (Open Data Jakarta, 2014 dan Statistik DKI Jakarta, 2018). Dengan kata lain, infrastruktur kendaraan pribadi berkompetisi dengan infrastruktur ramah lingkungan, berbeda dengan penyediaan infrastruktur bersepeda dan berjalan kaki yang juga dapat berfungsi sebagai ruang terbuka hijau, juga dapat mendukung peningkatan penggunaan infrastruktur transportasi publik (Rietveld dkk., 2001; Loo, 2021). Secara umum, bersepeda juga dapat meningkatkan kesehatan dan relaksasi, terutama bila rute yang dilalui dipenuhi oleh vegetasi (Marquart dkk., 2022). Oleh karena itu, untuk meningkatkan motivasi masyarakat beralih kepada moda transportasi yang rendah karbon, dibutuhkan infrastruktur pejalan kaki dan pesepeda yang memadai, alih-alih menyediakan ruang lebih banyak untuk kendaraan pribadi yang di sisi lain mengancam ketersediaan ruang terbuka hijau.

Moda Transportasi Pilihan Saat ini

Berdasarkan data dari 2.097 responden kuesioner, moda transportasi utama yang digunakan adalah transportasi publik (40,18%) dan motor pribadi (39,51%). Dari keseluruhan transportasi publik yang terdapat di DKI Jakarta, Transjakarta (39,1%) dan KRL (35,7%) merupakan pilihan moda transportasi publik yang paling banyak digunakan responden (Gambar 8). Sedangkan LRT tidak terlalu jadi pilihan (3%), kemungkinan karena keterbatasan rute yang tersedia saat ini (Gambar 9).



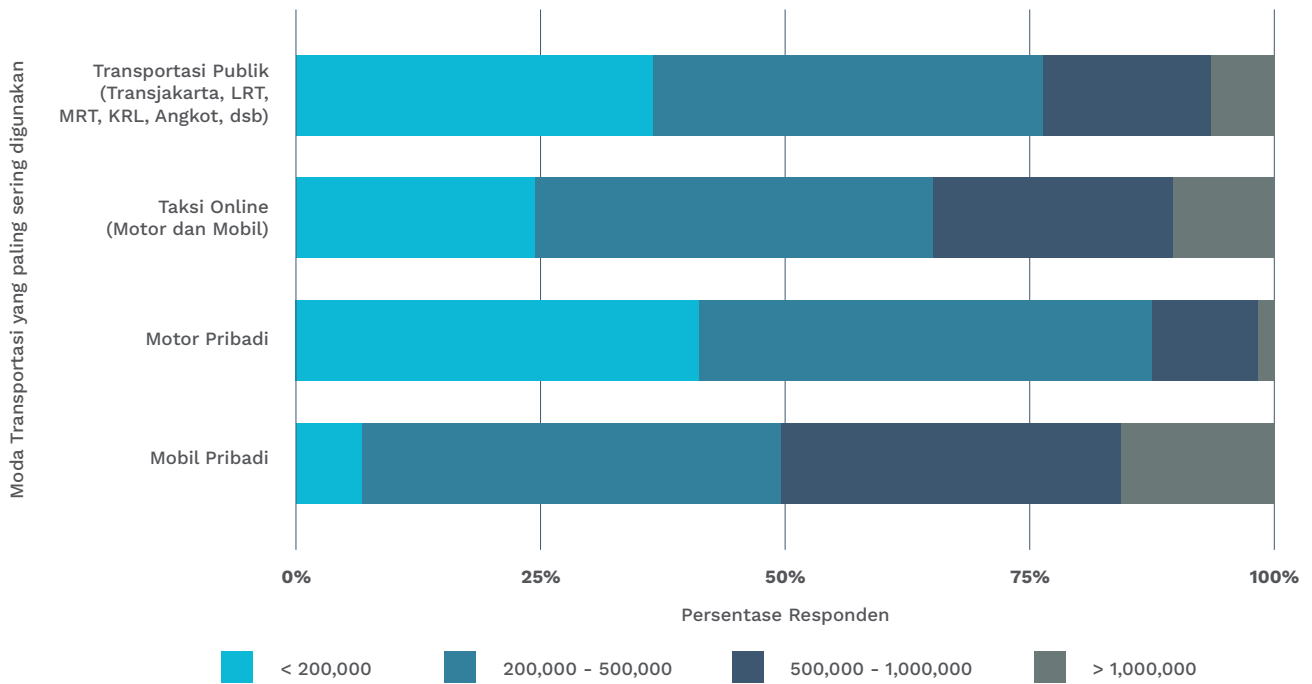
Gambar 8. Moda transportasi utama masyarakat Provinsi DKI Jakarta



Gambar 9. Pilihan moda transportasi publik

Biaya untuk transportasi yang dikeluarkan sebagian besar responden adalah sekitar Rp. 200.000-Rp. 500.000 per bulan. Taksi online dan mobil pribadi menjadi dua moda transportasi yang cukup banyak dilaporkan sebagai moda yang relatif mahal. Analisis korelasi menunjukkan pengguna kedua moda transportasi tersebut mengeluarkan biaya di angka yang lebih besar yakni sekitar 500.000-1.000.000 per bulannya. Diagram di bawah ini menunjukkan tantangan penyediaan transportasi yang berkelanjutan dan murah. Motor pribadi dilaporkan masih menjadi salah satu moda transportasi yang cukup murah. Terdapat sekitar 6% pengguna transportasi publik yang melaporkan tingginya biaya. Di sisi lain, terdapat 36,27% pengguna transportasi publik yang melaporkan bisa kurang dari 200.000 per bulannya (Gambar 10)¹⁵. Hal ini selaras dengan temuan FGD yang juga menyebutkan bahwa transportasi umum di Jakarta memiliki keunggulan dari sisi nilai ekonomisnya, yang mana biaya perjalanan menggunakan transportasi publik dari daerah Bodetabek ke Jakarta hanya berkisar dari Rp. 4.000-6.000 per harinya. Bagaimanapun, kurang terintegrasinya moda transportasi publik, dapat menjadi salah satu penyebab tingginya biaya ini, dimana penggunaannya masih perlu untuk menambah dengan moda transportasi lain yang relatif mahal seperti taksi online.

¹⁵ Sebagai catatan, responden pada studi ini sebagian besar memiliki pendapatan perbulan Rp 2-5 juta (32%) atau di bawah Rp 2 juta (30%). Sisanya memiliki pendapatan di antara Rp 5-10 juta (27%).



Biaya yang ada pada grafik ini adalah kisaran biaya transportasi, bukan biaya riil. Grafik ini adalah persentase jumlah responden yang melaporkan kisaran biaya per masing-masing moda transportasi. Untuk biaya yang dilaporkan oleh kelompok pengguna moda transportasi publik, dapat turut tercampur juga antara moda lainnya seperti taksi online atau sewa kendaraan lainnya (bike sharing, dsb).

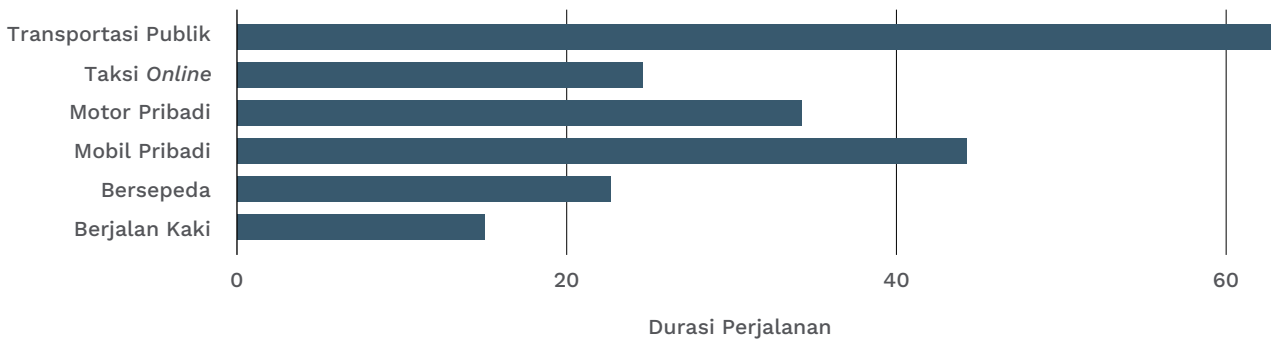
Gambar 10. Biaya transportasi bulanan

Dari segi waktu tempuh perjalanan, dapat dilihat bahwa transportasi umum lebih diminati sebagai pilihan moda perjalanan jarak jauh dengan rata-rata durasi perjalanan 62 menit, kemudian diikuti dengan mobil pribadi dengan durasi 44 menit dan motor pribadi dengan durasi 34 menit (Gambar 11). Sedangkan untuk berjalan kaki dan bersepeda, rata-rata responden berjalan kaki selama 15 menit atau bersepeda selama 22 menit untuk tujuan bekerja atau pergi ke sekolah. Namun dapat dilihat bahwa baik bersepeda (1,38%) maupun berjalan kaki (4,86%) belum menjadi moda transportasi pilihan responden (Gambar 12) dikarenakan infrastruktur pendukung yang belum memadai dan polusi udara.

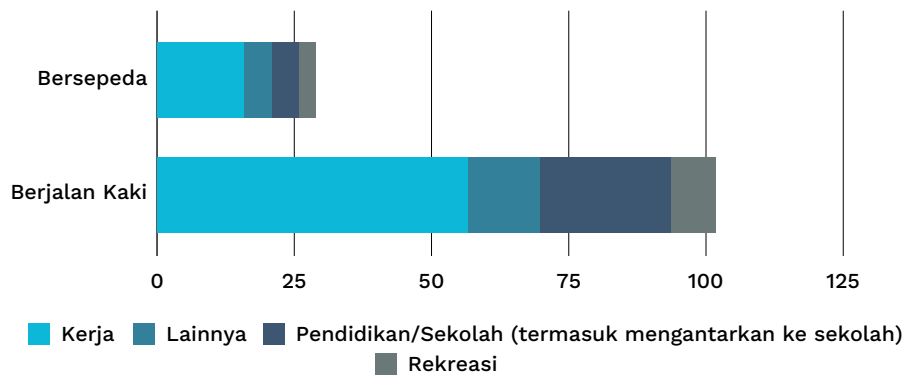
Dalam hal pemilihan moda berjalan kaki dan bersepeda, diketahui bahwa jenis kelamin berpengaruh terhadap kegiatan berjalan kaki dan bersepeda, yang mana perempuan memiliki kecenderungan untuk berjalan kaki lebih besar daripada laki-laki.¹⁶ Dari responden yang telah dan memilih untuk berjalan kaki lebih banyak, 76 hingga 80%-nya adalah perempuan. Hal ini selaras dengan hasil studi dari Jieun Lee, Vojnovic, dan Grady (2018) yang menemukan bahwa laki-laki memiliki hak lebih dominan dalam penggunaan mobil keluarga sehingga perempuan cenderung lebih bergantung pada transportasi publik. Alasan lain adalah perempuan cenderung untuk memiliki pola perjalanan yang lebih kompleks; misalnya perempuan yang telah mempunyai anak akan melakukan perhentian lebih dari 1 destinasi (*trip chain*) untuk mengantar jemput anak ke sekolah atau ke tempat penitipan dalam perjalanannya menuju atau pulang dari kantor.

Kondisi sebaliknya ditemukan pada jenis transportasi bersepeda. Lebih banyak responden laki-laki (59%) menggunakan sepeda sehari-hari daripada responden perempuan (38%). Hal ini dapat sesuai dengan temuan dari Heesch dkk., (2012). Adapun alasan yang mendasari adalah masalah keamanan yang mungkin dapat terjadi para pesepeda perempuan (pelecehan, penyerangan, atau perampokkan) ketika melakukan perjalanan sendirian (Lily dkk., 2018).

¹⁶ Pengaruh antara kedua variabel dilakukan melalui analisis regresi logistik biner untuk menjelaskan hubungan antara variabel respon yang berupa data biner dengan variabel bebas yang berupa data berskala interval dan atau kategorik



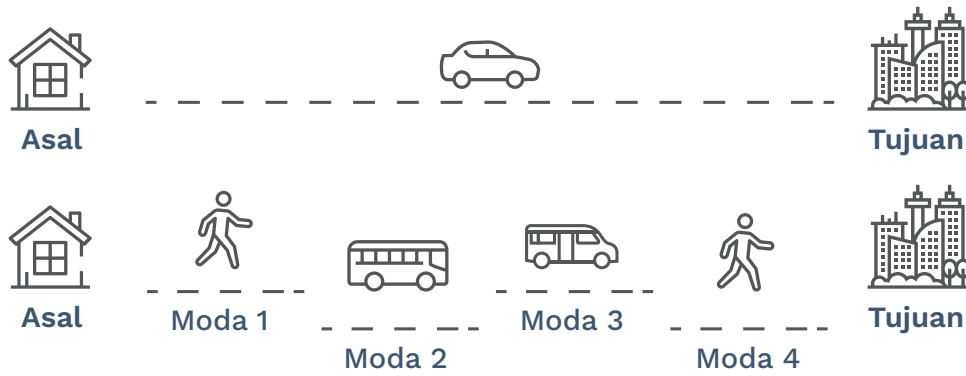
Gambar 11. Moda kendaraan utama dan rata-rata durasi perjalanan



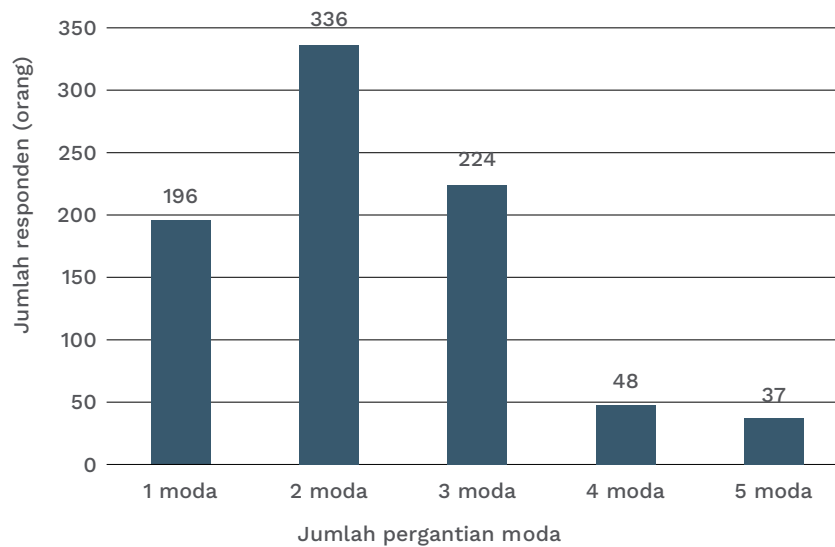
Gambar 12. Tujuan bersepeda dan berjalan kaki

First Mile-Last Mile

Untuk mengetahui pola perpindahan moda transportasi, dilakukan identifikasi tahapan bertransportasi dari titik awal menuju sarana transportasi massal terdekat (*first mile*) hingga tahapan setelah dari angkutan umum massal menuju titik tujuan terakhir (*last mile*). Berdasarkan hasil kuesioner, sebagian besar responden melakukan pergantian moda transportasi sebanyak 2-3 kali (Gambar 13). Perilaku pergantian moda transportasi ini dapat menjadi kunci konektivitas antar moda transportasi terutama melalui adanya rencana pengembangan *Transit Oriented Development* (TOD), seperti di beberapa kawasan sekitar koridor MRT Jakarta. Dengan sudah tersedianya perilaku transit, yang kemudian dilengkapi integrasi antarmoda, penyediaan fasilitas pengumpan, hingga peningkatan infrastruktur pedestrian pada lokasi TOD, dapat menjadi pemicu bagi penduduk sekitar untuk mengurangi penggunaan kendaraan pribadi dan mendorong penggunaan kendaraan publik yang intensif (IUTRI, 2016).



Gambar 13. Ilustrasi perpindahan moda transportasi *first mile* dan *last mile*



Gambar 14. Frekuensi pergantian moda transportasi

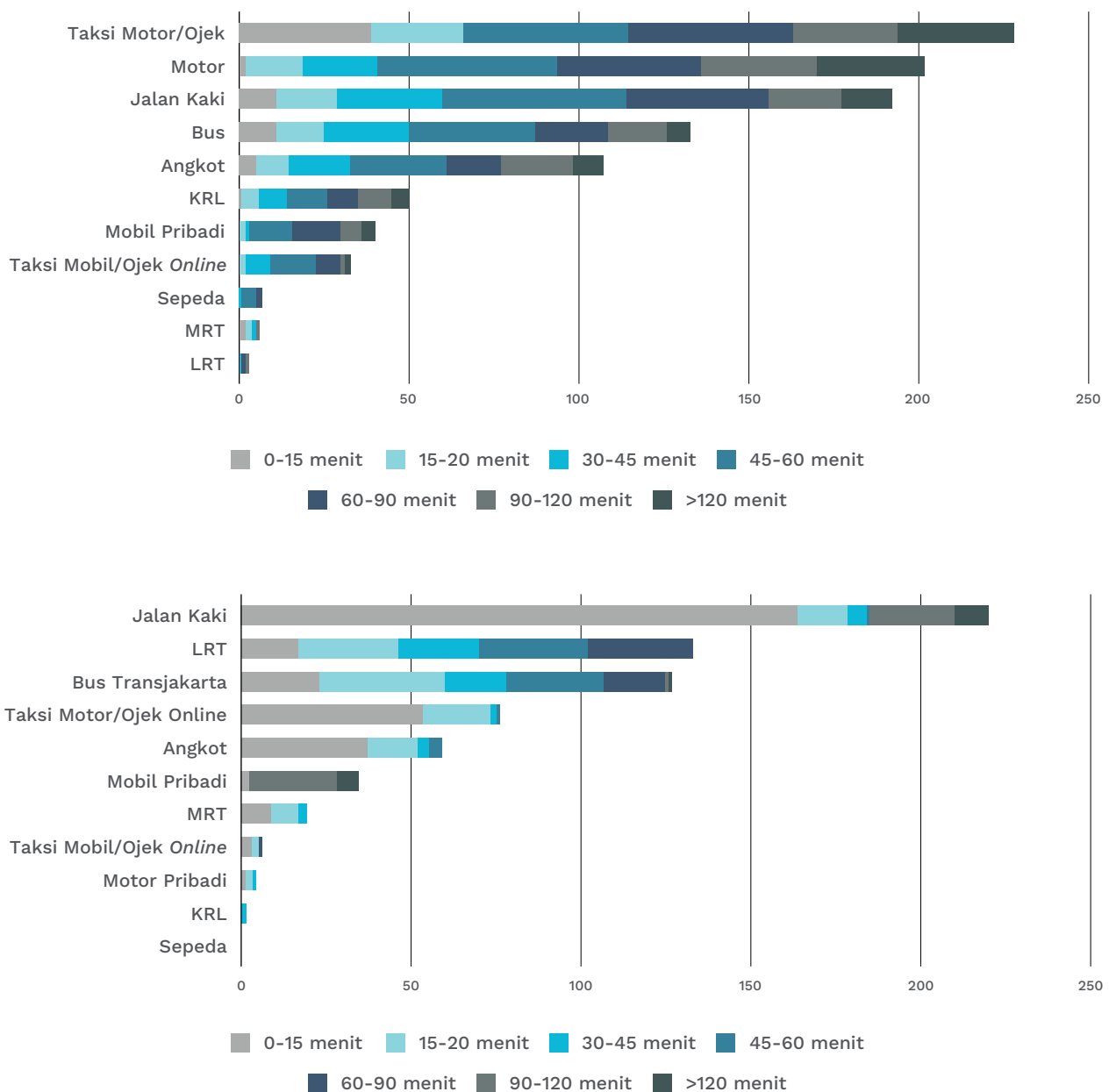
Berdasarkan intensitas pergantian jenis moda tersebut, moda transportasi pertama (*first mile*) yang banyak digunakan adalah ojek *online*/taksi motor. Hal ini selaras dengan studi oleh Tjahjono dkk. (2020) yang menyatakan bahwa penggunaan motor memang lebih banyak diminati sebagai moda transportasi pertama untuk menjangkau moda berikutnya dalam pola perjalanan masyarakat Jakarta. Moda transportasi kedua (*second mile*) yang banyak digunakan adalah berjalan kaki (32%) atau menggunakan transportasi publik (39%). Kemudian, untuk moda transportasi terakhir (*last mile*) yang banyak digunakan adalah kembali ojek *online*/taksi motor (50%).

Berdasarkan analisis pergantian moda transportasi, diketahui bahwa responden banyak menggunakan taksi motor atau ojek *online* sebagai sarana berpindah moda transportasi. Porsi penggunaan taksi motor atau ojek *online* adalah sebesar 23% untuk *first mile* (19%), 11% untuk *second mile* (32%) dan bahkan 50% untuk *last mile*. Durasi penggunaan taksi motor atau ojek *online* terbesar adalah 45-90 menit (45%) untuk *first mile* dan 0-15 menit untuk *second* dan *last mile*. Yang paling menarik adalah penggunaan taksi motor menempati porsi yang lebih besar dibanding dengan penggunaan motor pribadi yang hanya digunakan oleh 20% responden.

Selain taksi motor/ojek *online*, berjalan kaki juga memiliki porsi yang cukup besar dalam keseharian responden, baik dalam porsi *first mile* (19%), *second mile* (32%) ataupun *last mile* (18%). Secara umum responden berjalan kaki dengan waktu tempuh selama 15 menit; durasi ini masih termasuk durasi berjalan kaki yang wajar di kawasan perkotaan untuk langsung menjangkau tempat tujuan (Poelman, 2018).

Sehingga dapat disimpulkan bahwa masyarakat akan lebih memilih untuk berjalan kaki jika jarak yang ditempuh kurang dari 15 menit namun akan memilih untuk menggunakan taksi motor atau ojek *online* jika jarak yang ditempuh lebih lama dari 15 menit berjalan kaki.

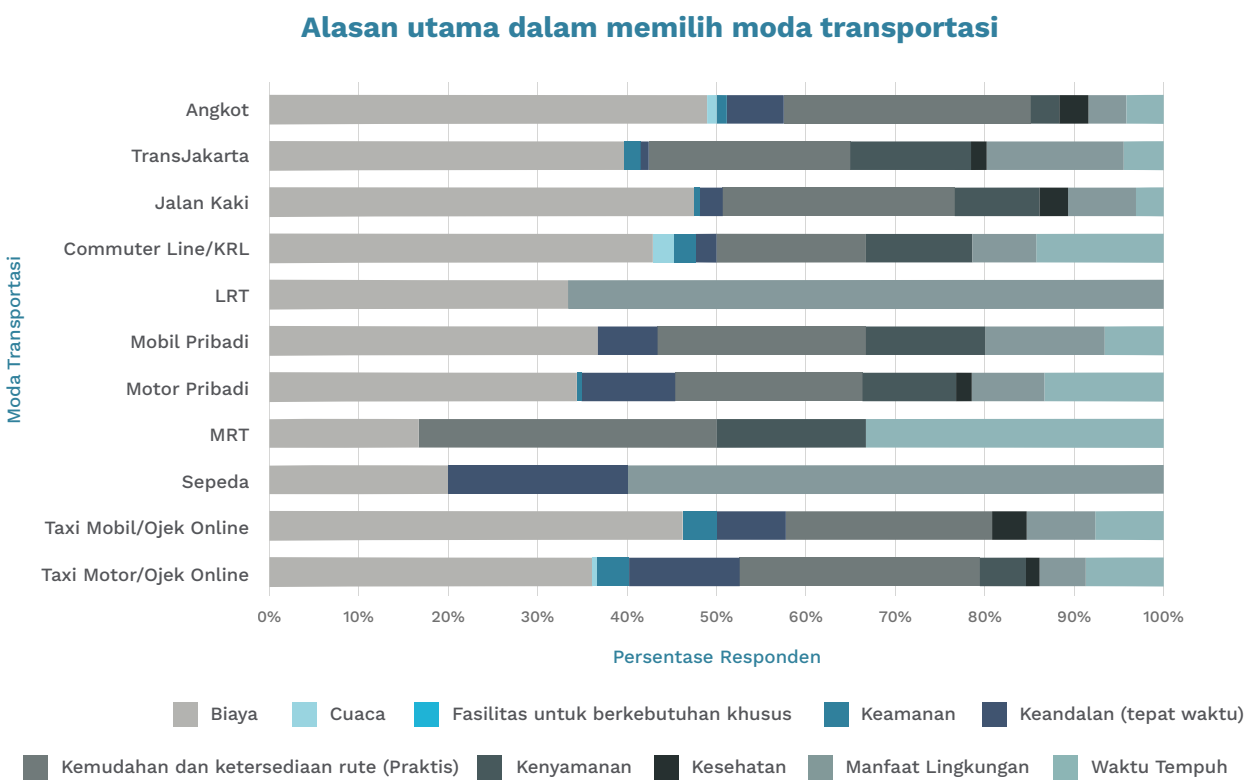
Adanya perpindahan moda dari sebagian besar responden merupakan kesempatan bagi pemerintah untuk mendorong penggunaan *Non-motorized Transportation* (NMT) seperti bersepeda atau berjalan kaki. Hal ini didukung dengan tingginya persentase masyarakat yang memilih untuk menggunakan transportasi publik. Apabila pemerintah ingin mencapai kondisi yang bebas emisi, peralihan moda transportasi harus diarahkan kepada kombinasi antara transportasi publik dan bersepeda atau berjalan kaki. Namun sayangnya, kondisi sistem transportasi DKI Jakarta sekarang yang tidak terintegrasi dengan baik (masih menyediakan jarak antara moda transportasi >15 menit) dan infrastruktur pejalan kaki atau pesepeda yang buruk menyebabkan tingginya penggunaan taksi motor atau ojek *online*.



Gambar 15. Jenis pergantian moda *first mile* dan *last mile*

Berjalan kaki sebagai moda *last mile* yang paling banyak digunakan perlu didorong penyediaan maupun meningkatkan kualitas infrastrukturnya. Fasilitas pejalan kaki yang tersedia di Jakarta saat ini diduduki oleh berbagai macam kegiatan selain berjalan kaki yaitu PKL, *on-street parking*, hingga menjadi titik berkumpul warga. Selain itu, terdapat juga isu dan permasalahan seputar fasilitas penyeberangan terutama jembatan penyeberangan orang (JPO) yang dinilai kurang efektif karena memperpanjang jarak tempuh pejalan kaki. Dalam mengakomodasi kebutuhan pejalan kaki yang beragam ini, diperlukan perbaikan kualitas fasilitas pejalan kaki seperti pembatasan *parkir on street*, pemasangan fasilitas pendukung (lampu pedestrian, *bollards*, bangku pedestrian dsb) hingga perbaikan fasilitas penyeberangan untuk meningkatkan keamanan maupun kenyamanan pejalan kaki (ITDP, 2021).

Secara umum, alasan pemilihan transportasi umum bagi responden berbeda-beda tergantung kepada jenis moda yang dipilihnya (Gambar 15). Namun, alasan utama pemilihan moda transportasi adalah biaya (27%), keandalan (tepat waktu) (32%), serta kemudahan dan ketersediaan rute (17%) (Gambar 16). Ketiga faktor ini dapat menjadi poin pertimbangan yang harus ditingkatkan pada transportasi publik untuk memotivasi perpindahan moda transportasi.



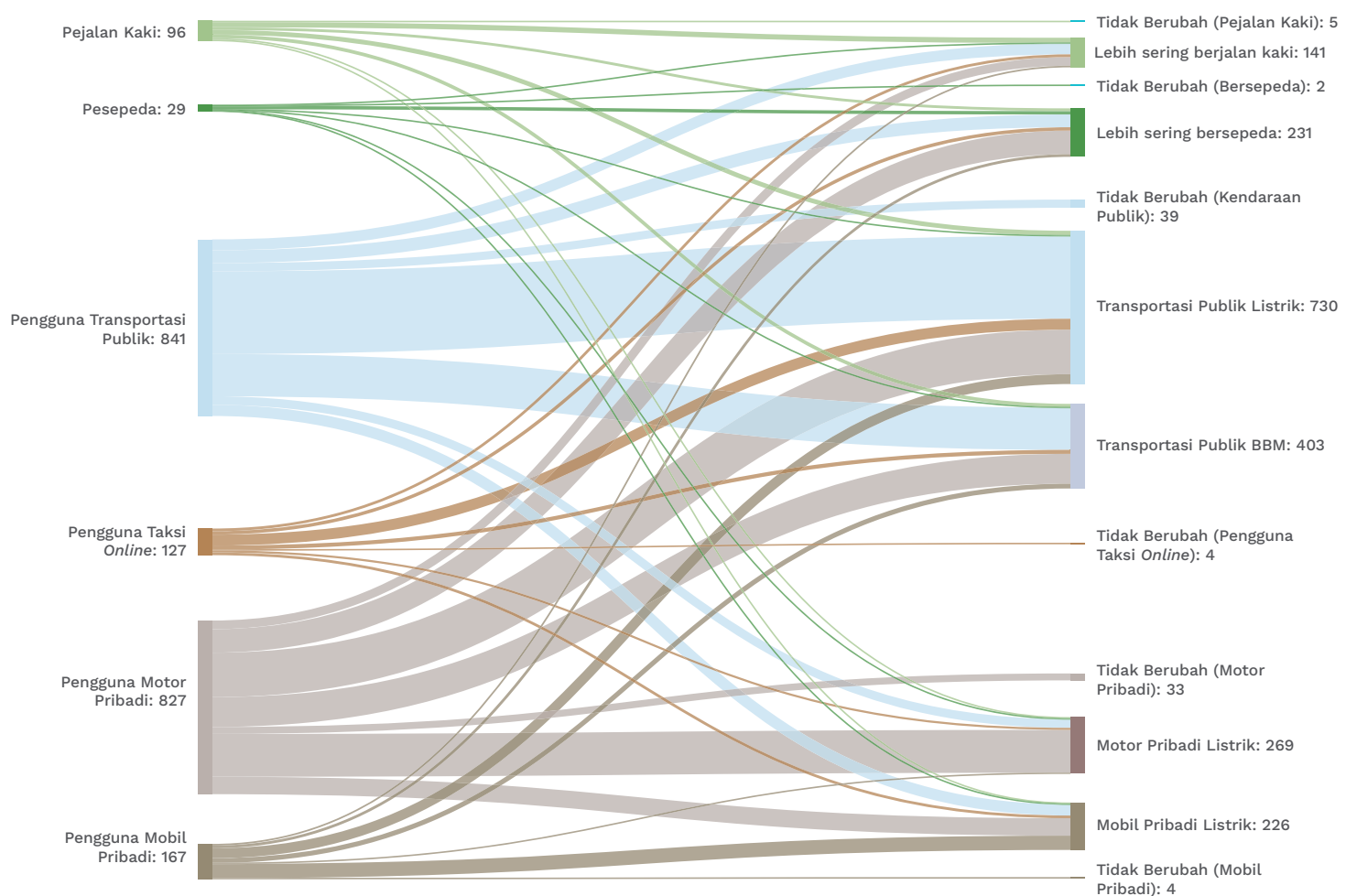
Gambar 16. Alasan utama pemilihan moda transportasi



jalan kaki dan bersepeda di *car free day* sepanjang Jalan Jendral Sudirman minggu pagi.

Persepsi masyarakat akan perilaku transportasi di masa depan

Berdasarkan persepsi masyarakat dalam hal perubahan moda transportasi (Gambar 17), hanya terdapat 4,2% responden yang enggan berubah atau tetap memilih menggunakan kendaraan pribadi. Perubahan terbesar dapat diamati untuk responden pengguna motor pribadi yang menyatakan ingin berubah menjadi lebih sering bersepeda atau menggunakan transportasi publik. Demikian juga untuk pengguna transportasi publik yang berharap dapat menggunakan transportasi publik yang rendah emisi di masa depan. Beberapa masyarakat juga berharap dapat beralih untuk berjalan kaki (6,7%) dan bersepeda (11%).



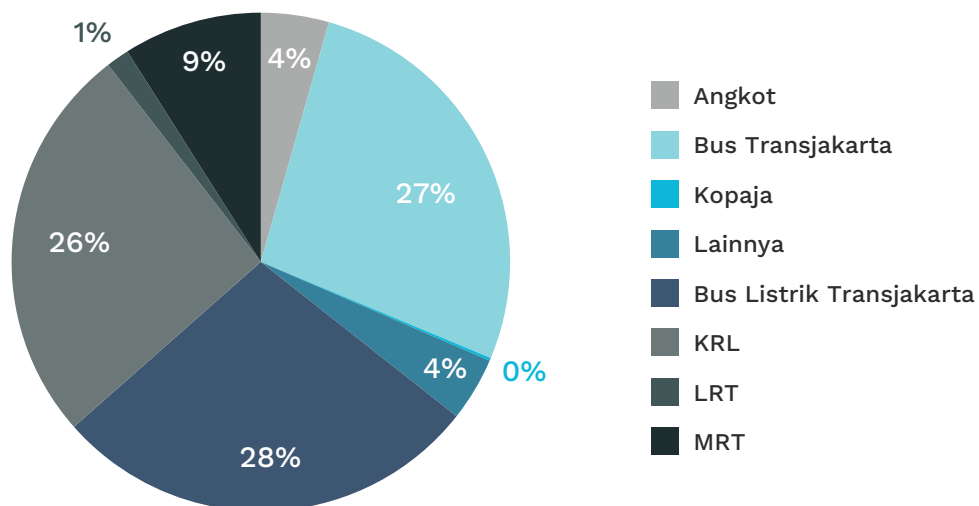
Gambar 17. Aspirasi Responden mengenai perubahan moda transportasi

Pada Tabel 3, sebagian besar alasan menurunnya pilihan penggunaan motor di masa depan dengan beralih menggunakan transportasi publik atau *non-motorized transport* adalah karena mengurangi polusi. Adapun alasan lain perubahan menggunakan transportasi publik adalah karena biaya. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat telah memiliki kesadaran lingkungan yang baik (mengurangi polusi) serta manfaat dari berjalan kaki atau bersepeda (kesehatan); kedua hal ini dapat menjadi pendorong perubahan perilaku masyarakat menuju sektor transportasi yang bebas emisi.

Tabel 3. Perubahan perilaku dari pengguna motor pribadi dan alasannya

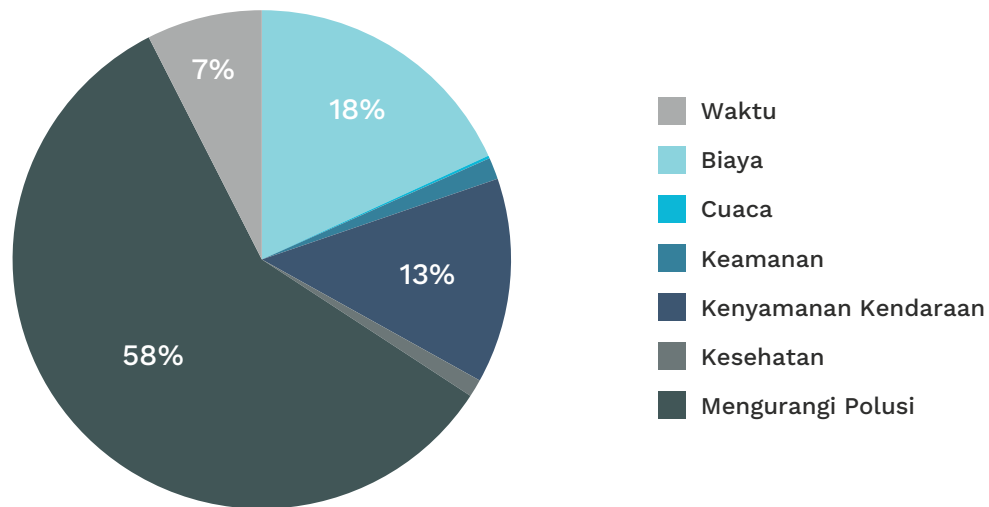
Perubahan dari motor pribadi	Jumlah responden	Alasan perubahan
Lebih sering menggunakan transportasi publik listrik	73	Mengurangi polusi (64%)
Lebih sering menggunakan transportasi publik berbahan bakar fosil	42	Biaya (40%), mengurangi polusi (40%)
Lebih sering bersepeda	21	Mengurangi polusi (76%)
Motor pribadi bertenaga listrik	13	Mengurangi polusi (54%)
Mobil pribadi bertenaga listrik	10	Mengurangi polusi (40%), kenyamanan (40%)
Lebih sering berjalan kaki	9	Kesehatan (78%)
Tidak berubah	4	Tidak ada

Transportasi publik yang berbahan bakar listrik menjadi pilihan utama dari responden di masa depan (Gambar 18). Bus Transjakarta menjadi jenis moda transportasi utama sasaran perpindahan (55%), dengan pilihan sebesar 27% Bus Transjakarta berbahan bakar fosil dan 28% berbahan bahan bakar listrik yang kemudian diikuti dengan KRL (26%).



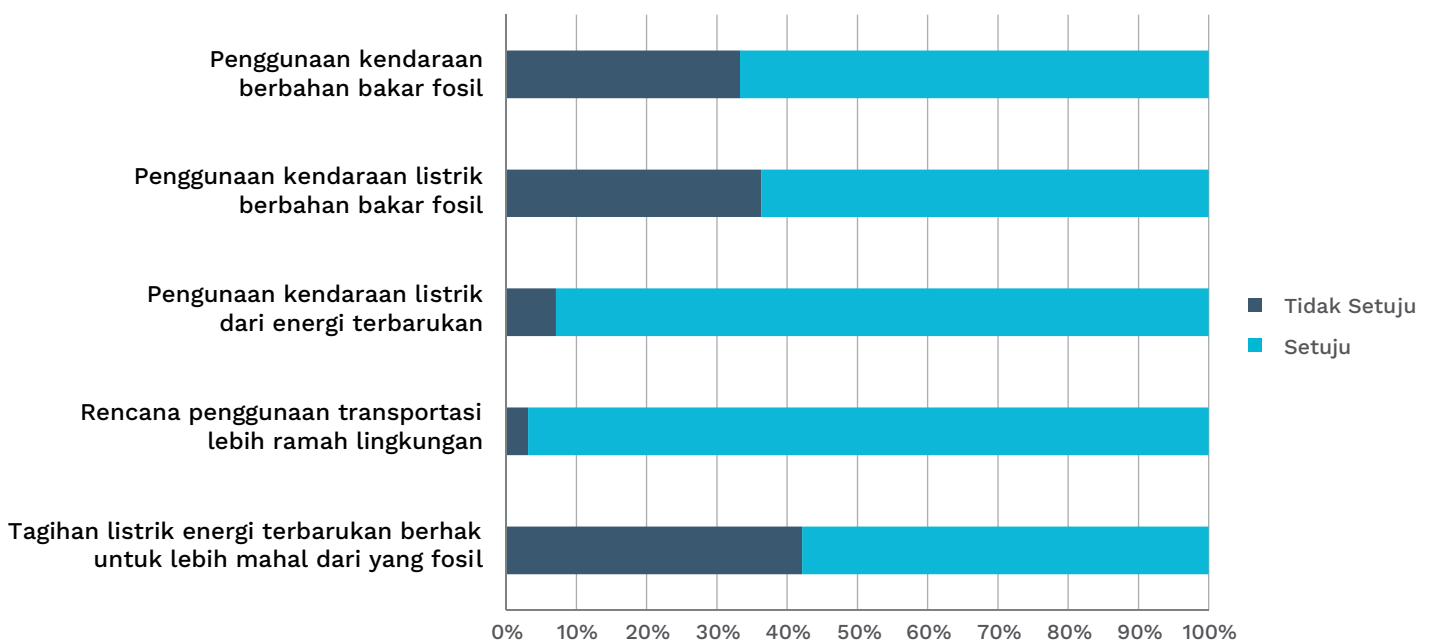
Gambar 18. Jenis preferensi perpindahan moda ke transportasi publik

Alasan pemilihan masyarakat berpindah ke moda transportasi publik ditunjukkan pada Gambar 19. Dari gambar tersebut, hampir setengah responden memilih berpindah karena transportasi publik dianggap mengurangi polusi (58%). Selain itu, alasan lainnya adalah biaya transportasi publik (18%) dan kenyamanan kendaraan (13%).



Gambar 19. Alasan perpindahan ke moda transportasi publik

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 19, keinginan untuk mengurangi polusi pada studi ini merupakan aspirasi utama dari responden, hal ini sejalan dengan persepsi responden terhadap penggunaan bahan bakar kendaraan. Walaupun sebagian besar responden masih menggunakan bensin (81%), hampir seluruh responden setuju bahwa kendaraan yang digunakan sebaiknya bertenaga listrik dari energi terbarukan (93%) (Gambar 20). Responden juga menyatakan telah memiliki rencana untuk menggunakan transportasi lebih ramah lingkungan dan sehat (97%)¹⁷.



Gambar 20. Persepsi responden terhadap penggunaan bahan bakar kendaraan

¹⁷ Hasil ini terlepas dari pengetahuan responden tentang sifat, harga, dan hal lainnya tentang energi terbarukan.

Penilaian terhadap performa kendaraan yang beraktivitas di Jakarta

Tabel 4 menjelaskan penilaian responden terhadap performa dan preferensi penggunaan moda transportasi di Jakarta. Data-data ini dapat bermanfaat untuk menjadi poin perhatian dalam peningkatan kualitas infrastruktur transportasi.

Tabel 4. Indikator performa moda transportasi di Jabodetabek

Moda Transportasi Terpilih	Penilaian Indikator Performa			Penilaian Indikator Harapan		
	Transportasi publik	Biaya	Kemudahan	Kenyamanan	Biaya	Kemudahan
Bahan bakar fosil	Harga tiket sudah sesuai	Waktu tunggu, kemudahan untuk ditemui dan jarak perjalanan ke stasiun/terminal terdekat sudah sesuai	Tingkat keamanan dan kenyamanan sudah sesuai, mampu mengatasi kebutuhan pengguna saat cuaca ekstrim, namun masih dirasakan polusi yang relatif cukup banyak	Harga tiket diharapkan lebih murah lagi	Perbaikan dalam waktu tunggu, kemudahan untuk akses dan jarak perjalanan ke stasiun/terminal terdekat	<ul style="list-style-type: none"> ● Perbaikan tingkat keamanan dan kenyamanan ● Adanya pengurangan polusi udara
				Pengguna cenderung setuju menambah Rp. 10.000 dari harga normal untuk transportasi publik bertenaga listrik		Penggunaan sumber energi bersih dan rendah emisi
Berbasis listrik	Harga tiket sudah sesuai	Waktu tunggu, kemudahan untuk ditemui dan jarak perjalanan ke stasiun/terminal terdekat sudah sesuai	Tingkat keamanan dan kenyamanan sudah sesuai, mampu mengatasi kebutuhan pengguna saat cuaca ekstrim, namun masih dirasakan polusi yang relatif cukup banyak	Harga tiket diharapkan lebih murah lagi	Perbaikan dalam waktu tunggu, kemudahan untuk ditemui dan jarak perjalanan ke stasiun/terminal terdekat	<ul style="list-style-type: none"> ● Perbaikan tingkat keamanan dan kenyamanan ● Adanya pengurangan polusi udara
				Pengguna mau menambah Rp. 10.000 dari harga normal untuk transportasi publik bertenaga listrik		Penggunaan sumber energi bersih dan rendah emisi
Mobil Listrik				Biaya Pengisian Daya	Penurunan Pajak	Subsidi Alat Pengisian Baterai

Moda Transportasi Terpilih	Penilaian Indikator Performa			Penilaian Indikator Harapan		
	-	-	-	Diterapkannya kebijakan biaya pengisian daya kendaraan listrik yang lebih murah daripada bahan bakar fosil	Diterapkannya kebijakan penurunan pajak, pembebasan pajak, tarif jalan tol lebih rendah, dan bebas parkir untuk kendaraan listrik di fasilitas publik	Diterapkannya kebijakan subsidi alat pengisian baterai
Motor Listrik				Subsidi Alat Pengisian Baterai	Biaya Pengisian Daya	Penurunan Pajak
	-	-	-	Diterapkannya kebijakan subsidi alat pengisian baterai	Diterapkannya kebijakan biaya pengisian daya kendaraan listrik yang lebih murah daripada bahan bakar fosil	Diterapkannya kebijakan penurunan pajak, pembebasan pajak, bebas parkir untuk kendaraan listrik di fasilitas publik
Bersepeda	Tempat parkir sepeda	Kondisi Jalur sepeda	Jalur sepeda di persimpangan jalan	Tempat parkir sepeda	Kondisi Jalur sepeda	Jalur sepeda di persimpangan jalan
	Ketersediaan tempat parkir sepeda yang aman pada stasiun, terminal atau kantor sudah sesuai	Ketersediaan jalur sepeda yang terlindungi, terkoneksi dengan transportasi publik, dilengkapi lampu penerangan, petunjuk arah dan pohon sudah sesuai. Namun, masih terdapat jalur sepeda yang tidak langsung terhubung ke tujuan lokasi utama	Ketersediaan jalur sepeda yang melindungi pesepeda dari kendaraan lain di persimpangan jalan sudah sesuai	Perbaikan dalam ketersediaan tempat parkir sepeda yang aman pada stasiun, terminal atau kantor	Perbaikan dalam ketersediaan jalur sepeda yang terlindungi, terkoneksi dengan transportasi publik dan tujuan lokasi utama, dilengkapi lampu penerangan, petunjuk arah dan pohon	Perbaikan dalam ketersediaan jalur sepeda yang melindungi pesepeda dari kendaraan lain di persimpangan jalan

Moda Transportasi Terpilih	Penilaian Indikator Performa			Penilaian Indikator Harapan		
Bersepeda	Tempat parkir sepeda	Kondisi Jalur sepeda	Jalur sepeda di persimpangan jalan	Tempat parkir sepeda	Kondisi Jalur sepeda	Jalur sepeda di persimpangan jalan
	Masih dirasakan polusi udara, cuaca dan temperatur yang kurang nyaman serta kurangnya ketersediaan RTH dan pohon	Kurangnya ketersediaan sarana pendukung untuk pejalan kaki berkebutuhan khusus	Kurangnya ketersediaan jalur pejalan kaki, keamanan jalur pejalan kaki dari kendaraan lain, sarana pendukung seperti lampu penerangan, petunjuk arah, dan tempat sampah	Pengurangan polusi udara, perbaikan kondisi cuaca dan temperatur, peningkatan ketersediaan RTH dan pohon	Perbaikan dalam ketersediaan sarana pendukung untuk pejalan kaki berkebutuhan khusus	Perbaikan dalam ketersediaan jalur pejalan kaki, keamanan jalur pejalan kaki dari kendaraan lain, sarana pendukung seperti lampu penerangan, petunjuk arah, dan tempat sampah

Berdasarkan rangkuman harapan responden terhadap perbaikan infrastruktur transportasi, penggunaan moda transportasi yang tersedia saat ini umumnya dinilai sudah sesuai dengan preferensi pengguna. Dalam hal transportasi publik berbahan bakar fosil maupun listrik, performa dari segi biaya, kemudahan, dan keamanan sudah mencukupi kebutuhan pengguna. Meskipun demikian, transportasi publik berbahan bakar fosil ini masih memerlukan peningkatan kualitas dari performanya saat ini. Khususnya dalam hal pengurangan polusi udara yang salah satunya dapat dilakukan melalui peralihan menjadi transportasi publik berbasis listrik yang menggunakan sumber energi bersih dan rendah emisi.

Sama halnya dengan transportasi publik, penilaian performa moda bersepeda dinilai sudah sesuai dari segi ketersediaan tempat parkir, jalur sepeda yang terlindungi dan jalur sepeda di persimpangan jalan. Akan tetapi, masih diperlukan peningkatan performa moda bersepeda khususnya dalam koneksi jalur sepeda dengan tujuan lokasi utama. Hingga tahun 2019, jalur sepeda yang tersedia di Jakarta baru mencapai 63 km dan masih terpusat di beberapa ruas jalan utama, sedangkan rencananya akan dibangun hingga 196 km jalur sepeda pada akhir tahun 2021, dan total 690 km pada tahun 2030 (Dinas Perhubungan DKI Jakarta, 2021). Kemudian berdasarkan laporan dari ITDP (2022), kondisi jalur sepeda di beberapa ruas yang tersedia saat ini juga masih memerlukan adanya peningkatan kualitas terutama dari segi perbaikan jalur sepeda terlindungi dan juga perlengkapan rambu beserta markanya. Kemudian dalam hal berjalan kaki, berbeda dengan transportasi publik dan bersepeda, performa moda berjalan kaki justru dirasa masih kurang dalam hal adanya polusi udara, keamanan dan juga ketersediaan sarana pendukung untuk pejalan kaki berkebutuhan khusus, sehingga diperlukan adanya peningkatan performa pada seluruh aspek.

Kualitas infrastruktur kendaraan tidak bermotor di Indonesia dapat menjadi salah satu penghambat masyarakat Indonesia untuk beralih kepada pilihan moda yang lebih ramah lingkungan. Dengan kualitas infrastruktur yang belum memadai, menyebabkan kurangnya rasa aman bagi pengguna jalan. Menurut Unterman (1984) dalam Frans dkk. (2016), faktor keamanan adalah faktor utama bagi pengguna jalur pedestrian dengan adanya elemen-elemen pengaman untuk melindungi pejalan kaki. Melalui adanya peningkatan kualitas infrastruktur bersepeda dan berjalan kaki, masyarakat diharapkan dapat lebih sering menggunakan moda NMT (Tabel 5).

Tabel 5. Preferensi parameter moda transportasi di Jabodetabek

Moda transportasi	Parameter	Preferensi
Transportasi publik berbahan bakar fosil	Waktu tunggu	0-10 menit (76%)
	Membayar lebih untuk transportasi bertenaga listrik	82% responden bersedia menambah hingga Rp10.000 dari harga normal
Transportasi publik bertenaga listrik	Waktu tunggu	0-10 menit (79%)
	Membayar lebih untuk transportasi publik bertenaga listrik	85% responden bersedia menambah hingga Rp10.000 dari harga normal

Moda transportasi	Parameter	Preferensi
Berjalan kaki	Jarak	500 m-1 km (41%)
	Frekuensi	3 kali (23%) atau 5 kali (21%) seminggu
	Fasilitas penyeberangan	<i>Pelican Crossing</i> (<i>zebra cross</i> dilengkapi dengan sarana tambahan) (79%)
Bersepeda	Jarak	1-6 km (61%)
	Frekuensi	3 kali (22%), 2 kali (19%), atau 5 kali (17%) seminggu
Mobil Listrik	Kepuasan jarak tempuh max. 160 km	64% responden merasa puas/ sangat puas
	Kepuasan waktu pengisian daya 3-4 jam	49% responden merasa puas/sangat puas 20% responden merasa sedikit tidak puas
	Harga	< Rp. 300.000.000 (65%)
	Jenis	<i>Plug-in Hybrid</i> (42%)
	Ketersediaan membeli <i>charging point</i> berdaya 7 kW di rumah	87% responden bersedia
	Negara manufaktur	41% responden menyatakan tidak mempengaruhi
Motor Listrik	Kepuasan jarak tempuh max. 120 km	66% responden merasa puas/ sangat puas
	Kepuasan waktu pengisian daya 3-4 jam	29% responden dapat menerima 19% responden merasa sedikit tidak puas
	Harga	Rp. 10.000.000-Rp. 15.000.000 (65%)
	Ketersediaan membeli <i>charging point</i> berdaya 7 kW di rumah	82% responden bersedia
	Negara manufaktur	36% responden menyatakan tidak berpengaruh



Aerial View dari atas jalan layang Semanggi menyoroti polusi udara Jakarta pada sore hari.

Hasil Analisis Estimasi Emisi

Berdasarkan data kuesioner, diketahui bahwa 97% responden memiliki rencana atau kemauan untuk menggunakan moda transportasi yang rendah emisi. Namun, apakah dengan adanya perubahan perilaku (dari masyarakat) beserta program-program pemerintah, Provinsi DKI Jakarta dapat mencapai *Net Zero Emissions*?

Pada hakikatnya, emisi karbon yang telah ada di lingkungan dapat dikurangi, salah satunya melalui penyerapan karbon oleh tanaman atau disimpan pada lapisan geologi di bawah tanah (*Carbon Capture Storage/CCS*). Penyerapan oleh tanaman merupakan metoda yang jauh lebih murah dan bernilai manfaat tinggi dibanding dengan teknologi CCS. Namun sayangnya penyerapan karbon oleh tanaman sangat terbatas; rata-rata pepohonan menyerap hanya sebanyak 25 kg CO₂ dalam satu tahun, sehingga untuk menyerap sekitar 13,27 juta ton CO₂ (DLH, 2018) setidaknya dibutuhkan 530 juta pohon. Bila satu pohon membutuhkan satu meter persegi, maka luas lahan yang dibutuhkan untuk menyerap emisi karbon pada tahun 2018 adalah seluas 530 km². Luas ini adalah sebesar 80% dari luas total DKI Jakarta (661,5 km²). Saat ini, RTH hanya mencapai sekitar 34 km² atau sekitar 5,1% luas Jakarta (Open Data Jakarta, 2014 dan Statistik DKI Jakarta, 2018). Berdasarkan perhitungan ini, maka target capaian RTH (30%) hanya akan menyerap 37% dari total emisi pada tahun 2018 atau sebesar 4,9 juta ton CO₂, sehingga diperlukan strategi pencegahan dihasilkannya emisi karbon dari sektor transportasi.

Keefektifan strategi rendah karbon pada sektor transportasi akan dinilai berdasarkan jumlah total emisi yang dihasilkan dari tiap skenario. Bagian ini akan membahas besarnya jumlah emisi yang dihasilkan pada tahun awal (*base year*) dan berdasarkan beberapa skenario di masa depan.

Analisis skenario pengurangan emisi transportasi dibuat dengan mengestimasi emisi selama tiga puluh tahun, yakni menggunakan tahun 2020 sebagai tahun awal (*base year*) dan tahun 2050 sebagai tahun akhir (*end year*). Skenario perhitungan emisi dibagi kepada empat skenario: (1) Skenario Tanpa Intervensi; (2) Skenario Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah; (3) Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan; dan (4) Skenario Menuju Bebas Emisi (*Net Zero Emissions*) 2050.

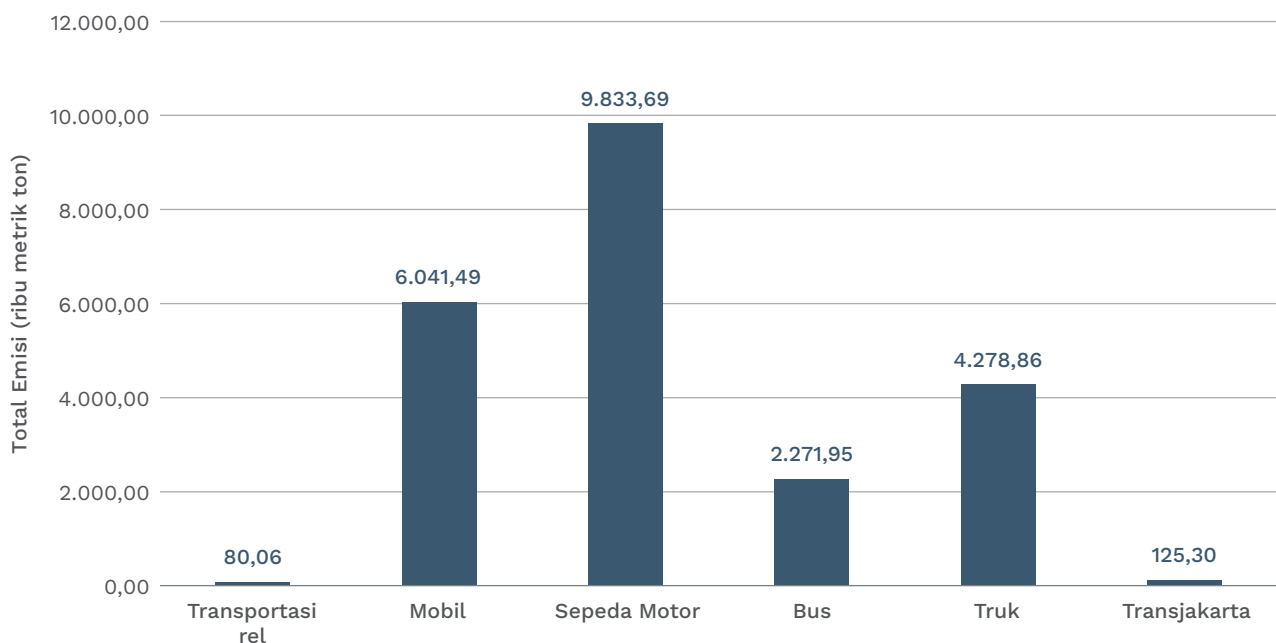
Masing-masing skenario memiliki asumsi yang menjadi variabel dalam mengestimasi emisi yang akan dihasilkan. Secara garis besar, Skenario Tanpa Intervensi menggunakan asumsi dasar tidak ada intervensi dari aktor manapun dan mengikuti tren yang ada. Asumsi dasar untuk skenario kedua adalah menggunakan kebijakan, program, dan target pemerintah sebagai referensi untuk estimasi emisi. Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan menggunakan asumsi dasar menggunakan target masa depan yang dibuat di tingkat internasional yang memprioritaskan elektrifikasi dan penggunaan energi terbarukan, khususnya perkiraan dari lembaga atau institusi yang relevan. Terakhir, Skenario Menuju Bebas Emisi (*Net Zero Emissions*) 2050 adalah skenario yang ambisius untuk menghasilkan emisi sekecil-kecilnya atau bahkan mendekati 0 pada tahun 2050.

Estimasi Emisi Transportasi Saat Ini (*Base Year*)

Estimasi emisi aktual adalah perhitungan emisi untuk sektor transportasi jalan pada tahun awal (*base year*) 2020 sebagai acuan untuk emisi saat ini. Perhitungan ini serta beberapa asumsi pendukung digunakan sebagai dasar untuk menghitung skenario-skenario emisi di tahun 2050. Data yang digunakan pada tahun 2020 dipilih karena ketersediaan data yang paling baru dan lebih lengkap. Data untuk tahun 2021 pada saat penelitian masih belum lengkap di beberapa aspek. Namun, data dan informasi perilaku berkendara, khususnya transportasi publik, tetap menggunakan referensi tahun 2021 dan 2019 sebagai pembandingan.

Secara umum, perhitungan emisi pada tahun awal menggunakan data aktivitas berupa jumlah kendaraan, jarak tempuh kendaraan per tahun, keekonomian bahan bakar, yang kemudian dikonversi melalui faktor emisi dari bahan bakar. Jumlah kendaraan di Provinsi DKI Jakarta diperoleh dari Badan Pusat Statistik DKI Jakarta, Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, PT. Transportasi Jakarta, PT. Kereta Commuter Indonesia, PT. LRT Jakarta, dan PT. MRT Jakarta. Data jumlah kendaraan serta penumpang tersedia secara publik, seperti laporan tahunan dari masing-masing lembaga penyedia layanan ataupun data statistik lainnya yang dipublikasikan di situs resmi institusi.

Perilaku berkendara masyarakat yang beraktivitas di Provinsi DKI Jakarta diperoleh dari data kuesioner. Data tersebut memberikan gambaran kondisi aktual terkait jarak rata-rata yang ditempuh per hari, moda/alat transportasi yang digunakan, perkiraan jumlah perjalanan dalam seminggunya, serta data lain yang mendukung untuk estimasi. Dari data aktivitas tersebut diperoleh perkiraan jumlah bahan bakar atau energi listrik yang digunakan yang dikonversi dengan faktor emisi. Referensi dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia dan institusi internasional yang relevan digunakan untuk menentukan faktor emisi yang digunakan.



Gambar 21. Estimasi emisi yang dihasilkan kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020 (dalam ribu ton CO₂e)

Dari hasil estimasi emisi transportasi aktual (*base year*) tahun 2020, sektor transportasi jalan di Provinsi DKI Jakarta menghasilkan emisi sebesar 22.815.356 ton CO₂e. Emisi transportasi di Provinsi DKI Jakarta pada tahun 2020 jika dibandingkan dengan emisi transportasi nasional pada tahun 2019 yang diestimasi adalah 16,12% (157.771.000 ton CO₂e) (KLHK, 2020). Jika dibandingkan dengan kota lainnya, seperti Kota Semarang, angka emisi ini sangat besar karena untuk Kota Semarang sektor transportasi di estimasi menghasilkan emisi sebesar 824.129 ton CO₂e pada tahun 2018 (DLHK Kota Semarang, 2019).

Namun, angka estimasi yang dihitung berbeda dengan estimasi emisi yang dikeluarkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta di tahun 2019 untuk tahun 2018, yaitu sekitar 13.270.900 ton CO₂e. Hal ini terjadi karena perbedaan metode yang digunakan; perhitungan sektor transportasi menggunakan penjualan bahan bakar selama setahun di Provinsi DKI Jakarta.

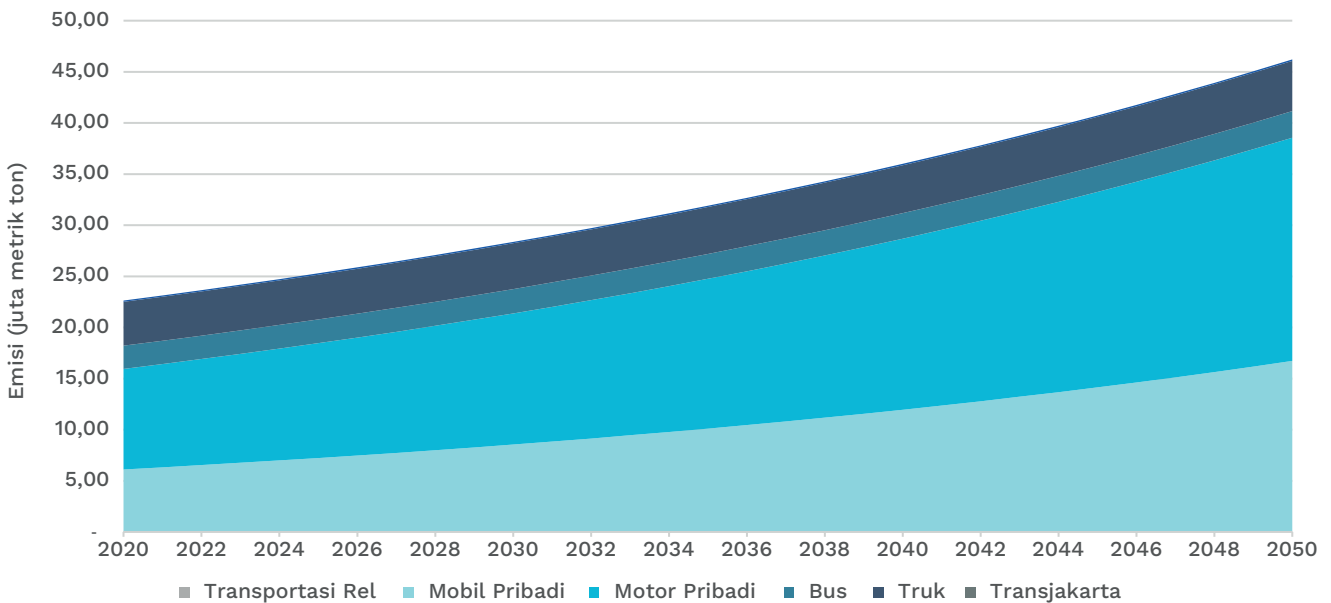
Penyumbang emisi terbesar berasal dari kendaraan berbahan bakar fosil, yaitu bensin (16.566.857 ton CO₂e) yang diikuti oleh diesel/solar (5.920.637 ton CO₂e). Moda transportasi listrik hanya berkontribusi sebesar 327.853 (1,43%) ton CO₂e yang mayoritas berasal dari transportasi publik bertenaga listrik, seperti KRL, LRT, dan MRT. Dapat disimpulkan bahwa kendaraan berbahan bakar fosil menyumbang hampir seluruh emisi dari sektor transportasi publik.

Kendaraan pribadi—seperti sepeda motor dan mobil—merupakan penyumbang emisi terbesar (43,1% dari sepeda motor dan 26,48% dari mobil) (Gambar 21). Secara jumlah, dua jenis kendaraan ini mendominasi pergerakan aktivitas sektor transportasi Provinsi DKI Jakarta, dengan sepeda motor sebesar 16,14 juta (76%) dan mobil sebesar 4,05 juta (19%). Jumlah kendaraan ini menjadi salah satu faktor penyebab kemacetan juga memperparah emisi di DKI Jakarta. Secara mikro, emisi dari mobil relatif lebih besar. Namun, karena jumlah sepeda motor yang empat kali lebih banyak dari mobil, jumlah emisi langsung sepeda motor di DKI Jakarta hampir dua kali lebih besar.

Transportasi publik (transportasi rel dan Transjakarta) berkontribusi paling sedikit terhadap total emisi langsung/operasional sektor transportasi di DKI Jakarta yaitu sekitar 0,90% (Gambar 20). Transportasi rel seperti LRT, MRT, dan KRL berkontribusi paling kecil dibandingkan dengan Transjakarta. Hal ini dipengaruhi oleh cakupan pelayanan dan jumlah kendaraan serta jenis bahan bakar yang digunakan.

Jika transportasi publik dibandingkan dengan kendaraan pribadi untuk satu penumpang, maka emisi dari transportasi publik jauh lebih kecil. Dalam satu kali perjalanan penumpang transportasi publik di DKI Jakarta diperkirakan menghasilkan emisi langsung sebesar 0,778 Kg CO₂e/penumpang untuk transportasi rel sedangkan Transjakarta sebesar 0,948 Kg CO₂e/penumpang yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan sepeda motor (1,802 Kg CO₂e/penumpang) dan mobil (3,579 Kg CO₂e/penumpang). KRL merupakan kendaraan dengan emisi yang paling rendah sebesar 0,345 Kg CO₂e/penumpang karena kapasitas penumpang yang diangkut yang relatif lebih besar dari alat transportasi lain.

Skenario 1: Tanpa Intervensi (*Business as Usual*)



Gambar 22. Estimasi emisi Skenario Tanpa Intervensi yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta selama tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO_{2e})

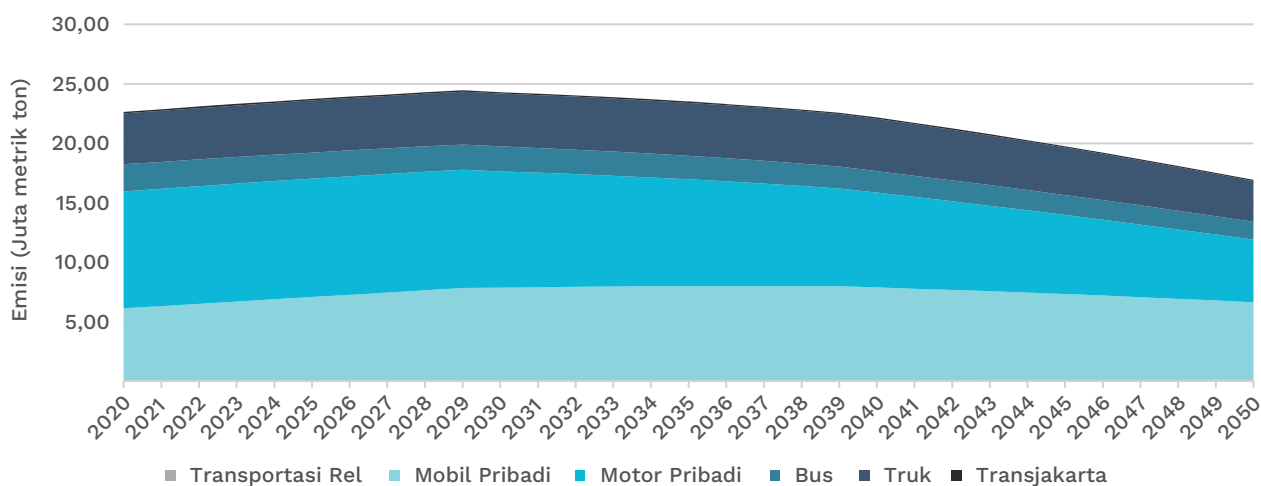
Sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1 mengenai penjelasan asumsi, Skenario Tanpa Intervensi atau skenario *business as usual* ini mengasumsikan bahwa jumlah kendaraan serta penumpang bertambah mengikuti tren pada tahun-tahun sebelumnya, termasuk pengaruh dari populasi dan tidak ada perubahan atau intervensi dari pihak manapun untuk berusaha mengurangi emisi. Skenario digunakan sebagai dasar untuk melihat dan mengestimasi kondisi emisi di masa depan apabila tidak ada intervensi dari pihak manapun serta tidak ada limitasi yang membatasi tren yang ada.

Grafik di atas menjelaskan bagaimana emisi yang dihasilkan dari berbagai moda transportasi yang ada di Provinsi DKI Jakarta seperti transportasi rel (KRL, MRT, dan LRT), Transjakarta (BRT), mobil, sepeda motor, serta bus dan truk. Jumlah emisi relatif bertambah, khususnya untuk mobil dan sepeda motor yang penambahannya mengikuti tren pertumbuhan kendaraan 5 tahun yang lalu dan dipengaruhi oleh penambahan populasi berdasarkan laju pertumbuhan yang ada.

Pada tahun 2050, Skenario Tanpa Intervensi diperkirakan akan menghasilkan 46 juta ton CO_{2e} (Gambar 22). Mobil dan sepeda motor merupakan penyumbang emisi terbesar dengan kontribusinya paling besar (36% dan 47%). Mobil dan sepeda motor merupakan kendaraan yang memiliki kepraktisan dalam hal berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Selain itu, sepeda motor merupakan kendaraan yang menjadi pilihan untuk masyarakat menengah ke bawah. Selain biaya yang relatif lebih murah, sepeda motor juga lebih memudahkan untuk akses masyarakat dari satu tempat ke tempat lain. Namun, analisis dari survei yang telah dilakukan menunjukkan adanya keinginan dari masyarakat untuk berpindah dari sepeda motor ke transportasi publik.

Berbeda dengan sepeda motor, pengguna mobil tetap ingin menggunakan mobil di masa depan. Alasannya adalah terkait kepraktisan, biaya, dan kenyamanan (Gambar 16). Adapun tantangan masyarakat untuk berpindah ke moda transportasi publik dapat dilihat dari alasan pemilihan moda; keandalan waktu transportasi publik saat ini lebih rendah dibandingkan kendaraan pribadi. Akan tetapi, apabila penggunaan kendaraan pribadi tetap dibiarkan mengikuti tren yang sedang terjadi, emisi gas rumah kaca mencapai tingkat yang mengkhawatirkan, yaitu lebih dari dua kali lipat kondisi emisi saat ini.

Skenario 2: Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah



Gambar 23. Estimasi emisi Skenario Intervensi Program dan Kebijakan Pemerintah yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO₂e)

Program pemerintah yang dilakukan untuk mengurangi emisi dalam skenario ini adalah program Bappenas yang bertajuk "*Planning for Net Zero Emissions Scenario Towards Indonesia 2060*" dan Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) PLN tahun 2021-2030. Program ini menargetkan di masa depan kendaraan berbasis listrik mencapai 50% jumlah kendaraan serta efisiensi teknologi sebesar 1% per tahun, sedangkan target RUPTL PLN tahun 2021-2030 adalah menurunkan faktor emisi jaringan sebesar 0,788 CO₂/Mwh pada tahun 2030. Asumsi lainnya adalah penambahan jumlah penumpang transportasi publik sebesar 1,5 juta per hari di tahun 2050. Maka pertumbuhan jumlah mobil dan motor yang mengalami kenaikan secara berturut-turut 4,8% per tahun dan 3,73% per tahun, pada 2030 berkurang menjadi 2% dan pada 2040 menjadi 1%. Jika angka dari target tersebut dapat diwujudkan, maka emisi operasional dari sektor transportasi dapat mencapai angka 17 juta di tahun 2050 CO₂e (Gambar 23). Target dari pemerintah yang menjadi acuan merupakan target yang telah ditetapkan sebelum tahun 2022 pada saat studi dilakukan.

Berdasarkan skenario, pada tahun 2050, emisi yang berkurang sebesar 4,5 juta ton dibandingkan tahun 2020. **Pengurangan emisi sebesar 25% ini bisa terjadi jika disertai penambahan jumlah pengguna transportasi publik hingga 1,5 juta orang/per harinya** yang saat ini masih berada pada angka sekitar 643 ribu orang/per harinya serta **pengurangan penggunaan kendaraan bermotor**. Penambahan mobil dan sepeda motor juga diharapkan berkurang tiap tahunnya atas kebijakan dan kapasitas jalan yang lebih memprioritaskan transportasi publik dan moda transportasi tidak bermotor. Dibandingkan dengan Skenario Tanpa Intervensi, emisi yang berkurang pada tahun 2050 sebesar 63% atau 29 juta ton. Tahun 2030 dapat dilihat sebagai tahun titik balik pengurangan emisi dengan adanya

beberapa target untuk mengurangi bauran energi yang diharapkan dapat dicapai (Gambar 23). Selain itu, pertumbuhan mobil dan motor juga diharapkan berkurang pada tahun 2030, termasuk pengaruh dari peralihan mobil dan motor listrik yang teknologinya diperkirakan akan lebih matang untuk dikonsumsi masyarakat.

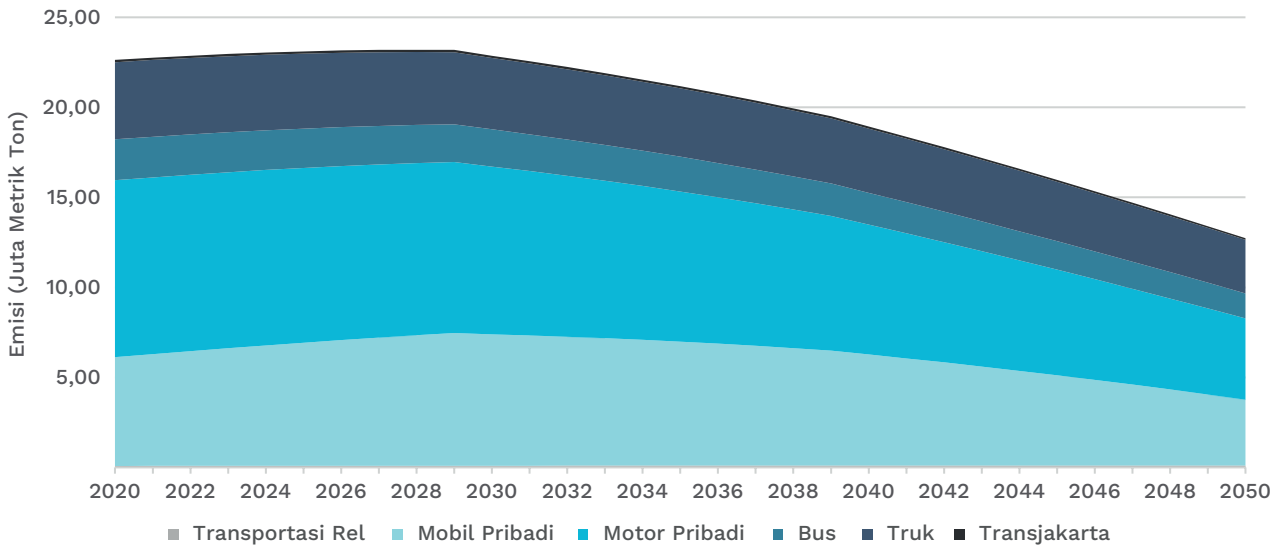
Secara garis besar, target-target yang sudah dibuat oleh pemerintah dapat mengurangi emisi dalam sektor transportasi di DKI Jakarta secara signifikan. Namun, beberapa target harus diterjemahkan kepada program dan kegiatan yang sesuai, khususnya terkait dengan ambisi untuk mengurangi penggunaan energi fosil dan beralih ke energi terbarukan. Penggunaan energi terbarukan dalam bauran energi listrik untuk transportasi publik maupun pribadi merupakan strategi kunci pengurangan emisi. Hal ini membutuhkan peran tidak hanya pemerintah atau aktor pada tingkatan provinsi, tetapi juga nasional.

Usaha mengurangi emisi dengan pengurangan pengguna kendaraan pribadi perlu ditunjang dengan peningkatan kualitas layanan transportasi publik dari aspek ketepatan waktu dan kenyamanan. Berdasarkan hasil FGD, masyarakat sudah memiliki kesadaran akan kepentingan beralih ke transportasi publik, namun terhambat dengan fasilitas yang kurang memadai. Selain itu, pemerintah dapat memastikan integrasi antar transportasi publik, sehingga masyarakat mudah untuk memilih transportasi publik sesuai kebutuhan dan tujuan. Sedangkan untuk peralihan ke NMT, pemerintah perlu melakukan pembangunan jalur NMT dan fasilitas pendukungnya secara masif untuk mengurangi ketergantungan masyarakat kepada kendaraan pribadi.

Di tingkat nasional, peta jalan menuju NZE telah dikembangkan oleh Kementerian Energi Sumber Daya Mineral dalam EBTConnex 2021. Dalam peta jalan tersebut, terdapat beberapa strategi untuk sektor transportasi, seperti stop impor BBM mulai tahun 2030, pemanfaatan biodiesel dipertahankan 30%, serta target penjualan sepeda motor listrik 100% di tahun 2040 dan mobil listrik 100% di tahun 2050. Selain itu, PLN telah merencanakan pemberhentian PLTU secara bertahap, mulai dari tahun 2030. Strategi di tingkat nasional akan mempengaruhi perkembangan emisi di DKI Jakarta, khususnya transisi untuk energi terbarukan.

Walaupun telah dilakukan secara maksimal (100%), pencapaian dari program-program ini masih jauh dari target bebas emisi ditingkat nasional dan provinsi. Oleh karena itu, diperlukan komitmen yang besar dari pemerintah untuk mewujudkan target-target ini terkait dengan kebutuhan akan investasi, pembiayaan infrastruktur, dan pemberian insentif untuk pencapaian target.

Skenario 3: Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan



Gambar 24. Estimasi emisi Skenario Elektrifikasi dan Penggunaan Energi Terbarukan yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO_{2e})

Asumsi yang digunakan pada skenario ini adalah **pertambahan jumlah masyarakat yang beralih menjadi penumpang transportasi publik mencapai 2,54 juta per harinya di 2050**. Untuk pertumbuhan jumlah mobil dan motor masih diasumsikan seperti skenario kedua. Kemudian kendaraan sudah mencapai 100% berbasis listrik, dengan 50% dari kendaraan pribadi menggunakan energi terbarukan dan 100% transportasi publik sudah menggunakan energi terbarukan. Faktor emisi jaringan diharapkan berkurang hingga 20% per 10 tahun dan efisiensi teknologi naik menjadi 1,5% per tahun. Asumsi yang digunakan pada skenario ini lebih ambisius dari target sebelumnya, namun masih sesuai dengan target yang tertera di tingkat internasional untuk mengurangi dampak perubahan iklim.

Berdasarkan dokumen Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional atau *Nationally Determined Contribution* (NDC), dokumen yang memuat komitmen dan aksi iklim sebuah negara yang dikomunikasikan kepada dunia melalui *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC), Indonesia menetapkan ambisi untuk melakukan transformasi, dengan target bauran penyediaan energi utama dengan energi baru terbarukan setidaknya sebesar 31%, minyak harus lebih kecil dari 20%, batubara paling sedikit 25%, dan gas paling sedikit 24% di tahun 2050. Jika dibandingkan dengan China yang merupakan penghasil emisi terbesar di dunia, China menyatakan target bauran dari energi baru terbarukan (terutama tenaga surya dan tenaga angin) mencapai 80% di tahun 2060. Berkaca dari target di tingkat internasional, target pengurangan emisi di Indonesia seharusnya lebih tinggi lagi apabila ingin mencapai bebas emisi. Misalnya, dari segi transportasi, tidak hanya dengan elektrifikasi unit transportasi, tapi juga didukung dengan penggunaan sumber energi terbarukan pada penyediaan listrik.

Menggunakan asumsi yang telah dijelaskan, emisi dari sektor transportasi jalan pada tahun 2050 diestimasi sebesar 12,9 juta ton CO_{2e} untuk skenario moderat atau lebih kecil sekitar 5 juta ton CO_{2e} dari estimasi untuk skenario intervensi pemerintah atau sekitar 10 juta ton CO_{2e} dibandingkan dengan estimasi di tahun 2020 (Gambar 24). Dengan bentuk perubahan

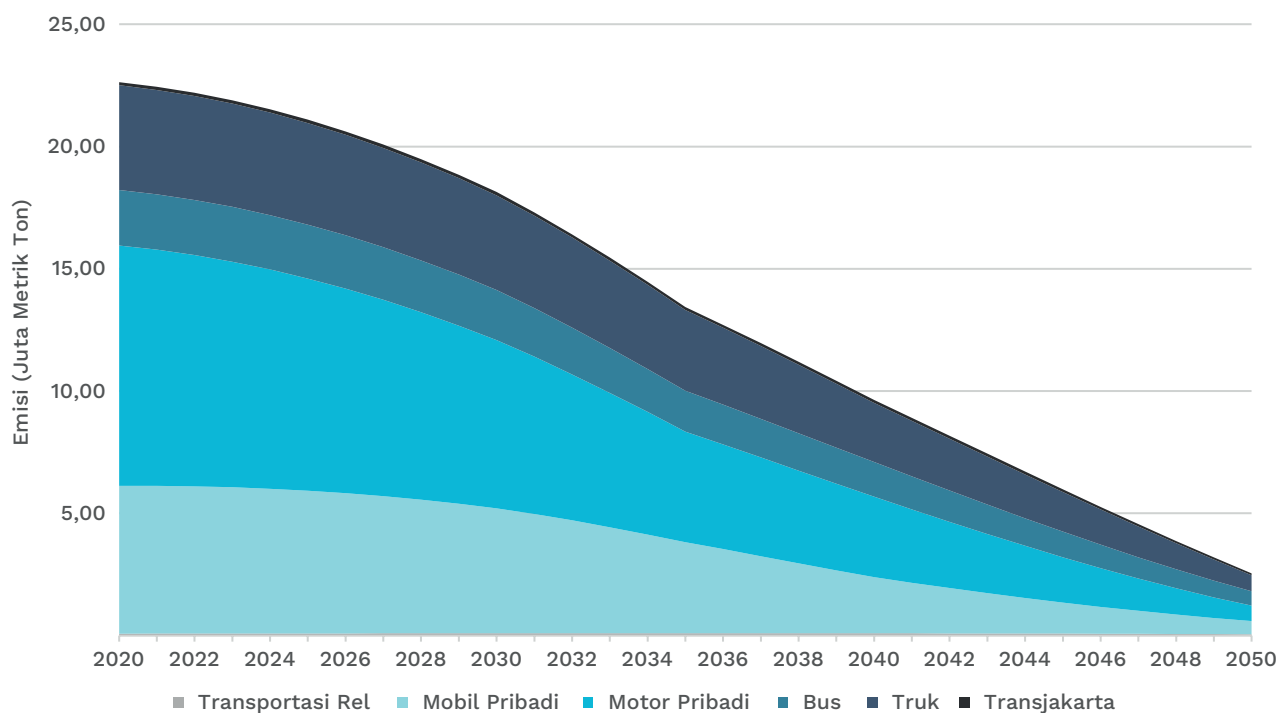
dan intervensi yang sudah lebih ambisius dari target pemerintah ini saja, emisi yang dihasilkan masih belum bisa mencapai nol atau masih seimbang antara yang dihasilkan hingga tahun 2030 dan yang dikurangi sejak tahun 2030.

Transportasi publik harus menjadi pilihan utama berkendara. Target 2,54 juta per hari, membutuhkan peralihan penumpang hampir 2 juta orang per harinya dibandingkan kondisi saat ini. Hingga saat ini, rata-rata harian penumpang transportasi publik hanya mencapai 643 ribu orang. Untuk menunjang kendaraan non-bermotor pada jarak dekat, rata-rata penumpang perharinya perlu ditingkatkan sebesar 60–100 ribu setiap tahunnya, sehingga di tahun 2021 harus ada 700–800 ribu penumpang perharinya kemudian pada tahun 2022 ada 800–900 ribu penumpang per harinya sampai akhirnya mencapai 2,54 juta penumpang per harinya. Selain itu, penambahan jalur dan cakupan transportasi perlu dilakukan untuk meningkatkan pelayanan dan memenuhi kebutuhan penumpang di tahun 2050. Hal ini dapat diwujudkan dengan penambahan kapasitas angkut yang memprioritaskan kenyamanan masyarakat, sehingga masyarakat diharapkan dapat beralih atau lebih sering menggunakan transportasi publik.

Penyedia layanan transportasi publik telah merumuskan strategi dan program untuk membantu untuk mengurangi emisi dengan perbaikan layanan, teknologi, dan sumber energi. Berdasarkan hasil FGD, BPTJ menyatakan sudah menerbitkan regulasi dan strategi penggunaan EBT. PT. MRT telah membangun fasilitas berupa terminal dengan sarana pendukung ramah lingkungan, sedangkan PT. Transjakarta telah berupaya menambahkan armada bus listrik setelah pembangunan *charging station* selesai. Meski begitu, sumber listrik yang digunakan transportasi publik masih berasal dari bahan bakar fosil.

Emisi langsung yang dirasakan masyarakat di Provinsi DKI Jakarta dari sektor transportasi sudah relatif lebih rendah atau sekitar 675.000 ton CO₂e, karena mayoritas merupakan emisi tidak langsung dari energi listrik sekitar 12 juta ton CO₂e. Namun, emisi GRK akan tetap ada jika pembangkit listrik bertenaga batubara di sekitar DKI Jakarta masih beroperasi. Oleh sebab itu, perlu adanya pemindahan atau pengalihfungsian pembangkit saat ini ke energi terbarukan.

Skenario 4: Menuju Bebas Emisi (Net Zero Emissions) 2050



Gambar 25. Estimasi emisi Skenario Menuju Bebas Emisi yang dihasilkan oleh kendaraan di Provinsi DKI Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO₂e)

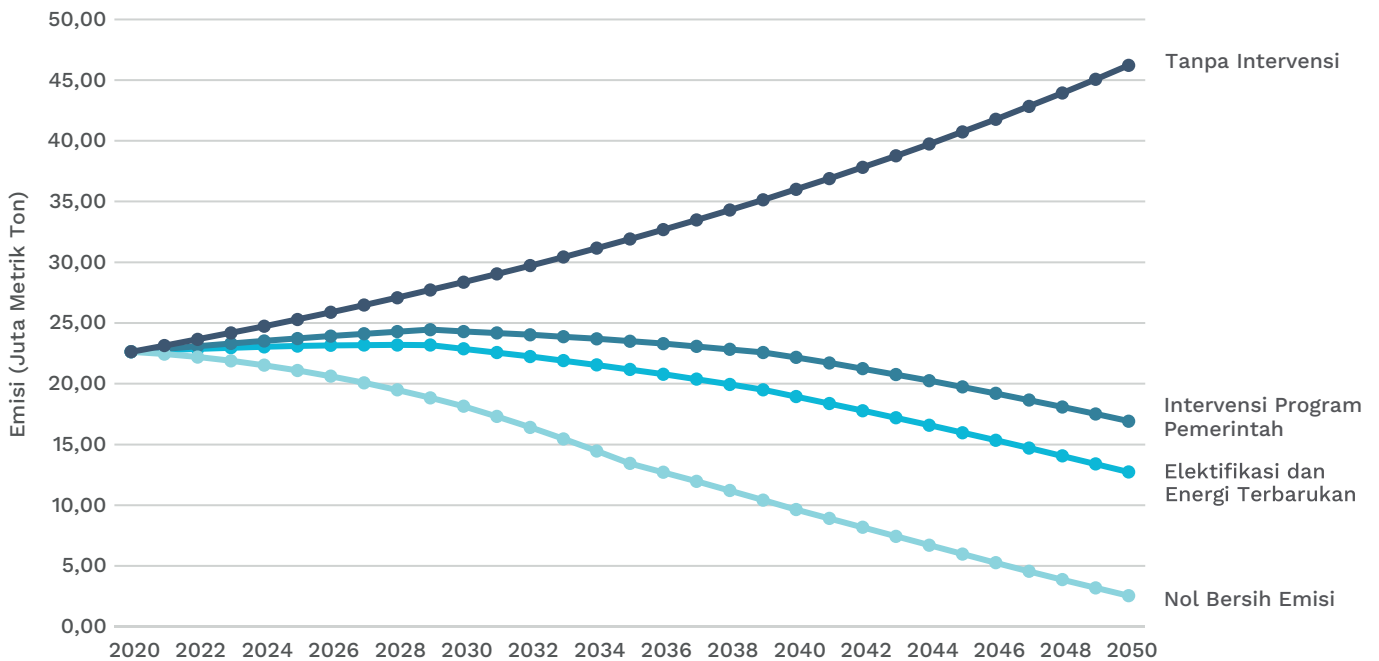
Gambar 25 menunjukkan bahwa **hasil skenario yang paling ambisius masih belum dapat mencapai nol emisi sepenuhnya, walaupun pada skenario ini sudah memperhitungkan target capaian program pemerintah dan penerapan RTH 30%**, sehingga perlu dilakukan upaya yang lebih progresif dalam peralihan dari kendaraan pribadi ke kendaraan publik secara masif. Asumsi yang digunakan pada skenario ini adalah penambahan jumlah masyarakat yang beralih menjadi penumpang transportasi publik mencapai 3,35 juta per harinya di 2050. Untuk pertumbuhan jumlah mobil pribadi pada tahun 2030 mencapai 5 juta kendaraan, lalu tahun 2040 menjadi 4,2 juta, dan tahun 2050 menjadi 2,5 juta. Sementara itu, target untuk pertumbuhan motor pribadi pada tahun 2030 mencapai 20,7 juta kendaraan, lalu tahun 2040 menjadi 21 juta, dan tahun 2050 menjadi 12,5 juta. Kemudian kendaraan sudah mencapai 100% berbasis listrik dan mendekati 100% menggunakan energi terbarukan diadaptasi dari skenario NZE global (IEA, 2021). Faktor emisi jaringan diharapkan berkurang hingga 30% per dekade dan efisiensi teknologi naik menjadi 2% per tahun. Faktor emisi jaringan yang berkurang ini dapat terwujud apabila sudah mulai dilakukan transisi ke energi terbarukan.

Secara garis besar, target dari asumsi ini membutuhkan transformasi yang masif dan aktif dari semua *stakeholder*, seperti masyarakat, badan usaha, penyedia layanan transportasi publik, dan pemerintah. Perubahan perilaku masyarakat untuk mengurangi kendaraan pribadi harus didukung oleh layanan transportasi publik yang berkualitas. Tidak hanya itu, dukungan kebijakan baik insentif maupun disinsentif perlu dilakukan untuk mendukung transformasi perilaku masyarakat. Pengurangan pergerakan dengan membiasakan bekerja/bersekolah secara *online* merupakan salah satu strategi yang bisa diterapkan.

Pada tahun 2050, dengan melihat skenario nol emisi yang bertujuan mengurangi emisi sekecil mungkin sehingga emisi yang dihasilkan bisa sama dengan emisi yang diserap, **sektor transportasi menghasilkan 2,6 juta ton emisi CO₂e yang 100% merupakan emisi tidak langsung. Hal ini menunjukkan bahwa emisi langsung yang dirasakan penduduk DKI Jakarta akan mencapai nol pada tahun 2050, walaupun emisi dari pembangkit listrik di wilayah lain masih ada.** Namun, untuk mencapai situasi dan kondisi ini, banyak hal yang perlu dilakukan seperti perpindahan perilaku dengan pengutamaan transportasi publik, pengurangan kendaraan berbahan bakar fosil dan beralih ke sumber yang lebih ramah lingkungan, dan pergantian dan penggunaan energi terbarukan untuk menghasilkan listrik di pembangkit-pembangkit listrik di jaringan JAMALI (Jawa, Madura, dan Bali). Berdasarkan hasil survei (Gambar 16), preferensi masyarakat untuk beralih menggunakan transportasi publik sudah semakin meningkat. Beberapa masyarakat juga berharap dapat beralih untuk berjalan kaki dan bersepeda.

Menurut hasil FGD, peserta diskusi setuju bahwa transportasi publik menurunkan emisi dan kemacetan. Dibutuhkan penambahan sekitar 90-120 ribu penumpang transportasi publik tiap tahunnya. Selain itu, pengurangan mobil sebesar 1.500-180.000 perlu dilakukan mulai tahun 2030 hingga 2050. Strategi untuk meningkatkan partisipasi masyarakat untuk beralih ke NMT dimulai dengan bekerja sama dengan komunitas sepeda dan mengadakan *car free day* untuk non-motor serta menyediakan transportasi publik yang terjangkau dan tepat waktu. Pihak pemerintah telah merancang strategi untuk pembatasan produksi transportasi dengan bahan bakar fosil dan menerapkan skema perluasan tanggung jawab produsen (*extended producer responsibility/EPR*). Dengan ini, harga transportasi publik berbasis listrik diharapkan dapat setara dengan yang berbahan bakar fosil.

Perbandingan antar Skenario



Gambar 26. Perbandingan estimasi emisi 4 skenario transformasi transportasi Jakarta tahun 2020-2050 (dalam juta metrik ton CO₂e)

Gambar 26 menunjukkan perbandingan antar skenario yang menggambarkan bagaimana pengurangan emisi dibandingkan dengan kondisi di tahun 2020 ataupun Skenario Tanpa Intervensi. Perubahan di tahun 2030 sangat penting untuk dilakukan, khususnya untuk transisi energi fosil dan energi terbarukan yang sudah dimulai. Skenario Menuju Bebas Emisi merupakan skenario yang paling mendekati nol bersih emisi (NZE) dan emisi langsung yang dirasakan oleh masyarakat DKI Jakarta mendekati nol emisi dari sektor transportasi.

Skenario Menuju Bebas Emisi sejalan dengan peta jalan menuju nol bersih emisi (NZE) yang akan diwujudkan baik di tingkat nasional maupun internasional di masa depan. Walaupun masih menghasilkan emisi, skenario ini sejalan dengan informasi dan ekspektasi masyarakat di masa depan, bagaimana masyarakat ingin berpindah ke transportasi ramah lingkungan. Untuk mewujudkan hal ini, peran elektrifikasi, transportasi publik, dan NMT sangat besar.

Peran semua aktor penting untuk mewujudkan skenario ini. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta membutuhkan kolaborasi tidak hanya aktor lokal dan nasional yang beraktivitas di DKI Jakarta. Peran kerjasama dan kolaborasi antar aktor dan komitmen yang kuat sangat dibutuhkan untuk mencapai hal ini.



Landscape di DKI Jakarta, memperlihatkan Pepohonan rindang diantara gedung-gedung dan jalan protokol dengan langit yang cerah.

Tantangan dan peluang untuk mencapai bebas emisi 2050

Sebagaimana dijelaskan pada hasil analisis skenario, terdapat tiga hal utama yang menjadi tantangan untuk mencapai bebas emisi di tahun 2050, yakni bagaimana meningkatkan cakupan transportasi publik tidak hanya secara jumlah, akses, dan jaringan, tetapi juga jenis sumber energinya. Perubahan perilaku masyarakat yang spesifik sangat dibutuhkan untuk berjalan kaki dan bersepeda, terutama untuk jarak dekat seperti untuk *first mile* dan *last mile* perjalanan. Tantangan lain yang perlu diatasi saat ini adalah memulihkan kepercayaan publik terhadap higienitas moda transportasi publik pasca-pandemi. Pada subbab ini, masing-masing tantangan tersebut akan didiskusikan tidak hanya berkaitan dengan hasil perhitungan skenario, namun juga dengan hasil analisis terhadap dokumen kebijakan, kritik dari masyarakat, serta arah pengembangan kota secara umum.

1. Promosi kembali pemanfaatan transportasi publik massal pasca pandemi

Berdasarkan Laporan Transjakarta (2020), terdapat penurunan yang signifikan pada jumlah penumpang Transjakarta sebanyak 126 juta di tahun 2020, yang pada tahun 2019 jumlah penumpangnya mencapai 264,6 juta penumpang. Hal ini disebabkan oleh adanya penerapan kebijakan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) dan Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat (PPKM), sehingga timbul kekhawatiran masyarakat dalam menggunakan kendaraan publik akibat potensi penularan virus COVID-19. Menurut studi oleh Mogot dkk. (2021) yang dilakukan terhadap Transjakarta, agar dapat menggunakan Transjakarta kembali, penumpang mengharapkan fasilitas yang dapat mendukung mereka dalam menggunakan Transjakarta tanpa harus takut tertular virus. Untuk merespon kebutuhan tersebut, tentunya diperlukan waktu dan persiapan bagi penyedia layanan transportasi publik untuk memperbaiki dan melengkapi protokol kesehatan. Dalam prosesnya, terdapat kesenjangan penyediaan transportasi di masyarakat saat kendaraan pribadi menjadi salah satu opsi yang lebih handal untuk menunjang mobilitas. Pada akhirnya, masyarakat berpotensi untuk beralih menggunakan transportasi *online* bagi yang tidak memiliki kendaraan pribadi dan menggunakan kendaraan pribadi bagi yang memiliki.

Terlepas dari adanya situasi preferensi moda transportasi pada masa pandemi COVID-19, masyarakat melihat bahwa transportasi publik massal merupakan pilihan transportasi masa depan. Hal ini terlihat dari hasil kuesioner yaitu 97% responden telah memiliki rencana untuk menggunakan transportasi lebih ramah lingkungan dan sehat (Gambar 20). Selain itu, preferensi penduduk Jakarta terkait harapan transportasi publik di masa depan yang dapat memberikan kenyamanan bagi penumpang, perluasan jangkauan dan kemudahan akses. Oleh karena itu, dengan sudah berkembangnya infrastruktur kendaraan publik di Jakarta, diperlukan juga adanya pengembalian persepsi aman dan nyaman saat menggunakan transportasi publik selama dan pasca pandemi COVID-19 sehingga masyarakat kembali menggunakan transportasi publik.

2. Perluasan jaringan dan integrasi transportasi publik

Pengembangan kendaraan transportasi publik harus bisa sepenuhnya menjangkau kebutuhan tidak hanya masyarakat DKI Jakarta, tetapi juga masyarakat Bodetabek yang sering beraktivitas di DKI Jakarta. Berdasarkan data-data dari Kementerian Perhubungan yang terangkum dalam studi Irjayanti dkk. (2021), pada tahun 2004 terdapat sekitar 7,7 juta perjalanan yang dilakukan setiap hari dari pinggiran kota ke Jakarta, dan diperkirakan dapat meningkat hingga 11,7 juta perjalanan pada tahun 2017 dengan asumsi tingkat pertumbuhan perjalanan sebesar 3-4% per tahun. Pada tahun yang sama, porsi moda angkutan umum hanya mencapai 26%. Begitu pula dengan cakupan layanan transportasi umum di Jabodetabek yang masih relatif rendah yaitu 48% di tahun 2017. Akan tetapi, cakupan layanan transportasi umum tersebut meningkat drastis hingga 82% pada tahun 2019 berkat adanya tambahan moda transportasi publik seperti LRT serta MRT pada tahun 2019, dan juga hadirnya armada tambahan Transjakarta berupa Metrotrans, Minitrans, dan Mikrotrans (Dishub DKI Jakarta, 2021). Hadirnya berbagai moda transportasi publik tambahan ini merupakan salah satu contoh upaya yang baik dalam meningkatkan jangkauan transportasi yang lebih luas untuk seluruh masyarakat Jabodetabek.

Untuk meningkatkan cakupan layanan transportasi publik bahkan hingga 100%, integrasi moda transportasi publik juga perlu diperkuat. Integrasi transportasi publik perlu dilakukan untuk mempermudah perpindahan antarmoda sehingga mobilitas menjadi lebih efektif dan menciptakan kenyamanan dalam menggunakan transportasi publik, yang nantinya dapat mempengaruhi lebih banyak orang untuk menggunakan transportasi publik. Berdasarkan hasil FGD, masyarakat berharap transportasi publik dapat melayani perpindahan dari titik ke titik tanpa banyak perpindahan. Integrasi transportasi publik antar moda harus didukung dengan penerapan tiket multi-trip yang dapat meningkatkan kepraktisan penggunaan transportasi publik. Namun, untuk mencapai tiket *multi-trip* ini dibutuhkan koordinasi yang terpadu antar perusahaan jasa pelayanan transportasi publik dan pemerintah DKI Jakarta.

3. Infrastruktur bertransportasi yang berkeadilan untuk semua

Salah satu hal penting terkait dengan transportasi publik adalah aksesibilitas, tidak hanya dari segi kemudahan cakupan layanan, tetapi juga akses transportasi yang inklusif bagi semua golongan. Berdasarkan studi ITDP (2018) terhadap mobilitas penyandang disabilitas di Jakarta, isu utama aksesibilitas pada transportasi publik yaitu kemudahan akses masuk kendaraan publik; kesediaan penerangan di halte, stasiun dan trotoar; ketersediaan informasi di halte, stasiun dan sekitarnya secara visual dan audio; akses penyeberangan; serta pemenuhan fasilitas penunjang dan hadirnya petugas yang terlatih untuk menangani kebutuhan penyandang disabilitas seperti misalnya kemampuan berbahasa isyarat walau dengan sederhana. Pelaksanaan dan pemenuhan hak penyandang disabilitas yang masih belum terpenuhi disebabkan oleh keterbatasan anggaran pemerintah dan kurangnya kesadaran akan pentingnya pemenuhan aksesibilitas bagi penyandang disabilitas (Azis dkk, 2021).

Setiap orang, baik itu pejalan kaki, pengguna kursi roda, pesepeda maupun pengguna transportasi publik seharusnya diprioritaskan dalam sistem transportasi perkotaan. Untuk mencapai sistem transportasi inklusif sudah tersedia desain universal yang dapat mengakomodir berbagai jenis kebutuhan setiap golongan. Salah satu penerapannya yaitu konsep *complete street* yang menganut prinsip desain dan

penataan ruang jalan yang berkeadilan agar dapat memindahkan lebih banyak orang pada ruang jalan dan waktu yang bersamaan. Konsep *complete street* ini juga dapat dimaknai sebagai penciptaan ruang jalan yang dapat diakses oleh semua orang dengan ragam kemampuan dan mendorong penggunaan transportasi multimoda. Selain itu, implementasi konsep *Non-Motorized Transport* (NMT/Perjalanan Tidak Bermotor) juga memfasilitasi transportasi yang lebih ramah terhadap berbagai kebutuhan golongan melalui karakternya yang berbiaya murah, memfasilitasi transportasi aktif yang dapat bergerak bebas, bahkan juga rendah emisi. Beberapa upaya kota dalam memperbaiki dan meningkatkan kualitas layanan yang mendukung NMT dapat diwujudkan melalui pelebaran trotoar, pengadaan akses penyeberangan sebidang, penambahan jalur sepeda, penataan simpang, penerapan desain universal, upaya *traffic calming*, dan lainnya dapat mendorong mobilitas perkotaan yang mudah diakses oleh kelompok rentan (Siregar & Rachmita, 2019).

4. Transportasi publik sebagai promotor kendaraan rendah emisi

Transportasi publik adalah strategi utama untuk menuju sistem transportasi kota yang paling ramah lingkungan dan rendah emisi. Transportasi publik yang rendah emisi telah dicapai melalui penggunaan energi listrik seperti pada KRL, MRT, dan LRT. Tidak hanya itu, Transjakarta juga telah menyediakan bus listrik yang dioperasikan untuk memenuhi kebutuhan berkendara masyarakat walaupun jumlah masih terbatas. Tahun 2022, Transjakarta telah menambahkan 30 unit untuk dapat beroperasi serta pembangunan stasiun pengisian kendaraan listrik umum (SPKLU). Berdasarkan hasil analisis estimasi emisi, penerapan bus listrik secara 100% agar skenario nol emisi dapat benar-benar tercapai. Akan tetapi, perlu dipertimbangkan juga jenis sumber energi listrik yang digunakan apakah masih berbasis fosil atau sudah energi terbarukan. Jika sumber energi listrik yang digunakan tetap berasal dari fosil, maka penggunaan moda transportasi listrik hanya akan memindahkan emisi yang dihasilkan dari bahan bakar mesin mobil ke pembangkit tenaga listrik. Penjelasan lebih lanjut mengenai isu dan dilema elektrifikasi kendaraan ini akan dijelaskan pada Bagian 7 (halaman 45).

5. *Bike-boom* saat pandemi dan potensinya sebagai kebiasaan baru mobilitas warga kota

Sangat memungkinkan untuk bersepeda menjadi salah satu opsi berkendara langsung dari rumah ke kantor ataupun sebaliknya seperti yang saat ini sudah dilakukan dilakukan salah satu komunitas sepeda Bike to Work. Tren bersepeda semakin bertambah khususnya pada saat pandemi, yang berdasarkan pengamatan ITDP (2021) terdapat kenaikan pesepeda pada pertengahan 2020 hingga 1.000% di beberapa ruas perkantoran Jalan Sudirman. Sepeda sebagai aktivitas olahraga juga muncul sebagai akibat dari penerapan PSBB yang mendorong masyarakat untuk mencari alternatif pilihan olahraga yang sehat dan menyenangkan serta juga dapat menjaga jarak dari keramaian (Budi dkk., 2021). Fenomena ini mendorong kesediaan pemerintah untuk mulai serius mengembangkan infrastruktur bersepeda melalui adanya *pop-up* jalur sepeda di beberapa kawasan, rencana jangka panjang penyediaan jalur sepeda terlindungi sepanjang 500 km, hingga memprioritaskan semua ruas jalan untuk pejalan kaki dan pesepeda sebagai sarana mobilitas harian untuk jarak yang dapat dijangkau melalui penetapan Pergub DKI Jakarta No. 51 Tahun 2020. Dengan adanya regulasi tersebut, program *pop-up* jalur sepeda dan penyediaan parkir sepeda dapat menjadi elemen utama untuk mengakselerasi visi kota ramah sepeda. Perubahan perilaku moda

transportasi inilah yang dapat menyumbang secara signifikan pengurangan emisi dan peningkatan kualitas udara perkotaan. Secara rata-rata, penggunaan sepeda selama setahun sebagai pengganti mobil pribadi dapat mengurangi emisi CO_{2e} sebesar 1,49 ton CO_{2e} per tahunnya.

6. Kurangnya infrastruktur hijau multiguna: Penyerapan emisi serta pengaman bagi pesepeda dan pejalan kaki

Infrastruktur hijau merupakan salah satu elemen penyerap yang membantu menyeimbangkan emisi yang dihasilkan dengan emisi yang akan diserap, hal ini diterapkan pada Skenario 2: Intervensi Pemerintah. Tidak hanya emisi, infrastruktur hijau juga membantu mengurangi panas dan risiko banjir apabila dikembangkan dengan baik. Ruang terbuka untuk jalur sepeda dan pejalan kaki termasuk ke dalam ruang terbuka hijau (RTH), khususnya yang berkonsep infrastruktur hijau. Meskipun demikian, terdapat beberapa tantangan dalam penerapannya, yakni soal ketersediaan jalur hijau untuk bersepeda dan berjalan kaki yang masih terbatas serta kualitasnya sebagai infrastruktur pengamanan sepeda dan pejalan kaki yang dinilai masih kurang. Berdasarkan studi ITDP (2021), kadang trotoar juga memiliki fungsi yang beragam seperti PKL, *on-street parking*, dan bahkan menjadi titik berkumpul warga sehingga ruang gerak pejalan kaki berpotensi untuk terhambat. Dari sudut pandang fungsi jalur pedestrian dan jalur sepeda sebagai ruang terbuka hijau, berdasarkan hasil kuesioner terkait performa moda transportasi (Tabel 4), masyarakat masih merasakan perlunya peningkatan ketersediaan RTH dan vegetasi pendukung. Penyediaan vegetasi pada jalur pedestrian dari segi keamanan ini dapat berfungsi dalam *sidewalk extension* untuk mengurangi jarak menyeberang dan memperluas ruang tunggu bagi pejalan kaki.



Bus listrik Transjakarta berhenti di halte Jalan Sudirman menjemput penumpang, di jalanan yang macet kendaraan bermotor

Elektrifikasi Transportasi di DKI Jakarta dan Indonesia: Dilema dan Tantangan

Elektrifikasi moda transportasi sekilas terlihat meyakinkan untuk dijadikan sebagai solusi utama dalam mencapai transportasi rendah emisi di masa yang akan datang. Sayangnya, ada banyak problematika yang menyertai elektrifikasi kendaraan ini, dari segi siklus hidupnya hingga utilisasi teknologi elektrifikasi pada kendaraan pribadi yang kurang mampu menyelesaikan masalah. Apabila tidak dipahami secara komprehensif, elektrifikasi ini justru dapat membawa kota tetap terjebak pada permasalahan mobilitas saat ini, kemacetan, dan emisi, pada tingkat yang lebih parah.

Risiko emisi yang tersembunyi

Pilihan kendaraan listrik sebagai solusi untuk mengurangi emisi telah dilakukan di berbagai penelitian dan pengembangan skenario (Kurniawan, dkk., 2020; Aditama dan Marciano, 2020). Mesin dari kendaraan listrik memiliki efisiensi yang jauh lebih tinggi daripada mesin pembakaran bahan bakar fosil (García-Olivares dkk., 2018), sehingga memerlukan lebih sedikit energi untuk setiap kilometer yang dilalui. Dalam arti lain, penggunaan kendaraan listrik dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil untuk kendaraan bermotor, seperti bensin dan diesel. Efisiensinya yang tinggi juga mampu mengurangi emisi CO₂ langsung dari operasional kendaraan.

Meskipun demikian, emisi CO₂ tidak langsung untuk operasional kendaraan (emisi dari pembangkit listrik) akan tetap besar jika sumber energi listrik masih menggunakan batu bara atau energi fosil lainnya yang tidak rendah emisi. Faktanya, saat ini kebutuhan energi listrik di DKI Jakarta lebih banyak menggunakan sumber energi fosil dimana terdapat PLTGU/PLTU untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang mencapai 5.164 mW pada bulan Maret 2020. Tidak hanya itu, bauran konsumsi energi per jenis bahan bakar didominasi oleh BBM dan batu bara (42% dan 17%) yang banyak digunakan sektor industri dan pembangkit listrik.

Kendaraan listrik yang dipersepsikan “bersih” memang dapat memotivasi masyarakat untuk beralih. Namun, hal ini hanya akan mengurangi emisi langsung secara lokal (Jakarta) dan justru akan bertambah secara global, terutama di lokasi produksi kendaraan listrik maupun di tempat PLTU berada. Bila kendaraan listrik bertambah maka kebutuhan listrik di Jakarta juga akan bertambah, sedangkan DKI Jakarta memenuhi kebutuhan energi listrik tidak hanya berasal dari pembangkit yang ada namun juga ke pembangkit listrik yang tergabung dalam jaringan JAMALI (Jawa, Madura, Bali). Hal ini menyebabkan transisi energi yang diharapkan tidak hanya dilakukan di DKI Jakarta akan tetapi juga pada pembangkit-pembangkit yang ada di Pulau Jawa, Madura, dan Bali.

Selain itu, emisi tidak langsung dari siklus hidup kendaraan listrik ini juga perlu menjadi perhatian. Berdasarkan analisis siklus hidup dari EEA (2018), emisi produksi kendaraan listrik lebih rendah 20% dari kendaraan berbahan bakar bensin. Meskipun demikian, pada keseluruhan siklus hidupnya, kendaraan listrik menghasilkan dua kali lipat lebih besar dampak buruk pada air dan toksisitas tanah daripada kendaraan berbahan bakar fosil (EEA, 2018; Skrúcaný dkk., 2019; De Blas dkk., 2020). Konsekuensinya, emisi total

dari manufaktur untuk mobil listrik (8-9 ton CO_{2e}) akan lebih besar dibandingkan mobil berbahan bakar fosil (6 ton CO_{2e}).

Studi lain menyatakan bahwa penerapan kebijakan kendaraan listrik dapat meningkatkan permintaan listrik dan penggunaan sumber daya alam (Valero dkk., 2018 dalam Dillman 2021). Sumber daya alam yang dimaksudkan antara lain mineral logam untuk pembuatan baterai, sebagai contoh pasokan kobalt dan mangan dapat mengalami kelangkaan untuk memenuhi permintaan baterai masa depan (Valero dkk., 2018, Tokimatsu dkk., 2017), apalagi jika tingkat daur ulang mineral yang sangat rendah. Dampak lain dari penggunaan sumber daya adalah penyediaan infrastruktur pengisian baterai, modifikasi mesin kendaraan (De Blas dkk., 2020) dan penambahan ruas jalan untuk menampung penambahan kendaraan listrik (Müller dkk., 2013).

Tidak akan jadi solusi tanpa transisi energi

Transisi energi listrik menjadi teramat penting untuk mengurangi emisi transportasi secara lebih menyeluruh. Bebas emisi yang ditargetkan di tahun 2050 membutuhkan kontribusi besar dari peralihan energi fosil ke energi terbarukan yang rendah emisi. Listrik yang bersumber dari energi fosil menghasilkan emisi 20 kali lipat lebih besar dibandingkan oleh energi terbarukan (da Silva dkk., 2022; NREL, 2012). Oleh karenanya, jika menargetkan nol emisi atau bebas emisi, listrik yang digunakan harus bersumber dari energi terbarukan.

Kendaraan listrik dapat mengurangi emisi secara signifikan apabila pembangkit listrik menggunakan energi terbarukan dengan efisiensi energi yang semakin baik. Kebutuhan listrik DKI Jakarta yang berasal dari jaringan JAMALI memungkinkan untuk pembangkit listrik berada jauh dari DKI Jakarta. Hal ini sangat memungkinkan untuk membangun pembangkit listrik dengan sumber energi terbarukan di wilayah lain di jejaring JAMALI dengan berbagai sumber. Dengan demikian, pengurangan pembangkit berbasis fosil khususnya batu bara yang berada di sekitar DKI Jakarta sangat mungkin untuk dilakukan dan digantikan dengan pembangkit listrik yang lebih rendah emisi.

Karena itu, dekarbonisasi pada sektor transportasi hanya dapat tercapai bila dekarbonisasi pada sektor penyediaan listrik tercapai. Brozynski dan Leibowicz (2018) berargumen bahwa dekarbonisasi sektor listrik bahkan harus diwujudkan sebelum mewujudkan dekarbonisasi sektor transportasi (Linton dkk., 2022). Tidak hanya mengubah sumbernya ke energi yang bersih seperti energi surya dan angin, hal ini juga dapat dicapai dengan meningkatkan efisiensi dari transmisi dan distribusi pada jaringan listrik (Dillman dkk., 2021).

Tidak ada pergeseran volume kendaraan pribadi

Pergantian kendaraan berbahan bakar fosil menjadi kendaraan listrik dapat mengurangi emisi dari gas rumah kaca namun tidak bisa menjadi solusi utama untuk transportasi yang berkelanjutan. Persoalan kemacetan di DKI Jakarta juga dipengaruhi oleh jumlah kendaraan pribadi yang sangat tinggi (lihat pada Pendahuluan, Masalah Transportasi Jakarta). Sehingga, apabila hanya pergantian kendaraan ke listrik tanpa pengalihan ke transportasi publik ataupun kendaraan tidak bermotor seperti bersepeda atau berjalan kaki untuk jarak yang lebih dekat, maka masalah kemacetan ini akan tetap ada seiring dengan volume kendaraan pribadi yang juga masih tidak berubah atau bahkan justru bertambah.

Peralihan kendaraan pribadi yang awalnya masih menggunakan sistem pembakaran tertutup (*Internal Combustion Engine/ICE*) yang masih berbahan bakar fosil ke kendaraan listrik bukanlah hal yang mudah untuk dilakukan. Investasi awal untuk memiliki kendaraan listrik relatif lebih mahal, khususnya untuk mobil listrik. Penggunaan mobil listrik sudah

dilakukan di Indonesia khususnya di kota-kota besar namun mobil listrik masih dimiliki oleh sebagian kecil masyarakat karena memang harga unit yang termurah berkisar di 450 juta (Gaikindo, 2022). Namun, motor listrik mempunyai harga yang lebih bersaing dan tidak berbeda jauh dengan harga motor berbahan bakar fosil.

Prioritas transisi transportasi: Elektrifikasi kendaraan publik dan optimalisasi kendaraan tidak bermotor

Elektrifikasi sektor transportasi tetap harus dilaksanakan namun terbatas pada transportasi publik. Berdasarkan hasil kuesioner, penerapan elektrifikasi transportasi publik mendapat respon positif tertinggi (34,81%, n = 730) daripada opsi moda transportasi yang lain. Ditambah lagi bahwa 30% dari responden (n = 620) menyatakan bersedia membayar lebih mahal Rp. 10.000 untuk menggunakan transportasi publik berbasis listrik. Elektrifikasi transportasi publik layak diterapkan karena transportasi publik memiliki kapasitas pengangkutan sepuluh kali lebih besar dibanding kendaraan pribadi (Brozynsk & Leibowicz, 2018; da Silva dkk., 2022). Bahkan, Kaack dkk. (2018) dan IEA (2019) menyarankan elektrifikasi kereta api untuk mencapai tingkat dekarbonisasi yang lebih tinggi. Hal ini dimungkinkan karena kereta api didesain untuk mencapai kecepatan konstan dengan gesekan rel yang rendah, sehingga meningkatkan efisiensi energi (da Silva dkk., 2022). Contoh lain adalah bus listrik yang memiliki rasio efisiensi tangki-ke-roda 0,5 yang lebih kecil dibandingkan kendaraan pribadi (*light vehicle*-ICE) namun lebih besar untuk kendaraan sejenis (bus dengan bahan bakar disel atau bensin) (de Blas dkk, 2020).

Pergerakan rendah karbon yang ingin dicapai hingga tahun 2050 bukan kepada kendaraan listrik pribadi namun bagaimana penggunaan kendaraan pribadi bisa ditekan sesedikit mungkin, baik yang menggunakan bahan bakar fosil atau listrik. Jika tetap bergantung kepada kendaraan pribadi seperti pada kondisi aktual saat ini, walaupun menggunakan kendaraan listrik, sumber daya yang digunakan dan emisi yang dihasilkan tidak akan berkurang seperti yang diharapkan.

Strategi dekarbonisasi yang harus diutamakan adalah penggunaan dan efisiensi sistem transportasi publik, terutama yang menggunakan energi terbarukan dan penyediaan infrastruktur untuk berjalan kaki dan bersepeda (Campbell & Laherrère, 1998; FTF, 2011; Howarth, 2015 pada Linton dkk., 2022). Sehingga untuk mendukung aktivitas berjalan kaki dan bersepeda, pemerintah seharusnya membangun infrastruktur pendukungnya.

Potensi ketidaknyamanan bagi masyarakat rentan

Kendaraan listrik yang ramah polusi suara dapat berdampak bagi kelompok tuna netra maupun masyarakat umum. Minimnya suara dari kendaraan listrik dapat membahayakan pejalan kaki, pesepeda, atau pengguna moda transportasi yang lain. Kendaraan listrik khususnya transportasi publik akan meningkatkan resiko kecelakaan bagi penggunanya, seperti pada Transjakarta saat pengguna tuna netra akan mengacu kepada suara atau indera pendengar untuk membantu mereka naik atau turun kendaraan. Tidak hanya itu, pesepeda dan pengendara motor seringkali menggunakan suara kendaraan di sekitarnya sebagai acuan untuk mengambil keputusan bermanuver dalam berkendara.

Meskipun sudah diregulasi dalam Permenhub No.44 Tahun 2020, sehingga terdapat standar suara yang harus dipenuhi sehingga tidak membahayakan pengguna jalan lainnya, namun tetap ada kekhawatiran sejauh apa keamanan dengan standar regulasi yang ada. Penerapan peraturan ini perlu ditinjau dan diperkuat untuk melihat bagaimana transisi teknologi yang ada, terlebih untuk teknologi terbaru seperti kendaraan otonom (*self-driving vehicle*).



Jalan DKI Jakarta, memperlihatkan bus listrik transjakarta, pesepeda melewati jalur terproteksi dan pejalan kaki yang ingin menyebrang melalui *pelican crossing*.

Strategi Transformasi Transportasi

Demi mewujudkan DKI Jakarta yang bebas emisi di sektor transportasi pada tahun 2050, diperlukan transformasi pada seluruh pemangku kepentingan yang terlibat: pemerintah, masyarakat, penyedia teknologi, dan jasa layanan transportasi. Dua hal yang perlu dilakukan untuk mencapai dekarbonisasi sistem transportasi adalah penggunaan transportasi publik dan transisi energi. Penggunaan transportasi publik sendiri harus didukung infrastruktur pejalan kaki dan pesepeda sebagai penghubung antara transportasi publik. Hanya dengan strategi ini sistem transportasi DKI Jakarta dapat mendekati bebas emisi. Hal ini selaras dengan studi di delapan kota besar di Eropa dan Amerika Utara (Linton dkk., 2022). Studi ini berkesimpulan bahwa setiap kota memiliki karakteristik dan prioritas yang tersendiri dalam mencapai NZE. Namun semua kota menargetkan hal yang sama yakni peningkatan kegiatan berjalan kaki, bersepeda, dan transportasi publik.

1. Perpindahan moda transportasi masyarakat yang lebih rendah karbon

Berdasarkan laporan IPCC (2018), strategi pengurangan emisi yang paling realistis dimulai dari sektor yang paling memungkinkan dibanding dari sektor yang paling besar mengeluarkan emisi (Linton dkk., 2022). Berdasarkan teori pengurangan emisi harus dimulai dari dekarbonisasi listrik (Brozynski dan Leibowicz, 2018), namun pada kasus DKI Jakarta dekarbonisasi transportasi yang lebih memungkinkan terjadi melalui perubahan perilaku masyarakat dalam memilih moda transportasi (transportasi publik, berjalan kaki, sepeda). Hal ini ditunjukkan dari besarnya respon positif responden (95,8%) untuk mengambil langkah perubahan kepada moda transportasi yang lebih rendah karbon.

Transportasi publik memiliki peran kunci dalam transisi menuju mobilitas masa depan yang berkelanjutan. Frekuensi layanan yang tinggi, keandalan, ketersediaan transportasi publik yang dekat dengan rumah dan kantor/tempat kerja dibutuhkan untuk menarik minat masyarakat menggunakan transportasi publik. Namun berdasarkan hasil kuesioner, transportasi publik memiliki catatan kurang memuaskan dalam hal waktu tunggu (nilai 6 dari 10). Sehingga jasa layanan transportasi publik harus meningkatkan ketepatan waktu ketibaan moda transportasi hingga maksimal 10 menit (harapan dari 76% responden). Selain itu, investasi pada trotoar, jalur bersepeda dan infrastruktur *Transit Oriented Development* (TOD) perlu ditingkatkan untuk mendukung kelancaran perpindahan moda transportasi publik.

2. Peningkatan kualitas infrastruktur *Non-Motorized Transport* (NMT)

Untuk mencapai dekarbonisasi sektor transportasi yang optimal, moda transportasi non-bermotor harus menjadi pilihan masyarakat ketika melakukan perpindahan moda transportasi publik atau ketika melakukan transportasi jarak pendek. Moda transportasi tidak bermotor, seperti bersepeda dan berjalan kaki, merupakan moda transportasi yang mengeluarkan emisi paling kecil dibanding dengan moda transportasi lainnya. Namun, karena masyarakat hanya bersedia berjalan kaki sejauh 500 meter (49%) atau bersepeda sejauh 3 km (31%) dalam satu kali perjalanan, maka jenis moda transportasi tanpa motor ini hanya cocok sebagai moda transportasi transit dan bukan sebagai moda transportasi utama atau jarak jauh. Penyediaan infrastrukturnya perlu

terus didukung untuk meningkatkan minat masyarakat berpindah untuk berjalan kaki dan bersepeda, dan untuk meningkatkan konektivitas dengan transportasi publik.

Kinerja pemerintahan perlu ditingkatkan untuk dalam penyediaan trotoar untuk pejalan kaki. Pada studi ini, responden yang memilih untuk lebih banyak berjalan kaki rata-rata berpendapat bahwa nilai seluruh infrastruktur untuk berjalan kaki masih kurang (nilai 5 dari 10) sehingga perlu ditingkatkan. Terutama penyediaan sarana pejalan kaki yang lengkap dan polusi udara menjadi keluhan yang paling dirasakan (nilai 4 dari 10). Padahal berdasarkan kuesioner, setidaknya 32% dari responden harus berjalan kaki setidaknya 15 menit setiap harinya. Apabila sarana berjalan kaki disediakan dengan baik, maka kemungkinan akan terdapat lebih banyak masyarakat yang menggunakan transportasi publik oleh karena syarat konektivitas antar moda yang sudah terpenuhi.

Sarana berjalan kaki juga sangat penting untuk kelompok difabel, terutama yang menggunakan kursi roda. Dari sisi unit transportasi publik, kelompok difabel menyatakan bahwa sarana yang tersedia pada transportasi publik sudah cukup baik dari sebelumnya, terutama MRT dan Bus Transjakarta. Akan tetapi, tetap diperlukan adanya peningkatan ragam jenis infrastruktur pendukungnya, misalnya petunjuk visual untuk kelompok tuli.

3. Kebijakan insentif untuk mendorong penggunaan transportasi rendah karbon

Selain transportasi publik, hampir semua kota dalam studi Linton dkk. (2022) menerapkan pendekatan pembatasan kendaraan pribadi melalui pajak kendaraan yang tinggi. Misalnya, meningkatkan tarif parkir (*Park City*), harga tol (Oslo), dan *congestion pricing* (New York), atau memberikan pembebasan biaya kepada pengguna transportasi publik (*Park City*) dan pemberian apresiasi kepada masyarakat yang melakukan kegiatan tanpa kendaraan terbanyak (Kota Lahti, Finlandia dan Kota Guelph, Kanada). Pemberian apresiasi terhadap masyarakat dapat menjadi salah satu strategi perubahan perilaku mobilitas. Hal ini selaras dengan hasil wawancara dengan komunitas pesepeda yang menyatakan bahwa masyarakat sangat berminat terhadap kegiatan yang berbentuk komunitas, salah satunya karena kegiatan komunitas memungkinkan masyarakat mendapat apresiasi dari sesama anggota.

4. Mewujudkan sistem transportasi yang inklusif

Mewujudkan sistem transportasi di DKI Jakarta yang rendah emisi didukung melalui penyediaan layanan dan infrastruktur transportasi yang inklusif. Sektor transportasi harus berkeadilan dan mempertimbangkan kebutuhan semua penggunanya seperti perempuan, anak-anak, dan lansia, termasuk masyarakat berkebutuhan khusus sehingga seluruh lapisan masyarakat dapat turut berpartisipasi dalam mencapai emisi nol. Infrastruktur untuk pejalan kaki, pesepeda, ataupun transportasi publik juga harus lebih diperhatikan pembangunannya sehingga tidak hanya berfokus pada penyediaan infrastruktur kendaraan bermotor.



Pemandangan udara Stadion GBK Senayan, dengan latar belakang langit cerah kota Jakarta dan nampak gunung di kejauhan.

Kesimpulan & Rekomendasi

Sektor transportasi merupakan salah satu sumber utama emisi gas rumah kaca di DKI Jakarta. Sejalan dengan perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk, kegiatan transportasi akan terus tumbuh di DKI Jakarta dan kota sekitarnya. Emisi akan terus meningkat 3,8 kali (2030) dan 6,2 kali (2050) lebih tinggi dari emisi pada tahun 2010 sekitar 7,49 Mton CO₂. Studi ini menunjukkan bahwa rencana DKI Jakarta untuk memiliki transportasi nol-emisi pada tahun 2050 tidak dapat dicapai bahkan dengan rangkaian kebijakan dan program yang ada, apalagi studi ini hanya mempertimbangkan emisi operasional dari transportasi di Provinsi DKI Jakarta

Pada sebagian kota, strategi utama dimulai dari sektor yang paling mudah dicapai. Di Jakarta, berdasarkan kuesioner, sebagian besar masyarakat sudah memiliki rencana untuk berubah, sehingga dengan penerapan infrastruktur yang mendukung (trottoar, RTH, jalur sepeda), perubahan perilaku dapat dicapai lebih cepat. Hal ini memerlukan integrasi transportasi publik dengan kegiatan bersepeda dan berjalan kaki sehingga kebutuhan jarak jauh dan jarak dekat masyarakat dapat terpenuhi. Sejalan dengan perubahan perilaku masyarakat, kebijakan, layanan, dan infrastruktur yang sesuai harus mulai diterapkan.

Tabel 6. Rekomendasi aksi bagi para aktor

Pemerintah Provinsi DKI Jakarta

- Melakukan pengujian emisi bagi kendaraan yang ada di DKI Jakarta.
- Merancang TOD di berbagai untuk mengintegrasikan transportasi publik yang ada.
- Membangun infrastruktur hijau yang mendukung pengembangan moda transportasi tidak bermotor (terutama pejalan kaki) dan membatasi pembangunan infrastruktur untuk kendaraan bermotor.
- Menyediakan infrastruktur pendukung kendaraan listrik khususnya transportasi publik seperti stasiun pengisian daya.
- Menyediakan kebijakan bertransportasi yang juga ramah semua kelompok masyarakat baik anak-anak, perempuan, masyarakat berkebutuhan khusus, dan lansia.
- Mempromosikan kebijakan *remote working* untuk mengurangi jarak tempuh penduduk DKI Jakarta yang rata-rata adalah 34-40 km per hari.

Masyarakat

- Mengutamakan transportasi publik untuk jarak jauh dan moda transportasi tidak bermotor seperti jalan kaki atau bersepeda untuk jarak yang lebih dekat (mulai dari 2 dari 5 perjalanan).
- Mengurangi penggunaan kendaraan untuk perjalanan yang tidak penting dan menggunakan komunikasi *online* dibanding tatap muka.
- Menggunakan kendaraan pribadi yang menggunakan teknologi dan bahan bakar rendah emisi, jika penggunaan transportasi publik ataupun moda transportasi tidak bermotor tidak memungkinkan.

- Mengurangi kepemilikan kendaraan pribadi yang awalnya 15 motor menjadi 8 motor untuk 10 orang, dan 4 mobil menjadi 2 mobil untuk 10 orang untuk mobil di tahun 2050 dan beralih kepada transportasi publik dan penggunaan kendaraan non-bermotor.

Penyedia Layanan Transportasi Publik

- Menyediakan moda transportasi dengan teknologi dan bahan bakar yang ramah lingkungan (100% EBT di tahun 2050)
- Menyediakan layanan transportasi publik yang ramah dan nyaman bagi semua orang (contoh: petunjuk audiovisual, petugas yang mampu berkomunikasi dengan bahasa isyarat)
- Menyediakan kapasitas pelayanan transportasi publik 4 kali lipat pada tahun 2050.
- Menyediakan akses ke transportasi publik yang praktis dan tepat waktu dengan waktu tunggu yang tidak lebih dari 10 menit

Perusahaan Listrik Negara (PLN)

- Menyediakan energi listrik yang mulai bertransisi dari energi fosil menuju 100% energi terbarukan.
- Menyediakan fasilitas pengisian bahan bakar listrik yang universal dan terstandarisasi
- Mengurangi faktor emisi jaringan hingga 30% per 10 tahun dan meningkatkan efisiensi pembangkit sebesar 2% per tahunnya

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

- Mendorong transisi sumber energi fosil ke setidaknya 31% energi terbarukan dengan dukungan skema pembiayaan dan kebijakan yang kuat dan berkomitmen.
- Menyusun kebijakan yang mendukung perubahan perilaku masyarakat untuk melakukan transisi ke energi yang lebih bersih seperti standarisasi proses pengisian bahan bakar, jenis baterai, insentif dan disinsentif.

Badan Usaha

- Mengurangi penjualan kendaraan berbahan bakar fosil dan mulai beralih ke penyediaan kendaraan yang menggunakan teknologi dan bahan bakar yang ramah lingkungan
- Merancang kendaraan ramah lingkungan yang mempertimbangkan kebutuhan kelompok difabel



Kendaraan pribadi harus dikurangi semaksimal mungkin bahkan mencapai hingga 25% untuk sepeda motor (8/10 orang) dan mobil 39% (2/10 orang) dari jumlah saat ini serta bahan bakar dan teknologi yang rendah emisi harus lebih sering digunakan. Kendaraan listrik yang menggunakan energi terbarukan dapat menjadi opsi, namun perlu diutamakan untuk kendaraan publik. Regulasi harus dikembangkan secara inovatif untuk menjawab perubahan perilaku dan teknologi bertransportasi yang ada untuk mendukung ketercapaian pengurangan emisi yang mempertimbangkan kebutuhan semua orang yang beraktivitas di DKI Jakarta tanpa terkecuali. Transportasi nol emisi di DKI Jakarta tidak hanya membutuhkan peran aktor yang di Jakarta, tetapi juga pihak-pihak yang berada di luar Jakarta serta penyedia layanan transportasi publik dan energi (Tabel 6). Koordinasi dan kolaborasi yang selaras yang dapat menghasilkan perubahan yang masif untuk pengurangan emisi.



Pemandangan kota DKI Jakarta, memperlihatkan gedung-gedung tinggi, Monumen Nasional, perumahan padat penduduk dengan berlatar belakang gunung

Referensi

- Adiatma, J. C., & Marciano, I. (2020). *The role of electric vehicles in decarbonizing indonesia's road transport sector*. Climate Transparency. Jakarta: Institute for Essential Services Reform (IESR).
- Andani, I. A., Geurs, K., & La Paix Puello, L. (2019). Effects of toll road construction on local road projects in Indonesia. *Journal of transport and land use*, 12(1), 179-199.
- Alam, P., Pramadewi, M. D., Purba, A., & Fuady, S. N. (2017). Efektivitas pembangunan underpass dalam mengatasi kemacetan lalu lintas pada ruas jalan zainal abidin.
- Archer, D. (2011). *Global warming: understanding the forecast*. John Wiley & Sons.
- Australia's Cycling Promotion Fund. (2012). *Walking, Riding and Access to Public Transport* <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/2012-10/apo-nid31849.pdf>
- Azis, R, A, Firdhayanti R, A, Susetio W, and Saudi, M, H. (2021) Accessibility for Physical Disabilities People to engage with Transjakarta Bus: (Case Study on Seskoal and Tirtayasa Corridors of South Jakarta). *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 1 1 (6), 1469-1476. DOI: 10.48047/rigeo.11.06.161
- Bakker, S., Zuidgeest, M., De Coninck, H. and Huizenga, C. (2014). Transport, development and climate change mitigation: Towards an integrated approach. *Transport Reviews*, 34(3), pp.335-355.
- Bappeda DKI Jakarta. (2017). *RPJMD Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Tahun 2017-2022*. 624.
- Bappenas. (2014). *Pedoman Teknis Pehitungan Baseline Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Berbasis Energi*
- Banister, D., (2013). 15. *City transport in a post carbon society. Moving towards low carbon mobility*, p.255.
- BCG. (2017). *Unlocking Cities: The impact of ridesharing in Southeast Asia and beyond*. https://image-src.bcg.com/Images/BCG-unlocking-cities-2017_tcm93-178660.PDF
- Bernard, M.R., Hall, D., Lutsey, N., (2021). Update on electric vehicle uptake in European cities. *The International Council on Clean Transportation*. Working PA, 18.
- Bin, S. and Dowlatabadi, H., (2005). Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO₂ emissions. *Energy policy*, 33(2), pp.197-208.
- Biro Analisa Anggaran dan Pelaksanaan APBN DPR RI. (2014). *Subsidi BBM: Problematika dan Alternatif Kebijakan*. Diakses pada 20 April 2022 dari https://www.dpr.go.id/doksetjen/dokumen/apbn_SUBSIDIBBM_-_PROBLEMATIKA_DAN_ALTERNATIF_KEBIJAKAN20140821142950.pdf
- Björnsson, L.H., Karlsson, S. (2017). Electrification of the two-car household: PHEV or BEV? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 85, 363-376. doi:10.1016/j.trc.2017.09.021
- Blondel et al. (2011). *Cycle more often 2 Cool down the planet: Quantifying CO₂ savings of cycling*. European Cyclists' federation ASBL.

- Bongardt, D., Stiller, L., Swart, A. and Wagner, A. (2019). *Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (ASI)*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Brozynski, M. T., & Leibowicz, B. D. (2018). Decarbonizing power and transportation at the urban scale: An analysis of the Austin, Texas Community Climate Plan. *Sustainable cities and society*, 43, 41-54.
- BPS Provinsi DKI Jakarta. (2021). *Statistik Transportasi DKI Jakarta 2020*.
- Budi, D. R. et al.(2021). Cycling during COVID-19 Pandemic: Sports or Lifestyle?. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, 9(4), 765 - 771. DOI: 10.13189/saj.2021.090422.
- Campbell, C. J., & Laherrère, J. H. (1998). The end of cheap oil. *Scientific American*, 278(3), 78-83.
- City of Amsterdam. (2021). *Priority for Electric Vehicles*. Diakses pada 4 Februari 2022 dari <https://www.amsterdam.nl/en/parking/apply-for-a-parking-permit-for/>
- Clean Air Asia Center. (2013). *Promoting Non-Motorized Transport in Asian Cities: Policymakers' Toolbox*. Pasig City, Philippines.
- Clemens, T., Turner, S., & Dibben, C. (2017). Maternal exposure to ambient air pollution and fetal growth in North-East Scotland: a population-based study using routine ultrasound scans. *Environment international*, 107, 216-226.
- Cochrane, J. (2015). *As Indonesia Prospers, Air Pollution Takes Toll*. New York Times. Diakses pada 23 Maret 2022 pada dari <https://www.nytimes.com/2015/09/27/world/asia/as-indonesia-prospers-air-pollution-takes-toll.html>
- da Silva, T. B., Baptista, P., Silva, C. A. S., & Santos, L. (2022). Assessment of decarbonization alternatives for passenger transportation in Rio de Janeiro, Brazil. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 103161.
- Davis, S. J., Lewis, N. S., Shaner, M., Aggarwal, S., Arent, D., Azevedo, I. L., ... & Caldeira, K. (2018). Net-zero emissions energy systems. *Science*, 360(6396), eaas9793.
- de Blas, I., Mediavilla, M., Capellán-Pérez, I., & Duce, C. (2020). The limits of transport decarbonization under the current growth paradigm. *Energy Strategy Reviews*, 32, 100543.
- DeFranco, E., Moravec, W., Xu, F., Hall, E., Hossain, M., Haynes, E. N., ... & Chen, A. (2016). Exposure to airborne particulate matter during pregnancy is associated with preterm birth: a population-based cohort study. *Environmental Health*, 15(1), 1-8.
- Diansya, Irfan. (2015). *Penilaian Jalur Pedestrian oleh Masyarakat Urban dan Kriteria Jalur Pedestrian yang Ideal Menurut Masyarakat*. Institut Teknologi Bandung.
- Dimock, M. (2019). *Defining generations: Where Millennials end and Generation Z begins*. Diakses pada 6 April 2022 dari <https://www.pewresearch.org/fact-tank/2019/01/17/where-millennials-end-and-generation-z-begins/>
- Dishub DKI Jakarta. (2021). Jakarta Ramah Bersepeda. Diakses pada 20 Maret 2022 dari <https://ppid.jakarta.go.id/download/c8c64ef0e1a44f7c4ce8f48b4b0a167aeecda2162e17bc5796ab30c54abf952ee5f06794d3e94fbadccbec7fdbc330bc5dc28a2911b2c053711c69c9dbbd0c964rpCZDMrEHrGWygAbcRR48XcnGJj7THsTDSylMZldRfAEalDjCq8ds2pd7BVSS>

- Diskominfo DKI Jakarta. (2015). *Data Seluruh Ruang Terbuka Hijau di Provinsi DKI Jakarta*. Diakses pada 17 Maret 2022 dari <https://data.jakarta.go.id/dataset/ruangterbukahijaudkijakarta/resource/716b64ee-eeab-4094-8226-67e445d287bf>
- Diskominfo DKI Jakarta. (2020). *Luas dan Panjang Jalan DKI Jakarta tahun 2020*. Diakses pada 13 Maret 2022 dari <https://statistik.jakarta.go.id/luas-dan-panjang-jalan-di-dki-jakarta-tahun-2020/>
- DLH Provinsi DKI Jakarta. (2019). *Inventarisasi Profil Emisi Gas Rumah Kaca Provinsi DKI Jakarta*.
- Downs, A. (2000). *Stuck in traffic: Coping with peak-hour traffic congestion*. Washington, DC: Brookings Institution Press.
- Duranton, G., & Turner, M. A. (2011). The fundamental law of road congestion: Evidence from US cities. *American Economic Review*, 101(6), 2616-52.
- Egede, P., Dettmer, T., Herrmann, C., & Kara, S. (2015). Life cycle assessment of electric vehicles – a framework to consider influencing factors. *Procedia CIRP*, 29, 233-238.
- Eichhorst, U. (2009). Adapting urban transport to climate change, module 5f, Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities. Division 44. *Water, Energy, Transport*, 62. doi:10.1016/j.procir.2015.02.185
- EMIC. (2017). *e-mobility NSR*. Diakses pada 4 Februari 2022 dari <http://e-mobility-nsr.eu/centres/amsterdam/>
- Frans dkk. (2016). *Persepsi Pejalan Kaki Terhadap Keamanan dan Kenyamanan Jalur Trotoar di Pusat Kota Amurang*.
- FTF (Future of Transport Fuels). (2011). *Report of the European Expert Group on Future Transport Fuels*
- Gaikindo. (2021). Beberapa Model Mobil Listrik yang sudah Masuk Pasar Indonesia. Diakses pada 4 Februari 2022 dari <https://www.gaikindo.or.id/beberapa-model-mobil-listrik-yang-sudah-masuk-pasar-indonesia/>
- García-Olivares, A., Sol´e, J., Osychenko, O. (2018). Transportation in a 100% renewable energy system. *Energy Convers. Manag.* 158, 266–285. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2017.12.053>.
- Givoni, M. dan Banister, D. eds. (2013). *Moving towards low carbon mobility*. Edward Elgar Publishing.
- Givoni, M., 2013. 13. Alternative pathways to low carbon mobility. In *Moving towards low carbon mobility* (p. 209). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Institute for Urban Strategy. (2018). *Global Power City Index 2018*.
- Green, R., Sarovar, V., Malig, B., & Basu, R. (2015). Association of stillbirth with ambient air pollution in a California cohort study. *American journal of epidemiology*, 181(11), 874-882.
- Hall, D., & Lutsey, N. (2021). *Effects of battery manufacturing on electric vehicle life-cycle greenhouse gas emissions*.

- Harahap, E., Suryadi, A., Ridwan, R., Darmawan, D., & Ceha, R. (2017). Efektifitas load balancing dalam mengatasi kemacetan lalu lintas. *Matematika: Jurnal Teori dan Terapan Matematika*, 16(2).
- Haryanto, B. (2007). Blood-lead Monitoring Exposure to Unleaded-gasoline Among School Children in Jakarta – Indonesia 2005. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. No. 5.
- Howarth, R. W. (2015). Methane emissions and climatic warming risk from hydraulic fracturing and shale gas development: implications for policy. *Energy and Emission Control Technologies*, 3, 45-54.
- Hyatt et al., (2021). A Non-motorized Urban Future for Climate Resilient Cities. 14th Regional Environmentally Sustainable Transport (EST) Forum in Asia
- IEA. (2019). The Future of Rail Opportunities for Energy and the Environment. Diakses pada 6 Maret 2022 dari <https://www.iea.org/events/the-future-of-rail-opportunities-for-energy-and-the-environment>
- IEA. (2021). *Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector*. Diakses pada 12 Maret 2022 dari <https://www.iea.org/events/net-zero-by-2050-a-roadmap-for-the-global-energy-system>
- IEA. (2021). *An energy sector roadmap to carbon neutrality in China*, IEA, Paris. Diakses pada 16 Maret 2022 dari <https://www.iea.org/reports/an-energy-sector-roadmap-to-carbon-neutrality-in-china>
- IEA. (2022). *Global EV Outlook 2021 – Analysis - IEA*. Diakses pada 24 Februari 2022 dari <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021?mode=overview>
- Indonesian Urban Transport Institute. (2016). *Penerapan Konsep TOD sebagai Instrumen Penguatan Jaringan Angkutan Massal Perkotaan*. Diakses pada 12 Maret 2022 dari http://iutri.org/wp-content/uploads/2016/03/Penerapan-Konsep-TOD-Sebagai-Instrumen-Penguatan-Jaringan-Angkutan-Massal-Perkotaan-_IUTRI_WP_04_ALV.pdf?1542798822
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2017). *Pedoman Integrasi Antarmoda*. Diakses pada 23 Februari 2022 dari <https://itdp-indonesia.org/publication/jakarta-intermodal-integration-guideline-2/>
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2018). Menuju Aksesibilitas dan Transportasi Publik yang Inklusif. Diakses pada 8 Maret 2022 dari <https://www.itdp-indonesia.org/wp-content/uploads/2018/12/Menuju-Aksesibilitas-dan-Transportasi-Publik-yang-Inklusif.pdf>
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2019). Panduan Desain Fasilitas Pejalan Kaki: DKI Jakarta 2017-2022. Diakses pada 2 Maret 2022 dari <https://www.itdp-indonesia.org/wp-content/uploads/2018/08/Panduan-Fasilitas-Pejalan-Kaki-di-Jakarta-v2.0.pdf>
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2020). *Non-Motorized Transport Policy Guideline For Mid-Size Cities in Indonesia*.
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2021). Jakarta, Indonesia Is What Resiliency Looks Like. Diakses pada 16 Februari 2022 dari https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2021/03/ITDP_ST32_web.pdf

- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2021). *Penataan Kawasan Pejalan Kaki: Hasil Survei Pejalan Kaki Kebayoran Baru & Sim pang Senen*. Diakses pada 20 Februari 2022 dari https://itdp-indonesia.org/wp-content/uploads/2021/03/Siapa-saja-pengguna-ruang-NMT_.pdf
- Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). (2022). *Evaluasi Jalur Sepeda Terproteksi*. Diakses pada 25 Februari 2022 dari <https://itdp-indonesia.org/multimedia/evaluasi-jalur-sepeda-terproteksi/>
- IPCC. (2007). Climate change 2007: the physical science basis. *Agenda*, 6(07), 333.
- IPCC. (2022). *Summary for Policymakers* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösckhe, V. Möller, A. Okem (eds.)]. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Lösckhe, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. In Press
- Irjayanti, A. D., Sari, D. W., & Rosida, I. (2021). Perilaku Pemilihan Moda Transportasi Pekerja Komuter: Studi Kasus Jabodetabek. *Jurnal Ekonomi Dan Pembangunan Indonesia*. <https://doi.org/10.21002/jepi.v21i2.1340>
- Jamil, B. S. (2019). Climate Crisis: ‘ Listening to the Science ’ Not Enough. *RSIS Commentary*, 22. <https://dr.ntu.edu.sg/bitstream/10356/136658/2/CO19238.pdf>
- Jakobsson, N., Gnann, T., & Karlsson, S. (2016). Are multi-car households better suited for battery electric vehicles? - Driving patterns and economics in Sweden and Germany. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 65, 1–15. doi:10.1016/j.trc.2016.01.018
- Kaack, L. H., Vaishnav, P., Morgan, M. G., Azevedo, I. L., & Rai, S. (2018). Decarbonizing intraregional freight systems with a focus on modal shift. *Environmental Research Letters*, 13(8), 083001.
- Karlsson, S. (2017). What are the value and implications of two-car households for the electric car? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies* 81, 1–17. doi:10.1016/j.trc.2017.05.001
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). *Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Monitoring, Evaluasi, dan Verifikasi tahun 2020*.
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2021). Strategy for converting ICE to EV. The 10th EBTKE ConEx 2021 - Parallel Session Decarbonising Transportation Forum
- Knupfer, S. M., Pokotilo, V., & Woetzel, J. (2018). Elements of success: Urban transportation systems of 24 global cities. New York: McKinsey & Company.
- Kostopoulos, E.D., Spyropoulos, G.C., Kaldellis, J.K. (2020). Real-world study for the optimal charging of electric vehicles. *Energy Reports*. 6, 418–426. doi:10.1016/j.egy.2019.12.008
- Kurniawan, A. Y. W., Setiawan, A. A., & Budiman, A. (2020). The Impact of Electric Vehicle on Road Transportation in Indonesia: Energy Demand and CO2 Emission. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 5(2), 36-45.
- Kusumaningkatma, M., dan Xie, Y. (2020). *Transforming Transjakarta: First steps toward electric buses for the world's largest BRT fleet*. The International Council on Clean Transportation.

- Lah, O., Shrestha, S., Hüging, H., Decker, B., Gyergyay, B., Marhold, K., ... & Dablanc, L. (2015). Transferability of sustainable urban transport solutions. *Energy, Climate and Air Quality Challenges: The Role of Urban Transport Policies in Developing Countries*.
- Langrish, J. P., Li, X., Wang, S., Lee, M. M., Barnes, G. D., Miller, M. R., ... & Jiang, L. (2012). Reducing personal exposure to particulate air pollution improves cardiovascular health in patients with coronary heart disease. *Environmental health perspectives*, 120(3), 367-372.
- Lee, J., Vojnovic, I., & Grady, S. C. (2018). The 'transportation disadvantaged': Urban form, gender and automobile versus non-automobile travel in the Detroit region. *Urban Studies*, 55(11), 2470-2498.
- Lee, J., Arts, J., Vanclay, F., & Ward, J. (2020). Examining the social outcomes from urban transport infrastructure: Long-term consequences of spatial changes and varied interests at multiple levels. *Sustainability*, 12(15), 5907.
- Lestari, P., Damayanti, S., & Arrohan, M. K. (2020). Emission Inventory of Pollutants (CO, SO₂, PM_{2.5}, and NO_x) in Jakarta Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 489, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Linton, S., Clarke, A., & Tozer, L. (2022). Technical pathways to deep decarbonization in cities: Eight best practice case studies of transformational climate mitigation. *Energy Research & Social Science*, 86, 102422.
- London Electric Vehicle Infrastructure Delivery Plan Lruc.content.tfl.gov.uk. (2022). Diakses pada 4 Februari 2022 pada <https://lruc.content.tfl.gov.uk/london-electric-vehicle-infrastructure-taskforce-delivery-plan-executive-summary.pdf>.
- Macmillen, J. (2013). 12. *Mobility as a complex system: key. Moving towards low carbon mobility*, p.190.
- Mahalana, A., Yang, Z., & Posada, F. (2021). Indonesia transport electrification strategy. *ICCT WORKING PAPER* 2021-36.
- Marcotullio, P. J., Sarzynski, A., Albrecht, J., Schulz, N., & Garcia, J. (2013). The geography of global urban greenhouse gas emissions: an exploratory analysis. *Climatic Change*, 121(4), 621-634, <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0977-z>
- Martinez, R., & Masron, I. N. (2020). Jakarta: A city of cities. *Cities*, 106, 102868. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102868>
- Matute, J. M., Chester, M., Eisenstein, W., & Pincetl, S. (2014). *Life-Cycle Assessment for Transportation Decision Making* (No. 14-1287).
- Maya, M. M. (2008). *Transportation planning and the prevention of urban sprawl*. In New York University Law Review.
- McFarlane, A. G. (2021). Black Transit: When Public Transportation Decision-Making Leads to Negative Economic Development. *Iowa Law Review*. 106 (5): 2369–96.
- McLaren, J., Miller, J., O'Shaughnessy, E., Wood, E., & Shapiro, E. (2016). CO₂ emissions associated with electric vehicle charging: the impact of electricity generation mix, charging infrastructure availability and vehicle type. *The Electricity Journal*, 29(5), 72-88.

- McLeod, S., Scheurer, J., & Curtis, C. (2017). Urban public transport: planning principles and emerging practice. *Journal of Planning Literature*, 32(3), 223-239.
- Messagie, M. (2014). Life cycle analysis of the climate impact of electric vehicles. *Journal of Life Cycle Assessment*, 2014, 14.
- Mizdrak, A., Cobiac, L. J., Cleghorn, C. L., Woodward, A., & Blakely, T. (2020). Fuelling walking and cycling: human powered locomotion is associated with non-negligible greenhouse gas emissions. *Scientific reports*, 10(1), 1-6.
- Mogot, P. J. A., Barus, L. S., & Yola, L. (2021, March). The impact of COVID-19 on the mobility of Transjakarta passengers. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 716, No. 1, p. 012135). IOP Publishing.
- Muller, D. B., Liu, G., Løvik, A. N., Modaresi, R., Pauliuk, S., Steinhoff, F. S., & Brattebø, H. (2013). Carbon emissions of infrastructure development. *Environmental science & technology*, 47(20), 11739-11746.
- Nadolny, A., Cheng, C., Lu, B., Blakers, A., & Stocks, M. (2022). Fully electrified land transport in 100% renewable electricity networks dominated by variable generation. *Renewable Energy*, 182, 562-577.
- National Renewable Energy Laboratory (NREL). 2012. Life cycle greenhouse gas emissions from electricity generation.
- Nottingham City Council. (2021). *Financial Support for Cab Drivers*, Nottingham City Council. Diakses pada 4 Februari 2022 dari <https://www.transportnottingham.com/driving/electric-taxis/support-for-cab-drivers/>
- Nugmanova, A., Arndt, W. H., Hossain, M. A., & Kim, J. R. (2019). Effectiveness of ring roads in reducing traffic congestion in cities for long run: big almaty ring road case study. *Sustainability*, 11(18), 4973.
- Pandey, D., Agrawal, M., & Pandey, J. S. (2011). Carbon footprint: current methods of estimation. *Environmental monitoring and assessment*, 178(1), 135-160.
- Poelman, H. (2018). *a walk to the park? assessing access to green areas in europe's cities update using completed Copernicus urban atlas data* (No. 01). Working Paper.
- Powell, S., Oakes-Ash, L., Curtis, P., Harris, J., Ham, C., Osment, F., Lusby, S., Dawn, A., Welbourne, S., & Lloyd, J. (2021). *Net Zero Transport: The role of spatial planning and place-based solutions*. Royal Town Planning Institute. <https://www.rtpi.org.uk/media/9233/rtpi-net-zero-transport-january-2021.pdf>
- Pozarny, P. (2016). *Climate change and social development: Topic guide*. GSRDC, University of Birmingham, UK. https://gsdrc.org/wp-content/uploads/2016/07/GSDRC_CC_SocDev.pdf
- Prakoso, P., & Herdiansyah, H. (2019). Analisis implementasi 30% ruang terbuka hijau di DKI Jakarta. *Majalah Ilmiah Globe*, 21(1), 17-26.
- Pridemore, A., Hampshire, K., German, R., Fons, J., Unterstaller, A., Reichel, A., ... & Adams, M. (2018). Electric Vehicles from Life Cycle and Circular Economy Perspectives. *European Environment Agency: Copenhagen, Denmark*.

- Provinsi DKI Jakarta, 2021, Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta No.90 Tahun 2021 tentang Rencana Pembangunan Rendah Karbon Daerah yang Berketahanan Iklim.
- Putra, A. D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2012). *Pengaruh Pelebaran Ruas Jalan Terhadap Pengurangan Kemacetan di Jalan Teuku Umar Kota Bandar Lampung*.
- Ramadhan, B. (2022). *DKI Targetkan Cakupan transportasi umum capai 95 persen*. Republika Online. Diakses pada May 25, 2022, dari <https://d.republika.co.id/berita/daerah/jabodetabek-nasional/rc6iup330/dki-targetkan-cakupan-transportasi-umum-capai-95-persen>
- Rink, D. R., & Swan, J. E. (1979). Product life cycle research: A literature review. *Journal of business Research*, 7(3), 219-242.
- Roberts, M., Sander, F. G., & Tiwari, S. (Eds.). (2019). *Time to ACT: Realizing Indonesia's urban potential*. World Bank Publications.
- Rogelj, J., Geden, O., Cowie, A., & Reisinger, A. (2021). Net-zero emissions targets are vague: three ways to fix.
- Rue, P. (2018). Make Way, Millennials, Here Comes Gen Z. *About Campus: Enriching the Student Learning Experience*, 23(3), 5–12. doi: 10.1177/1086482218804251
- Schnoor, J.L. (1996). *Environmental modeling: fate and transport of pollutants in water, air, and soil*. John Wiley and Sons.
- Schwanen, T. (2013). 14. Sociotechnical transition in the. *Moving Towards Low Carbon Mobility*, 231. Edwar Elgar Publishing.
- Schwanen, T. (2021). Achieving just transitions to low-carbon urban mobility. *Nature Energy*, p. 685–687.
- Singh, A., & Agrawal, M. (2007). Acid rain and its ecological consequences. *Journal of Environmental Biology*, 29(1), 15.
- Siregar, D., dan Rachmita, F. (2019). *Mobilitas Perkotaan Inklusif Kolaboratif*. Friedrich Naumann Foundation Publication diakses pada 13 Februari 2022 dari <https://www.scribd.com/document/413024517/Mobilitas-Perkotaan-Inklusif-Kolaboratif-Studi-Kasus-Kota-Jakarta-Indonesia#download>
- Siswanto, Van Oldenborgh, G. J., Van Der Schrier, G., Lenderink, G., & Van Den Hurk, B. (2015). 26. TRENDS IN HIGH-DAILY PRECIPITATION EVENTS IN JAKARTA AND THE FLOODING OF JANUARY 2014. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 96(12), S131-S135.
- Skrúcaný, T., Kendra, M., Stopka, O., Milojević, S., Figlus, T., & Csiszár, C. (2019). Impact of the electric mobility implementation on the greenhouse gases production in central European countries. *Sustainability*, 11(18), 4948.
- Stock, S. J., & Clemens, T. (2017). Traffic pollution is linked to poor pregnancy outcomes. *BMJ*, 359.
- Sukarto, H. (2006). *Transportasi Perkotaan dan Lingkungan*. Jakarta: Universitas Pelita Harapan.
- Tamba, Jefry. (2018). Exploring The Accessibility And Facility In Railway Station Used By Persons With Disabilities: An Experience From Kebayoran Railway Station, Jakarta. *Indonesian Journal of Disability Studies (IJDS)*.2018: Vol. 5(1): PP 37-46

- Tanan, Natalia. (2011). *Fasilitas Pejalan Kaki*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia.
- Thoem, James. (2019). What makes Copenhagen the world's most bicycle friendly city?. Diakses pada 16 Februari 2022 pada <https://www.visitcopenhagen.com/copenhagen/activities/what-makes-copenhagen-worlds-most-bicycle-friendly-city>
- Thondoo, M., Marquet, O., Marquez, S., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Small cities, big needs: Urban transport planning in cities of developing countries. *Journal of Transport & Health*, 19, 100944.
- Tilman, D., & Clark, M. (2014). Global diets link environmental sustainability and human health. *Nature*, 515(7528), 518-522.
- Tjahjono, T., Kusuma, A., & Septiawan, A. (2020). The Greater Jakarta Area Commuters Travelling Pattern. *Transportation Research Procedia*, 47, 585-592.
- Tokimatsu, K., Wachtmeister, H., McLellan, B., Davidsson, S., Murakami, S., Höök, M., ... & Nishio, M. (2017). Energy modeling approach to the global energy-mineral nexus: A first look at metal requirements and the 2 C target. *Applied energy*, 207, 494-509.
- Transformative Urban Mobility Initiative. (2021). The 15-Minute City
- Transport & Environment. (2020). How clean are electric cars? 1–33. Diakses pada 20 Februari 2022 pada <https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2020/04/TEs-EV-life-cycle-analysis-LCA.pdf>
- Travel and Mobility Tech. (2021). The environmental impact of today's transport types. Diakses pada 21 Februari 2022 dari <https://tnmt.com/infographics/carbon-emissions-by-transport-type/>
- Tsavachidis, M., & Le Petit, Y. (2022). Re-shaping urban mobility—Key to Europe's green transition. *Journal of Urban Mobility*, 2, 100014.
- Tukker, A., & Jansen, B. (2006). Environmental impacts of products: A detailed review of studies. *Journal of Industrial Ecology*, 10(3), 159-182.
- Tyson, A., Kennedy, B., & Funk, C. (2021). Gen Z, Millennials Stand Out for Climate Change Activism, Social Media Engagement With Issue. Retrieved 6 April 2022, from Pew Research Center website: <https://www.pewresearch.org/science/2021/05/26/gen-z-millennials-stand-out-for-climate-change-activism-social-media-engagement-with-issue/>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects 2018: Highlights* (ST/ESA/SER.A/421).
- UN Environment. (2016). Global Outlook on Walking and Cycling 2016
- Unterman, R. (1984). *The Pedestrian and The bicyclist*. Raja Grafindo, Jakarta.
- Valero, A., Valero, A., Calvo, G., & Ortego, A. (2018). Material bottlenecks in the future development of green technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 178-200.

- Wahyuni, E. S., Murti, B., & Joebagio, H. (2016). *Aksesibilitas Penyandang Disabilitas terhadap Layanan Transportasi Publik*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Wappelhorst, S. (2021). Update on government targets for phasing out new sales of internal combustion engine passenger cars. *International Council on Clean Transportation (ICCT)*.
- Wiedmann, T., & Minx, J. (2008). A definition of 'carbon footprint'. *Ecological economics research trends, 1*, 1-11.
- Wismadi, A., Soemardjito, J., & Sutomo, H. (2013). Transport situation in Jakarta. Study on Energy Efficiency Improvement in the Transport Sector through Transport Improvement and Smart Community Development in the Urban Area, 29-58. https://www.eria.org/RPR_FY2012_No.29_Chapter_4.pdf
- World Resource Institute. (1999). Urban Air Pollution Risks to Children: A Global Environmental Health Indicator. <http://www.wri.org>
- WHO. (2005). Effect of Air Pollution on Children's Health and Development. WHO Special Programme on Health and Environment. Bonn: European Centre for Environment and Health
- WRI, C40 Cities, & ICLEI. (2014). Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories: An Accounting and Reporting Standard for Cities. World Resources Institute., 1-176. Retrieved from http://ghgprotocol.org/files/ghgp/GHGP_GPC.pdf
- Xue, Y., Cheng, L., Wang, K., An, J., & Guan, H. (2020). System Dynamics Analysis of the Relationship between Transit Metropolis Construction and Sustainable Development of Urban Transportation—Case Study of Nanchang City, China. *Sustainability, 12*(7), 3028.
- Yazid, M. M., Ismail, R., & Atiq, R. (2011). The use of non-motorized for sustainable transportation in Malaysia. *Procedia Engineering, 20*, 125-134.

Telaah Istilah dan Konsep

Tentang Krisis Iklim

Perubahan Iklim	Berdasarkan kerangka UNFCCC pasal 1, perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan yang terjadi pada iklim yang disebabkan secara langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer global dibandingkan dengan perubahan variabel iklim alami yang diamati dalam periode waktu yang sama atau sebanding. Perubahan iklim atau <i>climate change</i> dapat dilihat dari perubahan suhu dan pergeseran pola cuaca dalam jangka panjang. Dalam dua abad terakhir, fenomena ini didorong oleh peningkatan aktivitas manusia terutama yang menggunakan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas sehingga mengeluarkan gas rumah kaca (UN, 2020).
Krisis Iklim	Krisis Iklim adalah istilah untuk menegaskan kedaruratan kondisi perubahan iklim saat ini, serta dampak-dampaknya yang dapat mengantarkan kehidupan dunia pada krisis ekonomi, kesehatan, hingga kepunahan massal (Jamil, 2019).
Gas Rumah Kaca (GRK)	GRK atau <i>greenhouse gas</i> adalah gas-gas di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Gas-gas tersebut pada dasarnya muncul secara alami di lingkungan, namun, jumlahnya semakin banyak dan tidak terkendali akibat aktivitas manusia. GRK meliputi CO ₂ (Karbon dioksida), CH ₄ (Metana), N ₂ O (<i>Nitrous oxide</i>), HFCs (<i>Hydrofluorocarbons</i>), PFCs (<i>Perfluorocarbons</i>) dan SF ₆ (<i>Sulphur hexafluoride</i>) di atmosfer. Dalam hubungannya dengan fenomena pemanasan global (<i>global warming</i>), GRK tersebut memiliki nilai <i>Global Warming Potential</i> (GWP) dengan waktu paparan sebesar 5 hingga 200 tahun.
Global Warming Potential (GWP)	GWP adalah suatu nilai berdasarkan sifat radiatif yang digunakan untuk memperkirakan potensi efek pemanasan global dari berbagai gas rumah kaca yang terserap ke atmosfer (IPCC, 2007). GWP dihitung dengan mengestimasi potensi radiasi yang terserap suatu gas rumah kaca yang disetarakan dengan serapan dari 1 ton karbon dioksida (CO ₂). Perhitungan ini dilakukan untuk mempermudah membandingkan potensi dampak perubahan iklim antara satu gas rumah kaca dengan gas lainnya. Contoh, GWP untuk gas metana (CH ₄) yang dapat keluar dari tumpukan/gunungan sampah dari TPS di kota-kota kita adalah misalnya sebesar 1 ton maka itu setara dengan 28-36 ton CO ₂ yang dihasilkan untuk periode 100 tahun. Hal ini menunjukkan terdapat gas rumah kaca memiliki proporsi yang berbeda dibandingkan dengan gas lainnya.

Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca adalah proses masuknya radiasi dari matahari dan terjebaknya radiasi tersebut dalam atmosfer akibat gas rumah kaca sehingga menaikkan suhu permukaan bumi. Pada proposi tertentu, efek rumah kaca memberikan kehidupan bagi berbagai makhluk di planet bumi. Panjang gelombang yang dapat diserap dan terperangkap dalam gas rumah kaca adalah panjang gelombang yang tidak lebih besar dari 1200Å (Schnoor, 1996). Apabila gelombang gas rumah kaca yang diproduksi terlalu besar, efek yang dapat ditimbulkan adalah pemanasan global. Pemanasan global yang meningkatkan suhu rata-rata di permukaan bumi berpotensi untuk melahirkan berbagai fenomena seperti naiknya permukaan air laut, kekeringan di berbagai tempat, serta gangguan terhadap biodiversitas makhluk hidup (Archer, 2011). Perhitungan efek rumah kaca dilakukan melalui analisis jejak karbon (*carbon footprint*).

Jejak Karbon (Carbon Footprint)

Carbon footprint adalah perkiraan kontribusi individu terhadap pemanasan global dalam jumlah satuan waktu produksi GRK seseorang dan diukur dalam unit yang ekuivalen dengan CO₂ (Pandey et.al, 2011). Perhitungan ini akan membantu untuk mengukur usaha dalam mengurangi dampak dari perubahan iklim, khususnya dengan melihat kepada emisi langsung maupun tidak langsung yang dihasilkan oleh suatu aktivitas atau suatu produk (Wiedmann dan Minx, 2008). Analisis jejak karbon ini dibagi menjadi dua, yaitu (1) secara langsung atau *primary footprint*, yaitu pengukuran emisi CO₂ secara langsung dari pembakaran bahan bakar fosil termasuk konsumsi energi domestik dan transportasi (seperti mobil dan pesawat terbang), dan (2) secara tidak langsung atau *secondary footprint*, yaitu pengukuran emisi CO₂ secara tidak langsung dari daur hidup produk (*life cycle of product*) secara keseluruhan (Tukker dan Jansen, 2006). *Carbon footprint* dari perilaku atau gaya hidup seseorang akan mempengaruhi emisi karbon secara global (Bin dan Dowlatabadi, 2005).

Daur Hidup Produk (Product Life Cycle)

Daur hidup produk atau *product life cycle* adalah konsep bisnis dalam melihat suatu produk dalam satu garis waktu yang biasanya dibagi atas pengenalan, pengembangan, pematangan, dan penurunan produk (Rink dan Swan, 1979). Kemudian konsep ini dikembangkan untuk melihat daur hidup dari suatu produk yang seringkali terkait dengan aspek lingkungan mulai dari fase ekstraksi dan pengolahan barang mentah, manufaktur/produksi, distribusi dan transportasi, konsumsi/penggunaan, pemeliharaan produk, hingga pembuangan.

Konsep dan teori pengurangan emisi transportasi

Bebas emisi/*Net Zero Emissions* (NZE)

Konsep NZE dapat dipahami sebagai suatu aktivitas yang tidak menambahkan emisi ke atmosfer atau emisi yang dihasilkan seimbang dengan emisi yang diserap (Davis dkk, 2018; Rogelj dkk, 2021). Upaya untuk mencapai bebas emisi ini tidak hanya melalui pengurangan emisi, tapi juga bagaimana mengoptimalkan penerapannya sehingga total emisi yang dikeluarkan dapat menjadi sama dengan nol.

Secara global, beberapa negara telah menetapkan target untuk penurunan emisi dengan target capaian NZE di tahun 2050. *International Energy Agency* (IEA) (2021) telah membuat peta jalan (*roadmap*) atau skenario untuk mencapai target NZE di 2050 dengan beberapa cara untuk mengurangi emisi melalui pilar-pilar berikut, yaitu:

- Penggunaan/penyerapan semua teknologi yang mengurangi emisi dengan melihat kepada biaya, kematangan teknologi, kecenderungan kebijakan dan potensi pertukaran dengan melihat kepada tujuan masyarakat yang lebih luas serta kondisi pasar dan negara
- Semua negara harus bekerja sama untuk mencapai emisi nol di seluruh dunia. Hal ini melibatkan semua negara bekerja sama secara efektif, saling menguntungkan, dan mempertimbangkan pengembangan ekonomi yang berbeda tingkatan antar negara dan wilayah, serta memastikan transisi yang dilakukan berjalan adil.
- Transisi yang dilakukan secara teratur di berbagai sektor energi. Hal ini termasuk memastikan keamanan pasokan bahan bakar dan listrik, meminimalkan aset yang terlantar dan menghindari pasar energi yang mudah berubah

Mobilitas Rendah Karbon

Mobilitas rendah karbon (*Low Carbon Mobility*) didefinisikan sebagai pergerakan yang menghasilkan tingkat emisi karbon dioksida (CO₂) yang jauh lebih rendah daripada pergerakan yang menghasilkan emisi karbon tinggi (kendaraan berbahan bakar fosil) (Givoni dan Banister, 2013). Pergerakan merupakan kemampuan orang untuk berpindah yang bergantung pada norma, model pertumbuhan ekonomi, dan perubahan tipe moda dan sistem transportasi (Macmillen, 2013; Givoni dan Banister, 2013). Konsep pergerakan rendah karbon akan mendukung kebijakan dalam pengurangan emisi GRK yang berpengaruh terhadap perubahan iklim jangka panjang (Givoni dan Banister, 2013).

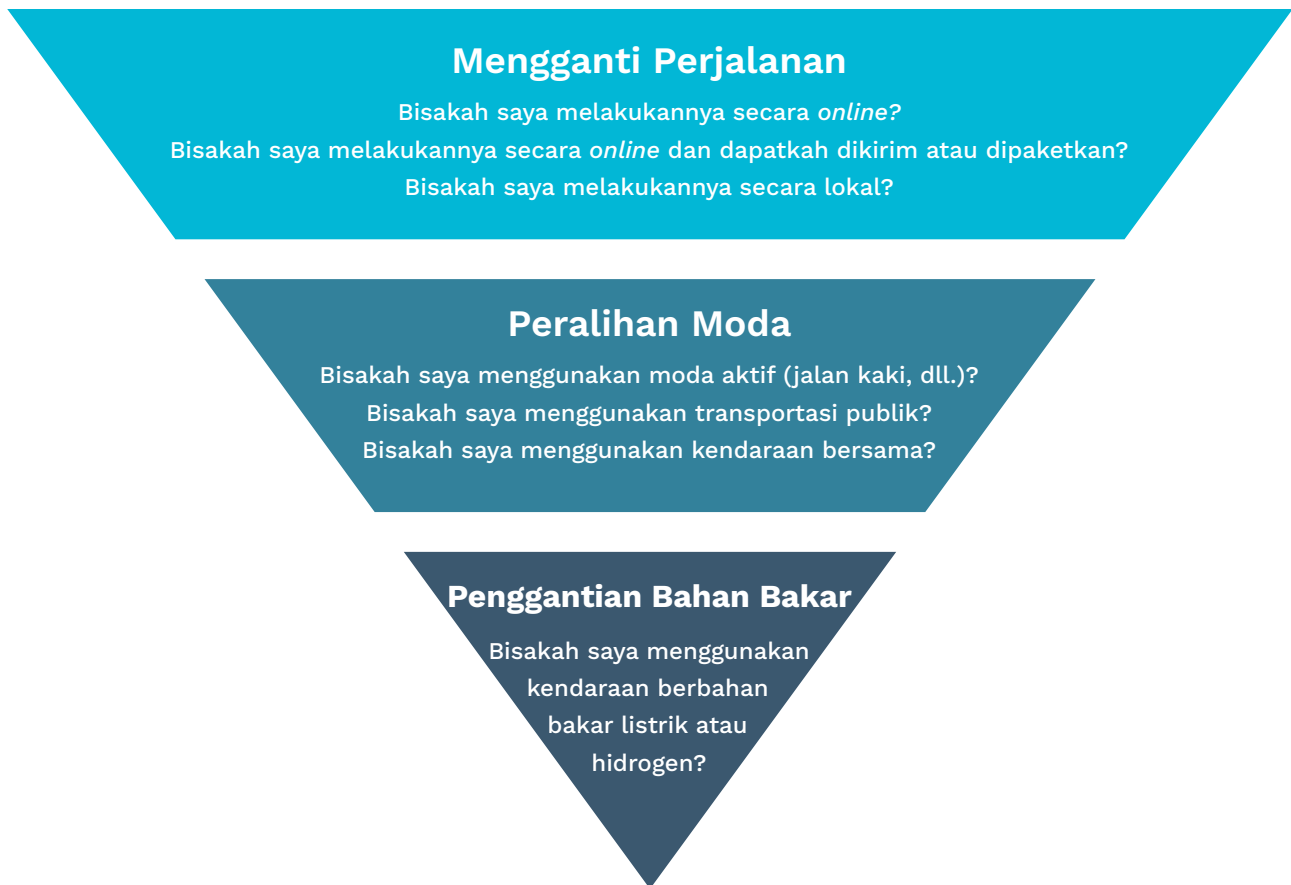
Pergerakan rendah karbon dicapai melalui perubahan sistematis yang membutuhkan proses transisi dan perubahan radikal untuk memutus kebiasaan buruk saat ini (Givoni, 2013). Hal ini dapat dilakukan melalui pendekatan dan teknologi baru yang berperan sebagai agen perubahan. Proses transisi dapat membutuhkan waktu bertahun-tahun atau bahkan dekade, mulai dari penemuan dan difusi teknologi baru, pengaturan institusional, dan sebagainya (Schwanen, 2013; Banister, 2013). Givoni dan Banister (2013) melihat transisi menuju konsep pergerakan rendah karbon bermula dari perubahan norma, perubahan model ekonomi, dan perubahan moda transportasi.

- a. Perubahan norma
 - i. Dari bahan bakar fosil kepada bahan bakar terbarukan
 - ii. Pengembangan berbasis mobil mengarah pada pembangunan berorientasi transit/ *Transit Oriented Development* (TOD)
 - iii. Dari perjalanan pulang-pergi menjadi bekerja jarak jauh (*remote working*)
- b. Perubahan model ekonomi
 - i. Dari “pertumbuhan adalah hal yang lebih baik” (*growth is better*) menjadi “lebih dekat lebih baik” (*the closer the better*).
 - ii. Dari ekonomi berbasis bahan bakar menjadi ekonomi digital
 - iii. Dari globalisasi menjadi *glocalization*
- c. Perubahan moda transportasi
 - i. Dari transportasi bermotor kepada transportasi tidak bermotor/*non-motorized transport*, seperti bersepeda dan berjalan kaki
 - ii. Dari kendaraan pribadi menjadi transportasi publik
 - iii. Dari kendaraan bermesin pembakaran (*Internal Combustion Engine*) menjadi mesin bertenaga listrik

Kerangka Aksesibilitas dan Mobilitas Berkelanjutan (*Sustainable Accessibility and Mobility/SAM*)

Powel dkk. (2020) menggunakan kerangka yang berbeda untuk menuju transportasi nol emisi. Pendekatan yang digunakan adalah “*Sustainable Accessibility and Mobility (SAM) Framework*” dengan membagi kepada tiga hierarki intervensi:

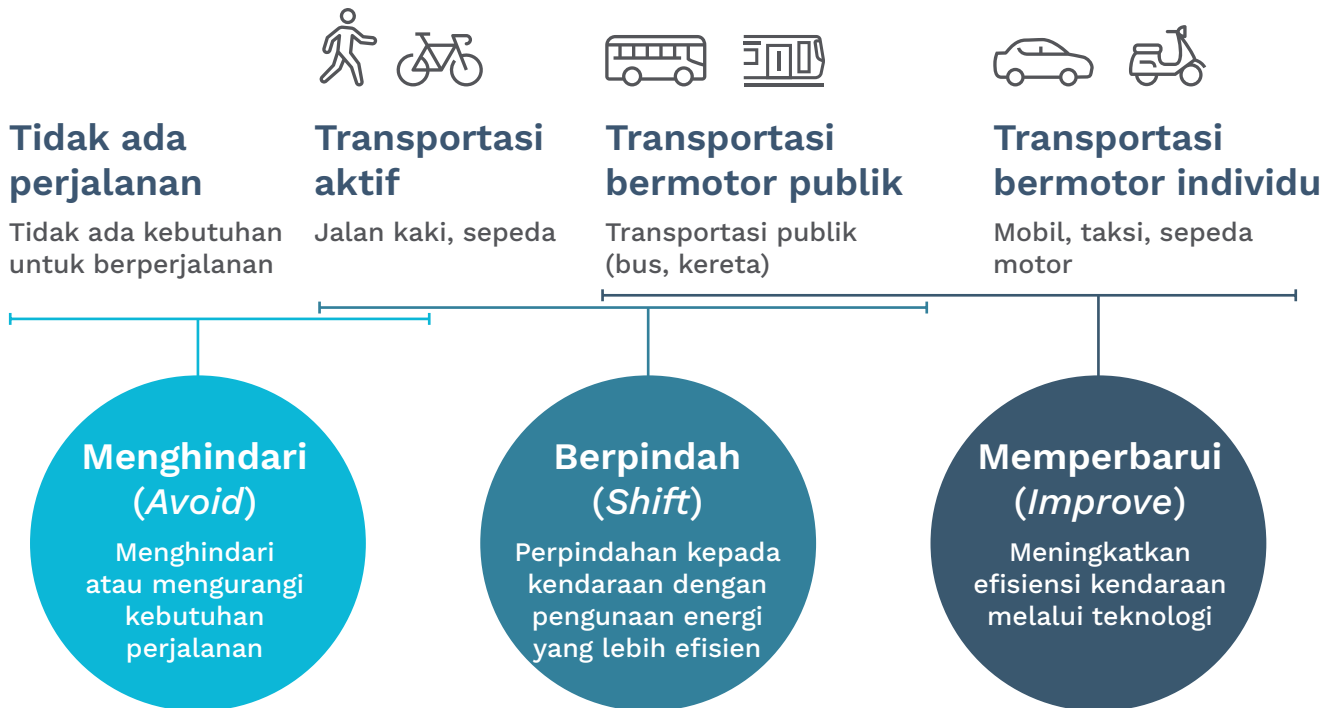
1. Penggantian perjalanan (*Substitute*): bertanya terkait urgensi mobilisasi dari suatu kegiatan seperti: “apakah bisa dilakukan secara *online*?” atau “apakah bisa dilakukan di lingkungan dekat saja?”
2. Perpindahan moda (*Shift*): menggunakan transportasi publik untuk perjalanan yang jauh.
3. Penggantian bahan bakar (*Switch*): memastikan bahwa kendaraan bermotor yang digunakan telah nol emisi seperti kendaraan bertenaga listrik atau kendaraan berbahan bakar hidrogen.



Gambar 27. Kerangka aksesibilitas dan mobilitas berkelanjutan

Penggunaan pendekatan ini perlu memperhatikan ketersediaan infrastruktur, perencanaan tata ruang yang baik, penggunaan transportasi publik yang berkelanjutan dan berbagi perjalanan (*shared mobility*), serta ketersediaan kendaraan listrik. Pendekatan ini juga melihat empat tahapan yang harus dipenuhi untuk mencapai transportasi nol emisi, yaitu: (1) memastikan tidak ada emisi transportasi baru yang terciptakan; (2) mengurangi pergerakan dengan memaksimalkan kehidupan di lingkungan lokal anda; (3) beralih dari penggunaan kendaraan pribadi ke berjalan kaki, bersepeda, dan transportasi publik; dan (4) penggunaan bahan bakar yang rendah atau bahkan nol emisi.

Kerangka *Avoid-Shift-Improve* (ASI)



Gambar 28. Instrumen pendekatan ASI
Sumber: Bongardt et.al, 2019

Pendekatan lain yang untuk transportasi terkait dengan mitigasi perubahan iklim adalah melalui pendekatan *Avoid*, *Shift*, dan *Improve* (A-S-I) sebagai cara untuk mengurangi dampak lingkungan dari transportasi (Bakker et.al, 2014). Dalkmann dan Brannigan (2007) melihat bahwa pembatasan emisi GRK untuk sektor transportasi dapat dilakukan dengan: (a) *avoid*, menghindari kebutuhan berkendara melalui perbaikan dalam perencanaan perkotaan, pilihan komunikasi; (b) *shifting*, melalui menggunakan moda transportasi yang lebih bersih dan efisien seperti transportasi publik, kendaraan tidak bermotor, dan kendaraan bersih lainnya; dan (c) *improving*, perbaikan teknologi transportasi seperti menyediakan kendaraan atau mode transportasi yang lebih efisien energi dan lebih rendah karbon.

Moda-moda transportasi Ramah Lingkungan

Terdapat beberapa moda kendaraan yang menjadi prioritas dalam usaha menuju transportasi yang rendah emisi hingga nol emisi, yaitu melalui penggunaan moda transportasi aktif (berjalan kaki dan bersepeda) dan transportasi publik dengan bahan bakar yang bersih/rendah emisi.

Transportasi Publik

Transportasi publik adalah layanan yang dikelola oleh lembaga publik atau privat yang memberikan layanan untuk berpindah bersama sekelompok orang dengan membayar ongkos sesuai dengan yang telah ditentukan. Transportasi publik massal yang umum digunakan di perkotaan antara lain adalah Bus (*Bus Rapid Transit*/BRT), kendaraan berbasis rel (*Light Rail Transit*/LRT, *Mass Rapid Transit*/MRT, Kereta Rel Listrik/KRL, dan kereta api regional) serta berbagai jenis transportasi publik lainnya. Kriteria yang digunakan untuk menentukan apakah suatu moda transportasi termasuk pada kategori transportasi jenis ini adalah diperuntukkan bagi publik/warga kota secara luas, serta mampu mengangkut banyak orang dalam satu waktu. Tidak hanya itu, keragaman perkembangan perkotaan

dan teknologi menyebabkan beragamnya jenis transportasi massal publik. Secara umum, sistem transportasi publik dapat dikaji berdasarkan spektrum kontrol organisasinya. Ujung spektrum tersebut menurut Curtis dkk, (2017) dapat dibedakan menjadi penganut sistem model pasar bebas dan pengikut perencanaan terpusat.

Model pasar bebas melibatkan peran sektor informal dan penyedia layanan transportasi yang saling berkompetisi dalam sebuah mekanisme pasar. Kompetisi tersebut mendorong pihak penyedia untuk memprioritaskan keuntungan dan cenderung mengesampingkan konteks jaringan dalam cakupan yang lebih luas. Meski relatif lebih fleksibel dalam memenuhi perubahan permintaan perjalanan, model ini dapat menyebabkan kemacetan dan saturasi apabila tidak diatur dalam suatu regulasi, seperti yang terjadi di pusat perkotaan Hong Kong atau Edinburgh. Tanpa legislasi yang spesifik, operator tidak dapat menyediakan akses khusus untuk penyandang disabilitas maupun standar kelayakan tertentu. Di sisi lain, penyedia layanan dengan modal yang besar, seperti penyedia jalur rel swasta di Tokyo, memiliki insentif ekonomi yang kuat untuk mengembangkan investasi infrastruktur transportasi.

Sedangkan transportasi publik yang menerapkan model perencanaan terpusat memiliki sistem yang permanen, tetap, dan tertulis yang diatur oleh satu organisasi atau entitas pemerintahan. Sistem ini dapat mendukung perencanaan yang terintegrasi dan efektif dengan koordinasi antar institusi yang baik. Institusi yang bertanggung jawab perlu melakukan konsultasi dan mengundang partisipasi publik dalam proses perencanaan. Meskipun tak bisa dipungkiri bahwa perencanaan jaringan dapat dipolitisasi yang menyebabkan investasi publik terpolarisasi pada kepentingan tertentu. Dalam implementasinya, sistem tiket lebih terintegrasi dan secara umum memungkinkan pemberian insentif tarif serta penerapan standar disabilitas atau standar kualitas. Keterlibatan penyedia transportasi informal dan on-demand dapat mendukung sistem tersebut dengan meningkatkan fleksibilitas dan adaptabilitas pelayanan transportasi dalam bentuk penyediaan layanan *feeder* atau *paratransit*.

Terlepas dari model kontrol organisasinya, sistem transportasi publik yang efektif perlu memiliki beberapa jenis moda transit yang dapat memenuhi kebutuhan aksesibilitas yang beragam. Perencanaan strategis perlu dilaksanakan secara hierarkis dan bertahap seiring perkembangan kota untuk mencapai pendekatan dengan pembiayaan yang paling efisien. Sebagai contoh konkret, di Amerika Serikat, biaya infrastruktur *light-rail* 2,64 kali lebih tinggi dari *Bus Rapid Transit* (BRT), sementara biaya infrastruktur *metro-rail* mencapai sekitar 12,82 kali lebih tinggi dari BRT per unit jarak. Oleh karena itu, pengembangan transportasi massal biasanya dimulai dengan pengembangan BRT karena biaya investasi awal yang lebih rendah dibandingkan transportasi massal lainnya.

Perencanaan transportasi massal publik ini juga perlu memperhatikan rencana penggunaan lahan perkotaan sehingga memiliki kompleksitas yang tinggi terutama pada daerah-daerah yang telah mengalami fenomena *urban sprawl*. Transportasi sebetulnya juga dapat disesuaikan perencanaannya untuk mencegah dan mengatasi *urban sprawl*. Dalam tahap perencanaan kota awal, lokasi pembangunan seperti misalnya pemukiman yang belum memiliki akses transportasi, sebaiknya dapat dibangun menyesuaikan dengan ruas jalan yang sudah tersedia. Hal ini dapat mencegah adanya pembangunan ruas jalan baru yang nantinya turut memperluas area pengembangan perkotaan (Maya, 2008). Akan tetapi, kebanyakan fenomena *urban sprawl* adalah keterlanjutan sehingga memerlukan upaya lain untuk mengatasinya. Perencanaan pembangunan berbasis transit (*Transit Oriented Development/TOD*) dapat diterapkan pada titik lokasi yang menjadi pusat aktivitas masyarakat untuk menekan adanya mobilitas jarak jauh dan penyediaan perumahan

di luar area inti perkotaan. Dalam penerapannya, konsep TOD cukup kompleks karena perlu dilengkapi dengan pengembangan area *mixed-use*, integrasi transportasi massal hingga penyediaan infrastruktur pedestrian. Selain itu, terdapat juga konsep-konsep pengembangan kota lainnya seperti *15 minutes city* yang mendukung pergerakan penduduk untuk mencapai kebutuhan sehari-hari dalam jarak berjalan kaki atau bersepeda dari rumah mereka. Konsep ini mendorong adanya pemusatan aktivitas penting perkotaan pada radius yang bisa ditempuh dalam waktu 15 menit saja (TUMI, 2021). Beberapa konsep perkotaan ini mendukung adanya pembangunan kota yang lebih padat sehingga dapat meningkatkan efisiensi lahan kota untuk meminimalisir *urban sprawl*. Dari konsep-konsep tersebut, dapat terlihat bahwa selain perencanaan penggunaan lahan, pengembangan transportasi massal juga menjadi salah satu elemen kunci untuk mobilisasi kota yang efektif.

Peluang dan tantangan implementasi transportasi massal publik

a. Konektivitas masyarakat perkotaan

Mobilitas perkotaan merupakan aspek krusial di era globalisasi dengan pertumbuhan perekonomian berbasis pasar. Hal ini terlihat dari adanya indikator aksesibilitas sebagai salah satu parameter kajian indeks perkembangan perkotaan seperti *Global City Power Index* (2018). Menurut Juhyun Lee dkk. (2020), peran infrastruktur dapat meningkatkan daya saing kota dan kesejahteraan sosial ekonomi penduduknya. Infrastruktur transportasi yang baik menyediakan interkoneksi antara satu tempat atau komunitas satu dengan yang lain. Dalam skala makro, infrastruktur transportasi dapat meningkatkan konektivitas titik pusat perkotaan dan memfasilitasi penataan spasial, seperti pemusatan aktivitas sosial dan ekonomi di pusat-pusat kota. Konektivitas tersebut berkontribusi terhadap produktivitas ekonomi dan akses tenaga kerja. Sedangkan dalam skala mikro, infrastruktur transportasi mempengaruhi aktivitas sehari-hari penduduk untuk bekerja maupun kegiatan rekreasi yang menentukan kualitas hidup sebagai komunitas lokal.

Dalam studi oleh Thondoo dkk. (2020), dikatakan bahwa seiring perkembangan perkotaan, peningkatan kendaraan bermotor turut memperbesar probabilitas kecelakaan lalu lintas, paparan terhadap polusi udara, polusi suara, dan berkurangnya aktivitas fisik. Oleh karena itu, perencanaan transportasi dengan pendekatan yang berorientasi pada penduduk dibutuhkan untuk mencegah dampak negatif tersebut, khususnya di negara dengan pendapatan rendah dan menengah. Untuk mewujudkan transportasi publik yang aman dan berkelanjutan, kajian terhadap konsekuensi sosial yang ditimbulkan oleh suatu proyek infrastruktur transportasi perlu mendapat perhatian lebih (Juhyun Lee dkk. 2020).

Infrastruktur transportasi memiliki pengaruh besar terhadap struktur dan bentuk spasial perkotaan dalam jangka panjang. Perubahan spasial tersebut dapat menimbulkan konsekuensi sosial seperti peningkatan mobilitas dan aksesibilitas, peningkatan kesejahteraan, dan peningkatan peluang mata pencaharian penduduk perkotaan. Dampak ini perlu dikaji secara spesifik sesuai konteks penerapannya (Juhyun Lee dkk. 2020). Dalam studi konsekuensi sosial dari proyek infrastruktur metro di London dan Seoul oleh Juhyun Lee dkk. (2020), ekspansi jaringan transportasi perkotaan tidak selalu meningkatkan peluang sosial ekonomi bagi penduduk. Perbedaan pola perubahan spasial antara daerah pusat perkotaan dengan pinggiran kota dapat mengakibatkan dampak negatif bagi penduduk yang tidak di area yang terpinggirkan.

b. Marginalisasi akses transportasi

Dampak negatif perencanaan transportasi yang terfragmentasi juga dibahas oleh McLeod, Scheurer, dan Curtis, dkk. (2017). Hasil studi mereka menyatakan bahwa peningkatan akses transportasi publik menghasilkan dampak yang beragam terhadap akses transportasi publik akibat adanya prioritas kepentingan oleh penyedia transportasi terkait. Desentralisasi perkotaan yang berupa penyebaran pengembangan kota yang semula terpusat menjadi terkoneksi dengan beberapa wilayah menyebabkan adanya perluasan pergerakan penduduk dari pinggiran ke pusat kota. Hal tersebut memperbesar jarak baik antara titik tujuan dan awal mula bermobilitas, maupun antar titik tujuan. Dengan belum tersedianya semua moda transportasi umum, ditambah lagi kendaraan pribadi yang tidak dimiliki semua orang, hal ini dapat berdampak negatif pada akses mobilitas kelompok marginal, termasuk perempuan, minoritas, dan populasi berpenghasilan rendah.

Profil demografi seseorang seperti gender, usia, ras, etnis, pekerjaan, dan penghasilan sangat menentukan karakteristik permintaan perjalanan pengguna transportasi. Pengaruh profil demografi terhadap permintaan perjalanan telah dikaji oleh Jieun Lee, Vojnovic, dan Grady (2018) yang menemukan bahwa laki-laki cenderung memiliki hak lebih dominan dalam menggunakan mobil keluarga sehingga perempuan cenderung lebih bergantung pada transportasi publik. Perempuan juga memiliki pola perjalanan yang lebih kompleks yang dipengaruhi oleh status. Perempuan yang telah mempunyai anak lebih sering melakukan perjalanan dengan perhentian lebih dari 1 destinasi (*trip chain*) contohnya karena harus menjemput anak di tempat penitipan dalam perjalanan pulang dari kantor. Ras juga mempengaruhi perhatian mobilitas kelompok tertentu, seperti tertulis dalam studi oleh McFarlane (2021) dengan adanya fenomena *black transit* yang dikaji melalui studi kasus proyek Baltimore's Red Line di Maryland, Amerika Serikat.

Marginalisasi desain transportasi publik perkotaan dapat menyebabkan hambatan seperti terbatasnya pilihan moda transportasi, jarak perjalanan yang lebih jauh, dan konektivitas yang tidak terintegrasi. Beban transportasi tersebut menurunkan aksesibilitas dasar dalam aktivitas sehari-hari seperti dalam bekerja dan berbelanja. Maka, penting untuk memperhatikan kebutuhan penduduk dalam menyediakan layanan transportasi yang aman, nyaman, dan berkelanjutan untuk semua golongan masyarakat.

Preseden yang sudah berjalan baik

Konsensus mengenai praktik ideal desain jaringan transportasi publik perkotaan telah banyak dibahas. Beberapa prinsip transportasi publik seperti dikemukakan McLeod, Scheurer, dan Curtis (2017) yaitu konektivitas antarmoda, ketersediaan layanan berkualitas tinggi, dan integrasi transportasi dengan kebijakan penggunaan lahan. Namun, perkembangan menuju mobilitas berkelanjutan memiliki implementasi yang sangat beragam dengan prioritas yang berbeda antar konteks.

Menurut Lah dkk. (2015), satu kota tidak selalu bisa menjadi model untuk semua kota lain mengingat perbedaan antara kapabilitas berbagai aspek. Setiap kota dapat menjadi referensi atau *best practice* dalam aspek kekuatannya, misalnya Curitiba, Brasil sebagai kota kelahiran BRT. Banyak kota di dunia telah merencanakan dan membangun BRT dibawah bimbingan para ahli dunia dari Brasil oleh karena keberhasilan BRT nya yang dapat terkoneksi dengan baik dengan sistem transit metropolis (Xue dkk. 2020).

Di sisi lain, Stefan M. Knupfer, Pokotilo, dan Woetzel (2018) menyatakan bahwa formula sistem transportasi yang ideal dapat digambarkan oleh kondisi ketersediaan transportasi seperti di Paris, keterjangkauan harga seperti di Singapura, efisien seperti di Seoul, nyaman seperti di Toronto, serta seaman dan berkelanjutan seperti di Hong Kong. Studi tersebut juga mencantumkan 10 kota dengan peringkat teratas dalam kualitas transportasi publik yang dapat menjadi referensi sesuai kapabilitas masing-masing kota:

1. Singapura: keterjangkauan harga, fleksibilitas sistem tiket, efisiensi
2. Paris, Perancis: infrastruktur jalan, keselamatan, layanan ramah penumpang
3. Hong Kong, Republik Rakyat Tiongkok: pemimpin global dalam mempopulerkan kendaraan listrik (EV) yang setengahnya bersumber dari energi baru terbarukan, sistem tiket terintegrasi dengan proses pembayaran dan layanan publik, cakupan transportasi umum yang luas
4. London, Inggris: intermodalitas¹⁸, keamanan, keandalan
5. Madrid, Spanyol: efisiensi (optimalisasi layanan bus & waktu tunggu rata-rata berkurang), kereta bawah tanah Madrid menyediakan cakupan layanan terbesar
6. Moskow, Rusia: sistem tiket (kartu chip terpadu yang dapat diisi ulang dari jarak jauh), peningkatan infrastruktur kereta api, optimalisasi penggunaan transportasi umum darat, peningkatan jalur bus khusus
7. Chicago, Amerika Serikat: terjangkau dan nyaman
8. Seoul, Korea Selatan: salah satu cakupan jaringan berbasis rel terbaik di dunia dan jaringan bus yang berkembang dengan baik, optimalisasi rute bus dan pembangunan jalur bus median eksklusif¹⁹, pusat data terintegrasi untuk mengelola dan mengontrol lalu lintas jalan
9. New York, Amerika Serikat: jaringan metro yang luas, meningkatkan infrastruktur sepeda dan pejalan kaki, manajemen sinyal lalu lintas yang cerdas, dan penambahan jalur bus khusus yang dapat mengurangi waktu perjalanan rata-rata pada jam sibuk sebesar 12%
10. Milan, Italia: *shared transport*²⁰ yang telah menurunkan gagasan kepemilikan mobil pribadi, ketersediaan layanan kereta cepat.

¹⁸ Intermodality, atau transit mode campuran merupakan kemampuan untuk berpindah antar jenis moda transit yang tersedia

¹⁹ Di Korea, sistem jalur median bus eksklusif dikenal dengan pengubahan jalur median jalan yang ada menjadi jalur khusus bus yang juga dapat dilengkapi dengan penghalang atau pelindung untuk mencegah kendaraan lain menyimpang ke dalamnya.

²⁰ merupakan sistem transportasi di mana penduduk dapat berbagi kendaraan dari waktu ke waktu (misalnya berbagi mobil atau berbagi sepeda) sebagai sewa pribadi dan dalam proses berbagi biaya perjalanan, sehingga menciptakan campuran antara penggunaan kendaraan pribadi dan angkutan umum.

Non-motorized transport (NMT)

Non-motorized transport (NMT) atau perjalanan tidak bermotor meliputi segala bentuk perjalanan yang tidak mengandalkan mesin atau motor untuk pergerakan. Berjalan kaki dan bersepeda adalah bentuk NMT yang paling sering digunakan (Yazid dkk, 2011). Jenis transportasi ini tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca secara langsung, karena tetap menghasilkan emisi dari makanan yang diubah menjadi tenaga, serta proses manufaktur pada sepeda. Akan tetapi, dampak baiknya, peningkatan peralihan dari kendaraan bermotor menjadi sepeda dan berjalan kaki dapat meningkatkan kualitas udara bagi kehidupan masyarakat. NMT ini juga merupakan komponen penting untuk mencapai sistem transportasi perkotaan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, NMT merupakan alternatif transportasi yang efektif dan efisien dari segi biaya dan waktu, terutama untuk wilayah perkotaan yang sebagian besar perjalanannya ditempuh dalam jarak pendek dan menengah (ITDP, 2020).

Regulasi dan Isu Pengembangan Perjalanan Tidak Bermotor (NMT) di Indonesia

Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, menjadi landasan hukum penyediaan transportasi di Indonesia. Berkaitan dengan penyediaan NMT, terdapat sekian pasal yang menyebutkan pentingnya mengutamakan hak dan keselamatan pejalan kaki dan pesepeda. Sebagai komitmen terhadap landasan hukum tersebut, Pemerintah Indonesia juga membentuk beberapa aturan dan pedoman untuk mendukung pengembangan kendaraan tidak bermotor, yaitu sebagai berikut:

1. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 3 Tahun 2014 tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan;
2. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 02/SE/M/2018 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki;
3. Surat Keputusan Kementerian Perhubungan No. 3582 Tahun 2018 tentang Pedoman Teknis Pemberian Prioritas Keselamatan dan Kenyamanan Pejalan Kaki pada Kawasan Sekolah melalui Penyediaan Zona Selamat Sekolah;
4. Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 05/SE/Db/2021 tentang Perancangan Fasilitas Sepeda;
5. Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 128 Tahun 2019 tentang Penyediaan Lajur Sepeda.

Walaupun sudah ada beberapa aturan dan pedoman yang dibentuk oleh Pemerintah untuk penyediaan fasilitas pejalan kaki dan sepeda, namun masih terdapat hambatan dalam proses implementasinya. Permasalahan utama pada pengembangan fasilitas pejalan kaki di kawasan perkotaan di Indonesia adalah belum adanya agenda untuk memprioritaskan peningkatan kapasitas fasilitas pejalan kaki dibandingkan pengembangan fasilitas untuk moda transportasi lainnya, terutama kendaraan bermotor (Tanan, 2011).

Hal ini diperkirakan terjadi karena belum adanya pendekatan penyediaan fasilitas yang mempertimbangkan karakteristik lingkungan serta preferensi dari perilaku pejalan kaki masyarakat Indonesia.

Selain itu, berdasarkan survei yang dilakukan ITDP (2020) pada kota-kota di Indonesia, ditemukan bahwa terdapat dua isu utama dalam pengembangan kendaraan tidak bermotor, yaitu: (1) kualitas infrastruktur, serta (2) kualitas dan kelengkapan data. Kualitas dan kelengkapan data terkait kendaraan tidak bermotor di Indonesia masih kurang memadai dan sangat terbatas untuk mendorong pengembangan kendaraan tidak bermotor. Masih sangat sedikit data-data yang disediakan oleh pemerintah untuk membahas pilihan moda masyarakat terhadap kendaraan tidak bermotor.

Selain itu, berdasarkan survei tersebut juga teridentifikasi beberapa isu terhadap kualitas infrastruktur pejalan kaki di kota-kota Indonesia yaitu sebagai berikut:

1. Kurangnya penyediaan trotoar, di mana masih banyak jalan perkotaan yang tidak dilengkapi dengan trotoar.
2. Penyalahgunaan trotoar yang ada menjadi area parkir kendaraan bermotor.
3. Kualitas trotoar yang buruk atau memiliki kondisi yang dianggap tidak layak.
4. Kurangnya fasilitas penyeberangan formal.
5. Banyaknya hambatan saat berjalan di trotoar yang diakibatkan oleh penempatan perabot jalan di ruang gerak pejalan kaki.

Sedangkan untuk bersepeda, prasarana dan fasilitas pendukung sepeda (seperti parkir sepeda) belum cukup tersedia dan memadai. Jalur sepeda khusus juga belum tersedia di beberapa wilayah perkotaan di Indonesia. Kualitas infrastruktur kendaraan tidak bermotor di Indonesia menjadi salah satu penghambat masyarakat Indonesia untuk beralih kepada pilihan moda yang lebih ramah lingkungan. Dengan kualitas infrastruktur yang belum memadai, menyebabkan kurangnya rasa aman bagi pengguna jalan. Menurut Unterman (1984) dalam Frans dkk (2016), faktor keamanan adalah faktor utama bagi pengguna jalur pedestrian yang merasa aman dengan adanya elemen-elemen pengaman untuk melindungi pejalan kaki dari berbagai permasalahan yang timbul di jalur pedestrian.

Preseden yang Baik untuk Perjalanan Tidak Bermotor (NMT)

ITDP (2019) dalam pedoman yang berjudul *How to develop a non-motorised transport policy* menjelaskan bahwa desain fisik dari jalan merupakan poin penting untuk penerapan moda transportasi tidak bermotor. Terdapat dua teknik dasar untuk mengakomodasi penerapan NMT, yaitu sebagai berikut:

1. Penyediaan sistem rambu lalu lintas pengamanan pada jalan-jalan kecil, seperti penyediaan rambu lalu lintas untuk membatasi kecepatan kendaraan, atau pembuatan polisi tidur. Tujuan dari sistem rambu lalu lintas ini yaitu untuk mengontrol kecepatan kendaraan yang melintasi jalan tersebut dan memastikan keamanan pejalan kaki pada jalur pejalan kaki yang tergabung dengan jalur moda lainnya.
2. Fasilitas pejalan kaki dan jalur sepeda yang secara fisik terpisah dari lalu lintas kendaraan bermotor pada jalan besar. Jalur pejalan kaki dan sepeda juga perlu disediakan fasilitas pendukung seperti lampu jalan, ruang terbuka hijau, dan fasilitas publik lainnya.

Desain jalan yang ideal tidak hanya sebagai tempat pergerakan bagi manusia, tapi juga berguna untuk mengurangi ketergantungan terhadap kendaraan bermotor, memperbanyak berjalan kaki di pusat kota, meningkatkan kualitas lingkungan di pusat kota, meningkatkan interaksi antar manusia, menumbuhkan aktivitas jual-beli, dan pada akhirnya memperbaiki kualitas udara di pusat kota (Shirvani, 1985 dalam Diansya & Irfan, 2015). Berdasarkan studi dari Hyatt dkk (2021), desain dan infrastruktur yang dapat mendorong budaya berjalan kaki terdiri dari unsur keamanan, akses, kenyamanan, dan rekreasi. Keselamatan pejalan kaki ditentukan dengan tersedianya ruang fisik yang terlindungi bagi pejalan kaki untuk digunakan, tanpa memaksakan alur perjalanan terhadap adanya halangan bangunan dan resiko lalu lintas. Akses pejalan kaki yang baik berarti semua tujuan dapat dicapai dengan aman dan mudah dengan berjalan kaki, mulai dari stasiun kereta api dan halte transit hingga tempat bekerja, sekolah dan ruang publik lainnya. Setelah menjamin keselamatan dan akses, fasilitas yang dapat meningkatkan kenyamanan dan fungsi rekreasi juga diperlukan seperti trotoar, jalur hijau, bangku taman dan tutupan vegetasi terutama di daerah yang memiliki iklim panas agar juga dapat meningkatkan daya huni perkotaan.

Preseden yang paling sesuai dengan kondisi ideal pengembangan NMT adalah Kota Kopenhagen. Ibukota Denmark ini dinobatkan sebagai kota paling ramah untuk bersepeda berdasarkan Copenhagenize Index 2019. Menurut Thoem (2019), 49% perjalanan penduduk Kopenhagen menuju kantor dan sekolah dilakukan dengan bersepeda. Angka tersebut terus meningkat daripada tahun-tahun sebelumnya. Peningkatan pengguna sepeda di Kopenhagen disebabkan oleh investasi dan pembangunan infrastruktur jalur sepeda serta fasilitas pendukung lainnya. Pemerintah Kopenhagen menyediakan investasi lebih dari 40 Euro per kapita²¹ untuk penyediaan fasilitas sepeda. Investasi terhadap infrastruktur sepeda menjadi bukti adanya dukungan secara politik dari pemerintah untuk mengarah kepada pilihan moda transportasi yang rendah karbon. Kopenhagen menyediakan 4 fasilitas dasar untuk bersepeda yaitu: (1) fasilitas dan rambu penurun kecepatan, (2) jalur sepeda yang dicat, (3) jalur sepeda yang terpisah dan (4) jalur hijau. Pada jalan utama atau jalan yang cukup besar, Kopenhagen membagi penggunaan jalan berdasarkan moda yang digunakan yaitu menjadi jalur pejalan kaki, jalur sepeda, dan jalur kendaraan bermotor. Desain jalan dibangun untuk mengutamakan keamanan bagi pengguna jalan yang paling rentan yaitu, pesepeda dan pejalan kaki.

Di Asia, Korea Selatan menjadi salah satu negara dengan kemajuan penyediaan fasilitas pesepeda yang cukup pesat meskipun tidak semasif iklim bersepeda pada negara-negara di eropa. Hingga tahun 2009, sudah tersedia jalur sepeda sepanjang 1.500 km di seluruh negeri (Clean Air Asia, 2013 dalam UNEP, 2016). Selain itu, di kota Seoul sendiri pada tahun 2013 telah tersedia upaya untuk mempromosikan budaya bersepeda melalui aplikasi yang memberi informasi kepada pengendara sepeda tentang sepeda umum, jalur sepeda, dan titik transfer (UNEP, 2016).

Pada kota-kota di mana kendaraan bermotor masih mendominasi, pejalan kaki dan pesepeda merupakan kelompok populasi yang paling rentan karena setiap harinya menghadapi risiko bahaya oleh adanya dinamika lalu lintas. Oleh karena itu, diperlukan perubahan paradigma dalam peningkatan kualitas NMT serta penerapannya di lapangan. Menurut studi Clean Air Asia (2013), terdapat beberapa strategi yang dapat dilakukan:

²¹ Angka ini setara dengan Rp.620.000 per kapita. Jumlah tersebut masih sangat jauh dari investasi pemerintah DKI Jakarta untuk fasilitas pesepeda yang hanya mencapai Rp. 119 M tahun 2022 atau sekitar Rp. 12.000 per kapita.

1. Memperbaiki pengaturan kelembagaan dan menciptakan dukungan kelembagaan khusus untuk NMT
2. Menggunakan teknologi untuk mempromosikan NMT dan membangun kemitraan
3. Memprioritaskan NMT dalam perencanaan
4. Memprioritaskan pendanaan dan menetapkan target peningkatan *walkability* dan *cyclability* yang ketat termasuk pembagian mode perjalanan pejalan kaki, pembagian mode perjalanan bersepeda, dan pengurangan kecelakaan pejalan kaki dan pengendara sepeda, dll
5. Merancang desain untuk NMT
6. Menjaring audiens untuk meningkatkan budaya NMT
7. Menilai dampak NMT

Pada studi tersebut, Jakarta terpilih menjadi contoh penerapan strategi keenam yaitu dalam menjaring minat penggunaan NMT melalui acara *Car Free Day* (CFD). CFD merupakan suatu acara yang umum ditemukan di banyak negara Asia tetapi memberikan dampak yang lebih besar di Jakarta. Konsep CFD mendapat banyak dukungan dari berbagai pihak hingga akhirnya pemerintah meresmikan undang-undang untuk melaksanakan CFD sebulan sekali dalam rangka pemulihan kualitas udara perkotaan. Keberhasilan CFD di Jakarta memotivasi 34 kota lain di Indonesia untuk melakukan *Car Free Day* nya masing-masing. Dampak dari penerapan NMT melalui CFD juga dirasakan oleh warga Jakarta dengan adanya perbaikan kualitas udara, yang ditandai dengan penurunan parameter debu (PM10) sebesar 37% dan karbon monoksida (CO) dan nitrogen monoksida (NO) yang masing-masing berkurang 67 dan 75%.

Elektrifikasi Transportasi

Kendaraan Berbasis Listrik (*Electric Vehicle/EV*)

Kendaraan bertenaga listrik menjadi teknologi yang menjanjikan di masa depan dengan potensinya untuk berkontribusi pada peningkatan kualitas udara dan mengurangi emisi gas rumah kaca yang terkait dengan transportasi (Bjornsson & Karlsson, 2017; Karlsson, 2017; Jakobsson dkk, 2016). Dilihat dari pembakaran mesin, kendaraan bertenaga listrik tidak menghasilkan emisi langsung (Messagie, 2017). Selain itu, teknologi ini juga dapat membantu mengurangi ketergantungan mobilitas dengan kendaraan berbahan bakar fosil, dengan penekanan sumber listrik berasal dari energi bersih dan terbarukan

Kendaraan bertenaga listrik biasanya diartikan sebagai kendaraan bertenaga baterai (*battery electric vehicle/BEV*), di mana baterai tersebut digunakan sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Namun, BEV bukan satu-satunya alternatif dalam elektrifikasi kendaraan khususnya kendaraan penumpang. Saat ini, sebagian kendaraan penumpang diproduksi dengan teknologi hybrid (*hybrid electric vehicle/HEV*) yang tetap menggunakan mesin konvensional namun dilengkapi motor listrik sebagai sumber tenaga tambahan dari baterai yang berasal dari hasil kinerja mesin dan pengereman, sehingga tidak membutuhkan stasiun pengecasan. Terdapat juga jenis kendaraan listrik *plug-in hybrid electric vehicle* (PHEV) yang memadukan mesin konvensional dan baterai sehingga dapat berjalan menggunakan tenaga baterai maupun BBM.

Namun, ditengah popularitasnya saat ini, performa kendaraan listrik yang bebas emisi dan keberlanjutannya dalam jangka panjang masih dipertanyakan. Biaya awal yang tinggi

menghambat perluasan pasar untuk sebagian kelompok pengguna, terutama masyarakat berpenghasilan rendah (Karlsson, 2017). Jarak tempuh kendaraan bertenaga listrik yang terbatas, secara teknis juga menjadi rintangan utama bagi banyak pengguna (Jakobsson dkk, 2016; Kostopoulos dkk, 2020). Dari sudut pandang aspek lingkungan, meski pembakaran mesin kendaraan bertenaga listrik ini tidak menghasilkan emisi, proses produksi kendaraan listrik dinilai masih kurang ramah lingkungan (Messagie, 2017). Manufaktur kendaraan listrik membutuhkan lebih banyak energi saat produksi baterainya sehingga menghasilkan lebih banyak emisi daripada produksi mobil konvensional. Produksi baterai lithium-ion memerlukan ekstraksi dan pemurnian logam tanah yang langka, dan membutuhkan energi yang intensif karena memerlukan kondisi lebih steril serta panas yang tinggi (Hall & Lutsey, 2021). Selain dari siklus hidup kendaraan listrik itu sendiri, sumber tenaga listrik yang masih dominan berasal dari pembakaran batu bara atau pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) juga menjadi pertanyaan besar apakah peralihan ke sistem transportasi bertenaga listrik dapat menjadi alternatif paling tepat menuju sistem mobilitas perkotaan yang bersih.

Strategi Indonesia untuk Beralih ke Kendaraan Bertenaga Listrik

Dalam mengakomodasi perkembangan teknologi dan strategi global dalam menuju bebas emisi transportasi, Indonesia menerbitkan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) serta Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 65 Tahun 2020 tentang Konversi Sepeda Motor dengan Penggerak Motor Bakar menjadi Sepeda Motor Listrik berbasis Baterai. Kedua peraturan tersebut diterapkan untuk memberikan kemudahan baik pelaksanaan maupun persyaratan uji tipe agar program konversi ini berjalan dengan lebih cepat.

Menjawab adanya prioritas program konversi tersebut, penghitungan estimasi permintaan kendaraan bertenaga listrik dan target produksi untuk memenuhi permintaan tersebut telah dilakukan dan dikhususkan terlebih dahulu untuk kendaraan dinas pemerintah. Dengan lingkup transportasi darat dan level kendaraan penumpang, jumlah kendaraan dinas bertenaga listrik roda empat diestimasi mencapai 132.983 unit dan dua kali lipatnya untuk kendaraan roda dua pada tahun 2030 (Kementerian Perhubungan, 2021). Sementara itu, proses produksi kendaraan telah disiapkan melalui lebih dari 30 perusahaan terdaftar dan PLN untuk penyiapan infrastruktur serta instalasi stasiun pengisian atau pertukaran baterai (*charging and battery swap station*). Data terbaru dari PLN menyebutkan bahwa hingga September 2021, telah terpasang 187 unit stasiun pengisian yang tersebar di sebanyak 155 lokasi di enam kota. Stasiun pengisian ini dibangun di pom bensin, kompleks perkantoran, mall, area parkir, dan hotel (Kementerian ESDM, 2021). Dari pengembangan yang tengah berjalan, upaya percepatan terus dilakukan menyesuaikan kondisi aktual jenis kendaraan yang akan dielektrifikasikan (Tabel 7).

Tabel 7. Kondisi aktual dan upaya percepatan KBLBB

Kondisi Aktual	Upaya Percepatan
Roda 2	
Perlunya penetapan standarisasi baterai untuk setiap produsen KBLBB	Penyelarasan penggunaan baterai yang dapat ditukar (<i>swap battery</i>)

Kendaraan konversi masih terbentur penerbitan Sertifikasi Uji Tipe Kendaraan Bermotor (SRUT) sehingga belum dapat melakukan perubahan BPKB dan STNK	Telah dikeluarkan Keputusan Dirjen Perhubungan Darat mengenai penerbitan SRUT untuk kendaraan konversi dan pendistribusian lokasi uji tipe KBLBB
	Kemudahan dalam pelaksanaan/ proses pengujian tipe untuk kendaraan konversi
Roda 4	
Kendaraan konversi masih terbentur penerbitan Sertifikasi Uji Tipe Kendaraan Bermotor (SRUT) sehingga belum dapat melakukan perubahan BPKB dan STNK	Perlunya payung hukum atau regulasi untuk percepatan implementasi KBLBB pada kementerian/lembaga dan Pemerintah Daerah untuk mendukung kendaraan operasional pemerintah
Keterbatasan dalam daftar e-katalog untuk penyediaan kendaraan operasional, karena dari 10 perusahaan hanya satu yang telah terdaftar	Mendorong produsen untuk mendaftarkan perusahaan pada e-katalog pemerintah untuk penyediaan mobil dinas. Sampai saat ini dari 10 perusahaan hanya satu yang telah terdaftar

Sumber: Kementerian Perhubungan, 2021

Upaya percepatan kendaraan listrik ini juga perlu didorong dari sisi elektrifikasi kendaraan publik. Upaya yang telah dilakukan saat ini berupa rencana pengoperasian hingga 100 bus EV mulai tahun 2021 oleh Transjakarta, kemudian DAMRI yang juga berencana mengganti 500 bus diesel lama mereka dengan bus listrik senilai US\$ 150 juta dengan dukungan dana dari Asian Development Bank, begitu juga dengan upaya uji coba bus listrik yang sedang berlangsung di kota Denpasar, Bali. Akan tetapi, elektrifikasi kendaraan publik ini masih membutuhkan dukungan regulasi yang kuat dari pemerintah seperti halnya regulasi KBLBB pada kendaraan roda 2 dan roda 4. Diperlukan adanya inisiatif penetapan regulasi dalam hal pengembangan pedoman standar untuk elektrifikasi armada bus perkotaan, yang juga bisa dikombinasikan dengan pendekatan terpadu untuk menghitung pengurangan emisi GRK nya. Selain itu, untuk menyediakan iklim bisnis kendaraan publik bertenaga listrik yang kompetitif juga dapat mulai disusun regulasi terkait kontrak pembelian (*procurement*) melalui penetapan target kerjasama pengadaan EV untuk kendaraan publik (Mahalana dkk, 2021).

Strategi Indonesia untuk Beralih ke Kendaraan Bertenaga Listrik

London menjadi kota pionir yang menerapkan jalan kecil zona nol emisi, diikuti oleh Amsterdam, dan Paris yang telah mengumumkan rencana zona nol emisi di seluruh area kota pada tahun 2030 (Bernard dkk, 2021). Tercantum dalam *London Electric Vehicle Infrastructure Delivery Plan 2019*, telah tersedia 1.000 stasiun pengisian daya cepat

di sebagian besar wilayah metropolitan atau total 638 stasiun pengisian per satu juta penduduk. Untuk menyelesaikan tantangan seperti tingkat penerimaan publik terhadap teknologi baru termasuk biaya awal dan operasional, Dewan Kota Nottingham di London menawarkan hingga £3.464 atau sekitar 64 juta rupiah dukungan finansial kepada pengemudi taksi untuk mengganti taksi mereka menjadi taksi listrik (Nottingham City Council, 2021). Dukungan ini termasuk kontribusi untuk biaya lisensi kendaraan, asuransi tahun pertama, livery kendaraan²², pemasangan meteran taksi, dan pengisi daya rumah atau tunjangan kredit pengisian jika pengemudi tidak memiliki akses ke tempat parkir pribadi di luar badan jalan. Hal ini merupakan strategi London untuk mengonversi seluruh transportasi publik termasuk taksi menjadi PHV pada tahun 2033. Contoh lainnya dalam penerapan EV serta zona rendah emisi adalah Paris. Tidak jauh berbeda dengan London, semua kendaraan berbahan bakar fosil bahkan hybrid akan dilarang memasuki area metropolitan Grand Paris mulai tahun 2030 (Bernard dkk, 2021). Upaya meningkatkan edukasi publik terhadap EV juga dilakukan dengan mendirikan pusat informasi mobilitas listrik sejak tahun 2017 (EMIC, 2017).

Akan tetapi, contoh yang lebih baik adalah dengan melibatkan penggunaan sumber energi yang lebih ramah lingkungan pada kendaraan bertenaga listrik. Seperti misalnya di British Columbia, Kanada dan Reykjavik, Islandia yang telah memodelkan integrasi EV dengan jaringan energi terbarukan yang sebagian besar mengandalkan tenaga air dan biomassa (Nadolny dkk, 2022). Selain itu, elektrifikasi kendaraan listrik pada ranah kendaraan roda 2 dan 4 juga tidak dapat tuntas menyelesaikan masalah kemacetan di perkotaan yang membutuhkan sistem angkutan massal untuk mengakomodasi mobilitas penduduk dalam jumlah banyak. Oleh karena itu, elektrifikasi pada kendaraan publik juga jauh lebih dibutuhkan untuk memaksimalkan emisi bersih sektor transportasi.

Kereta api merupakan moda transportasi yang paling banyak bertenaga listrik dan memiliki pangsa energi terbarukan tertinggi di antara moda transportasi. Banyak operator kendaraan berbasis rel ini yang secara langsung menghubungkan bahan bakar transportasinya dengan sumber energi terbarukan. Sebagai contoh, di Belanda, 100% kereta listrik telah ditenagai oleh energi angin sejak 2017, begitu pula dengan jalur kereta ringan Setagaya Tokyo yang juga telah menggunakan 100% energi terbarukan dari panas bumi dan tenaga air sejak awal 2019. Selain itu, terdapat juga kota Abidjan di Afrika Timur yang berencana untuk memperbarui sistem transportasi umumnya dengan menerapkan bus bertenaga energi terbarukan yang terdiri dari 400 bus listrik bersumber biodiesel dan 50 bus listrik bersumber biogas, bersamaan dengan pengembangan multi- sistem moda transportasi berkelanjutan (REN21 & UITP, 2021). Berdasarkan preseden-preseden tersebut, EV ternyata menawarkan potensi penetrasi energi terbarukan yang cukup menjanjikan di sektor transportasi, sehingga selain dapat meningkatkan bauran energi terbarukan juga turut mewujudkan sektor transportasi yang rendah emisi.

²² Pengecatan atau penempelan desain stiker khusus yang digunakan pada kendaraan motor (seperti yang terdapat pada olahraga bermotor) untuk menarik sponsor dan keperluan iklan.

Transportasi untuk Semua

Layanan untuk berpindah baik menggunakan transportasi publik ataupun pribadi harus dapat diakses dan terjangkau oleh semua pihak yang beraktivitas di suatu wilayah baik perempuan, anak-anak, masyarakat berkebutuhan khusus ataupun kelompok yang termarginalkan. Marginalisasi desain transportasi publik ini menyebabkan masalah keterbatasan akses transportasi publik yang beragam mulai dari pilihan jenis transportasi, jarak perjalanan yang lebih jauh dan konektivitas yang tidak terintegrasi.

Menurut studi Wahyuni dkk (2016), desain infrastruktur transportasi yang dibutuhkan para penyandang disabilitas adalah sebagai berikut:

1. *Lift portable* atau ramp lipat manual pada semua kendaraan transit;
2. Lift otomatis, pelat jembatan, serta jalur khusus dan landai untuk menangani masalah tingkat platform;
3. Bantalan yang dinaikkan di halte bus dengan akses jalan, memudahkan seseorang dengan gangguan mobilitas untuk masuk ke bus, bagi individu dengan gangguan penglihatan dan gangguan kognitif untuk menemukan halte, dan untuk meningkatkan keselamatan semua orang yang menunggu bus (Rickert, 2010);
4. Lantai ruang anti selip dan tidak licin, dengan petunjuk arah pergantian permukaan jalan yang tegas;
5. Pintu ruang yang luas, min. 90 cm;
6. Parkir khusus kursi roda;
7. Desain kursi dan handrail sesuai standar;
8. Informasi *real-time* tentang waktu tunggu yang memungkinkan perencanaan perjalanan;
9. Kartu pintar untuk pengumpulan tarif, gerbang, dan tiket, memfasilitasi akses dan mengurangi aktivitas dan waktu perjalanan;
10. Sistem peringatan visual yang dapat dilihat dengan jelas, tulisan dengan warna dan ukuran yang besar dan taktil di tepi platform – atau penghalang keamanan penuh di sepanjang platform;
11. Pagar dan tiang dicat dengan warna kontras yang cerah;
12. Tanda-tanda yang dapat didengar dan jelas berupa suara audio untuk membantu penyandang tunanetra menemukan gerbang dan mengidentifikasi bus;
13. Pencahayaan yang tepat untuk membaca gerak bibir;
14. Bangunan yang aman dengan sudut tumpul;
15. Memberikan ruang dengan mengurangi kursi yang ada atau menggantinya dengan kursi lipat;
16. Petugas yang dapat berbahasa isyarat dan siap memfasilitasi kebutuhan masyarakat rentan.

Hingga saat ini, penyandang disabilitas mengalami kesulitan mengakses layanan publik, khususnya transportasi, untuk menunjang aktivitas kehidupan sehari-hari. Hal ini disebabkan oleh hambatan arsitektur dan infrastruktur yang ada. Sebenarnya, Pemerintah telah menjanjikan kemudahan dalam aksesibilitas bagi penyandang disabilitas yang tertuang dalam UU No. 4 Tahun 1997 dan UU No. 25 tahun 2009 tentang Pelayanan Publik. Namun, pada kenyataannya, ketersediaan dan kualitas sarana dan prasarana transportasi yang ada saat ini masih jauh dari ramah difabel. Alhasil infrastruktur yang bisa mengakomodasi masyarakat rentan, khususnya difabel ini jelas membuat mereka kehilangan haknya dalam mendapatkan pelayanan yang setara dengan warga negara lainnya.

ISTILAH DAN AKRONIM

BAU	<i>Business as Usual</i> (aktivitas seperti biasa)
CO	Karbon Monoksida
CO₂e	Karbon dioksida ekuivalen
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
DLH	Dinas Lingkungan Hidup
EV	<i>Electric Vehicles</i> (Kendaraan bertenaga listrik, sebagian atau sepenuhnya)
Gg CO₂-e	Giga karbon dioksida ekuivalen
GRK	Gas Rumah Kaca
GHG	<i>Greenhouse Gas</i> (Gas Rumah Kaca)
GPC	<i>Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories</i> (Protokol Global untuk Inventarisasi Emisi Rumah Kaca Skala Komunitas)
IPPU	<i>Industrial Processes and Product Use</i> (Proses Industri dan Penggunaan Produk)
KBLBB	Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai
KRL	Kereta Rel Listrik
LEZ	<i>Low Emission Zone</i> (Zona Rendah Emisi)
LRT	<i>Light Rail Transit</i> (Lintas Rel Terpadu)
MRT	<i>Mass Rapid Transit</i> (Moda Raya Terpadu)
MTOE	<i>Million Tonne of Oil Equivalent</i> (Ton ekuivalen minyak)
NMT	<i>Non-motorized transport</i> (Transportasi Tak Bermesin)
Nol bersih emisi	Merujuk pada konsep <i>Net Zero Emissions</i>
NZE	<i>Net Zero Emissions</i> (Emisi nol bersih)
PKM	<i>Passenger-kilometer</i>
PLN	Perusahaan Listrik Negara
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
PLTGU	Pembangkit Listrik Tenaga Gas-Uap
RE	<i>Renewable Energy</i> (Energi Terbarukan)
RTH	Ruang Terbuka Hijau
RUPTL	Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik
SPKLU	Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum
SRUT	Sertifikasi Uji Tipe Kendaraan Bermotor
TOD	<i>Transit Oriented Development</i> (Kawasan Berorientasi Transit)

© 2022

Greenpeace Indonesia

Jl. HOS. Cokroaminoto No. 19 RT 1 / RW 2
Gondangdia, Kecamatan Menteng
Jakarta Pusat, 10350

www.greenpeace.or.id

