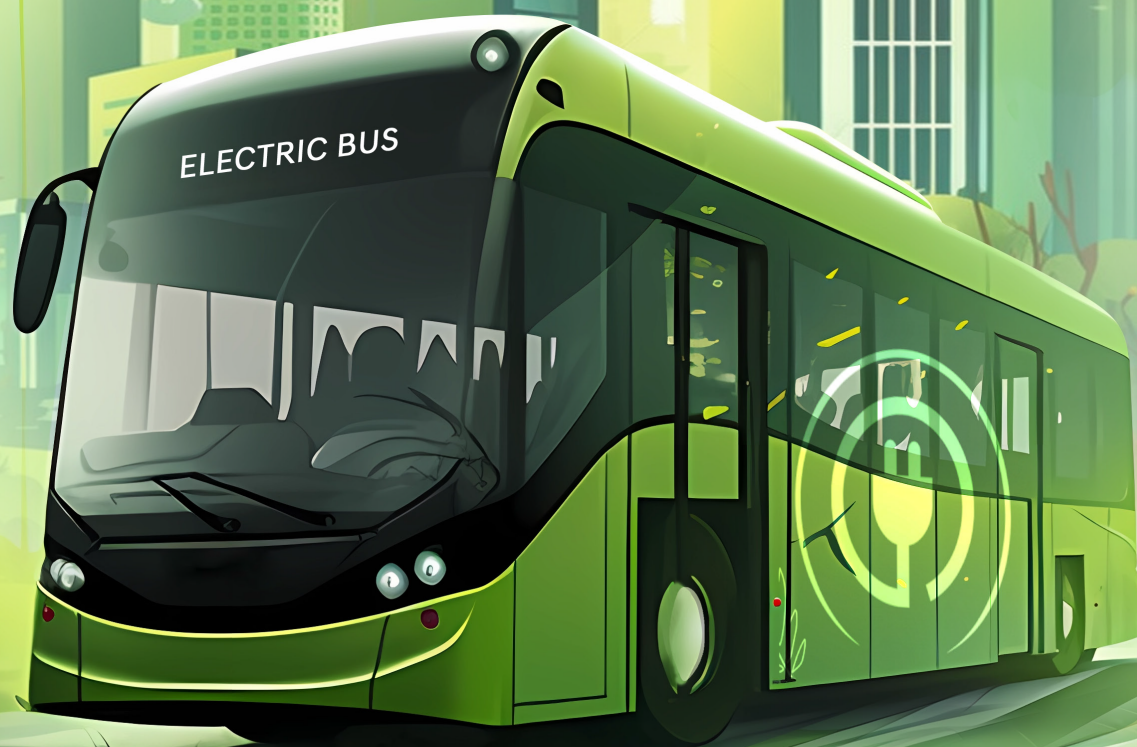




**ITDP** | Institute for Transportation  
& Development Policy

# Elektrifikasi untuk Masa Depan



**Keadaan dan Tantangan Adopsi Bus Listrik  
untuk Transportasi Publik di Indonesia**





# Elektrifikasi untuk Masa Depan: Keadaan dan Tantangan Adopsi Bus Listrik untuk Transportasi Publik di Indonesia

---

Agustus 2023

**Dipublikasikan oleh:**

Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)

**Penulisan dan Desain Editorial:**

B/NDL Studios

**Dokumen ini dirangkum dari laporan dan publikasi ITDP Indonesia:**

Technical Assistance for Supporting Jakarta's Transition to E-Mobility Report (2020)

Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus (2021)

GESI Aspects of Transjakarta E-Bus (2021)

Policy Toolkit and recommendation for National and Sub-National Level for Accelerated Adoption of Electric Vehicles in Public Transport (2021)

Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus - TCO Calculation for Microbus (2021)

Solar PV Integration, Grid and Microbus Charging Impact Analysis (2021)

Business Model and Financial Analysis for Transjakarta Electric Bus Deployment: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility (2021)

Roadmap and Timetable of E-bus Deployment for Transjakarta: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility (2021)

Lessons Learned from Jakarta's Journey to Integrated and Resilient Transport Systems (2021)

E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part I. Global Trends and Market, Policy, Regulatory and Institutional Assessment of E-mobility in Indonesia (2022)

E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part II. Implementation Strategies to Adopt E-mobility in the Mass Transit Systems in BBMA and Mebidangro (2022)

Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment: An Executive Summary (2023)

Building a Regulatory and Financial Basis for Transjakarta's First Phase E-bus (2023)

Updated E-Bus Planning Toolkit (2023)

TUMI E-Bus Mission: Supporting and Building the Capacity in Monitoring and Evaluating Pilot E-Bus Implementations (2023)

**Dipublikasikan pada:**

Agustus 2023

**Narahubung:**

Fani Rachmita

Senior Communications & Partnership Manager

fani.rachmita@itdp.org

ITDP Indonesia

Jalan Johar No. 20, 5th Floor

Menteng, Jakarta 10340

# DAFTAR ISI



## DAFTAR ISI DAFTAR TABEL DAN GAMBAR PENGANTAR POIN INTI

### BAGIAN PERTAMA - ENERGI BAGI MASA DEPAN

#### 1. Bus Listrik dan Masa Depan Transportasi Publik **13**

- 1.1 Masa Depan Transportasi Publik Berkelanjutan 13
- 1.2 Peluang Mewujudkan Transisi ke Bus Listrik 14
- 1.3 Teknologi Bus Listrik dan Manfaatnya 15
- 1.4 Selayang Pandang Terhadap Tren Pasar Global 17

#### 2. Dekarbonisasi Sektor Transportasi di Indonesia **19**

- 2.1 Gambaran Umum Target Kendaraan Listrik di Indonesia 19
- 2.2 Elektrifikasi Transportasi Publik di Indonesia 20
- 2.3 Kerangka Kebijakan dan Kerangka Regulasi Terkait Mobilitas Berbasis Listrik dalam Transportasi Publik 21

### BAGIAN KEDUA - MENGATASI HAMBATAN

#### 3. Menyiapkan Transisi **26**

- 3.1 Pelajaran yang Dipetik dari Penggunaan Bus Listrik di Seluruh Dunia 26
- 3.2 Perubahan yang Diperlukan Dalam Tatahan Kebijakan dan Regulasi 31
- 3.3 Pemetaan Risiko dan Tantangan 35

#### 4. Perencanaan Implementasi Bus Listrik **39**

- 4.1 Strategi Penyiapan dan Perencanaan Bus Listrik 39
- 4.2 Perencanaan Infrastruktur Pengisian Daya 44
- 4.3 Integrasi Energi Terbarukan dengan Infrastruktur Pengisian Daya 47

#### 5. Model Bisnis yang Efektif untuk Adopsi Bus Listrik **49**

- 5.1 Tingginya Biaya dan Tantangan Keuangan 49
- 5.2 Penentuan Model Bisnis 49
- 5.3 Opsi Pembiayaan dan Peluang Investasi 51

## **BAGIAN KETIGA - PERCEPATAN ADOPSI**

<b>6. Studi Kasus: Implementasi Bus Listrik Transjakarta</b>	<b>56</b>
6.1 Program Bus Listrik Transjakarta	56
6.2 Evaluasi Terhadap Pelaksanaan Tahap Pilot Bus Listrik Transjakarta	58
6.3 Identifikasi Peluang dan Tantangan	59
6.4 Pendampingan Dalam Perencanaan Peta Jalan Bus Listrik Transjakarta	61
6.5 Rekomendasi Model Bisnis dan Strategi Pembiayaan untuk Adopsi Bus Listrik Transjakarta	67
6.6 Menilik ke Luar Jakarta: Rencana Implementasi Bus Listrik di Bandung dan Medan	71
<b>7. Meningkatkan Kesetaraan Gender, Disabilitas, dan Inklusi Sosial di Bus Listrik</b>	<b>76</b>
7.1 Peraturan dan Kebijakan Transportasi dan Pelayanan Publik dari Perspektif Kesetaraan Gender, Disabilitas, dan Inklusi Sosial (GEDSI)	76
7.2 Merencanakan Transisi yang Adil dan Inklusif	78
7.3 Desain Sensitif Gender dan Disabilitas untuk Armada dan Infrastruktur Bus Listrik	80
7.4 Penerapan Prinsip GEDSI untuk Transisi Bus Listrik pada Tingkat Pengambilan Keputusan	83
<b>8. Mendorong Transisi dan Mewujudkan Adopsi Bus Listrik di Indonesia</b>	<b>85</b>
8.1 Tahapan Adopsi Bus Listrik: Aksi Berbasis Kebijakan dan Berbasis Implementasi	85
8.2 Pendekatan Perencanaan Holistik: Analisis Siklus Hidup	92
<b>9. Elektrifikasi untuk Masa Depan</b>	<b>96</b>

## **REFERENSI**

# DAFTAR TABEL DAN GRAFIK

## DAFTAR TABEL

Tabel 1	Kebijakan dan Regulasi Terkait Mobilitas berbasis Listrik di Indonesia	22
Tabel 2	Rangkuman Kebijakan dan Analisis Ketimpangan untuk Kebijakan Mobilitas berbasis Listrik di Indonesia	32
Tabel 3	Metodologi Studi Elektrifikasi <i>Bus Rapid Transit</i> (BRT) di Jakarta, Medan, dan Bandung	40
Tabel 4	Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Kapasitas Pakai Baterai	41
Tabel 5	Kriteria Kesiapan Elektrifikasi	42
Tabel 6	Model Bisnis untuk Bus Listrik	50
Tabel 7	Opsi Model Bisnis	68
Tabel 8	Hasil Pengkajian Opsi Model Bisnis dan Pembiayaan	69
Tabel 9	Hasil Kajian Skema Penyaluran Dana	70
Tabel 10	Contoh Data Terkait GEDSI yang Dibutuhkan dan Metodologinya	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Transisi ke Kendaraan Listrik di Indonesia: Target vs Tingkat Adopsi Saat Ini	19
Gambar 2	Model Bisnis Bus Listrik di Santiago, Chili	26
Gambar 3	Model Bisnis Bus Listrik Berbasis Baterai di Shenzhen, Republik Rakyat Tiongkok	28
Gambar 4	Bagan Realisasi Rekomendasi Target Implementasi Bus Listrik Transjakarta Menurut Tahun untuk Tahap Pertama Implementasi	63
Gambar 5	Rekomendasi Lokasi Pengisian Daya Siang Hari untuk Implementasi Bus Listrik Transjakarta Tahap Pertama	64

# PENGANTAR



**Faela Sufa**, Direktur ITDP Asia Tenggara (2019 - Mei 2023)

Elektrifikasi transportasi berbasis jalan di Indonesia mendapatkan momentum secara signifikan sejak diterbitkannya Peraturan Presiden 55 Tahun 2019 yang berfokus kepada percepatan Program Kendaraan Listrik Baterai (BEV) untuk transportasi jalan. Sebagai bagian dari inisiatif ini, pemerintah telah meluncurkan program subsidi untuk menstimulasi pasar kendaraan listrik yang meliputi kendaraan roda dua maupun roda empat, termasuk bus. Upaya tersebut sejalan dengan strategi pemerintah yang lebih luas dalam mengembangkan ekosistem kendaraan listrik di dalam negeri.

Meski telah banyak upaya yang telah dilakukan dalam mempromosikan kendaraan listrik, namun sayangnya tidak menekankan pada transportasi publik berbasis elektrifikasi. Padahal, elektrifikasi transportasi publik berbasis jalan yang beroperasi di perkotaan memiliki potensi yang sangat besar untuk mendorong penggunaan kendaraan listrik secara luas, mengingat jarak tempuh harian yang cukup besar dalam cakupan setiap bus; bus dapat menempuh jarak hingga 200 km per hari. Terlebih, implementasi bus listrik relatif lebih mudah dikarenakan rute yang tetap, sehingga dapat mempermudah perencanaan pemasangan infrastruktur pengisian daya. Selain itu, pemangku kepentingan dalam industri transportasi publik sudah jelas, sehingga dapat membawa kepada penerapan kebijakan yang tepat.

Selain manfaat lingkungan dari pengurangan Gas Rumah Kaca (GRK) sebesar 58% pada tahun 2030, peralihan ke transportasi publik berbasis listrik memberikan keuntungan ekonomi, termasuk pengurangan konsumsi bahan bakar, subsidi, dan impor, serta penghematan dalam biaya bagi operator transportasi secara kumulatif dengan manfaat ekonomi secara bersih sebesar Rp 4,2 triliun. Di samping itu, hal tersebut memberikan peluang bagi Indonesia untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti panel surya yang dipasang di depo dan terminal untuk mengisi daya bus listrik di mana energi terbarukan dengan panel surya dapat menyediakan rata-rata 20% pasokan listrik untuk armada mikrobus listrik Transjakarta.

Perusahaan pengelolaan *Bus Rapid Transit* (BRT) yakni Transjakarta di bawah Pemerintah Provinsi DKI Jakarta memimpin dalam elektrifikasi transportasi publik berbasis jalan dengan komitmen untuk elektrifikasi 50% armada pada tahun 2027, dan mencapai elektrifikasi penuh pada tahun 2030. Pilot elektrifikasi mengoperasikan 30 bus pada tahun 2022 dan kemudian dievaluasi sehingga dapat diimplementasikan lebih lancar di masa mendatang.

Perluasan implementasi bus listrik dari Jakarta ke kota-kota lain di Indonesia dengan pengembangan peta jalan elektrifikasi secara komprehensif juga sangat penting. *Institute for Transportation and Development Policy* (ITDP) telah melakukan kajian terhadap elektrifikasi armada Transjakarta, dan merekomendasikan kota-kota lain untuk mengikutinya. Studi dari kajian tersebut menggarisbawahi tentang pentingnya menciptakan kondisi yang layak dalam membangun lembaga manajemen transportasi publik yang akuntabel, mematuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM), membangun dasar keuangan dan peraturan yang kuat, menetapkan rekomendasi fasilitas pengisian daya, dan memastikan operator yang bertanggung jawab.

Untuk memastikan keberhasilan transisi ini, dukungan pemerintah melalui kebijakan dan langkah-langkah fiskal sangat diperlukan. Hal tersebut pun termasuk subsidi untuk pengadaan bus listrik, perumusan peraturan untuk memfasilitasi adopsi bus listrik, dan integrasi energi terbarukan ke dalam jaringan listrik. Keterlibatan banyak pemangku kepentingan yang terdiri dari operator bus, perusahaan listrik, penyedia infrastruktur pengisian daya, dan lembaga keuangan perlu menerapkan pengembangan skema bisnis maupun keuangan secara tepat, serta peraturan yang mendukung untuk mempercepat adopsi bus listrik.

Kesimpulannya adalah, transportasi publik di Indonesia berperan penting dalam mengurangi emisi karbon dalam mendorong pembangunan ekonomi dan memajukan ekosistem kendaraan listrik domestik. Pencapaian tujuan ini pun bergantung kepada dukungan pemerintah melalui kebijakan yang dibuat dengan baik, langkah-langkah fiskal, pengembangan peta jalan elektrifikasi yang kuat, dan penciptaan kondisi yang menguntungkan untuk elektrifikasi transportasi publik. Kajian ITDP tentang inisiatif elektrifikasi Transjakarta menjadi sebuah referensi berharga bagi kota-kota lain di Indonesia yang ingin menunjang bus listrik. Kombinasi secara tepat antara kebijakan pemerintah, dukungan fiskal, kemajuan teknologi, dan keterlibatan pemangku kepentingan secara aktif di Indonesia dapat berhasil bertransisi menuju masa depan transportasi publik perkotaan yang lebih berkelanjutan.

# PENGANTAR



**Gonggomtua Sitanggang**, Direktur Interim ITDP Indonesia (Mei 2023 - Sekarang)

Di era kawasan perkotaan tumbuh secara cepat, peningkatan kesadaran akan kebutuhan lingkungan yang bersih, dan pencarian atas solusi transportasi perkotaan yang berkelanjutan, kehadiran bus listrik sebagai kekuatan yang transformatif dapat membentuk masa depan transportasi publik. Ketika kita berdiri di persimpangan antara inovasi dan kebutuhan, saya dengan senang hati mempersembahkan kumpulan kajian dan studi kasus perencanaan dan implementasi bus listrik yang dilakukan oleh ITDP Indonesia di beberapa kota di Indonesia.

Saat kita membaca kajian dan studi kasus di buku ini, kita diingatkan bahwa adopsi bus listrik bukan hanya suatu perubahan teknologi, melainkan juga perubahan paradigma. Melalui halaman-halaman di buku ini, kita akan memahami kompleksitas antara pembangunan infrastruktur, advokasi kebijakan, fiskal, dan hal terpenting yaitu penerimaan masyarakat terhadap perubahan. Hal tersebut pun akan menjelaskan peluang dan potensi serta manfaat dari adopsi bus listrik yang mencakup dampak nyata pada pengurangan emisi maupun peningkatan kualitas hidup bagi banyak orang yang tinggal di kota.

Tantangan yang dihadapi dalam merencanakan dan mengimplementasikan bus listrik menjadi pembelajaran untuk terus berinovasi, agar tercipta penyelenggaraan sistem bus listrik yang berkelanjutan. Mulai dari membangun infrastruktur pengisian daya hingga mengatasi keterbatasan jarak tempuh harian armada transportasi publik. Pelajaran-pelajaran dari perencanaan dan implementasi bus listrik baik di Jakarta maupun di kota lain di dunia dapat menjadi panduan bagi kota-kota lain di Indonesia dan juga kota lain di seluruh dunia yang hendak memulai elektrifikasi transportasi publik.

Meskipun fokus dari studi kasus ini berkonteks lokal, implikasinya berskala global. Transisi ke bus listrik melambangkan komitmen untuk udara yang lebih bersih serta emisi karbon yang lebih rendah, yang berkontribusi untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan bumi yang lebih layak huni bagi generasi mendatang. Transisi ke bus listrik juga menegaskan kekuatan dari kolaborasi antara pemerintah, industri, dan warga untuk membentuk kembali lanskap perkotaan yang berkelanjutan.

Buku ini tidak hanya tentang apa yang dilakukan di masa kini namun juga bagaimana menghadapi potensi dan kesempatan di masa depan. Seiring adopsi bus listrik mendapatkan momentumnya di masa depan, implikasinya terhadap desain perkotaan, infrastruktur energi, dan kehidupan perkotaan akan sangat besar.

Sebagai penutup, saya mengucapkan rasa terima kasih yang tulus kepada para penulis yang menyusun buku ini, donor dan filantropi, serta pemerintah daerah dan nasional, para operator transportasi publik, dan masyarakat yang telah memberikan masukan dan membagi wawasan mereka dalam menyusun kajian dan studi kasus di buku ini. Semoga buku ini dapat menjadi bukti potensi dan manfaat transisi ke bus listrik dalam mobilitas perkotaan yang berkelanjutan.



# POIN INTI

## Elektrifikasi transportasi publik, khususnya bus, bermanfaat pada lingkungan, ekonomi, sosial, dan politik.

- **Bus listrik tidak hanya menghadirkan solusi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK)—tetapi juga memberikan udara yang lebih bersih karena berkurangnya emisi buangan.** Misalnya, pada perkembangan *Bus Rapid Transit* di Wilayah Metropolitan Cekungan Bandung (BBMA), transisi penuh ke bus listrik akan sepenuhnya menghilangkan potensi emisi buangan dari sistem transportasi publik masa depan tersebut antara tahun 2023 dan 2040. Bahkan dengan elektrifikasi parsial saja, semua jenis polutan dari knalpot bisa berkurang 72% dibandingkan dengan mengganti seluruh bus diesel yang memenuhi standar emisi Euro IV.
- **Bus listrik memiliki manfaat ekonomi jangka panjang.** Turunnya biaya operasional, penghematan bahan bakar, dan meningkatnya kesehatan masyarakat membuat produktivitas dan akses ke peluang ekonomi turut meningkat. Elektrifikasi Transjakarta dengan skala besar akan menghasilkan manfaat ekonomi dan sosial sebesar Rp4,2 triliun pada tahun 2030.
- **Elektrifikasi transportasi publik juga menawarkan inklusivitas untuk perempuan dan kelompok rentan melalui penganggaran berperspektif gender yang diintegrasikan dalam strategi transisi.** Desain bus listrik harus diperbaiki dengan mempertimbangkan kebutuhan khusus perempuan dan kelompok rentan lainnya. Depo dan terminal bus juga harus menjadi tempat yang aman dan nyaman bagi kelompok tersebut.
- **Dalam bidang politik, integrasi bus listrik ke dalam jaringan transportasi publik dapat membantu meraih target nasional dan internasional terkait iklim,** sekaligus menumbuhkan kerja sama serta sinergi antarnegara dan lembaga dalam mengatasi perubahan iklim.

## Berbagai kota di seluruh dunia tengah bertransisi ke mobilitas berbasis listrik lewat kebijakan yang tegas dan skema pembiayaan serta model bisnis yang inovatif.

- **Santiago telah memasukkan 784 bus listrik ke armadanya pada akhir tahun 2020,** sehingga dapat mengurangi 84,28 kt dari emisi CO<sub>2</sub> setiap tahunnya. **Hal ini tercapai karena Santiago mengadopsi model bisnis yang inovatif yang memisahkan kepemilikan dan pengoperasian aset, serta berkolaborasi dengan perusahaan yang memiliki kapasitas finansial yang kuat dan ekuitas yang signifikan.** Sedangkan dukungan pemerintah, subsidi, dan rantai pasok yang kuat di Shenzhen (Republik Rakyat Tiongkok) berkontribusi pada berkurangnya 194.000 ton emisi CO<sub>2</sub> setiap tahun dengan mengelektifikasi seluruh bus milik Shenzhen Bus Group (SZBG) pada 2018.
- **Di Kalkota (India), pemerintah mendukung adopsi kendaraan listrik dan inisiatif infrastruktur pengisian daya dengan memberikan subsidi dan insentif.** Sebagai perbandingan, Bogotá (Kolombia) berhasil mengimplementasikan 484 bus listrik ke dalam sistem transportasi publiknya berkat model bisnis inovatif yang memungkinkan konsorsium swasta untuk ikut serta dalam tender terbuka. Undang-Undang 1964/2019 negara tersebut menetapkan target tahunan adopsi kendaraan listrik untuk sistem transportasi publik dan insentif bagi pengguna kendaraan pribadi.
- **California (Amerika Serikat) mewajibkan semua perusahaan transportasi publik menyelesaikan transisi 100% ke armada bus nol emisi pada tahun 2040** melalui regulasi *Innovative Clean Transit*.

## Pilot bus listrik Transjakarta dan perkembangan peta jalan bus listrik untuk Wilayah Metropolitan Cekungan Bandung (BBMA) dan Wilayah Metropolitan Medan (Mebidangro) memberikan pembelajaran yang berharga untuk adopsi bus listrik di Indonesia.

- **Pelajaran yang dipetik dari program asistensi teknis yang dilakukan oleh Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) untuk Transjakarta menyorot pentingnya insentif dan dukungan,** mengatasi beban keuangan melalui model bisnis inovatif dan skema pembiayaan, membangun proses pengumpulan dan verifikasi data yang kuat, optimalisasi infrastruktur pengisian daya, dan memberikan pelatihan bagi operator bus listrik.

- **Sedangkan di BBMA dan Mebidangro, skenario elektrifikasi parsial dianjurkan karena biaya modalnya lebih rendah dan adaptasi terhadap teknologi bus listrik yang termasuk baru dapat lebih dahulu dilakukan.** Dengan mempertimbangkan kebutuhan kapasitas fiskal dan investasi, skema pembayaran pelayanan dengan BUMD menjadi opsi paling efektif yang dianjurkan untuk implementasi bus listrik di Mebidangro dan Bandung Raya karena memiliki masa konsesi yang lebih panjang dan mampu menarik minat investor sektor swasta.

**Kelayakan transisi ke bus listrik, opsi pembiayaan, dan model bisnis inovatif harus diujai untuk memastikan kesuksesan transisi.**

- **ITDP menganalisis beberapa model bisnis untuk bus listrik, seperti model konsesi, *Buy The Service*, model sewa armada, model sewa armada dan depo, model sewa baterai, model sewa infrastruktur pengisian daya.** Selain itu, jangka waktu kontrak yang lebih panjang dan disarankan adalah 14 tahun.
- **Pemberlakuan pajak karbon dan pemanfaatan penerimaan pajak tersebut juga dapat berfungsi sebagai sumber pendanaan yang berkelanjutan untuk mendorong adopsi bus listrik dan mengurangi emisi karbon secara keseluruhan di Indonesia.** Selain itu, pinjaman luar negeri dari Bank Pembangunan Multilateral atau Badan Kredit Ekspor (ECA) menawarkan sumber pendanaan alternatif. Pinjaman ini sering kali memiliki syarat dan ketentuan yang menguntungkan untuk mendukung inisiatif bus listrik di Indonesia. Penjajakan instrumen investasi lainnya, seperti obligasi dan Reksa Dana Penyertaan Terbatas, juga dapat dijadikan opsi pembiayaan bus listrik.

**Koordinasi antarkementerian sangat penting untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060 dan menghapus kebijakan yang bertentangan.**

Berikut ini adalah rangkuman rekomendasi aturan untuk mendukung bus listrik di Indonesia.

- Penerbitan peta jalan adopsi dan pengembangan infrastruktur bus listrik nasional, termasuk mandat untuk adopsi armada bus listrik.
- Pengembangan paket insentif fiskal dan nonfiskal yang kuat.
- Kebijakan pendukung untuk inovasi model bisnis, termasuk untuk penyediaan armada dan infrastruktur pengisian daya.
- Penetapan skema pengadaan barang/jasa ramah lingkungan untuk bus listrik.
- Peningkatan koordinasi pemangku kepentingan di tingkat pemerintah.
- Disinsentif untuk kendaraan konvensional.
- Penyelarasan peraturan teknis.
- Penjaminan sambungan jaringan listrik yang stabil dan pengintegrasian sumber energi terbarukan.
- Penetapan mandat daur ulang baterai li-ion.
- Dukungan untuk riset dan pengembangan industri bus listrik.

# BAGIAN PERTAMA

## ENERGI BAGI MASA DEPAN

---

Transisi ke bus listrik pada transportasi publik menawarkan banyak manfaat, termasuk pengurangan emisi gas rumah kaca, peningkatan kualitas udara, peningkatan inklusivitas sosial, dan layanan transportasi publik yang lebih baik secara keseluruhan. Untuk memenuhi permintaan yang terus meningkat akan sistem transportasi yang berkelanjutan dan bersih, Pemerintah Indonesia menerapkan peraturan dan rencana untuk mendukung transisi ke mobilitas berbasis listrik.



ATTIVI

AR CONDICIONADO

100%  
ELÉTRICO

FABRICADO NO BRASIL

Marcopolo

suzantur

10E-2152

# Bus Listrik dan Masa Depan Transportasi Publik

## 1

### 1.1. MASA DEPAN TRANSPORTASI PUBLIK BERKELANJUTAN

Pengembangan transportasi publik yang berkelanjutan menjadi komponen penting dalam upaya mengurangi dampak negatif perubahan iklim, meningkatkan kualitas udara, dan menjamin akses yang merata ke mobilitas berbasis di banyak negara. Berbagai negara telah memahami pentingnya transisi ke mobilitas berbasis listrik dan telah menetapkan target dalam upayanya untuk mengelektifikasi armada transportasi publik.

Seperti banyak negara lain, Indonesia telah menyatakan komitmen nasionalnya terkait pengurangan emisi gas rumah kaca (GRK). Dalam Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional-nya (NDC), Indonesia menargetkan pengurangan emisi sebesar 29% pada tahun 2030, yang berpotensi meningkat menjadi 41% dengan dukungan internasional. Komitmen tersebut telah mendorong lahirnya inisiatif yang bertujuan untuk mempercepat adopsi mobilitas berbasis listrik, di antaranya dengan menyusun dasar hukum untuk mendukung transisi tersebut.

Namun, yang menjadi pertanyaan adalah bagaimana caranya agar mobilitas berbasis listrik relevan bagi keseluruhan sistem transportasi berkelanjutan. Untuk mewujudkan sistem transportasi yang berkelanjutan dan mengurangi dampak perubahan iklim, menurut studi bersama yang dikembangkan oleh Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) dan University of California, Davis, diperlukan strategi komprehensif untuk mengintegrasikan konsep kota yang terpadu dengan memanfaatkan lahan campuran untuk berjalan kaki dan bersepeda, meningkatkan transportasi publik yang efisien, serta investasi pada kendaraan listrik. Hanya dengan menerapkan upaya-upaya tersebut, emisi angkutan penumpang kota dapat berkurang sekitar 59 gigaton ekuivalen karbon dioksida (CO<sub>2</sub>e) pada tahun 2050, sehingga dapat membantu pencapaian target dalam Perjanjian Paris dan mencegah dampak buruk dari perubahan iklim.



## 1.2 PELUANG MEWUJUDKAN TRANSISI KE BUS LISTRIK

Elektrifikasi transportasi publik menjadi langkah penting dalam meningkatkan mobilitas berbasis listrik. Keunggulan yang ditawarkan di antaranya adalah perencanaan armada dan infrastruktur yang lebih sederhana dengan rute dan jadwal yang sudah ditentukan. Selain itu, mengingat transportasi publik sendiri memiliki jarak tempuh yang lebih jauh dibandingkan kendaraan pribadi, elektrifikasinya membawa manfaat yang jauh lebih besar.

**Sementara itu, pasar bus listrik global tumbuh signifikan. Kota-kota di berbagai negara, di antaranya, Santiago de Chile, Shenzhen, Kolkata, Bogotá, dan California, menjadi penyumbang terbesarnya. Tren positif ini juga dapat membantu mempercepat adopsi bus listrik di Indonesia.**

Namun, elektrifikasi transportasi publik yang berkelanjutan dan inklusif bukan hanya sekadar mengganti bus diesel dengan bus listrik. Elektrifikasi ini menjadi peluang bagi penataan ulang keseluruhan sistem transportasi publik, sehingga dapat mengatasi masalah yang sering dijumpai dalam sistem transportasi publik semi-formal di kota-kota Indonesia, seperti rute dan jadwal yang tidak tentu.



Upaya-upaya tersebut dapat mendorong terwujudnya sarana transportasi yang efisien dan andal, sehingga mobilitas dan inklusivitas perempuan dan kelompok rentan dapat meningkat.

Untuk memaksimalkan manfaat transportasi publik listrik bagi lingkungan, diperlukan peningkatan penggunaan sumber energi terbarukan, seperti tenaga surya. Dampaknya, ketergantungan pada bahan bakar fosil dapat berkurang dan sistem transportasi secara umum menjadi lebih ramah lingkungan.

Melalui strategi perencanaan yang komprehensif dan inklusif, elektrifikasi bus dapat memelopori sistem transportasi publik yang berkelanjutan, efisien, dan adil yang membantu mewujudkan masa depan yang lebih sehat dan ramah lingkungan bagi semua.

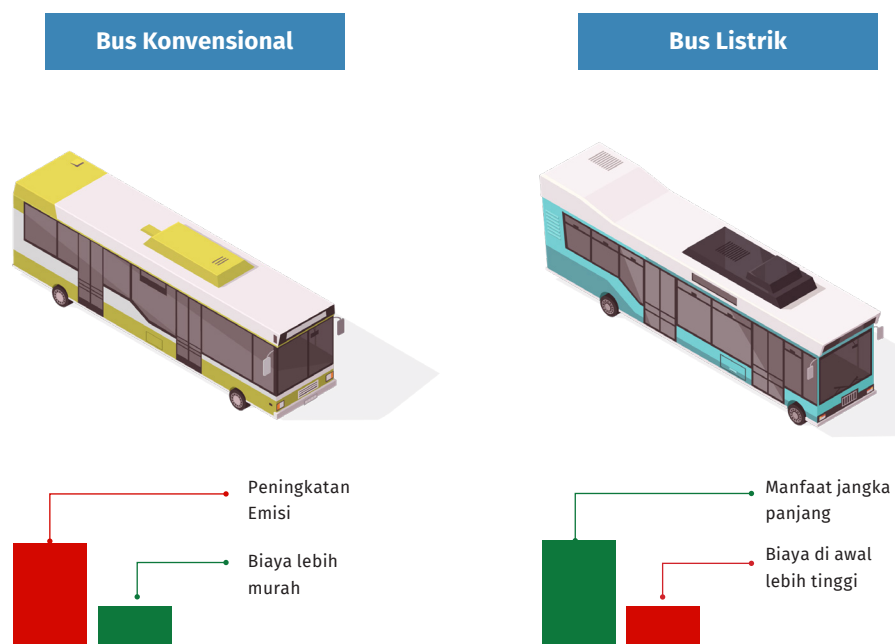
## 1.3 TEKNOLOGI BUS LISTRIK DAN MANFAATNYA

Bus listrik telah menjadi moda transportasi publik yang berkelanjutan dan efisien dengan berbagai manfaat dari segi lingkungan, sosial, ekonomi, dan politik. Bus listrik bertenaga baterai (BEB) merupakan jenis bus listrik yang paling umum. Bus ini menggunakan energi dari baterai yang dayanya diisi dari sumber eksternal.

Dalam transisi ke bus listrik, terdapat beberapa aspek yang perlu dipertimbangkan terkait pengoperasian armadanya. Keberadaan komponen baterai mengakibatkan bobot bus listrik umumnya lebih berat dari bus diesel. Kapasitas penumpangnya pun menjadi lebih sedikit. Jenis dan kapasitas baterai bus juga menentukan performa, bobot, dan jarak tempuhnya, sehingga untuk menyiasatinya, rute dan infrastruktur pengisian daya perlu direncanakan dengan saksama.

Sejumlah faktor, seperti daya pengisian, kapasitas jaringan listrik setempat, dan jarak ke jaringan listrik patut jadi pertimbangan untuk tiap metode pengisian daya yang dipilih, misalnya, pengisian daya semalaman (*overnight charging*) dan pengisian daya di siang hari (*opportunity charging*). Selain itu, lokasi dan ukuran depo bus juga perlu dipertimbangkan atau ditetapkan karena selain untuk memarkir dan mengisi daya bus, depo menjadi tempat untuk memenuhi berbagai kebutuhan terkait, seperti pencucian, pemeliharaan, dan servis bus, serta kantor administrasi dan fasilitas karyawan. Faktor-faktor di atas berdampak pada efisiensi, biaya, dan keberlanjutan secara umum pengoperasian armada bus.

Dari segi anggaran, meski biaya di awal lebih tinggi, bus listrik menghadirkan berbagai manfaat jangka panjang, seperti meningkatnya kesehatan masyarakat, turunnya biaya operasional, dan penghematan bahan bakar, sehingga produktivitas masyarakat dan akses ke peluang ekonomi turut meningkat. Salah satu manfaat paling signifikan adalah bus listrik dapat mengurangi emisi berbahaya, seperti nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), konsentrasi partikulat (PM), hidrokarbon (HC), dan karbon monoksida (CO), sehingga kualitas udara meningkat, lingkungan lebih sehat, dan dampak perubahan iklim dapat berkurang.





Manfaat lainnya adalah manfaat sosial. Sebagai contoh, program transisi ke bus listrik dapat membantu meningkatkan kesetaraan gender melalui penganggaran berperspektif gender yang diintegrasikan dalam strategi transisi, sehingga sistem transportasi publik yang lebih inklusif dan aksesibel serta tatanan sosial yang lebih adil dan setara dapat terwujud.

Bus listrik juga dapat menghadirkan manfaat dari segi politik. Implementasi sistem transportasi bus listrik dapat menjadi sarana bagi pemerintah untuk menunjukkan komitmennya dalam mewujudkan cita-cita sosial dan lingkungan hidup. Selain itu, integrasi bus listrik ke dalam jaringan transportasi publik dapat membantu meraih target nasional dan internasional terkait iklim, sekaligus menumbuhkan kerja sama serta sinergi antarnegara dan lembaga dalam mengatasi perubahan iklim.

### Elektrifikasi BRT Bandung Raya untuk Mengurangi Emisi

Transisi dari bus diesel ke bus listrik untuk *Bus Rapid Transit* (BRT) yang baru di Bandung Raya menghadirkan solusi yang menjanjikan bagi isu perubahan iklim dan kualitas udara. Penggantian bus diesel yang memenuhi standar emisi Euro IV dengan bus listrik mampu meminimalkan emisi berbahaya secara signifikan.

Bayangkan jika di tahun 2025 bus diesel masih beroperasi dan menghasilkan emisi GRK sebesar 17.135 ton CO<sub>2</sub>e tiap tahunnya. Emisi GRK tersebut akan berkurang secara signifikan dengan beroperasinya bus listrik. Transisi parsial ke bus listrik dengan dua macam armada saja, yaitu 143 unit bus listrik dan 55 unit bus diesel Euro IV, sudah mampu menghasilkan pengurangan sebesar 19,5%, sehingga emisi GRK menjadi 13.788 ton per tahun. Sementara itu, transisi penuh dengan menggunakan 198 bus listrik mampu menghasilkan pengurangan sebesar 25%, sehingga angkanya menjadi 12.720 ton per tahun.

Dengan perubahan jaringan listrik di masa depan, pengurangan emisi tersebut akan jauh lebih besar. Untuk saat ini, energi bus listrik diperoleh dari pembangkit listrik tenaga bahan bakar fosil. Akan tetapi, PLN berencana menambah bagian energi terbarukan menjadi dua kali lipat, dari 8,5% di tahun 2023 menjadi 16% di tahun 2030.

Bus listrik tidak hanya menjadi jalan menuju pengurangan emisi GRK, tetapi juga mewujudkan udara yang lebih bersih karena tidak menghasilkan emisi buangan. Transisi penuh ke bus listrik akan menghilangkan emisi buangan kumulatif dari bus diesel Euro IV, yang pada tahun 2023-2040 diperkirakan menghasilkan 1.764 ton NO<sub>x</sub>, 11,2 ton PM, 5,8 ton HC, dan 571 ton CO. Bahkan dengan elektrifikasi parsial saja, semua jenis polutan dari knalpot bisa kita kurangi sebesar 72%.

Dengan melihat ke depan, kita bisa melihat jelas manfaat dari transisi ke bus listrik untuk BRT Bandung Raya: menurunnya emisi GRK, udara yang lebih bersih, dan masa depan lebih berkelanjutan yang jauh lebih mudah diraih.



## 1.4 SELAYANG PANDANG TERHADAP TREN PASAR GLOBAL

Transisi menuju transportasi publik listrik, yang didorong oleh keharusan mengatasi isu lingkungan dan perubahan iklim, telah melahirkan pasar global bernilai besar untuk bus listrik. Terus tumbuhnya permintaan akan kendaraan listrik di seluruh dunia, termasuk bus listrik, merupakan bentuk respons langsung untuk mengatasi isu lingkungan dan perubahan iklim. Menurut Badan Energi Internasional (IEA), pada tahun 2022, 4,5% bus yang dijual di seluruh dunia adalah bus listrik.

Republik Rakyat Tiongkok menjadi pasar bus listrik terbesar di seluruh dunia dengan pengadaan 54.000 unit bus pada tahun 2022, yang menyumbang 18% total penjualan bus di Republik Rakyat Tiongkok dan 80% total penjualan bus listrik dunia. Eropa menyusul dengan 7% dari total penjualan bus listrik dunia, sedangkan Amerika Serikat 2%. Dengan Republik Rakyat Tiongkok di posisi pertama, yang disusul Eropa, Amerika Serikat, dan Jepang, dapat dilihat bahwa berbagai negara sedang bertransisi ke mobilitas berbasis listrik lewat kebijakan yang tegas, perkembangan teknologi, dan skema pembiayaan inovatif.



### Santiago (Chili)

Kota ini berkomitmen menyelesaikan proses elektrifikasi seluruh armada busnya pada tahun 2035. Melalui kerja sama dengan sektor swasta dan implementasi model bisnis inovatif yang memisahkan kepemilikan dan pengoperasian aset, kota ini telah berhasil menyediakan 784 unit bus listrik hingga tahun 2020. Inisiatif ini juga berhasil mengurangi emisi CO<sub>2</sub> secara drastis, yaitu sebesar 84,28 kiloton per tahun.



### Shenzhen (Republik Rakyat Tiongkok)

Pencapaian luar biasa Shenzhen dalam mengelektifikasi seluruh armada busnya terwujud berkat dukungan pemerintah, subsidi, dan rantai pasok yang kuat. Shenzhen Bus Group, sebagai salah satu operator besar di kota ini, telah menerapkan model sewa armada dalam rangka mendukung transisi masif ini. Di sepanjang tahun 2018 saja, inisiatif Shenzhen Bus Group ini mampu mengurangi emisi CO<sub>2</sub> sebanyak 194.000 ton.



### Kolkata (India)

Komitmen Kolkata mewujudkan mobilitas berbasis listrik mendapat dukungan dari program pemerintah berupa subsidi dan insentif untuk adopsi kendaraan listrik dan infrastruktur pengisian daya. Dengan 80 unit bus listrik yang dioperasikannya hingga awal 2020, West Bengal Transport Corporation juga telah menetapkan target ambisius, yaitu merampungkan elektrifikasi 5.000 unit busnya pada tahun 2030.



### Bogotá (Kolombia)

Bogotá berhasil mengimplementasikan 484 bus listrik ke dalam sistem transportasi publiknya berkat model bisnis inovatif yang memungkinkan konsorsium swasta untuk ikut serta dalam tender terbuka. Undang-Undang 1964/2019 negara tersebut menetapkan target tahunan adopsi kendaraan listrik untuk sistem transportasi publik dan insentif bagi pengguna kendaraan pribadi.



### California (Amerika Serikat)

Regulasi *Innovative Clean Transit* yang dicanangkan California mewajibkan semua perusahaan transportasi publik menyelesaikan transisi 100% ke armada bus nol emisi pada tahun 2040. Hingga Desember 2020, sebanyak 1.200 unit bus listrik telah dikirimkan atau dipesan.

## KESIMPULAN

Transisi ke bus listrik untuk transportasi publik membawa beragam manfaat besar, seperti turunnya emisi GRK, naiknya kualitas udara, meningkatnya inklusi sosial, dan layanan transportasi publik yang secara umum menjadi lebih baik. Meski dalam jangka pendek berbagai kendala operasional dan masalah pembiayaan harus dihadapi, manfaatnya bagi perekonomian masyarakat dalam jangka panjang akan jauh lebih besar dibanding biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, investasi untuk bus listrik dan infrastruktur terkait perlu dilanjutkan guna mewujudkan sistem transportasi publik yang lebih berkelanjutan dan inklusif bagi masyarakat.

Pasar kendaraan listrik global, termasuk pasar bus listrik, telah tumbuh pesat berkat komitmen pemerintah dari berbagai negara untuk mencapai target-target terkait iklim, kualitas udara, dan pertumbuhan industri. Berbagai kota di seluruh dunia tengah bertransisi ke mobilitas berbasis listrik lewat kebijakan yang tegas dan skema pembiayaan serta model bisnis yang inovatif.






# 2 Dekarbonisasi Sektor Transportasi di Indonesia

## 2.1 GAMBARAN UMUM TARGET KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA

Urgensi untuk mengatasi perubahan iklim dan mendorong perkembangan teknologi di sektor transportasi dan energi telah meningkatkan kebutuhan untuk mengembangkan sistem transportasi yang berkelanjutan dan bersih. Hal ini juga membuat mobilitas berbasis listrik jauh makin relevan di seluruh dunia.

Peraturan Presiden Nomor 22 Tahun 2017 (Perpres 22/2017) menetapkan target elektrifikasi 10% armada transportasi publik kota pada tahun 2025 dan 90% pada tahun 2030. Meski demikian, elektrifikasi sektor transportasi publik belum menunjukkan progres yang berarti karena hanya ada 80 unit kendaraan listrik hingga Juni 2023.

Sementara itu, target kendaraan listrik roda empat sebanyak 2.200 unit pada tahun 2025 sudah tercapai lebih dahulu mengingat adopsinya yang lebih cepat. Di sisi lain, Kementerian Perindustrian sendiri memasang target tinggi untuk produksi kendaraan dalam negeri pada tahun 2025, yaitu 400.000 unit mobil listrik dan 2 juta sepeda motor listrik per tahun. Penjualan mobil listrik dan mobil hibrida memang tumbuh signifikan—7.923 unit berhasil terjual dari Januari hingga November 2022. Sedangkan, di sepanjang tahun 2021, hanya 687 unit yang berhasil terjual. Menurut estimasi Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo), 8.500 unit akan berhasil terjual pada tahun 2023.

Target adopsi kendaraan listrik				
	2025 (Sumber: Rencana Umum Energi Nasional/RUEN)	2030 (Sumber: Grand Strategi Energi Nasional/GSEN)	Tahun target elektrifikasi 100% tercapai	Total adopsi saat ini (per Juni 2023)
<b>E-2W</b> 	2,1 juta unit (1,9% dari jumlah penduduk saat ini)	13 juta unit (11,5% dari jumlah penduduk saat ini)	E2W 100% di pasar dalam negeri pada tahun 2040	47.710 unit (0,37% dari target 2030)
<b>E-4W</b> 	2.200 unit (0,01% jumlah penduduk saat ini)	2 juta unit (12,8% jumlah penduduk saat ini)	E4W 100% di pasar dalam negeri pada tahun 2050	14.993 unit (0,75% dari target 2030)
<b>Bus Listrik</b> 	10% dari seluruh armada bus	90% dari seluruh armada bus (Sumber: Kementerian Perhubungan)	2040 (target moderat: 15.546 unit)	80 unit (0,51% dari target 2040)

**Gambar 1.** Transisi ke Kendaraan Listrik di Indonesia: Target vs Tingkat Adopsi Saat Ini

Sumber: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Juni 2023.

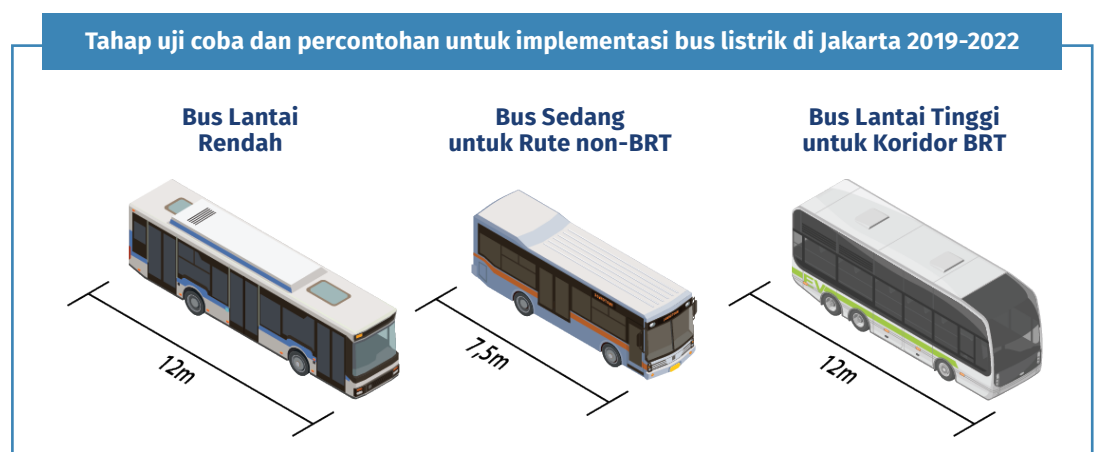
## 2.2 ELEKTRIFIKASI TRANSPORTASI PUBLIK DI INDONESIA

Mobilitas berbasis listrik juga dinilai sebagai salah satu solusi dari berbagai persoalan yang dihadapi Indonesia, di antaranya, terkait transportasi dan lingkungan. Kini didominasi kendaraan pribadi, sektor transportasi Indonesia menyumbang 28% dari seluruh emisi nasional. Sektor ini juga menjadi sumber emisi karbon terbesar kedua serta sumber polusi udara dalam jumlah cukup besar.

Di skala nasional, Kementerian Perhubungan menargetkan tercapainya elektrifikasi 90% bus layanan transportasi publik yang beroperasi di perkotaan pada tahun 2030, dan elektrifikasi penuh semua sarana transportasi publik di semua kota Indonesia pada tahun 2045. Sebagai permulaan, bus listrik akan digunakan dalam sistem BRT di Mebidangro dan Bandung Raya. Selain itu, Kementerian Perhubungan juga telah meluncurkan program *Buy The Service* guna meningkatkan layanan transportasi publik di berbagai kota. Di awal pelaksanaan program, Kementerian Perhubungan mengimplementasikan sistem bus listrik di dua kota, Bandung dan Surabaya, dengan pengoperasian 30 bus listrik melalui program tersebut.

Sementara itu, Pemerintah DKI Jakarta menjadikan elektrifikasi transportasi publik untuk memperkenalkan mobilitas berbasis listrik kepada masyarakat sebagai salah satu cara mengatasi persoalan pencemaran udara di Jakarta. Oleh karenanya, Transjakarta sebagai salah satu penyedia sarana transportasi perkotaan dengan cakupan terluas dianggap sebagai tolok ukur dalam adopsi kendaraan listrik berskala masif.

Transjakarta juga telah menerapkan target ambisius yang tertuang dalam Rencana Jangka Panjang Perusahaan (RJPP) 2020–2030, yaitu tercapainya adopsi armada 10.000 unit bus listrik pada tahun 2030. Target tersebut sejalan dengan komitmen Pemerintah DKI Jakarta dalam Deklarasi Jalan Bebas Bahan Bakar Fosil C40 pada September 2019, yaitu melakukan pengadaan hanya bus nol emisi pada tahun 2025 serta memastikan sebagian besar wilayahnya bebas emisi pada tahun 2030.



Transjakarta telah melangsungkan tahap uji coba dan percontohan (pilot) untuk implementasi bus listrik di Jakarta. Dalam tahap uji coba yang dilaksanakan dari 2019–2022, ada tiga jenis bus yang digunakan: bus lantai rendah dengan panjang 12 meter, bus dengan panjang sedang 7,5 meter untuk rute non-BRT, dan bus lantai tinggi dengan panjang 12 meter untuk koridor BRT. Untuk tahap pilot, Transjakarta menggunakan 30 bus listrik lantai rendah BYD K9 dengan panjang 12 meter, yang telah beroperasi penuh pada Juni 2022.

## 2.3 KERANGKA KEBIJAKAN DAN KERANGKA REGULASI TERKAIT MOBILITAS BERBASIS LISTRIK DALAM TRANSPORTASI PUBLIK

### Kerangka nasional

Pemerintah Indonesia berperan penting dalam mendukung peningkatan mobilitas berbasis listrik melalui peraturan dan program yang dikeluarkannya. Para pemangku kepentingan utama di tingkat nasional, yang dipimpin oleh Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi, menjadi garda terdepan dalam memajukan mobilitas berbasis listrik. Tiap kementerian memiliki perannya masing-masing. Sebagai contoh, Kementerian Perhubungan bertugas mengembangkan regulasi yang mengatur legalitas dan kelaikan jalan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai (KBLBB).

Pemerintah Indonesia juga belum lama telah menetapkan Peningkatan Kontribusi yang Ditentukan Secara Nasional (*Enhanced NDC*) yang disesuaikan dengan Perjanjian Paris. Dalam *Enhanced NDC* tersebut, ditetapkan target yang lebih tinggi untuk pengurangan emisi, baik untuk target tanpa syarat maupun target bersyarat dengan dukungan internasional. *Enhanced NDC* ini menunjukkan keseriusan Indonesia dalam mengatasi perubahan iklim.

Arah pembangunan sektor transportasi secara umum ditetapkan dalam dokumen Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN) dan Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) Tahun 2020–2024 yang disusun oleh Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). Rencana tersebut menunjukkan perlunya pembangunan sistem transportasi yang efektif, efisien, terjangkau, ramah lingkungan, dan berkelanjutan yang bertujuan menghemat konsumsi energi saat ini sebesar 30%, dan mendorong pembangunan sektor transportasi bertenaga listrik yang menjadi salah satu sektor utama Indonesia.

Sedangkan dasar hukum utama yang mendukung upaya elektrifikasi transportasi mencakup Perpres 22/2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) dan Peraturan Presiden Nomor 55 Tahun 2019 (Perpres 55/2019), yang juga mengatur berbagai aspek implementasi kendaraan listrik. Perpres 55/2019 sendiri utamanya mengatur tentang pengembangan KBLBB beserta industrinya di dalam negeri. Selain mendorong pengembangan produksi KBLBB, perpres tersebut juga mengatur pemberian insentif untuk penelitian dan insentif fiskal, tugas berbagai pihak dalam pengembangan infrastruktur pengisian daya, pengurangan tarif pengisian daya, serta perlindungan terhadap lingkungan hidup.

Melalui implementasi regulasi dan rencana di atas, Indonesia berupaya meningkatkan pertumbuhan industri kendaraan listrik, mewujudkan pengelolaan limbah yang baik, dan mendorong pembangunan infrastruktur pengisian daya yang memadai dalam rangka mendukung transisi ke mobilitas berbasis listrik.

Kementerian/ Lembaga	Regulasi	Isi
Kementerian Perindustrian (Kemenperin)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Perindustrian Nasional</li> <li>- Peraturan Menteri Perindustrian (Permenperin) Nomor 27 Tahun 2020 tentang Peta Jalan Pengembangan Industri KBLBB</li> <li>- Permenperin Nomor 7 Tahun 2022 tentang Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai dalam Keadaan Terurai Lengkap dan Terurai Tidak Lengkap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arah pengembangan teknologi efisiensi kendaraan dan teknologi kendaraan listrik secara bertahap, dari 2015 hingga 2035.</li> <li>- Rangkaian strategi tahun 2020–2030 sebagai solusi masalah biaya dan infrastruktur kendaraan listrik serta kesiapan teknologi; tingkat kandungan dalam negeri untuk industri KBLBB</li> <li>- Impor KBLBB dalam keadaan terurai lengkap (CKD) atau terurai tidak lengkap (SKD atau IKD)</li> </ul>
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perpres Nomor 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional</li> <li>- Peraturan Menteri ESDM No. 1 Tahun 2023 tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rencana Umum Energi Nasional (RUEN), target jumlah KBL dan infrastruktur pendukungnya dalam kurun waktu 2025-2050</li> <li>- Ragam model bisnis penyediaan tenaga listrik untuk kendaraan listrik, persyaratan teknis untuk stasiun pengisian kendaraan listrik umum dan fasilitas penukaran baterai, serta insentif tarif listrik</li> </ul>
Kementerian Perhubungan (Kemenhub)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 87 Tahun 2020 tentang Pengujian Tipe Fisik Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengujian tipe fisik KBLBB</li> <li>- Pengujian kondisi dan keamanan baterai</li> </ul>
Kementerian Keuangan (Kemenkeu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peraturan Menteri Keuangan (PMK) Nomor 38 Tahun 2023 tentang Pajak Pertambahan Nilai atas Penyerahan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Roda Empat Tertentu dan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai Bus Tertentu yang Ditanggung Pemerintah Tahun Anggaran 2023</li> <li>- PMK Nomor 150 Tahun 2018 tentang Pemberian Fasilitas Pengurangan Pajak Penghasilan Badan</li> <li>- PMK Nomor 72 Tahun 2020 tentang Standar Biaya Masukan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Insentif pajak untuk pembelian mobil dan bus listrik dari masa pajak April–Desember 2023.</li> <li>- Untuk pembelian KBLBB roda empat dan bus dengan tingkat komponen dalam negeri 40% atau lebih, 10% pajak pertambahan nilai (PPN) akan ditanggung pemerintah, sehingga tersisa 1% saja.</li> <li>- Program subsidi untuk pembelian hingga 200.000 kendaraan listrik baru roda dua dan untuk konversi hingga 50.000 kendaraan roda dua konvensional ke listrik yang berlaku dari Maret–Desember 2023.</li> <li>- Nilai subsidi yang diberikan untuk tiap unit kendaraan listrik roda dua adalah 7 juta rupiah.</li> <li>- Program pembebasan pajak atau <i>tax holiday</i> untuk industri pionir yang memenuhi syarat, yang meliputi industri kendaraan bermotor atau produsen komponen kendaraan bermotor tertentu.</li> <li>- Industri kendaraan listrik termasuk ke dalam industri pionir.</li> <li>- Pengadaan kendaraan dinas dengan teknologi listrik berbasis baterai.</li> <li>- Peraturan ini mencabut batasan satuan biaya pengadaan kendaraan dinas untuk KBLBB dari peraturan sebelumnya.</li> </ul>

**Tabel 1.** Kebijakan dan Regulasi Terkait Mobilitas Berbasis Listrik di Indonesia

Kementerian/ Lembaga	Regulasi	Isi
Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri)	- Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 6 Tahun 2023 tentang Dasar Pengenaan Pajak Kendaraan Bermotor, Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor, dan Pajak Alat Berat Tahun 2023	- Aturan khusus untuk KBLBB penumpang dan barang. - KBLBB transportasi publik dikenakan pajak 0% dari dasar pengenaan pajak kendaraan bermotor dan biaya balik nama, tidak seperti kendaraan bermesin konvensional yang dikenakan pajak sebesar 30%.
Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)	- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 12 Tahun 2021 tentang Baku Mutu Emisi Daur Ulang Baterai Lithium	- Daur ulang baterai litium

## Kerangka daerah

Kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah menguatkan implementasi kebijakan pemerintah pusat. Dalam menjalankan sistem transportasi di wilayahnya, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta mengikuti rencana dan kebijakan transportasi daerah yang ditetapkan dalam Perpres 55/2018. Rencana Induk Transportasi Jabodetabek (RITJ) adalah kebijakan inti pemerintah terkait perencanaan transportasi yang menguraikan rencana pembangunan sistem transportasi, termasuk moda transportasi dan pengembangan jaringan transportasi wilayah tersebut. Dalam RITJ, ditunjukkan perlunya pengembangan sistem transportasi berkelanjutan dan penggunaan kendaraan listrik di berbagai wilayah, terutama di kawasan bisnis terpadu di Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi, dan di berbagai kota sekitarnya.

Untuk mempercepat adopsi bus listrik berbasis baterai yang dioperasikan Transjakarta, Pemerintah DKI Jakarta mengeluarkan Keputusan Gubernur Nomor 1053 Tahun 2022 dan menargetkan untuk merampungkan elektrifikasi 50% armada Transjakarta pada tahun 2027 dan 100% pada tahun 2030, yang setara dengan 10.047 unit bus listrik. Keputusan Gubernur DKI Jakarta tersebut menjadi kerangka regulasi awal yang tegas dan konkret untuk menyokong elektrifikasi Transjakarta. Melalui regulasi tersebut pula, gubernur menginstruksikan sejumlah lembaga di bawah pemerintah provinsi untuk mendukung program elektrifikasi ini melalui berbagai langkah.

# KESIMPULAN



Meski saat ini masih relatif rendah dibandingkan target 2030, tingkat adopsi kendaraan listrik di Indonesia telah merangkak naik, sebagaimana ditunjukkan oleh meningkatnya penjualan kendaraan listrik tiap tahunnya, yang utamanya didorong oleh program pemerintah.



Hadir lewat sejumlah kebijakan di tingkat pusat dan kota, kerangka regulasi mobilitas berbasis listrik di Indonesia melibatkan pemangku kepentingan yang beragam dalam pelaksanaannya. Kebijakan tingkat pusat, di antaranya Perpres 55/2019, mendorong pengembangan industri kendaraan listrik dalam negeri, mengatur pemberian insentif fiskal, dan menekankan perlunya pengembangan infrastruktur pengisian daya.



Transjakarta dipercaya sebagai tolok ukur dalam adopsi kendaraan listrik berskala masif untuk masyarakat di Indonesia.



# BAGIAN DUA

## MENGATASI HAMBATAN

---

Transisi ke bus listrik tidak terhindar dari tantangan, seperti ketiadaan mandat di tingkat nasional untuk adopsi bus listrik, belum ada peta jalan dan infrastruktur pengisian daya yang memadai, masalah teknis dalam pengoperasian bus listrik, hingga tantangan keuangan. Namun, berkaca dari negara-negara yang telah melakukan adopsi bus listrik, tantangan tersebut bisa diatasi dengan perencanaan-perencanaan yang rinci.

# 3

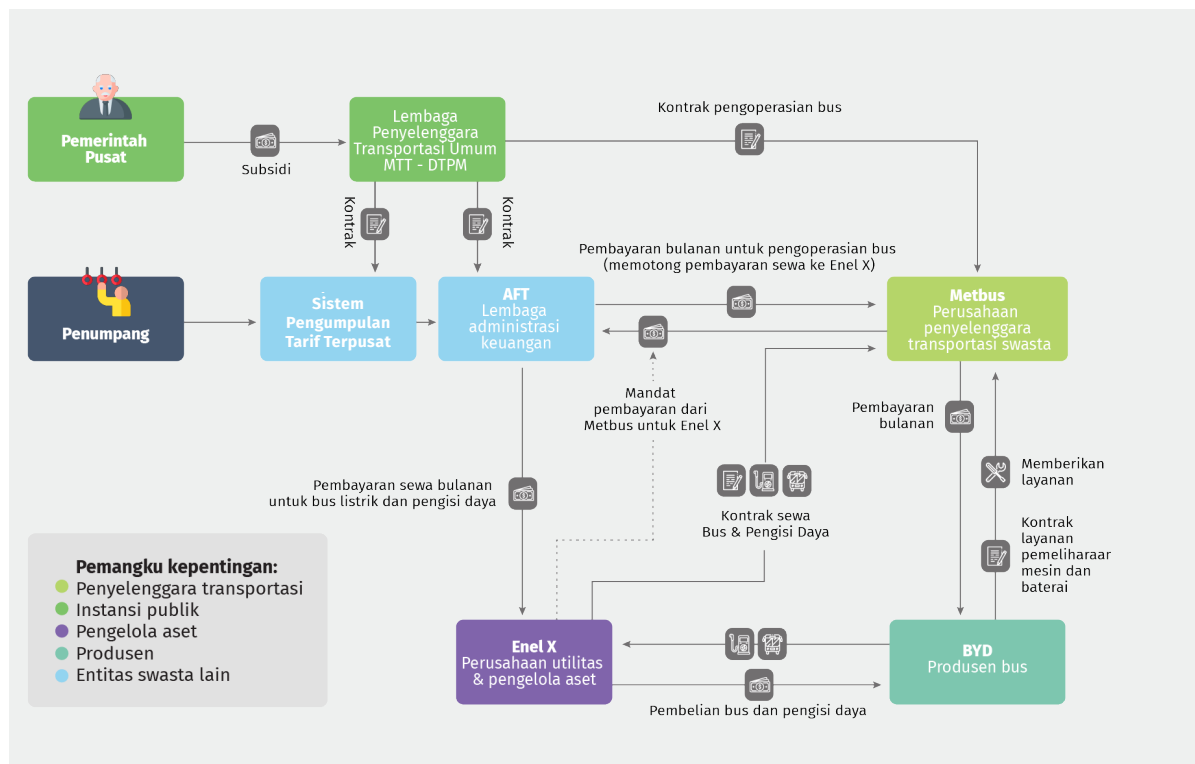
## Menyiapkan Transisi

### 3.1 PELAJARAN YANG DIPETIK DARI PENGGUNAAN BUS LISTRIK DI SELURUH DUNIA

Studi kasus dari berbagai kota dan negara yang melakukan transisi ke transportasi massal nol emisi memberikan wawasan berharga seputar peluang dan tantangan dalam penggunaan bus listrik. Beragam contoh tersebut dapat diteladani oleh kota-kota di Indonesia yang menghadapi hambatan finansial dan operasional terkait transisi ke bus listrik dan pembangunan infrastruktur yang diperlukan.

Di Santiago, perusahaan penyedia bus swasta Metbus bermitra dengan Enel X, sebuah perusahaan utilitas dengan sumber daya finansial besar untuk mengenalkan bus listrik dan infrastruktur pengisian daya dalam rangka uji coba penggunaan bus listrik. Enel X menggunakan jasa dari produsen bus BYD untuk pengadaan bus listrik dan infrastruktur terkait, lalu menyewakannya ke Metbus berdasarkan kontrak 10 tahun yang sudah mencakup layanan pemeliharaan.

Lembaga administrasi keuangan AFC menangani pembayaran sewa bulanan bus listrik tersebut dan pengisi dayanya ke Enel X, serta pembayaran bulanan untuk pengoperasian bus ke Metbus. Dalam kerja sama ini, pemerintah berperan penting dalam memfasilitasi penyediaan garansi untuk kontrak sewa armada dan mengurangi risiko di luar pembayaran yang terkait dengan penggunaan teknologi dan infrastruktur baru untuk transportasi massal bertenaga listrik.



Gambar 2. Model Bisnis Bus Listrik di Santiago, Chili<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Studi Kasus: Metbus Pioneering E-Bus Deployments in Santiago (Metbus Jadi Pelopor Penggunaan Bus Listrik di Santiago). C40 Knowledge, 2020.

Demonstrasi uji coba membuat Santiago memahami lebih jauh tentang teknologi bus listrik, pengisian dayanya, dan pelaksanaan kegiatan operasional. Pemahaman ini digunakan untuk menyempurnakan perencanaan rute di tahap pelaksanaan lanjutan, serta mengidentifikasi ketimpangan keterampilan dan pendekatan untuk melatih tenaga kerja. Selain memberikan pengetahuan dari sisi teknis dan ekonomi, uji coba tersebut berhasil menunjukkan bahwa biaya operasional bus listrik lebih murah, sehingga dapat menarik lebih banyak penyelenggara transportasi untuk beralih ke kendaraan nol emisi.

Armada bus listrik di Bogota, Kolombia, kini makin banyak, dari yang awalnya hanya 260 unit pada tahun 2020 menjadi 1.485 unit pada tahun 2022. Armada bus ini dioperasikan oleh TransMilenio. Mirip dengan model bisnis di Santiago, model bisnis transportasi publik inovatif di Bogota menarik banyak perusahaan utilitas, investor, dan produsen.



TransMilenio, sistem BRT kelas dunia dari Bogota, mulai beroperasi pada akhir tahun 2000 dan beroperasi di atas permukaan jalan atau di jalur khusus (*above-ground system*).

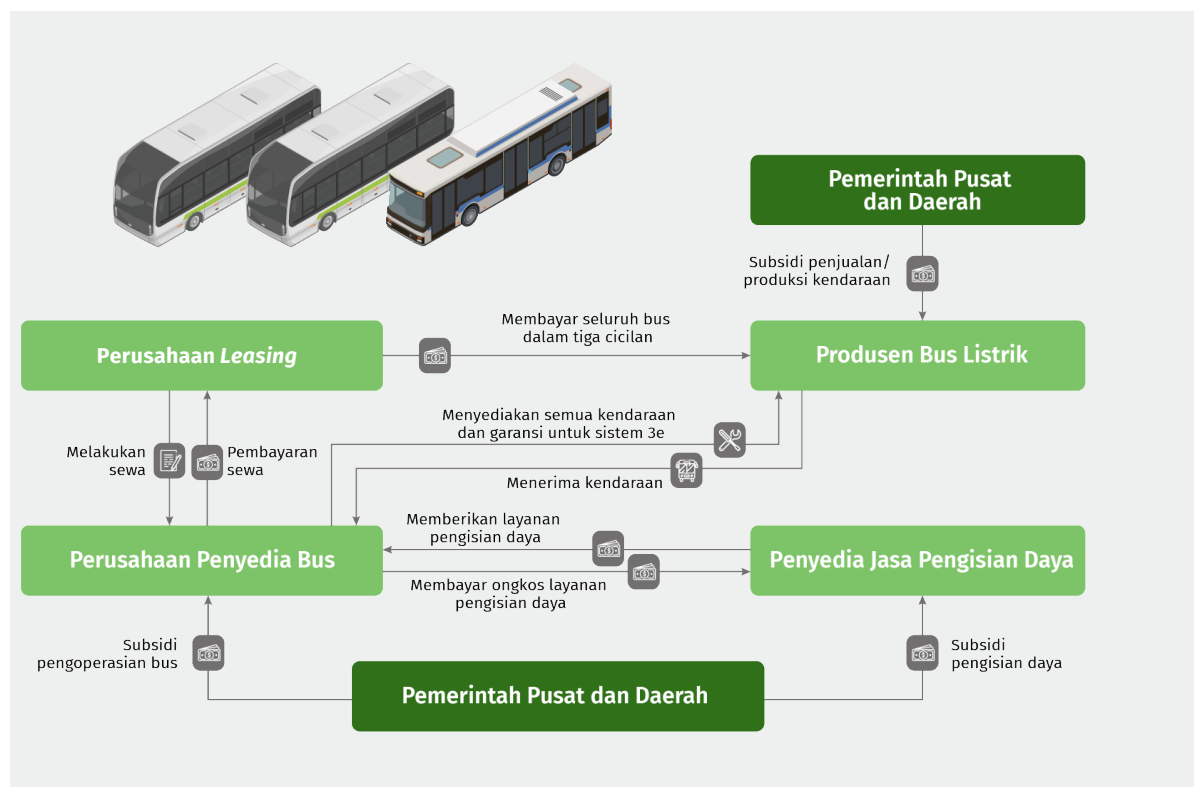
Kasus di Bogota membuktikan bahwa pengalaman Santiago dapat ditiru untuk mewujudkan transisi yang efektif. Selain itu, mengadakan kontrak dengan jangka waktu yang lebih lama bagi penyedia bus listrik terbukti efektif menekan beban finansial tahunan dan risiko investasi. Pencapaian ini mendorong Kolombia untuk menetapkan mandat penghentian total pembelian bus konvensional pada tahun 2035.

Contoh kasus lain ada di Shenzhen, Republik Rakyat Tiongkok. Kota ini adalah salah satu yang paling awal menggunakan bus listrik dan menginisiasi elektrifikasi armada transportasi publiknya. Pada kasus Republik Rakyat Tiongkok, sektor publik berperan lebih sentral dibandingkan kasus di dua kota sebelumnya. Pemerintah daerah dan pusatnya menerapkan kebijakan dengan insentif finansial guna mengurangi biaya yang timbul dari penggunaan bus listrik, sehingga penggunaan bus listrik meluas di berbagai kota termasuk Shenzhen. Di Shenzhen, pemerintah daerah dan pusat memberikan subsidi bagi Shenzhen Bus Groups (SZBG) yang merupakan penyedia bus di kota ini, untuk kegiatan operasional, produsen/distributor bus (OEM) agar memproduksi dan menjual armada bus, dan layanan penyedia jasa pengisian daya.

Selain itu, guna mengatasi tantangan terkait keterbatasan pengalaman pengoperasian bus listrik, pemerintah daerah Shenzhen berkolaborasi dengan penyedia bus setempat untuk meningkatkan spesifikasi teknis bus listrik. Kolaborasi ini menghasilkan peningkatan signifikan sebesar 40% dalam pengoperasian bus antara tahun 2011 dan 2016. Lebih jauh, tingkat ketersediaan bus meningkat dari 50% pada tahun 2011 ke 97%.

Shenzhen, seperti Santiago dan Bogota, juga menerapkan model bisnis inovatif untuk menekan beban finansial penyedia bus. Ketiganya menerapkan model sewa bus yang melibatkan penyedia jasa pengisian daya setempat. Perusahaan *leasing* membeli armada bus dan baterai dari OEM dan menyewakannya ke SZBG selama delapan tahun. Jangka waktu ini sesuai dengan regulasi masa pakai maksimum bus di Republik Rakyat Tiongkok. Produsen memberikan jaminan selama masa berlaku kontrak dan menerima tiga kali masa pembayaran. Setelah jangka waktu habis, penyedia bus mendapatkan hak milik atas bus, mengembalikan baterai untuk didaur ulang, dan membuang badan kendaraan. Layanan pengisian daya dan pemeliharaan dialihdayakan ke penyedia jasa pengisian daya. Beberapa penyedia menawarkan skema sewa baterai dengan biaya sewa terpisah dari biaya sewa armada. Pembagian tanggung jawab ini memungkinkan penyedia bus saling berbagi kewajiban finansial dan operasional.

Terlepas dari pengalihan tanggung jawab tertentu ke institusi lain, penyedia bus di Shenzhen masih diwajibkan untuk menyediakan deponya sendiri. Penyediaan depo mandiri ini merupakan tantangan karena minimnya ketersediaan lahan di lingkungan perkotaan padat penduduk. Namun, pemerintah daerah sudah memberikan dukungan bagi penyedia bus dengan berinvestasi pada lahan yang secara khusus dimaksudkan untuk tempat didirikannya depo, catu daya, dan infrastruktur pengisian daya.



**Gambar 3.** Model Bisnis Bus Listrik Berbasis Baterai di Shenzhen, Republik Rakyat Tiongkok<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Presentasi Shanshan Li di Webinar ITDP. Juni 2020

Di India, program insentif fiskal nasional umumnya mendorong terlaksananya transisi ke bus listrik. India menetapkan *National Electric Mobility Mission Plan (NEMMP)* pada tahun 2013. Rencana ini mencakup target penyelenggaraan mobilitas berbasis listrik tahun 2020 dan berfungsi sebagai dasar hukum program *Faster Acceleration and Manufacture of Electric Vehicles (FAME)*. Program ini memberikan subsidi untuk pengadaan lebih dari 425 bus listrik di fase pertama pelaksanaan program. Setelah adanya tambahan pembiayaan via tender, program ini memberi subsidi untuk 5.600 bus listrik di seluruh India pada tahun 2020.



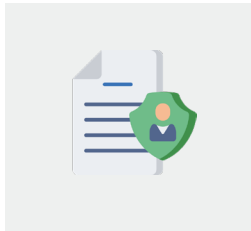
Pada 23 September 2017, armada pertama India yang terdiri dari 25 bus listrik diluncurkan di Manali. Bus non-AC sepanjang 9 m ini bisa berjalan hingga 230 km dalam sekali pengisian yang bisa memakan waktu sekitar 4 jam untuk pengisian baterai.

Program ini juga mencakup subsidi untuk infrastruktur pengisian daya dan insentif nonfiskal seperti kemudahan pemberian izin. OEM juga menerima subsidi di fase terkini FAME sebagai bagian dari konsorsium untuk tender. Ini mencegah pemanfaatan yang tidak maksimal akibat alasan teknis dan menjamin tersedianya dukungan pemeliharaan jangka panjang untuk bus listrik.

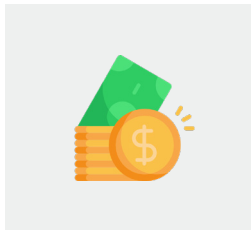
Di samping itu, California menggunakan pendekatan holistik untuk mendorong lembaga penyelenggara transportasi publik menggunakan bus nol emisi. Keberhasilan program uji cobanya dicapai karena negara mendukung pendanaan awal untuk penerapan teknologi nol emisi dan program dengan pendanaan jangka panjang untuk lembaga penyelenggara transportasi publik.

Tujuan penggunaan bus listrik di seluruh negara bagian tersebut sudah dituangkan dalam regulasi oleh California Air Research Board pada tahun 2018. Regulasi ini mewajibkan lembaga penyelenggara transportasi publik agar hanya membeli bus nol emisi (*zero-emission buses/ZEB*) sebelum tahun 2029 guna memastikan keberhasilan transisi ke armada bus nol emisi pada tahun 2040. Mandat dari sisi permintaan mendorong produsen agar mengembangkan produk kendaraan listrik.

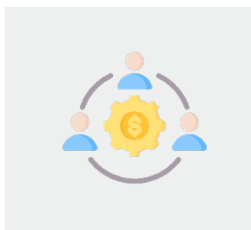
### Menilik kasus-kasus di atas, semua negara memiliki peluang dan tantangan berikut:



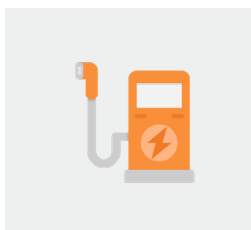
Di semua kota, kunci utama keberhasilan elektrifikasi adalah koordinasi lintas institusi untuk mencapai target ambisius. Keberhasilan dapat dicapai melalui komitmen bersama pemerintah pusat dan daerah untuk penetapan target penurunan emisi serta dikaitkan dengan target adopsi penggunaan bus listrik. Dimulai dari kota-kota besar, keberhasilan transisi ke bus listrik dapat diperluas ke provinsi dan kota lain.



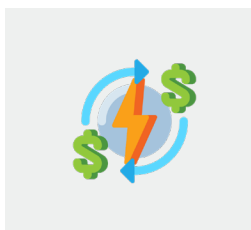
Insentif fiskal dari pemerintah pusat, negara bagian, dan daerah berperan penting dalam upaya mengatasi biaya awal yang mahal untuk transisi ke bus listrik. Dukungan dari pemerintah daerah di India dan Republik Rakyat Tiongkok berperan penting dalam keberhasilan pengoperasian bus listrik. Guna memastikan keberlanjutan program, dukungan fiskal pemerintah harus didasari dari target yang jelas guna memastikan terselenggaranya layanan transportasi publik yang berkualitas dan kesesuaian dengan standar teknis yang telah ditetapkan.



Model bisnis adaptif dan inovatif berperan penting dalam mendorong transisi ke bus listrik. Kolaborasi antara perusahaan swasta, serta melibatkan pihak ketiga dengan spesialisasi tertentu dalam inisiatif transisi ke bus listrik memungkinkan penggunaan bus nol emisi tanpa membutuhkan pendanaan yang besar dari pemerintah. Beberapa kasus menunjukkan bahwa biaya operasional bus listrik lebih murah dibandingkan dengan bus konvensional.



Tantangan yang ditemui di berbagai kota biasanya terkait dengan penyediaan infrastruktur pengisian daya. Semua kota menghadapi kesulitan mendapatkan lahan untuk membangun fasilitas pengisian daya. Dalam hal ini, pemerintah daerah dapat memberikan dukungannya dalam pengadaan lahan atau kemudahan pemberian izin.



Negosiasi untuk mendapatkan tarif pengisian daya listrik yang terjangkau, dan pengelolaan kegiatan operasional guna mempertahankan frekuensi pengisian daya, merupakan faktor-faktor keberhasilan dalam transisi ke bus listrik. Dengan demikian, perencanaan dan pengadaan infrastruktur pengisian daya sangat penting untuk transisi ke penggunaan bus listrik.

## 3.2 PERUBAHAN YANG DIPERLUKAN DALAM TATANAN KEBIJAKAN DAN REGULASI

Peraturan Presiden (Perpres) Indonesia No. 55/2019 diterbitkan pada bulan Agustus 2019 untuk menetapkan Program Nasional Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) untuk Transportasi Darat. Pemerintah Indonesia menargetkan 20% penjualan kendaraan listrik berasal dari produksi dalam negeri di tahun 2025. Ditandatanganinya peraturan ini oleh Presiden Jokowi menandai dimulainya agenda nasional yang ambisius untuk menumbuhkan industri produsen kendaraan listrik dalam negeri.

Tabel 2 di bawah ini merangkum uraian analisis kebijakan dan regulasi yang ada saat ini seputar integrasi kendaraan listrik ke sistem transportasi publik Indonesia.

Pemerintah di seluruh dunia telah menggunakan berbagai alat dan strategi kebijakan untuk menanggulangi hambatan dalam penggunaan bus listrik dan menstimulasi pasar. Pemerintah Indonesia dapat membandingkan kebijakan ini dengan pengalaman terbaik dari negara-negara lain untuk mengidentifikasi dan mengatasi ketimpangan regulasi saat ini.

### Berikut beberapa upaya kebijakan di negara lain



**Regulasi yang meningkatkan industri bus listrik dalam negeri dan mendorong ketersediaan berbagai macam model dan unit bus listrik.**



**Insentif untuk mendukung pengadaan armada atau menutup biaya operasional dan program pembangunan infrastruktur pengisian daya untuk mengoptimalkan penggunaan bus listrik.**



**Kebijakan yang memfasilitasi inovasi model bisnis.**

Jenis kebijakan	Kebijakan saat ini	Contoh dari negara lain	Analisis ketimpangan	Penanggung jawab
Mandat terkait armada transportasi publik	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres No. 22/2017 tentang RUEN menetapkan target penetrasi bus listrik 10% pada tahun 2025</li> <li>Keputusan Kementerian Keuangan No. 72/2020 memberikan fleksibilitas yang mendorong peningkatan harga pengadaan armada kendaraan listrik untuk pemerintah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrifikasi dapat didorong dengan pelaksanaan mandat yang mewajibkan pembelian hanya kendaraan listrik atau konversi armada yang ada menjadi kendaraan listrik.</li> <li>Mandat untuk bus dan taksi listrik sudah diterapkan. Republik Rakyat Tiongkok merupakan contoh dalam penerapan mandat untuk penggunaan bus listrik. Negara Bagian California dan Kolombia sudah menetapkan rencana elektrifikasi armada bus untuk transportasi publik dalam satu dekade ke depan.</li> </ul>	Tidak ada kebijakan yang saat ini mewajibkan kota untuk secara bertahap menggunakan bus listrik. Tujuan elektrifikasi 90% Kementerian Perhubungan (Kemenhub) untuk transportasi publik berupa bus pada tahun 2030 belum diberlakukan melalui peraturan resmi apa pun. Target ini mungkin hanya dapat dicapai dengan pemberian mandat.	Kemenhub akan bertanggung jawab untuk merancang dan menerapkan regulasi terkait mandat elektrifikasi transportasi publik.
Insentif langsung bagi konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres No. 55/2019 - Menyebutkan sejumlah jalur regulasi untuk mendapat insentif fiskal.</li> <li>Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri) - Memberikan insentif BBNKB dan PKB untuk KBLBB, termasuk bus listrik.</li> <li>PLN dan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) - Menyusun regulasi yang mencakup struktur tarif listrik dengan tarif curah lebih murah untuk pengadaan fasilitas pengisian daya kendaraan listrik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>India, Republik Rakyat Tiongkok, dan California subsidi untuk pembelian bus listrik dengan insentif antara 30-60% dari nilai total pembelian bus listrik.</li> <li>Subsidi langsung bersifat sementara dengan nilai yang lebih tinggi diberikan di tahap pilot. Subsidi ini juga diberikan untuk pembangunan infrastruktur.</li> <li>Biaya operasional kendaraan listrik ditekan lewat tarif listrik yang lebih rendah untuk penggunaan kendaraan listrik (mis. di Glasgow).</li> <li>Shenzhen mengadopsi sistem tarif listrik selama waktu penggunaan untuk menekan harga listrik di siang hari saat penumpang sepi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Belum ada insentif langsung yang tinggi untuk harga pembelian atau subsidi operasional untuk penyedia bus atau aktor lain yang terlibat dalam pengadaan bus listrik, termasuk penyedia infrastruktur.</li> <li>Tarif listrik untuk pengisian daya bus listrik tidak tersedia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kementerian Keuangan (Kemenkeu) akan bertanggung jawab untuk merancang insentif langsung guna mendukung percepatan transisi transportasi publik.</li> <li>Kementerian ESDM dan PLN akan bertanggung jawab untuk menyusun regulasi dan menerapkan tarif listrik selama waktu penggunaan yang mendukung penggunaan kendaraan listrik.</li> </ul>

**Tabel 2.** Rangkuman Kebijakan dan Analisis Ketimpangan untuk Kebijakan Mobilitas berbasis Listrik di Indonesia



Jenis kebijakan	Kebijakan saat ini	Contoh dari negara lain	Analisis ketimpangan	Penanggung jawab
Insentif tidak langsung (nonfiskal) bagi konsumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perpres No. 55/2019 - Menyebutkan sejumlah jalur regulasi untuk mendapat insentif tidak langsung (nonfiskal).</li> <li>Peraturan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) No. 20/2017 menetapkan standar emisi minimum untuk bus bermesin diesel sesuai EURO IV.</li> </ul>	<p>Insentif tidak langsung bermanfaat bagi konsumen dalam hal efisiensi waktu dan kepraktisan. Program nonfiskal umum yang dapat memberikan insentif untuk bus nol emisi atau emisi rendah membatasi penggunaan kendaraan yang menimbulkan polusi di perkotaan (mis. London) dan meningkatkan standar emisi untuk bus.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zona Emisi Rendah (LEZ) kurang diterapkan di kota-kota di Indonesia.</li> <li>Penerapan EURO IV sebagai standar emisi bus belum berhasil mendorong adopsi bus listrik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemendagri dan Kemenhub akan bertanggung jawab untuk menyusun regulasi yang memfasilitasi otoritas daerah untuk meningkatkan insentif tidak langsung.</li> <li>KLHK akan bertanggung jawab untuk meningkatkan standar emisi dan memberikan pedoman terkait LEZ bersama Kemenhub.</li> </ul>
Adopsi model bisnis inovatif	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kementerian Keuangan - Membatasi masa berlaku kontrak tahun jamak (<i>multi years contract</i>) dengan pemerintah menjadi tiga tahun.</li> <li>Kementerian Perhubungan - Mewajibkan penyelenggara transportasi publik memiliki unit bus paling sedikit sejumlah batas minimum.</li> </ul>	<p>Kota-kota di Amerika Latin menggunakan ratusan bus nol emisi dalam beberapa tahun tanpa mendapatkan pembiayaan signifikan dari negara. Unsur-unsur utamanya meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bisnis model dengan kemitraan pemerintah-swasta (KPS) antara negara dan perusahaan swasta. Perusahaan utilitas dan investor swasta lainnya menjadi pemain baru dalam model ini. Mereka memberikan dukungan finansial yang besar untuk teknologi jenis baru ini.</li> <li>Durasi kontrak yang lebih panjang (14-15 tahun) membantu menekan beban finansial dari adopsi teknologi yang lebih mahal.</li> <li>Selama proses tender di Kolombia dan Chili, pemerintah memberikan dan mendukung pengadaan lahan dan pengelolaan fasilitas pengisian daya bus listrik yang menjadi hambatan dalam meningkatkan pengoperasian bus listrik.</li> <li>Tingkat layanan minimum harian disesuaikan dengan nilai penggunaan harian (km/bus/hari) dari teknologi bus listrik berbasis baterai.</li> </ul>	<p>Model bisnis di Indonesia yang saat ini mengatur layanan bus untuk transportasi publik memiliki tiga batasan utama:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Periode kontrak yang pendek. Sampai saat ini hanya wilayah Jakarta (Transjakarta) yang memiliki durasi kontrak panjang, hingga 10 tahun.</li> <li>Masa kontrak langsung dengan pemerintah jauh lebih terbatas hanya tiga tahun. Kontrak gabungan untuk armada bus listrik, depo bus, dan infrastruktur pengisian daya membutuhkan investasi modal yang jauh lebih tinggi dibandingkan yang sudah ada untuk penyedia bus konvensional saat ini.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemenkeu akan bertanggung jawab untuk mengubah periode kontrak tahun jamak</li> <li>Kemenhub akan bertanggung jawab mengubah regulasi terkait penyedia bus.</li> <li>Pemerintah Daerah akan bertanggung jawab untuk menyusun regulasi yang memungkinkan Lembaga Penyelenggara Transportasi untuk menawarkan periode kontrak yang lebih lama bagi penyedia bus listrik.</li> </ul>

Jenis kebijakan	Kebijakan saat ini	Contoh dari negara lain	Analisis ketimpangan	Penanggung jawab
Kebijakan industri	<p>Kementerian Perindustrian:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulasi yang memastikan KBLBB diproduksi di dalam negeri dengan pemenuhan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) minimum.</li> <li>Pemrioritasan bus untuk transportasi publik guna memastikan progres agenda kendaraan listrik di segmen industri berat.</li> </ul> <p>Kementerian Keuangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kebijakan untuk memberikan insentif untuk investasi bisnis dalam produksi KBLBB.</li> </ul>	<p>Republik Rakyat Tiongkok:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Merupakan produsen KBLBB terbesar di dunia karena memiliki rencana strategis yang dijalankan mulai dari tahun 2009 yang diperbarui seiring waktu.</li> <li>Publikasi <i>Auto Industry Adjustment and Revitalization Plan</i> pada bulan Maret 2009.</li> <li>Program <i>Made in China 2025</i> yang dirilis pada tahun 2015 menetapkan kendaraan yang dioperasikan dengan energi alternatif sebagai strategi kunci yang memastikan bahwa perusahaan Republik Rakyat Tiongkok mengembangkan dan memproduksi kendaraan listrik, baterai, dan komponen vital kelas dunia lainnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak ada kebijakan industri nasional untuk produksi bus listrik. Kurangnya rencana strategis untuk produksi nasional menyiratkan bahwa kebanyakan bus listrik nantinya perlu diimpor sebagai barang yang terurai lengkap (CKD) atau unit yang utuh.</li> <li>Regulasi saat ini tidak menunjukkan bagaimana Pemerintah Indonesia nantinya mendukung kegiatan riset dan pengembangan (R&amp;D) untuk menjamin terciptanya kekayaan intelektual lokal untuk produksi bus listrik (termasuk kendaraan, baterai, peralatan pengisi daya, dan komponen penting lainnya).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemenperin akan bertanggung jawab untuk menyusun rencana rantai pasokan dan R&amp;D.</li> <li>Kemenhub akan bertanggung jawab untuk berkoordinasi dengan Kemenperin sehubungan dengan rencana elektrifikasi transportasi publik.</li> </ul>
Peningkatan koordinasi pemangku kepentingan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi (Kemenkomarves) memimpin gugus tugas nasional untuk KBLBB.</li> <li>Kementerian Perhubungan memimpin elektrifikasi transportasi publik yang dilaksanakan oleh para lembaga penyelenggara transportasi di tingkat kota atau provinsi.</li> </ul>	<p>Survei yang dilakukan dengan melibatkan semua pemangku kepentingan pusat dan daerah menunjukkan bahwa masalah adopsi bus listrik adalah koordinasi antara pimpinan dan pelaksana.</p>	<p>Tidak ada gugus tugas adopsi bus listrik di tingkat nasional atau daerah.</p>	<p>Kemenhub – Direktorat Jenderal Perhubungan Darat/Hubdat akan bertanggung jawab membentuk Komite Elektrifikasi Transportasi publik.</p>

Sumber: Bank Internasional untuk Rekonstruksi dan Pembangunan/Bank Dunia. (2022). E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part I. Global Trends and Market, Policy, Regulatory and Institutional Assessment of E-mobility in Indonesia.

### 3.3 PEMETAAN RISIKO DAN TANTANGAN

Ada berbagai tantangan dalam mewujudkan percepatan penggunaan bus listrik di Indonesia dan pendekatan komprehensif diperlukan dari pemerintah, pemangku kepentingan, dan sektor swasta. Tantangan seperti biaya awal transisi yang mahal, infrastruktur pengisian daya yang terbatas, dan dukungan yang terbagi-bagi untuk bus listrik harus diatasi guna mencapai target ambisius yang ditetapkan oleh pemerintah. Berikut beberapa tantangan utama yang teridentifikasi.



#### Tantangan politis dan terkait regulasi

- Tidak ada peta jalan jangka panjang dan mandat yang jelas terkait penggunaan bus listrik skala besar dan pengadaan infrastruktur pengisian daya. Tidak ada rencana terperinci dan target aksi untuk penggunaan kendaraan listrik, khususnya bus listrik. Hal ini menghambat penyusunan peta jalan untuk pembangunan infrastruktur pengisian daya yang komprehensif.
- Kewenangan yang terbagi-bagi. Meskipun tim koordinasi dan kelompok kerja sudah dibentuk untuk percepatan adopsi kendaraan listrik berbasis baterai, tanggung jawab untuk menyusun dan menjalankan kebijakan tentang adopsi transportasi dengan tenaga listrik masih terbagi-bagi ke berbagai institusi pemerintahan. Kondisi ini menimbulkan hambatan dalam upaya penyusunan kebijakan.
- Kurangnya koordinasi di dalam dan di luar otoritas pemerintahan membuat banyak pihak kebingungan dan menimbulkan keterlambatan implementasi. Ketidakjelasan otoritas dan kebijakan menimbulkan kebingungan di antara sektor publik dan swasta. Kebingungan ini berujung pada diterapkannya pendekatan “*wait and see*” dalam mengadopsi kendaraan listrik.
- Belum ada gugus tugas di tingkat kota untuk akselerasi adopsi KBLBB, termasuk bus listrik. Ketiadaan ini menghambat pemerintah mendorong adopsi dan pelaksanaan program tingkat nasional secara efektif di bidangnya masing-masing.



#### Isu lingkungan

Intensitas emisi karbon dari jaringan sistem tenaga listrik di Indonesia dan potensi limbah baterai dari adopsi massal KBLBB menghadirkan tantangan lingkungan. Masih banyaknya penggunaan sumber energi tak terbarukan di Indonesia untuk penyediaan tenaga listrik mengurangi manfaat umum yang dari elektrifikasi.



### Tantangan di sisi kebutuhan

Harga bus listrik yang mahal, kurangnya nilai tambah jika dibandingkan bus konvensional, biaya operasional dan pemeliharaan yang tidak pasti, dan terbatasnya pasar sekunder yang menjual bus listrik dan baterai bekas merupakan sejumlah faktor yang menghambat pengguna kendaraan pribadi dan penyedia armada bus untuk beralih ke bus listrik. Selain itu, periode kontrak yang terbatas selama tiga tahun untuk kontrak dengan pemerintah dan 10 tahun untuk penyedia bus di Jakarta membatasi *distribution of costs* untuk jangka panjang.



### Tantangan di sisi penyediaan sarana

Investasi modal yang besar dan ketidakpastian kebutuhan adalah hambatan yang dihadapi oleh para pemain industri. Selain itu, regulasi khusus seperti batasan berat total (*Gross Vehicle Weight/GVW*) kendaraan untuk bus menjadi masalah bagi bus listrik. Bus listrik lebih berat karena terdapat baterai, sehingga dapat memengaruhi kapasitas penumpang maksimum bus listrik.



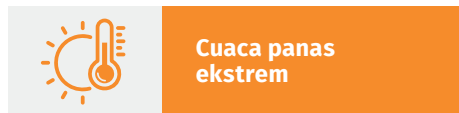
### Isu pengadaan infrastruktur

Biaya modal yang tinggi untuk infrastruktur tertentu, periode yang lama untuk mencapai pengembalian modal, kesulitan memperoleh lahan untuk membangun infrastruktur pengisian daya, ketidakpastian kebutuhan, dan hambatan terkait regulasi merupakan tantangan yang dihadapi dalam upaya mengadakan infrastruktur pengisian daya skala besar yang memengaruhi adopsi bus listrik.

Selain itu, ada juga risiko teknis dalam pelaksanaan program elektrifikasi dengan bus listrik, yaitu:



Banjir menghadirkan risiko besar untuk pengoperasian bus listrik. Banjir dapat merusak armada bus, baterai, dan infrastruktur pengisian daya. Tingkat keparahan kerusakan yang disebabkan oleh banjir bergantung pada berbagai faktor, seperti ketinggian dan intensitas banjir serta kondisi objek yang terkena banjir.



Cuaca panas ekstrem dapat menurunkan kualitas baterai dan meningkatkan konsumsi listrik sehingga mengurangi jarak yang dapat ditempuh bus listrik.



Listrik padam adalah risiko besar mengingat pengoperasian bus listrik bergantung pada pasokan listrik yang menerus. Jenis mati listrik mencakup mati listrik total (yang berdampak ke wilayah yang luas dalam waktu lama), pemadaman bergilir (bersifat terencana dan hanya berdampak ke wilayah tertentu), *brownout* (penurunan tegangan), dan gangguan permanen (isu jaringan listrik setempat).



Kemacetan lalu lintas berisiko bagi pengoperasian bus listrik. Kondisi ini berpotensi menguras persentase kapasitas baterai (*state of charge/SoC*) dan menimbulkan isu terkait keandalan transportasi. Untuk memitigasi risiko ini, diperlukan cadangan dengan daya yang lebih tinggi dari SoC sehingga daya baterai tidak terkuras habis selama bus dioperasikan.

# KESIMPULAN

Meskipun tantangan tak bisa dihindari, kota-kota pelopor penggunaan bus listrik di seluruh dunia memberikan berbagai pelajaran penting yang dapat dimanfaatkan untuk merencanakan dan melaksanakan program transisi ke bus listrik di Indonesia.

- Inisiatif dan insentif dari pemerintah terbukti menjadi faktor-faktor kunci dalam inisiasi program elektrifikasi. Mandat dalam regulasi dan kebijakan menjadi dasar untuk mendorong pasar bus listrik di negara mana pun. Hal ini dapat dijadikan dasar utama untuk memulai melibatkan pihak swasta karena kerja sama dengan swasta merupakan faktor pendorong keberhasilan elektrifikasi yang berkelanjutan.

***Kisah sukses dari Republik Rakyat Tiongkok, India, dan California menunjukkan peran penting pemerintah, termasuk dalam pendanaan, pemberian insentif, pelaksanaan kerja sama publik-swasta, dan penerbitan kebijakan yang suportif.***

- Sangat penting bagi pemerintah dan sektor swasta untuk berkolaborasi guna menutup tingginya biaya program transisi dan menjamin keberlanjutan bus listrik setelah penggunaannya untuk pertama kali. Model bisnis yang terbagi dapat membantu pembagian beban finansial dalam pengadaan dan pengoperasian bus listrik, pembangunan infrastruktur, dan pengadaan depo. Model bisnis ini juga memfasilitasi integrasi bus listrik ke dalam sistem transportasi publik yang lebih berkelanjutan. Oleh karena itu, hambatan terkait regulasi yang mungkin menghalangi eksplorasi model bisnis baru harus diatasi.

***Model bisnis inovatif di Amerika Latin dapat dicontoh oleh Indonesia dalam menyusun pendekatan kolaboratif dengan sektor swasta guna memastikan terwujudnya jaringan transportasi publik berbasis listrik yang berkelanjutan dan terus berkembang.***

- Tantangan dalam percepatan adopsi bus listrik di Indonesia meliputi ketiadaan mandat di tingkat nasional untuk adopsi bus listrik, kurangnya peta jalan jangka panjang yang jelas untuk penggunaan bus listrik, kurangnya kesiapan infrastruktur, dan risiko teknis selama pengoperasian bus listrik.

# 4 Perencanaan Implementasi Bus Listrik

## 4.1 STRATEGI PENYIAPAN DAN PERENCANAAN BUS LISTRIK

Faktor-faktor utama dalam perencanaan bus listrik meliputi spesifikasi bus, konsumsi energi, ukuran baterai, strategi pengisian daya, dan kapasitas jaringan listrik. Tidak seperti bus konvensional, bus listrik memerlukan sistem terintegrasi dengan mempertimbangkan jarak harian yang ditempuh, topografi rute, lokasi potensial untuk pembangunan infrastruktur pengisian daya, dan teknologi baterai.

Dalam menyusun strategi transisi ke bus listrik, diperlukan perencanaan yang memperhitungkan sumber daya yang ada dan mengenali kebutuhan akan sumber daya lainnya. Metodologi umum terkait perencanaan implementasi bus listrik yang digunakan dalam mengembangkan strategi implementasi bus listrik di Jakarta, Medan, dan Bandung diuraikan pada Tabel 3 di bawah.

Jarak tempuh bus listrik dipengaruhi efisiensi energi dan kapasitas baterainya meskipun dapat berbeda-beda tergantung berbagai faktor, antara lain, cuaca dan iklim, *auxiliary power loads*, karakteristik rute, berat bus, dan degradasi kondisi baterai. Dalam mengestimasi jarak tempuh bus, salah satu aspek pertimbangannya adalah kapasitas aktual baterai yang bisa dipakai, yang akan lebih rendah dari kapasitas baterai terukur akibat berbagai batasan yang ada. Batasan tersebut adalah perlunya menjaga kesehatan baterai dengan meminimalkan batas kedalaman pengosongan baterai (*depth of discharge* atau DoD), memastikan keamanannya dengan mengatur pengisian daya maksimum (*state of charge* atau SoC), memastikan pengoperasian yang fleksibel dengan persyaratan daya cadangan, dan mempertimbangkan kapasitas baterai di akhir masa pakainya.

Batas SoC minimum pengoperasian bus—biasanya sekitar 20%-30%—juga perlu ditetapkan guna menjaga kesehatan baterai dan performa kendaraan, mencegah kekhawatiran akan sisa jarak tempuh (*range anxiety*), dan memastikan keandalan bus. Aspek lain yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan meliputi laju degradasi kondisi baterai dan mengalihkan bus yang degradasi kondisi baterainya tinggi ke jarak tempuh hariannya lebih pendek.








Bus listrik biasanya membutuhkan area depo yang lebih luas daripada bus konvensional karena kebutuhan untuk pengisian daya.

LANGKAH		DESKRIPSI
Menetapkan Aspek Utama untuk Analisis		Jarak tempuh harian. Jenis bus (bus besar atau bus medium). Ukuran baterai yang umum tersedia di pasaran menurut jenisnya.
Menentukan kelompok rute		Bus di setiap rute ditetapkan ke depo bus tertentu sesuai rute operasionalnya dengan mempertimbangkan jarak ke depo dan jumlah armada. Menentukan jumlah operator yang diperlukan. Operator tiap depo akan berbeda-beda.
Menentukan strategi pengisian daya yang sesuai untuk setiap pilihan ukuran baterai	Pengisian daya semalaman Pengisian daya siang hari saat periode <i>off-peak</i> Pengisian daya cepat di terminal	Strategi pengisian daya untuk tiap rute dianalisis, mulai dari pengisian daya dengan ukuran baterai terkecil. Diperlukan analisis dan optimalisasi tiga opsi pengisian daya: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Pengisian daya semalaman di depo bus.</li> <li>2) Kombinasi pengisian daya semalaman dan siang hari saat periode <i>off-peak</i> di depo bus/lokasi pengisian daya tambahan (<i>staging</i>).</li> <li>3) Kombinasi pengisian daya semalaman di depo bus dan pengisian daya cepat di pemberhentian terakhir.</li> </ol> Aspek yang perlu dipertimbangkan: kebutuhan daya untuk memenuhi jarak tempuh harian, ukuran baterai, jarak ke depo bus, ketersediaan ruang di pemberhentian terakhir, jadwal operasional, dan SoC.
Menghitung total biaya per rute untuk tiap pilihan ukuran baterai		Belanja modal (CAPEX): biaya pengadaan bus listrik (termasuk biaya pengadaan baterai dan pajak), biaya pengadaan pengisi daya, biaya instalasi, biaya penggantian baterai, dan nilai residu bus listrik. Biaya operasional (OPEX): biaya pengoperasian dan pemeliharaan.
Memilih opsi yang paling hemat biaya untuk tiap rute		Sesuai total biaya untuk tiap rute.
Menyusun peta jalan elektrifikasi BRT		Dengan mempertimbangkan estimasi kebutuhan mobilitas, analisis finansial, kesiapan teknologi, dan analisis spasial (kemungkinan digunakannya fasilitas pengisian daya bersama di depo bus dan/atau terminal). Melakukan analisis tentang hal-hal seperti jaringan listrik, dampak lingkungan, dan untuk keperluan tahap-tahap implementasi yang diajukan.

**Tabel 3.** Metodologi Studi Elektrifikasi Bus Rapid Transit (BRT) di Jakarta, Medan, dan Bandung

Sumber: Bank Internasional untuk Rekonstruksi dan Pembangunan/Bank Dunia. (2022). E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part II. Implementation Strategies to Adopt E-mobility in the Mass Transit Systems in BBMA and Mebidangro.



	Cuaca dan iklim	Dengan panasnya iklim Indonesia, akan dibutuhkan daya yang lebih besar untuk sistem pendingin udara (AC).
	<i>Auxiliary system power loads</i>	Dengan adanya sistem pendukung, seperti AC, konsumsi energi akan lebih besar. Jumlah halte yang harus dilalui bus listrik juga akan berpengaruh terhadap besar beban listrik sistem pendukung, karena makin banyak halte makin sering pula pintu bus harus dibuka-tutup.
	Beban muatan	Konsumsi energi bus listrik juga dipengaruhi beban yang diangkutnya. Besar energi yang digunakan untuk tiap rute juga dipengaruhi berbagai faktor lainnya, seperti berat bus dan jumlah penumpang.
	Degradasi baterai	Baterai bus listrik pasti mengalami penyusutan atau degradasi seiring waktu, terutama bus yang dipakai dengan intensif. Umumnya, baterai akan habis masa pakainya jika kapasitasnya telah turun menjadi 80%.
	Karakteristik rute	Kemiringan jalan, jumlah pemberhentian, jumlah lampu lalu lintas, kemacetan lalu lintas, dan perilaku pengemudi akan berpengaruh terhadap rentang efisiensi bus listrik.

**Tabel 4.** Faktor Lingkungan yang Memengaruhi Kapasitas Pakai Baterai

Untuk menjalankan metodologi di atas, perlu dipersiapkan data-data yang dibutuhkan, di antaranya, jarak tempuh tiap kendaraan per hari di tiap rute dan jumlah serta jenis bus. Sayangnya, tidak semua sistem transportasi publik di Indonesia memiliki prosedur operasional yang terstandar, sehingga timbul hambatan lain bagi elektrifikasi armadanya. Sebelum tahap perencanaan bus listrik dijalankan, perlu dipastikan bahwa prinsip kesiapan elektrifikasi berikut telah terpenuhi.



ITDP dan UK PACT bekerja sama dengan Pemerintah Jakarta dan Transjakarta untuk mengembangkan rencana aksi guna mencapai target ambisius Transjakarta untuk meluncurkan 10.047 bus listrik pada tahun 2030.

Tahap	Tantangan elektrifikasi armada	Kriteria kesiapan elektrifikasi	Ketimpangan dalam sistem yang ada saat ini
Perencanaan	Untuk bus listrik, diperlukan tahap perencanaan tambahan terkait armada, strategi pengisian daya, dan penentuan lokasinya. Teknologi yang akan diadopsi ditentukan oleh berbagai faktor, di antaranya, jarak tempuh harian, topografi, kepraktisan instalasi infrastruktur pengisian daya, dan hambatan dalam pengoperasian. Tiap teknologi bus listrik yang dipilih mungkin juga akan memerlukan infrastruktur dan jenis baterai tertentu.	Agar bus listrik bisa beroperasi sesuai jarak tempuh rencana, data pokok berikut harus tersedia: 1. Jarak harian yang bisa ditempuh saat ini/ yang perlu dicapai oleh tiap unit bus listrik. 2. Data rute, termasuk topografi dan kondisi lalu lintas. 3. Lokasi infrastruktur transportasi publik (halte, shelter, terminal, atau depo) yang ada saat ini/ yang direncanakan ada serta lokasi potensial untuk fasilitas pengisian daya.	1. Pengumpulan data jarak tempuh harian yang kredibel dari transportasi publik informal yang beroperasi sulit dilakukan akibat berbagai faktor, seperti pengalihan rute, jadwal tidak menentu, dan belum terstandarnya prosedur operasional transportasi publik informal di kota-kota Indonesia. 2. Belum memadainya infrastruktur transportasi, yang mencakup depo bus, menimbulkan tantangan tersendiri terkait perencanaan bus listrik, termasuk persoalan pengisian dayanya.
Pengadaan armada	Lebih mahal nya harga kendaraan listrik menimbulkan berbagai tantangan dalam pengadaannya. Biaya operasional bus listrik memang pada umumnya lebih terjangkau dibandingkan bus diesel, tetapi biaya modalnya masih 2,5 sampai 3 kali lipat lebih tinggi.	Solusi biaya investasi yang tinggi tersebut antara lain: 1. Lembaga dengan kemampuan finansial yang solid atau <i>bankability</i> yang baik sehingga mampu melakukan pengadaan bus listrik. 2. Model bisnis yang berkelanjutan dan skema yang bisa digunakan pemerintah untuk memberikan bantuan biaya operasional. Meski tidak harus melakukan pengadaan armada secara mandiri, operator masih harus mengeluarkan biaya sendiri untuk menyewa dan mengoperasikan armada.	1. Kepemilikan armada secara perseorangan dengan model bisnis yang mengandalkan jumlah penumpang belum mampu menjadi opsi yang memadai bagi operator transportasi publik informal. Operator yang ada saat ini belum memiliki kemampuan finansial dan <i>bankability</i> yang cukup guna memperoleh pembiayaan untuk pengadaan kendaraan listrik. 2. Belum ada skema jelas yang ditetapkan bagi pemerintah agar dapat memberikan dukungan finansial untuk pengoperasian sistem angkutan informal.
Penyediaan infrastruktur	Kebanyakan kota tidak memiliki infrastruktur pengisian daya bus listrik yang memadai. Hal ini juga menjadi persoalan tersendiri dalam implementasi bus listrik. Selain itu, mengelola dan memelihara fasilitas pengisian daya menjadi tugas baru yang harus dilimpahkan kepada operator transportasi publik yang sudah ada atau pihak baru.	Untuk menyiapkan infrastruktur pengisian daya bus listrik, diperlukan: 1. Lembaga dengan kemampuan finansial atau <i>bankability</i> yang solid sehingga mampu melaksanakan pengadaan dan pembangunan infrastruktur pengisian daya. 2. Lembaga yang bertugas menjalankan dan memelihara infrastruktur pengisian daya. 3. Tersedianya lahan untuk infrastruktur pengisian daya. 4. Jaringan listrik yang stabil.	1. Operator umumnya tidak memiliki kemampuan finansial atau <i>bankability</i> yang solid agar memperoleh pembiayaan untuk pengadaan infrastruktur pengisian daya secara mandiri. 2. Tanpa depo bus, pengadaan lahan yang memadai di lokasi strategis dekat rute akan menjadi tantangan tersendiri dalam penyiapan infrastruktur pengisian daya. 3. Jaringan listrik yang belum andal masih banyak dijumpai di berbagai kota di Indonesia.

Tabel 5. Kriteria Kesiapan Elektrifikasi

Tahap	Tantangan elektrifikasi armada	Kriteria kesiapan elektrifikasi	Ketimpangan dalam sistem yang ada saat ini
Pengoperasian	Prosedur operasional perlu diubah agar jadwal operasional armada dapat disesuaikan dengan waktu pengisian daya. Untuk unit bus listrik tertentu, pengisian daya semalaman dan pengisian daya siang hari mungkin diperlukan. Jadwal sangat perlu disesuaikan dengan akurat agar pengisian daya baterai dapat dilakukan dengan durasi yang cukup. Selain itu, dengan minimnya stasiun pengisian daya, terutama di permulaan adopsi bus listrik, berakibat tingginya kilometer kosong konsumsi energi yang lebih besar.	Agar durasi pengisian daya dan operasional armada selaras, sejumlah data pokok berikut perlu dikumpulkan: 1. Jarak tempuh yang terprediksi selama jam operasional untuk menentukan SoC yang digunakan selama jam tersebut. 2. Jam operasional armada. 3. Lokasi dan kapasitas infrastruktur pengisian daya yang ada saat ini/yang akan dibangun.	Mengingat layanan transportasi publik informal yang berubah-ubah —titik naik-turun penumpang yang tidak tentu, jarak antararmada ( <i>headway</i> ) yang bervariasi, dan perubahan trase rute—jarak yang ditempuh tiap unit armada selama jam operasional akan sulit diprediksi secara akurat. Tanpa cadangan daya baterai yang cukup, baterai berpotensi kehabisan daya selama jam operasional yang tidak menentu tersebut.
Pemeliharaan	Tiap jenis sistem penggerak bus listrik memerlukan cara pemeliharaan yang berbeda-beda, termasuk tingkat pengetahuan dan keterampilan petugas pemeliharaannya. Perbedaan tersebut memerlukan kemampuan dan keterampilan yang cukup, yang mungkin tidak dimiliki sebagian besar bengkel umum atau petugas pemeliharaan dari pihak operator.	Untuk memelihara armada bus listrik, diperlukan fasilitas khusus dan petugas pemeliharaan yang terampil dari operator armada atau pihak ketiga (mis., dari pihak OEM).	Belum terdapat fasilitas pemeliharaan khusus untuk armada transportasi publik informal. Selain itu, kegiatan pemeliharaan umumnya dilakukan di bengkel umum atau langsung oleh pemilik atau pengemudi armada bus (misalnya, mencuci kendaraan atau melakukan servis ringan). Sumber daya yang ada saat ini mungkin tidak memiliki kapasitas yang cukup untuk melakukan pemeliharaan yang diperlukan.

Sumber: Bank Internasional untuk Rekonstruksi dan Pembangunan/Bank Dunia. (2022). E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part II. Implementation Strategies to Adopt E-mobility in the Mass Transit Systems in BBMA and Mebidangro.

## 4.2 PERENCANAAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN DAYA

Infrastruktur pengisian daya bus listrik ditentukan oleh strategi pengisian daya yang dipilih untuk armada bus listrik tersebut. Faktor pertimbangan dalam penentuan strategi pengisian daya mencakup karakteristik rute, jarak harian yang perlu ditempuh, kebutuhan kapasitas armada, kesiapan dan kesesuaian teknologi, serta ketersediaan lahan. Sementara itu, strategi pengisian daya yang dipilih, terutama dengan mempertimbangkan laju dan siklus pengisian daya, akan memengaruhi usia pakai baterai bus listrik. Secara umum, terdapat empat jenis strategi pengisian daya yang telah digunakan di berbagai negara.



### Pengisian daya semalaman di depo

Bus listrik diisi dayanya sekali saja pada malam hari di depo bus yang telah disediakan. Untuk strategi ini, kapasitas baterai yang lebih besar dapat dipilih agar bus dapat beroperasi seharian, tanpa harus mengisi daya pada siang hari (seperti yang dijumpai di London, Shenzhen, dan Jakarta).

### Pengisian daya siang hari saat pengendapan atau saat periode *off-peak*

Sebagai tambahan pengisian daya semalaman, strategi ini dilakukan dengan cara pengisian daya pada saat jam operasional bus. Untuk itu, infrastruktur pengisian daya diperlukan di terminal maupun lokasi fasilitas pengisian tambahan lainnya, yang memungkinkan pengendapan bus dalam periode tertentu (seperti yang dijumpai di Rotterdam dan Groningen).





### Tukar baterai (battery swapping)

Strategi tukar baterai belum menjadi opsi yang umum digunakan mengingat biaya yang lebih tinggi, risiko teknis saat proses penukaran, dan tantangan dalam standarisasi baterai (seperti yang dijumpai di Republik Rakyat Tiongkok, Jepang, dan Korea Selatan).

### Pengisian daya dalam perjalanan (in-motion charging)

Strategi pengisian daya ini umum digunakan untuk trem dan bus troli. Bus yang diisi dayanya dengan cara ini akan dihubungkan ke jaringan kabel listrik yang ada di atas bus, sehingga dayanya dapat terisi sembari bus beroperasi.



Analisis jaringan listrik merupakan salah satu prosedur dalam perencanaan infrastruktur pengisian daya. Terdapat tiga langkah dalam prosedur ini. Pertama, kebutuhan listrik untuk adopsi bus listrik diestimasi. Kedua, setelah hasil estimasi didapatkan, gardu listrik terdekat yang potensial dihubungkan ke fasilitas pengisian daya diidentifikasi. Terakhir, pola pengisian daya dan dampaknya terhadap infrastruktur listrik setempat dianalisis. Dengan begitu, dapat disimpulkan apakah infrastruktur yang ada dapat memenuhi perkiraan kebutuhan dengan adanya beban tambahan dari pengisian daya.

Perencanaan infrastruktur di depo bus juga perlu dilakukan untuk implementasi bus listrik. Depo bus dapat digunakan untuk berbagai keperluan, misalnya parkir, pengisian daya, pencucian, pemeliharaan, administrasi, tempat gardu listrik, dan fasilitas untuk karyawan. Lokasi pengisian daya pada depo dapat ditempatkan di antara dua bus agar satu pengisi daya dapat digunakan secara bersamaan.

Sejumlah hambatan yang perlu diperhatikan dalam upaya mempercepat proses pembangunan infrastruktur pengisian daya adalah sebagai berikut:



#### **Ketersediaan lahan untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya**

Pembangunan depo pengisian daya di infrastruktur yang ada dapat dipilih saat tahap pilot elektrifikasi bus. Namun, menurut studi kasus terkait di kota-kota padat penduduk (seperti di Republik Rakyat Tiongkok), persoalan terbesar terkait pembangunan fasilitas pengisian daya adalah penyediaan lahan yang diperlukan untuk pembangunan infrastruktur tersebut di dalam wilayah perkotaan. Persoalan ini juga muncul dalam perencanaan elektrifikasi sistem transportasi publik informal di Indonesia. Karena tidak memiliki depo khusus, armada bus umumnya diparkir di atau dekat rumah pengemudi. Dukungan dari pemerintah diperlukan agar lahan untuk memenuhi kebutuhan pengisian daya tersebut dapat tersedia.



#### **Hambatan finansial**

Biaya tambahan untuk instalasi, pengoperasian, dan pemeliharaan infrastruktur juga perlu diperhatikan. Biaya instalasi juga seharusnya mencakup biaya pembuatan saluran dari pengisi daya ke jaringan listrik.



#### **Hambatan rantai pasok**

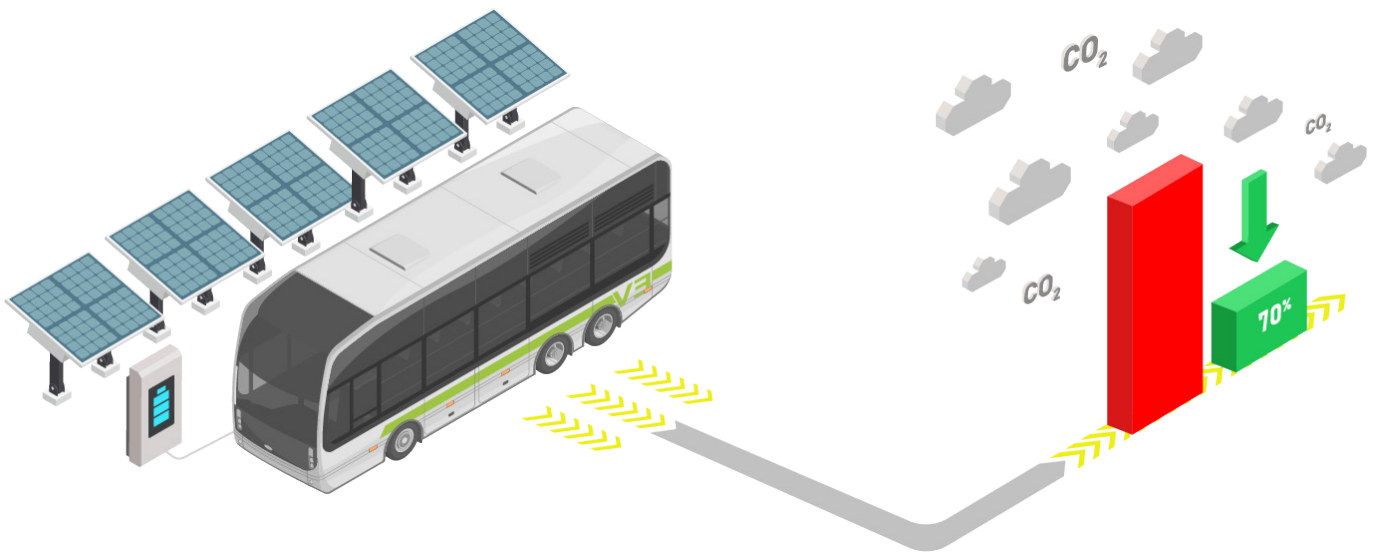
Industri kendaraan listrik Indonesia masih berkembang, sehingga belum terdapat pasokan armada bus listrik, baterai, dan peralatan pengisian daya yang cukup, yang dapat diproduksi secara lokal. Karenanya, armada bus listrik, komponennya, seperti baterai, dan peralatan pengisian daya harus diimpor dari negara lain di permulaan adopsi bus listrik.



#### **Hambatan perizinan**

Dengan adanya fasilitas pengisian daya siang hari, terutama yang berada di fasilitas umum, seperti di trotoar atau terminal bus, perizinan dan perjanjian khusus terkait pemanfaatan aset negara perlu diurus.

### 4.3 INTEGRASI ENERGI TERBARUKAN DENGAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN DAYA



Adopsi bus listrik secara signifikan ikut mengurangi emisi GRK. Dengan diintegrasikannya panel surya ke sistem pengisian daya yang ada, pengurangan emisi akan jauh lebih besar. PLTS atap menjadi solusi tepat untuk pengisian daya dengan energi terbarukan mengingat sifatnya yang modular (jumlahnya dapat disesuaikan kebutuhan) sehingga kebutuhan daya dan output daya panel surya ditentukan ketersediaan ruang instalasinya. Menurut studi tentang elektrifikasi 3.000 unit bus kecil Transjakarta, emisi CO<sub>2</sub> dapat berkurang sebesar 16.579 ton CO<sub>2</sub>e per tahun dengan penggunaan bus listrik dan sistem pengisian daya panel surya di Jakarta. Artinya, emisi GRK dapat berkurang 70%.

# KESIMPULAN

**Kesimpulan pokok yang dapat ditarik dari kajian strategi pengisian daya dan penggunaan energi terbarukan di atas adalah sebagai berikut:**



Tahap perencanaan menentukan keberhasilan implementasi bus listrik. Selain perencanaan rute, perencanaan bus listrik juga mencakup penentuan teknologi bus listrik dan strategi pengisian daya, perubahan prosedur operasional agar sesuai dengan jadwal pengisian daya, dan penentuan lokasi infrastruktur pengisian daya dengan mempertimbangkan kapasitas jaringan listrik. Sementara itu, sebelum transisi ke bus listrik dilakukan, berbagai tantangan yang tidak bisa dilepaskan dari sistem angkutan informal, yang umum dijumpai di berbagai kota di Indonesia, perlu ditanggulangi. Selain hambatan finansial, tantangan tersebut juga meliputi berbagai aspek pelik dari prosedur operasional yang tidak standar, yang menjadi hambatan tersendiri dalam perencanaan bus listrik.



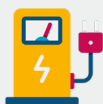
Program pilot dan demonstrasi perlu dijalankan dalam proses implementasi bus listrik karena dapat menunjukkan seberapa baik kegiatan operasional yang dijalankan beserta berbagai tantangan yang ada sebelum transisi berskala besar ke bus listrik dilakukan.



Pemilihan lebih dari satu strategi pengisian daya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan sejumlah faktor terkait lingkungan, seperti iklim setempat, perencanaan rute, pola mobilitas penumpang, masa pakai baterai, dan kebutuhan operator bus listrik.



Penyediaan dan pemeliharaan infrastruktur, terutama jika dalam pelaksanaannya mencakup pengadaan lahan, dapat menambah biaya kapital dalam operasional bus listrik. Oleh karenanya, kolaborasi antara pemerintah dan berbagai sektor swasta sebaiknya dilakukan agar beban finansial dapat dipikul bersama. Pemanfaatan lahan milik pemerintah, misalnya terminal milik pemerintah, juga dapat dijadikan alternatif karena biaya pengadaan tanah dapat diabaikan dan kilometer kosong untuk pengisian daya pada siang hari dapat diminimalkan.



Di industri kendaraan listrik sendiri, opsi yang tersedia untuk infrastruktur pengisian daya begitu beragam. Dengan belajar dari negara lain, di samping memiliki peluang untuk mengadaptasi berbagai model yang ada agar sesuai dengan infrastruktur yang dimilikinya, Indonesia dapat menyusun rencana yang lebih terperinci dalam mengintegrasikan teknologi-teknologi baru pada infrastruktur transportasi publik eksisting.



# 5 Model Bisnis yang Efektif untuk Adopsi Bus Listrik

## 5.1 TINGGINYA BIAYA DAN TANTANGAN KEUANGAN

Pembiayaan dan biaya modal adalah tantangan umum yang ditemui pada kota-kota yang mengadopsi bus listrik. Pengadaan teknologi dan pengembangan infrastruktur menjadi penyebab biaya awal yang tinggi. Belajar dari pengalaman di seluruh dunia yang mengadopsi bus listrik ke dalam sistem transportasi publik, model bisnis inovatif harus dijajaki untuk mengeksplorasi alternatif sumber pendanaan dan pembiayaan, serta memastikan keberhasilan transisi.

Di Jakarta, pelaksanaan fase pilot bus listrik menekankan pentingnya menguji dan membenahi model bisnis saat ini demi implementasi skala besar di masa depan. Pada model saat ini, seluruh beban keuangan untuk pembelian bus listrik dan pembangunan infrastruktur pengisian daya pada tahap pilot ditanggung oleh operator. Model bisnis ini tidak berkelanjutan untuk implementasi di skala yang lebih besar. Untuk mengatasinya, dinas perhubungan dan penyedia jasa transportasi, seperti Dinas Perhubungan DKI Jakarta dan Transjakarta, harus mendukung operator dengan mengembangkan model bisnis alternatif, seperti perjanjian sewa, atau memberikan jaminan bahwa pinjaman dari lembaga pembiayaan dapat diakses.

Selain itu, kontrak yang sedang berjalan antara Transjakarta dengan operator tidak menyertakan insentif dan tidak mempertimbangkan bahwa biaya modal bus listrik melebihi bus konvensional. Evaluasi ulang struktur biaya dan penyesuaian skema pembayaran dapat memberikan insentif untuk mengoperasikan bus listrik. Lebih lanjut, pemerintah daerah harus menjajaki instrumen keuangan, seperti pengurangan pajak dan pemberian subsidi, untuk mendukung adopsi bus listrik dan infrastruktur pengisian daya.

## 5.2 PENENTUAN MODEL BISNIS

Negara-negara pelopor adopsi transisi mobilitas berbasis listrik telah membuktikan perlunya model bisnis alternatif untuk implementasi bus listrik. Model konvensional mengandalkan satu pihak untuk pengadaan dan pengoperasian bus. Sebaliknya, model alternatif melibatkan banyak pihak, sehingga tanggung jawab dan risikonya dapat terdistribusi. Model semacam ini dapat menciptakan pasar baru yang menarik perhatian berbagai industri. Dengan memberikan perhatian pada pasar industri baru seperti energi terbarukan dan teknologi baterai, kolaborasi pemerintah dan swasta akan menjamin elektrifikasi yang berkelanjutan dan berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi.

Kota-kota seperti Santiago, Bogotá, dan Shenzhen membagikan ilmu yang berharga melalui keberhasilannya dalam menerapkan model bisnis inovatif yang memisahkan kepemilikan armada dengan pengoperasiannya. Dengan demikian, risiko keuangan pun berkurang. Skema sewa, beserta pemisahan kontrak kepemilikan dengan pengoperasian, telah berhasil diterapkan dalam sistem bus listrik.



Model bisnis	Deskripsi	Keunggulan	Kekurangan
Buy The Service (model bisnis pilot bus listrik Transjakarta)	Dinas Perhubungan/ Otoritas Transportasi Publik membuat perjanjian dengan operator bus untuk pengadaan, pengoperasian, dan pemeliharaan bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Asset-lite model</i> bagi Dinas Perhubungan/Otoritas Transportasi Publik.</li> <li>• Model bisnis relatif sederhana dan sudah familiar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingginya biaya modal bagi operator bus untuk pengadaan armada dan infrastruktur pengisian daya di depo.</li> <li>• Tidak semua operator bus sanggup membayar uang muka untuk melakukan pengadaan bus listrik.</li> <li>• Keraguan bank untuk terlibat dalam pembiayaan teknologi baru.</li> </ul>
Model konsesi	Dinas Perhubungan/ Otoritas Transportasi Publik melakukan pengadaan bus dan jasa operator untuk mengoperasikan dan memelihara bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya modal yang lebih rendah bagi operator bus.</li> <li>• Biaya dana lebih rendah daripada pengadaan armada oleh operator bus.</li> <li>• Dinas Perhubungan/ Otoritas Transportasi Publik mengendalikan aset sepenuhnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Asset-heavy model</i> bagi Dinas Perhubungan/Otoritas Transportasi Publik.</li> <li>• Operator cenderung tidak merawat aset yang bukan miliknya.</li> <li>• Jika menggunakan dana pemerintah yang ada, model ini tidak layak dijalankan oleh pemerintah daerah dengan kapasitas fiskal yang rendah.</li> </ul>

Tabel 6. Model Bisnis untuk Bus Listrik

Model bisnis	Deskripsi	Keunggulan	Kekurangan
Model sewa armada	Pemberi sewa pihak ketiga melakukan pengadaan dan menyewakan bus kepada operator bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengeluaran modal di muka berkurang bagi Dinas Perhubungan/Otoritas Transportasi Publik dan operator bus.</li> <li>• <i>Cost of fund</i> lebih rendah daripada pengadaan armada oleh operator bus.</li> <li>• Biaya pengadaan bus listrik terdistribusi di sepanjang masa pakai bus.</li> <li>• Model telah diterapkan dalam transportasi publik informal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operator cenderung tidak merawat aset yang bukan miliknya.</li> <li>• Kebutuhan biaya operasional bertambah.</li> </ul>
Sewa armada dan depo	Operator bus menyewa armada bus listrik dari pemberi sewa yang juga menyediakan fasilitas pengisian daya dan pemeliharaan untuk bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Asset-lite model</i>: Biaya modal yang lebih rendah bagi Transjakarta dan operator bus.</li> <li>• Masalah ketersediaan depo dan fasilitas pengisian daya pada malam hari dapat teratasi bagi operator bus kecil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemerintah DKI Jakarta menunjukkan keraguan untuk mengadakan/ menjamin pembiayaan utang untuk Transjakarta.</li> <li>• Operator cenderung tidak merawat aset yang bukan miliknya.</li> </ul>
Model sewa baterai (Baterai sebagai Layanan/ BaaS)	Variasi model sewa ini memisahkan kepemilikan baterai dari kepemilikan armada.	Pengeluaran modal di muka berkurang bagi Dinas Perhubungan/Otoritas Transportasi Publik dan operator bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pemisahan kepemilikan bus dan baterai berpotensi membuat kontrak makin rumit.</li> <li>• Anggaran operasional bertambah.</li> </ul>
Model sewa infrastruktur pengisian daya (Pengisian Daya sebagai Layanan/ CaaS)	Pemberi sewa pihak ketiga memiliki dan menyewakan infrastruktur pengisian daya kepada operator bus.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanggung jawab atas investasi dan infrastruktur pengisian daya dialihkan dari Dinas Perhubungan/Otoritas Transportasi Publik.</li> <li>• Biaya pengadaan bus listrik tersebar di sepanjang masa pakai bus.</li> <li>• Masalah ketersediaan depo dan fasilitas pengisian daya pada malam hari dapat teratasi bagi operator bus kecil/ transportasi publik informal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operator cenderung tidak merawat aset yang bukan miliknya.</li> <li>• Kebutuhan biaya operasional bertambah.</li> </ul>

Sumber: Institute for Transportation and Development Policy. (2021). Business Model and Financial Analysis for Transjakarta Electric Bus Deployment: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility.

## 5.3 OPSI PEMBIAYAAN DAN PELUANG INVESTASI

Opsi pembiayaan sangat vital untuk transisi mobilitas listrik di Indonesia. Pelajaran yang diperoleh dari negara-negara pelopor pengguna bus listrik menekankan pentingnya subsidi maupun insentif dari pemerintah untuk mengawali dan menyokong transisi. Namun, sebagaimana disebutkan di Bagian 5.1, ketiadaan insentif fiskal yang besar masih ditemukan di tingkat nasional dan daerah. Insentif pembiayaan yang saat ini diberikan oleh pemerintah daerah di Indonesia kurang konsisten, sehingga tidak terlalu berdampak pada pembelian bus listrik. Untuk mengatasinya, insentif di antara semua provinsi perlu diselaraskan dan insentif langsung dari pemerintah perlu ditetapkan secara khusus untuk transportasi publik. Pemberlakuan pajak karbon dan pemanfaatan penerimaan pajak tersebut juga dapat berfungsi sebagai sumber pendanaan yang berkelanjutan untuk mendorong adopsi bus listrik dan mengurangi emisi karbon secara keseluruhan di Indonesia.

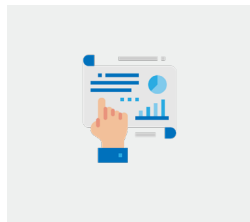


Mekanisme pendanaan konvensional untuk pembiayaan program bus listrik hanya dapat dilakukan untuk pengadaan jumlah bus yang sangat terbatas karena keterbatasan kemampuan keuangan operator. Beberapa sumber pendanaan potensial dapat dieksplorasi untuk mempercepat adopsi bus listrik.

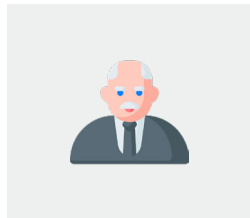
Selain itu, pinjaman luar negeri dari Bank Pembangunan Multilateral atau Badan Kredit Ekspor (ECA) menawarkan sumber pendanaan alternatif. Pinjaman ini dapat memiliki syarat dan ketentuan yang mendukung inisiatif bus listrik di Indonesia. Penjajakan instrumen investasi lainnya, seperti obligasi dan Reksa Dana Penyertaan Terbatas, juga dapat dijadikan opsi pembiayaan bus listrik. Kolaborasi dengan entitas sektor swasta, seperti manajer investasi atau perusahaan pembiayaan, diperlukan untuk menerapkan instrumen pembiayaan alternatif ini pada implementasi bus listrik.

# KESIMPULAN

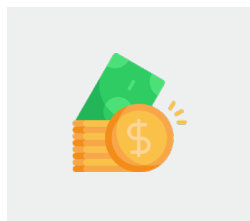
Berikut adalah kesimpulan utama sebagai pertimbangan untuk memilih model bisnis yang inovatif.



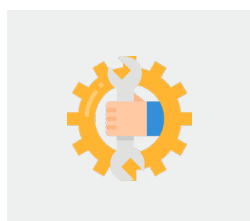
Tantangan keuangan dalam mengintegrasikan bus listrik ke dalam sistem transportasi publik di kota mana pun akan berawal dari tahap perencanaan awal dan pengadaan. Belajar dari pengalaman di tingkat global, pendekatan berupa pembagian tanggung jawab perlu diterapkan dalam perencanaan pendanaan dan pembiayaan.



Pemerintah pusat berperan penting dalam mendukung penggunaan bus listrik melalui penyusunan strategi fiskal yang menyertakan sektor swasta untuk ikut terlibat dalam pengambilan tanggung jawab.



Penyelenggaraan bus listrik membutuhkan biaya awal yang tinggi, utamanya untuk membangun basis dan infrastruktur yang tepat demi efisiensi bus listrik yang berkesinambungan.



Tantangan keuangan selanjutnya hadir dalam bentuk pemeliharaan dan tahap ekspansi transisi bus listrik, terutama terkait akses ke sumber pendanaan yang diperlukan untuk memastikan terpenuhinya masa pakai bus listrik, sesuai teknologi baterai yang digunakan, dan tersedianya pengisian daya yang dibutuhkan.



Model bisnis kolaboratif yang mendatangkan peluang bagi sektor swasta akan menjamin keberlanjutan bus listrik dalam sistem transportasi publik.

Kota-kota di seluruh dunia menghadapi tantangan yang sama, yaitu tingginya kebutuhan pendanaan dan pembiayaan dalam adopsi bus listrik. Di Indonesia, model bisnis saat ini tidak cocok untuk meningkatkan skala penggunaan bus listrik, karena membebani keuangan operator. Untuk mengatasi tantangan ini, dilakukan analisis terhadap model-model bisnis berkelanjutan yang inovatif, yaitu Model Konsesi, Sewa Armada, atau Sewa Armada dan Depo. Selain itu, evaluasi ulang struktur biaya, penyesuaian skema pembayaran, pemberian insentif, serta pertimbangan pengurangan pajak dan pemberian subsidi, dapat memotivasi operator dan memfasilitasi adopsi bus listrik serta infrastruktur pengisian daya. Dengan memberlakukan model bisnis inovatif semacam ini dan menjalankan proyek pilot, kota-kota dapat dengan lancar bertransisi menuju bus listrik serta mengembangkan sistem transportasi publik yang berkelanjutan dan efisien.



# BAGIAN KETIGA

## PERCEPATAN ADOPSI

---

Transjakarta, serta rencana *Bus Rapid Transit* (BRT) di Wilayah Metropolitan Cekungan Bandung (BBMA) dan Wilayah Metropolitan Medan (Mebidangro) menawarkan wawasan berharga untuk mempercepat transisi dari bus diesel ke bus listrik di Indonesia. Selain itu, keragaman kebutuhan kelompok rentan juga harus diprioritaskan untuk menetapkan regulasi dan kebijakan yang selaras dengan tujuan elektrifikasi transportasi publik.

# 6 Studi Kasus: Implementasi Bus Listrik Transjakarta

## 6.1 PROGRAM BUS LISTRIK TRANSJAKARTA

Pada Oktober 2022, Pemerintah DKI Jakarta menerbitkan Keputusan Gubernur Nomor 1053 Tahun 2022 tentang Pedoman Percepatan Program Penggunaan Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai dalam Layanan Angkutan Transjakarta. Melalui keputusan tersebut, pemerintah menargetkan bahwa elektrifikasi 50% armada Transjakarta dapat tercapai pada tahun 2027 dan 100% pada tahun 2030. Untuk memulai proses elektrifikasi berskala besar ini, Transjakarta telah melaksanakan sejumlah tahap persiapan berskala kecil guna memastikan kelaikan jalan armada sekaligus kesiapan produsen dan operator dalam mendukung implementasi bus listrik secara penuh.

Yang pertama dijalankan adalah tahap pra-uji coba, yang berlangsung selama tiga bulan dari tahun 2019 hingga 2020. Tujuan dari tahap tersebut adalah untuk memastikan kesesuaian kendaraan dengan regulasi dan peraturan yang berlaku, menganalisis efisiensi energi armada, serta memastikan bahwa armada telah sesuai dengan kebutuhan Transjakarta. Dalam tahap pra-uji coba yang berlangsung dari September hingga Desember 2019, digunakan dua bus BYD (satu bus besar dengan panjang 12 meter dan kapasitas baterai 324 kWh dan satu bus dengan panjang 7 meter dan kapasitas baterai 135 kWh) serta satu bus besar produksi Mobil Anak Bangsa (MAB) dengan panjang 12 meter. Selanjutnya, dari Juli hingga Oktober 2020, tahap pra-uji coba dilakukan dengan bus besar BYD K9 dan bus medium BYD C6. Selama tahun 2021–2022, Transjakarta terus melakukan tahap pra-uji coba dengan berbagai model bus listrik dari empat produsen, di antaranya, bus listrik dek tinggi untuk layanan BRT produksi Mobil Anak Bangsa.

Tahap kedua berupa tahap pilot, yang berlangsung selama dua tahun melalui skema *Buy The Service*, dengan tujuan untuk memastikan kesesuaian biaya pemeliharaan dan operasional. Namun, akibat minimnya dukungan kebijakan dan nihilnya pengalaman dalam mengimplementasikan proyek serupa di dalam negeri, tahap pilot bus listrik ini menghadapi berbagai hambatan, yang menyebabkan pelaksanaannya tertunda cukup lama. Pada Agustus 2021, satu perusahaan operator berhasil melakukan pengadaan 30 bus listrik BYD K9 serta membangun stasiun pengisian daya dengan 10 titik pengisian dari Januari hingga Juni 2022. Meski demikian, dengan ketersediaan infrastruktur pengisian daya dan armada yang masih belum memadai, proyek pilot tersebut harus ditunda. Baru pada Juni 2022, 30 bus listrik berhasil mengaspal.



Pada 8 Maret 2022, Transjakarta meluncurkan empat bus listrik yang dapat menempuh hingga 250 kilometer dalam sekali pengisian daya.



## Menyukseskan transisi Transjakarta ke bus listrik

Sejumlah lembaga telah mengadakan program asistensi teknis guna mendukung upaya transisi Transjakarta ke bus listrik. Sejak tahun 2020, dengan dukungan dari Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa (UNEP)-Climate Technology Centre and Network (CTCN), Koalisi TUMI (Transformative Urban Mobility Initiative) E-Bus Mission, dan Program Kemitraan UK Partnering for Accelerated Climate Transitions (UK PACT), ITDP telah melaksanakan sejumlah studi dan program asistensi teknis untuk membantu Transjakarta mencapai target elektrifikasinya.

### Feb 2020 - Mei 2021

UNEP-CTCN mendukung penyusunan peta jalan elektrifikasi **BRT dan non-BRT**



#### Hasil:

- **Kebijakan dan rencana aksi** untuk elektrifikasi armada bus listrik Transjakarta.
- **Peta jalan dan linimasa** implementasi bus listrik Transjakarta.
- Studi kelayakan untuk **pengisian daya** bus listrik Transjakarta di terminal menggunakan **energi terbarukan**.

### Juni 2021 – Nov 2022

TUMI E-bus Mission memberikan pendampingan dalam pemantauan dan evaluasi 100 unit bus listrik percontohan Transjakarta sekaligus dalam pembuatan jaringan berbagi pengetahuan terdesentralisasi (peer-to-peer).



2020

2021

2021

Feb 2022

### Feb 2021 – Mar 2022

UK PACT membantu penyusunan peta jalan elektrifikasi **Mikrotrans Transjakarta**



#### Hasil:

- **Rencana aksi komprehensif** untuk menambah jumlah unit bus listrik Transjakarta secara signifikan
- **Rekomendasi kebijakan** untuk memastikan keberlanjutan armada bus listrik Transjakarta
- **Peningkatan kapasitas** terkait implementasi bus listrik Transjakarta

### Mar 2022 – Mei 2023

Program UK PACT Bus Listrik Transjakarta tahun kedua - FBC (final business case, atau analisis keputusan bisnis final) mengembangkan kerangka terkait hal-hal teknis, kebijakan, dan keuangan sebagai dasar dalam pelaksanaan elektrifikasi bus tahap pertama.



Dalam program terbaru yang didukung UK PACT, ITDP menyusun rekomendasi terkait penyiapan landasan hukum dan dukungan finansial yang kuat guna memfasilitasi upaya elektrifikasi berskala besar, yang di antaranya juga meliputi penyusunan rencana elektrifikasi jangka panjang yang memperhatikan aspek kesiapan teknologi, kebutuhan investasi, dan dukungan regulasi serta aspek kesetaraan gender, disabilitas, dan inklusi sosial (GEDSI). Dokumen *business case* (analisis keputusan bisnis) yang mencakup rencana teknis terperinci terkait tahap pertama elektrifikasi juga telah disusun guna menyampaikan kepada calon investor tentang kelayakan (*feasibility*) proyek di samping rencana terkait rute, teknologi, dan lokasi pengisian daya serta dampak elektrifikasi parsial terhadap kegiatan operasional Transjakarta.

## 6.2 EVALUASI TERHADAP PELAKSANAAN TAHAP PILOT BUS LISTRIK TRANSJAKARTA

Bekerja sama dengan TUMI E-Bus Mission, ITDP melaksanakan program asistensi teknis untuk mendukung monitoring dan evaluasi proyek pilot bus listrik di Jakarta. Bekerja sebagai satu tim, kedua lembaga tersebut menyusun suatu metodologi evaluasi yang terdiri atas empat indikator penilaian: performa kendaraan (*vehicle performance*), kinerja operasional (*operating performance*), dampak terhadap lingkungan (*environmental performance*), dan inklusivitas terhadap segala kalangan dan gender (*social and gender performance*). Menggunakan data operasional bus listrik dari Transjakarta selama sepuluh bulan sejak 4 Maret 2022 sampai 31 Desember 2022, tim menganalisis performa armada pada tanggal, bulan, dan rute yang berbeda-beda. Selain itu, survei dengan peserta penumpang dilakukan guna memahami kebutuhannya dan menentukan tingkat kepuasannya terhadap layanan yang diberikan.

Dari hasil monitoring dan evaluasi terhadap proyek pilot ini, terdapat sejumlah indikator utama yang dapat ditingkatkan nilainya agar efisiensi dan efektivitas bus listrik Transjakarta secara umum dapat bertambah dan agar perencanaan untuk implementasi bus listrik Transjakarta di masa mendatang lebih matang. Temuan tersebut adalah sebagai berikut.



### Efisiensi energi

Bus listrik dalam proyek pilot ini memiliki efisiensi energi yang tinggi dengan konsumsi rata-rata sebesar 0,95 kWh/km. Namun, hasil analisis menunjukkan bahwa selama periode penelitian, jarak tempuh dalam km tersebut berkurang tipis yang diduga akibat degradasi baterai. Oleh karena itu, direkomendasikan untuk memantau armada dan rute tertentu yang efisiensi energinya rendah.



### Keakuratan dan ketersediaan data

Dari kajian ini, juga diketahui bahwa data pengisian daya dan informasi kerusakan yang lebih terperinci diperlukan agar sistem dapat dianalisis secara komprehensif. Selain itu, Transjakarta sebaiknya memeriksa keakuratan data yang diperoleh sebelum peningkatan kapabilitas pusat kendali dan integrasi bus listrik dilakukan.



### Ketersediaan layanan

Layanan operasional armada bus listrik pada awal percontohan kurang andal terutama akibat persoalan terkait kesiapan stasiun pengisian daya. Namun, seiring waktu, tingkat ketersediaan layanan meningkat hingga 90%. Artinya, sistem tersebut makin stabil dan dengan penyempurnaan terhadap infrastruktur pengisian dayanya, kinerja sistem akan jauh meningkat.



### Kilometer kosong

Temuan penting lainnya adalah terlalu jauhnya jarak kilometer kosong, yaitu saat bus dijadwalkan untuk tidak mengangkut penumpang. Kajian yang dilakukan menyarankan perlunya depo dan terminal tambahan yang dilengkapi infrastruktur pengisian daya agar dead kilometer bisa berkurang dan pengisian daya semalaman memungkinkan.



### Kualitas layanan secara umum

Terakhir, menurut umpan balik dari penumpang, jumlah unit armada perlu ditambah dan selang waktu kedatangan antarunit bus perlu dipersingkat agar kualitas layanan Transjakarta secara umum meningkat.

## 6.3 IDENTIFIKASI PELUANG DAN TANTANGAN

Dari pelaksanaan program asistensi teknis untuk Transjakarta, termasuk evaluasi proyek pilot bus listrik dan pendampingan dalam perencanaan implementasinya, terdapat sejumlah peluang utama yang berhasil teridentifikasi dalam transisi Transjakarta ke bus listrik.



**Elektrifikasi armada Transjakarta secara finansial dan ekonomi realistis dan mampu memberikan manfaat ekonomi dan sosial yang besar.**

Pada tahun 2030, elektrifikasi diproyeksikan mampu menghasilkan manfaat ekonomi dan sosial bernilai Rp4,2 triliun. Elektrifikasi akan menghasilkan tingkat pengembalian internal (IRR) atas investasi sebesar 34% dan rasio manfaat-biaya (BCR) 2,41.



### Elektrifikasi menghadirkan penghematan biaya dan manfaat lingkungan yang besar.

Secara kumulatif pada 2030, terdapat penghematan kumulatif sebesar Rp2,1 triliun dari subsidi bahan bakar bensin dan Rp3 triliun dalam devisa asing. Sementara itu, jika dibandingkan nilai emisi dari armada yang ada saat ini, berbagai jenis emisi akan dapat dikurangi secara signifikan: GRK sebesar 58%, emisi partikulat mikro PM2,5 45%, gas buang NOx 47%, dan SOx 47%. Namun, emisi dari pembangkitan listrik akan mengulir pengurangan emisi gas buang PM2,5 dan SOx.

### Menurut analisis keuangan, implementasi bus listrik lebih menguntungkan.

Total biaya kepemilikan (TCO) untuk bus listrik kecil listrik lebih rendah 25% dari bus berbahan bakar minyak. Adopsi bus besar 12-m memakan biaya 6% lebih terjangkau dibanding bus diesel.



### Konsultasi pasar menunjukkan minat besar dari berbagai pemodal.

Lembaga-lembaga pembiayaan menyatakan ketertarikannya untuk turut serta dalam program elektrifikasi armada Transjakarta, terutama dalam pembiayaan modalnya (CAPEX).



Sementara itu, sejumlah hambatan utama juga telah berhasil diidentifikasi. Agar implementasi bus listrik di Jakarta di masa mendatang sekaligus peningkatan skalanya dapat berhasil, berbagai hambatan yang ada perlu diatasi. Pelaksanaan proyek pilot ini juga perlu dijadikan pelajaran berharga. Adapun hambatan tersebut adalah sebagai berikut.

### 1. Hambatan kebijakan

Belum adanya regulasi yang jelas terkait pajak kendaraan listrik, perbedaan biaya tenaga kerja untuk pengoperasian bus listrik dan bus konvensional akibat risiko yang lebih tinggi, dan perlunya kebijakan dan regulasi yang proaktif terkait bus listrik.

### 2. Hambatan keuangan dan model bisnis yang belum dapat diperluas skalanya

Biaya modal pengadaan bus listrik mencapai dua kali lipat lebih dari pengadaan bus konvensional, sehingga dari segi finansial bus listrik kurang menarik bagi operator. Bahkan di tahap pilot pun, operator sudah harus menanggung biaya modal yang tinggi untuk melakukan pengadaan bus listrik dan pembangunan infrastruktur pengisian dayanya. Menurut rencana awal, akan dilakukan pengadaan 100 unit bus listrik di 2022. Namun, hingga saat ini, terdapat 30 unit saja yang beroperasi. Tidak adanya insentif yang menarik pun juga menyurutkan minat operator untuk mengikuti tender proyek pilot bus listrik dan mengoperasikan bus listrik.

### 3. Hambatan operasional



**a. Minimnya pengetahuan:** Operator bus listrik masih belum memiliki pengetahuan yang memadai terkait penghitungan biaya per kilometer jarak tempuh, berbagai teknologi yang ada, dan praktik pemeliharaan bus listrik yang baik dalam keadaan kahar, misalnya, saat banjir.



**b. Belum terstandarnya prosedur operasional:** Prosedur operasional standar (SOP) dan petunjuk pengoperasian bus listrik yang disusun khusus untuk Transjakarta belum tersedia dan perlu diadakan.



**c. Minimnya pendampingan dan pelatihan terhadap operator:** Operator perlu mendapatkan dukungan agar dapat mempersiapkan implementasi bus listrik dan memahami serta mematuhi SOP dengan saksama. Dalam mengoperasikan bus listrik, operator juga mengalami pelbagai kendala akibat minimnya pengetahuan dan pengalaman, akses yang belum memadai ke informasi tentang teknologi dan model bisnis baru, dan kesulitan dalam koordinasi dengan penyedia tenaga listrik dan pengadaan lahan untuk infrastruktur pengisian daya. Selain pemberian dukungan terkait implementasi, perlu diadakan pelatihan untuk menjembatani transfer pengetahuan dan/atau keterampilan secara memadai kepada operator.



**d. Hambatan operasional lainnya:** berupa belum memadainya layanan purnajual untuk armada bus listrik akibat belum adanya dealer dengan jaringan yang kuat di wilayah setempat, minimnya ketersediaan infrastruktur pengisian daya, belum eratnya koordinasi dengan para pemangku kepentingan, minimnya kesadaran teknisi akan alat pelindung diri, dan belum cukupnya komunikasi publik untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan manfaat bus listrik.

#### 4. Hambatan monitoring dan evaluasi



a. **Belum jelasnya prosedur pengumpulan dan berbagi data:** Dalam kontrak antara operator dan Transjakarta, prosedur pengumpulan dan berbagi data belum diuraikan secara jelas dan terperinci. Data yang memadai dari operator pun sulit didapatkan, sehingga analisis yang baik tentang kinerja operasional menjadi sulit dilakukan. Pihak Transjakarta sendiri kesulitan dalam mendapatkan data yang cukup untuk keperluan evaluasi.



b. **Minimnya verifikasi dan analisis data:** Dalam prosedur pengumpulan dan berbagi data tersebut, belum tercakup ketentuan terkait verifikasi data antara Transjakarta dan operator. Karena operator melakukan pencatatan data secara manual, kelalaian rentan terjadi, sehingga data yang dikumpulkan menjadi kurang kredibel. Prosedur verifikasi data antara Transjakarta dan operator perlu ditetapkan agar akurasi data terjamin.

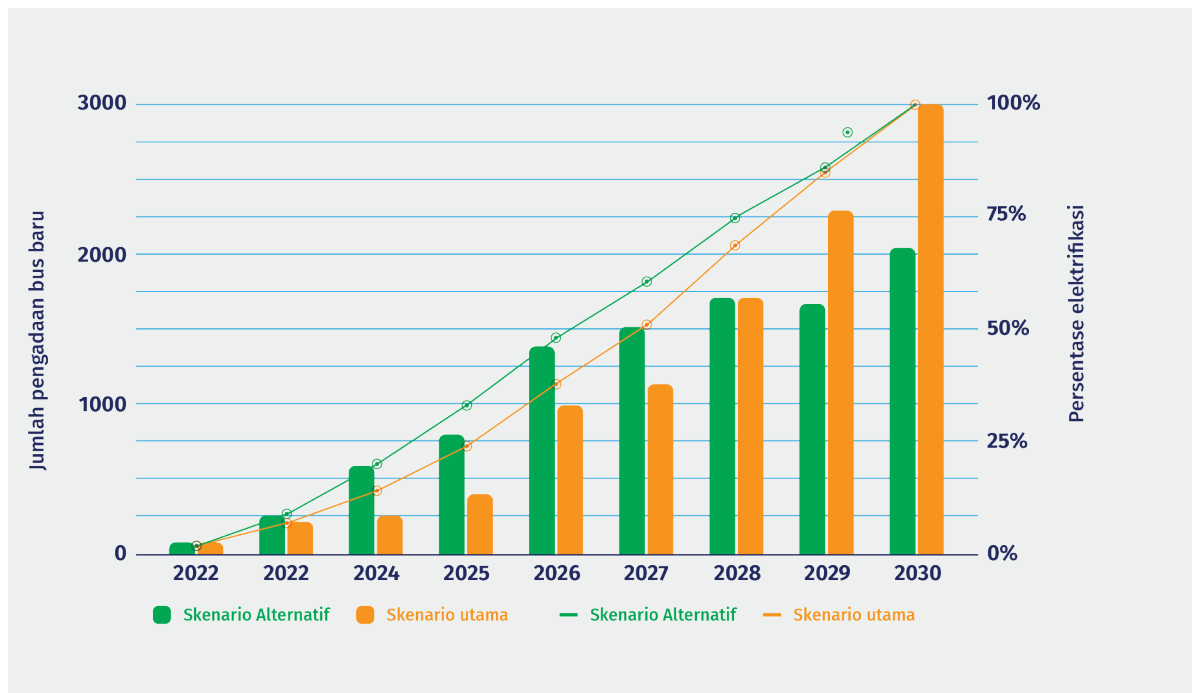


c. **Hambatan integrasi data:** Pengumpulan data, yang dilakukan melalui pencatatan manual oleh pengemudi, sangat bergantung pada operator. Akibatnya, pengumpulan data menjadi tidak efisien dan kesalahan data rentan terjadi. Pengumpulan data bus listrik perlu diintegrasikan dengan pusat kendali (*command center*) agar lebih praktis dan data yang dikumpulkan akurat.

## 6.4 PENDAMPINGAN DALAM PERENCANAAN PETA JALAN BUS LISTRIK TRANSJAKARTA

Dalam menyusun rekomendasi terkait tahapan implementasi bus listrik Transjakarta, termasuk jenis bus, sejumlah faktor menjadi bahan pertimbangan, di antaranya, kesiapan armada dan teknologi pengisian daya, kelayakan pembangunan infrastruktur pengisian daya, target elektrifikasi yang dicanangkan Transjakarta, batasan jumlah pengadaan unit armada untuk tahun 2030 yang ditetapkan Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, estimasi tanggal berakhirnya kontrak-kontrak yang masih berlaku, dan estimasi jumlah unit armada sampai tahun 2030. Dengan target yang ditetapkan, Pemerintah Provinsi DKI Jakarta akan menghentikan pengadaan bus konvensional untuk Transjakarta pada tahun 2024. Terdapat pula skenario implementasi alternatif yang dirancang guna mempercepat implementasi bus listrik. Skenario tersebut berpotensi mampu menurunkan biaya TCO per kilometer dan meningkatkan kebermanfaatannya bus listrik.

**Gambar 4.** Bagan Realisasi Rekomendasi Target Implementasi Bus Listrik Transjakarta Menurut Tahun untuk Tahap Pertama Implementasi



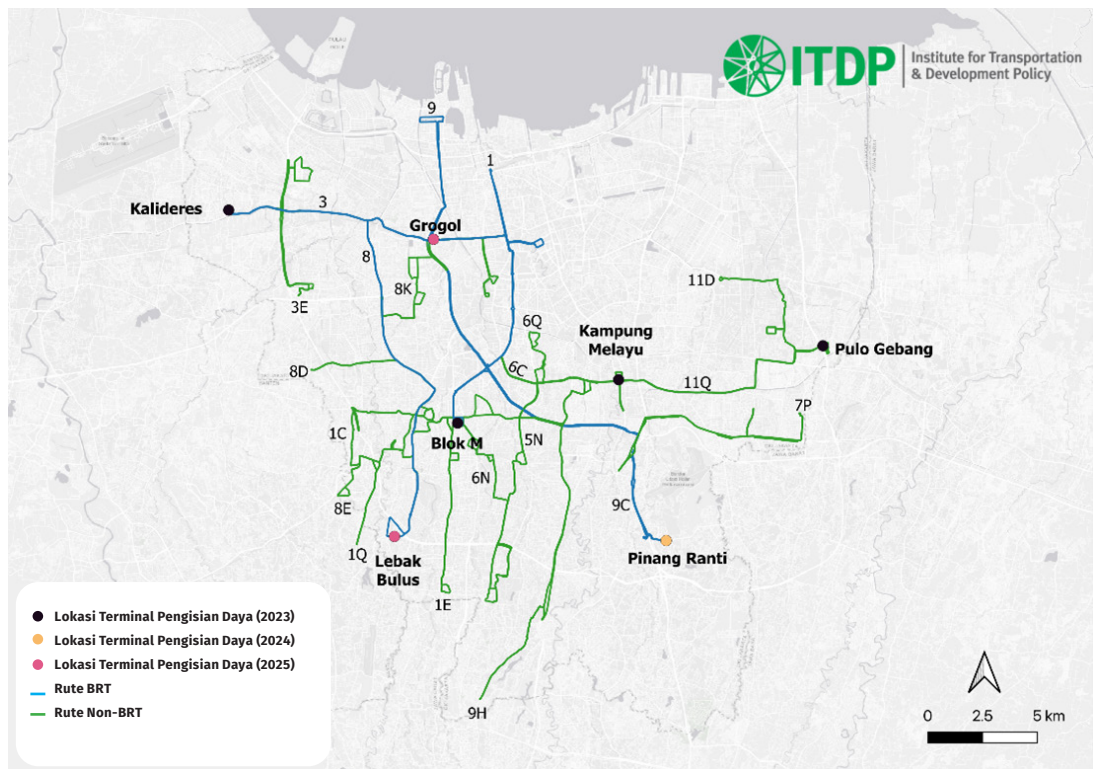
Sumber: UK PACT. (2023). Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment: An Executive Summary.

Rekomendasi yang lebih komprehensif telah disusun untuk menyusun dokumen *business case* untuk tahap pertama transisi Transjakarta ke bus listrik, yang berlangsung dari tahun 2023 hingga 2025. Waktu implementasi tersebut dipilih atas dasar estimasi dana yang dapat dihimpun melalui skema Reksa Dana Penyertaan Terbatas (RDPT) dan hasil konsultasi dengan manajer investasi. Diperkirakan bahwa jumlah dana yang terhimpun akan cukup untuk pengadaan sekitar 840 bus listrik.

Untuk penyusunan rekomendasi terkait rute yang akan digunakan dalam tahap pertama implementasi bus listrik Transjakarta, terdapat sejumlah faktor yang menjadi bahan pertimbangan, di antaranya, TCO per kilometer untuk tiap rute, jumlah unit bus yang beroperasi pada rute, keterpakaian dan kebermanfaatan armada (mempertimbangkan area yang dapat dijadikan zona pembatasan kendaraan), strategi pengisian daya, dan peluang berbagi penggunaan infrastruktur. Selain itu, jarak dan ketersediaan terminal juga menjadi bahan pertimbangan dalam proses penentuan rute. Menurut hasil kajian yang dilakukan, 8 rute BRT, 15 rute non-BRT, dan 9 rute Mikrotrans direkomendasikan untuk dielektifikasi secara bertahap dari 2023 hingga 2025.

Beberapa jenis bus, seperti (1) bus lantai tinggi 12 meter dengan kapasitas baterai 324 kWh; (2) bus lantai rendah 12 meter dengan kapasitas baterai 324 kWh; (3) bus gandeng 18 meter dengan kapasitas baterai 450 kWh; (4) bus medium 7 meter dengan kapasitas baterai 135 kWh; dan (5) bus kecil 4 meter dengan kapasitas baterai 42 kWh, direkomendasikan untuk digunakan dalam tahap pertama implementasi dengan mempertimbangkan kesiapan teknologi (dengan tersedianya berbagai model bus listrik secara luas di pasaran), kapasitas dan spesifikasi teknis armada saat ini, kerangka regulasi (terutama yang terkait batas jumlah berat yang diperbolehkan [JBB] tiap jenis armada), dan biaya serta efisiensi pengadaan, yang di antaranya dapat dicapai dengan meminimalkan kustomisasi ukuran baterai untuk menekan biaya dan mempercepat pelaksanaan implementasi.

Mengacu pada rute dan jenis bus listrik yang disarankan, disusun pula rekomendasi terkait strategi pengisian daya dan lokasinya dengan tujuan untuk meminimalkan kilometer kosong dan mengoptimalkan penghematan biaya operasionalnya. Untuk unit bus listrik yang tidak dapat sepenuhnya mengandalkan strategi pengisian daya semalaman di depo bus, infrastruktur yang memungkinkan pengisian daya siang hari disarankan untuk disediakan di terminal-terminal. Selain itu, penggunaan pengisi daya model colok (*plug-in*) disarankan untuk permulaan implementasi sebelum tahun 2025, yang kemudian dilanjutkan dengan mengenalkan penggunaan pengisi daya pantograf yang tersambung melalui bagian atas bus pada tahun 2025 agar sejalan dengan rencana implementasi bus gandeng listrik serta kesiapan teknologi.



**Gambar 5.** Rekomendasi Lokasi Pengisian Daya Siang Hari untuk Implementasi Bus Listrik Transjakarta Tahap Pertama

Sumber: UK PACT. (2023). Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment: An Executive Summary.



Selain rekomendasi teknis, terdapat sejumlah rekomendasi utama yang diajukan untuk mendukung proses transisi dan mengatasi berbagai tantangan yang ada.

## 1. Terkait kebijakan



**Kerangka regulasi yang kuat diperlukan sebagai dasar hukum bagi Transjakarta untuk mengimplementasikan bus listrik dalam skala besar setelah tahap pilot.** Keputusan Gubernur DKI Jakarta telah dikeluarkan sebagai kerangka regulasi awal yang konkret bagi elektrifikasi Transjakarta dalam skala besar. Selain itu, Keputusan Gubernur DKI Jakarta tersebut memerlukan kerangka regulasi tegas yang tingkatannya lebih tinggi agar dapat dijalankan secara efektif.

## 2. Terkait pembiayaan



**Solusi dan bentuk kerja sama baru dalam aspek pembiayaan diperlukan bagi proses elektrifikasi.** Aspek kepemilikan dan pengoperasian aset harus dipisahkan. Selain itu, perlu diadakan perjanjian sewa guna usaha dengan operator agar biaya dan risiko dapat ditanggung merata. Biaya tinggi di awal menjadi hambatan dan oleh karenanya, diperlukan skema pembiayaan yang baru. Sejumlah pemodal telah menunjukkan ketertarikannya, terutama untuk membiayai belanja modal (CAPEX).



**Total biaya yang ditanggung operator perlu ditinjau ulang dan skema pembayaran perlu disesuaikan agar selaras dengan biaya modal pengadaan bus listrik yang lebih tinggi.** Ketentuan perjanjian, penghitungan biaya, dan skema pembayaran perlu disesuaikan agar operator makin tertarik.



**Pemangku kepentingan yang kemampuan finansialnya rendah perlu diikutsertakan.** Operator atau koperasi yang kemampuan finansialnya rendah atau keahliannya belum memadai perlu dilibatkan dalam program elektrifikasi. Kerja sama dengan Kementerian Keuangan guna mendapatkan biaya dana (*cost of fund*) yang paling minim dan menjadikan skema RDPT sebagai instrumen investasi alternatif adalah opsi yang dapat dijajaki. Penerbitan instrumen RDPT tersebut dapat menjadi opsi pembiayaan yang potensial, melalui kerja sama dengan manajer investasi untuk menghimpun modal elektrifikasi. Skema ini terbukti berhasil dalam program investasi lainnya, salah satunya untuk air bersih.



**Skema-skema pendanaan perlu dikaji guna menentukan biaya dana yang optimal.** Dalam studi ini, sembilan skema dikaji dan dikelompokkan berdasarkan sumber pendanaannya, Penjaminan Pemerintah yang diperlukan, dan instrumen investasi lainnya. Melalui pinjaman tidak langsung (*two-step loan*) dari Badan Kredit Ekspor (ECA) atau lembaga pembiayaan pembangunan (DFI), biaya dana paling minim dapat diperoleh meski memerlukan Penjaminan Pemerintah.

### 3. Terkait perencanaan dan persiapan operasional



**Optimalisasi infrastruktur pengisian daya menjadi aspek penting dalam mewujudkan TCO yang kompetitif.** Infrastruktur pengisian daya siang hari di terminal menjadikan TCO bus listrik kompetitif. Mengkaji opsi model bus dengan bobot lebih ringan dan jarak tempuh yang lebih tinggi juga dapat membantu menekan biaya.



**Dukungan yang lebih besar untuk operator bus listrik juga dibutuhkan.** Dalam meningkatkan efisiensi operasional, operator memerlukan dukungan dari Transjakarta dan Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta. Diperlukan pendampingan dalam berbagai aspek, di antaranya, transfer pengetahuan tentang teknologi, koordinasi dengan sektor energi terkait sambungan ke jaringan listrik serta tarif listrik, dan penyelesaian persoalan infrastruktur pengisian daya, yang selama proyek pilot menjadi faktor terbesar lamanya penundaan operasional. Satuan tugas operasional yang terdiri atas pemangku kepentingan bersangkutan juga dianjurkan untuk dibentuk untuk mengatasi persoalan yang ada serta mengkaji masalah performa kendaraan dan pengisian daya.

### 4. Terkait monitoring dan evaluasi



**Prosedur pengumpulan dan berbagi data yang terperinci perlu disusun.** Prosedur berbagi data antara Transjakarta, operator, dan produsen perlu disusun agar performa aktual bus listrik dapat diketahui dan rencana operasional dapat dioptimalkan. Jenis data, frekuensi pengumpulan dan berbagi data, verifikasi data, analisis data, dan berbagi hasil analisis juga perlu diuraikan secara jelas dalam kontrak yang dibuat. Transjakarta harus dapat mengakses semua data yang dikumpulkan operator dan produsen secara penuh, sehingga keakuratannya dapat dipastikan secara rutin.



**Peningkatan kapabilitas pusat kendali bus listrik dan peningkatan kapasitas staf dalam rangka pelaksanaan Sistem Transportasi Cerdas (ITS) perlu dilakukan.** Sistem bus listrik perlu diintegrasikan dengan pusat kendali Transjakarta untuk memungkinkan pengumpulan data otomatis dan monitoring secara *real-time*. Selain itu, pusat kendali sendiri perlu ditingkatkan agar dapat mengakomodasi elektrifikasi berskala besar ini dan digunakan untuk analisis data yang komprehensif. Pelatihan terkait servis dan pemeliharaan bus listrik serta sumber daya yang diperlukan untuk mewujudkan Sistem Manajemen Transportasi Terpadu (ITMS) juga perlu ditambah agar data yang dikumpulkan dapat efektif dimanfaatkan.



**Rangkuman pengalaman dan pelajaran dari proyek pilot perlu disusun.** Informasi yang bermanfaat dapat diperoleh melalui monitoring dan evaluasi terhadap pelaksanaan proyek pilot bus listrik. Transjakarta perlu lebih jauh mendokumentasikan pengalaman yang diperoleh dari proyek pilot ini sebagai motivasi bagi kota lain sekaligus kontribusi dalam upaya dekarbonisasi nasional.

## 6.5 REKOMENDASI MODEL BISNIS DAN STRATEGI PEMBIAYAAN UNTUK ADOPTI BUS LISTRIK TRANSJAKARTA

Meski biaya pengadaannya lebih besar dibandingkan bus diesel, bus listrik berbasis baterai memiliki biaya operasional dan pemeliharaan yang lebih kecil, sehingga TCO-nya lebih rendah dibanding bus diesel di sepanjang masa pakainya. Menurut studi ITDP yang dilaksanakan melalui UK PACT, TCO bus listrik besar (12 meter) memiliki biaya operasional 6% lebih rendah dibanding bus diesel. Sementara itu, TCO bus listrik gandeng sama dengan bus konvensional, meski masih dapat ditekan. Menariknya, TCO bus kecil listrik kini sudah 25% lebih rendah dibanding bus konvensional. Dengan membandingkan usia pakai, efisiensi, serta dampak dan biaya lingkungan antara bus konvensional dan bus listrik, dapat disimpulkan bahwa biaya bus listrik lebih terjangkau secara jangka panjang.



	Skema Buy The Service (Skenario saat ini/BaU)	Model konsesi	Sewa armada	Sewa armada
<b>Deskripsi model bisnis</b>	Transjakarta mengontrak operator pemilik armada bus listrik untuk mengoperasikan dan memelihara armada.	Transjakarta sebagai pemilik armada bus listrik mengontrak operator untuk mengoperasikan armada dan produsen guna memelihara armada	Transjakarta menyewa armada bus listrik dari pemberi sewa ( <i>lessor</i> ) dan mengontrak operator untuk mengoperasikan armada. <i>Lessor</i> bertugas memelihara armada.	Transjakarta mengontrak operator untuk mengoperasikan armada bus listrik. Operator menyewa armada dari <i>lessor</i> yang juga menyediakan infrastruktur pengisian daya di depo dan memelihara bus.
<b>Dapat diimplementasikan untuk</b>	Bus besar, bus medium, dan bus kecil	Bus besar, bus medium	Bus besar, bus medium	Bus kecil
<b>Kepemilikan aset</b>				
<b>Armada bus listrik</b>	Operator bus	Transjakarta	<i>Lessor bus</i>	<i>Lessor bus</i>
<b>Infrastruktur pengisian daya semalaman/ di depo</b>	Operator bus	Operator bus	Operator bus	<i>Lessor bus</i>
<b>Infrastruktur pengisian daya di terminal</b>	Penyedia layanan pengisian daya	Penyedia layanan pengisian daya	Penyedia layanan pengisian daya	Penyedia layanan pengisian daya
<b>Kegiatan operasional</b>				
<b>Pengoperasian armada</b>	Operator bus	Operator bus	Operator bus	Operator bus
<b>Pemeliharaan armada</b>	Operator bus	Produsen/agen pemegang merek (APM)	<i>Lessor bus</i>	<i>Lessor bus</i>

Tabel 7. Opsi Model Bisnis

Sumber: UK PACT. (2023). Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment.

ITDP menyarankan penggunaan model bisnis yang berbeda untuk armada bus besar/medium dan untuk armada bus kecil Transjakarta mengingat perbedaan signifikan karakteristik operasionalnya. Sebagai contoh, bus kecil tidak diparkir di depo, yang bisa dijadikan tempat untuk infrastruktur pengisian dayanya. Pengoperasiannya pun dilakukan oleh individu yang tergabung dalam koperasi.

Studi ini juga mengkaji empat opsi di atas guna menentukan model bisnis dan pembiayaan mana yang paling menguntungkan dari segi finansial untuk tahap pertama elektrifikasi bus Transjakarta. Dari segi finansial tersebut, model konsesi masih menjadi opsi yang paling menguntungkan, yang disusul dengan

gabungan beberapa model bisnis sesuai jenis armada. Untuk fleksibilitas implementasi dan pembiayaan, direkomendasikan menggabungkan beberapa model bisnis dan sumber pembiayaan seperti berikut ini.

		Ops 1	Ops 2	Ops 3	Ops 4
		Skema <i>Buy The Service</i> (Skenario saat ini/BaU)	Model konsesi	Sewa armada <sup>2</sup>	Kombinasi beberapa model
<b>Model bisnis</b>	<b>Kepemilikan armada</b>	Operator bus	Transjakarta	<i>Lessor bus</i>	<b>Bus besar, bus low-entry, bus medium: Skema <i>Buy The Service</i> Bus gandeng: Model konsesi Bus kecil: Sewa armada</b>
	<b>Pengoperasian armada</b>	Operator bus	Operator bus	Operator bus	
	<b>Pemeliharaan armada</b>	Operator bus	Produsen/APM	<i>Lessor bus</i>	
<b>Sumber pembiayaan</b>		Ekuitas dari investor dan pinjaman dari bank komersial dalam negeri	Ekuitas dari Pemerintah Provinsi DKI Jakarta dan pinjaman dari PT SMI, bank komersial, instrumen pembiayaan	Ekuitas dari investor dan pinjaman dari instrumen pembiayaan	
<b>Biaya modal rata-rata tertimbang (WACC)<sup>3</sup></b>		10% per tahun	7,15% per tahun	10,54% per tahun	
<b>ΔNPV (selisih nilai bersih sekarang) dari skenario BaU (untuk armada bus konvensional), dalam % NPV skenario BaU</b>		9,2%	17,9%	12,5%	16,9%
<b>Catatan</b>		Mekanisme eksisting sudah diimplementasikan	Paling menguntungkan secara finansial jika dilihat dari NPV-nya.	Penerapannya paling mungkin (biaya modal dari operator dan Transjakarta paling rendah).	Menawarkan kelayakan finansial dan fleksibilitas penerapan tertinggi.

**Tabel 8.** Hasil Pengkajian Opsi Model Bisnis dan Pembiayaan

Sumber: UK PACT. (2023). Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment.

Selanjutnya, ITDP juga mengembangkan sejumlah opsi skema penyaluran dana yang mampu meningkatkan akses pembiayaan dan mengatasi persoalan-persoalan pembiayaan. Skema ini dirancang agar mampu direplikasi, diperbesar skalanya, diadaptasi, dan digunakan untuk menarik minat investor swasta. Suku bunga yang ditawarkannya pun masih lebih rendah dari pasar. Hasil pengkajian opsi skema penyaluran dana disajikan pada Tabel 9.

Sumber pendanaan/ pembiayaan	Skema	Deskripsi	Penjaminan Pemerintah	Lembaga Khusus (Special Purpose Vehicle)	Instrumen investasi/ pembiayaan lainnya
<b>Sektor publik</b>	A-1	Pemberian pinjaman daerah oleh PT SMI kepada Pemerintah Provinsi DKI Jakarta (Pemprov)	✗	✓	✗
	A-2	Gabungan pinjaman daerah dan produk pembiayaan dari PT SMI	✗	✓	✓
	A-3	Pinjaman oleh DFI atau ECA kepada pemerintah ( <i>two-step loan</i> )	✓	✓	✗
<b>Sektor swasta</b>	B-1	Pinjaman dari bank komersial lokal dan asing, termasuk Exporting Credit Agencies (ECA)/ Development Financing Institutions (DFIs)	✗	✗	✗
	B-1A	Pinjaman dari bank asing komersial ke Sektor Swasta – <i>Business as Usual</i> (BaU)	✗	✗	✗
	B-2	Obligasi sebagai instrumen investasi untuk meningkatkan modal	✗	✓	✓
	B-2, Alt 1	Memfaatkan Reksa Dana Penyertaan Terbatas (RDPT) sebagai investasi instrumen, SPV sebagai pemilik aset	✗	✓	✓
	B-2, Alt 2	Memfaatkan RDPT, membiayai penyewaan untuk operator	✗	✓	✓
	B-2, Alt 3	Memfaatkan RDPT, perjanjian sewa leverage antara SPV dan perusahaan <i>leasing</i>	✗	✓	✓

Tabel 9. Hasil Kajian Skema Penyaluran Dana

Sumber: UK PACT. (2023). Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment.

	Hasil simulasi WACC <sup>6</sup>	Kelebihan	Kelemahan
	<b>7,21%</b>	PT SMI telah mengelola portofolio kredit Pemprov DKI Jakarta, sehingga Pemprov telah melalui proses identifikasi calon nasabah (KYC) yang dilakukan oleh PT SMI. Jangka waktu pinjaman daerah bisa lebih panjang (hingga 20 tahun) dibandingkan pinjaman dari sektor swasta atas surat berharga negara.	Transjakarta harus mengajukan permohonan kepada Pemprov untuk memberikan pinjaman daerah. Agar skema ini berjalan, Pemprov juga harus menunjukkan komitmennya, misalnya, dengan mengeluarkan peraturan daerah, yang baru dapat ditetapkan atas persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah (DPRD).
	<b>7,39%</b>	PT SMI telah bekerja sama dengan sejumlah DFI, seperti Bank Pembangunan Asia (ADB) dan Bank Dunia.	Dibandingkan skema A-1, pembiayaan terstruktur untuk skema ini lebih kompleks karena perlunya penerbitan instrumen pembiayaan lainnya.
	<b>6,86%</b>	Jangka waktu pinjaman kepada pemerintah negara dapat lebih dari 10 tahun. ECA asal Britania Raya telah memberikan pernyataan minatnya (Eol) kepada Transjakarta.	ECA-UKEF mewajibkan adanya Penjaminan Pemerintah dari Kementerian Keuangan. Terdapat risiko finansial yang sepenuhnya ditanggung oleh sektor publik.
	<b>10,08%</b>	Risiko akan ditanggung sepenuhnya oleh pihak swasta.	Mungkin membutuhkan dukungan keuangan atau subsidi pemerintah yang lebih tinggi untuk meningkatkan tingkat kepercayaan sektor swasta.
	<b>10,18%</b>	Peran para pemain utama akan dioptimalkan tanpa mengubah peran yang selama ini diemban.	Mitigasi nol pada hambatan finansial yang ada saat ini, biaya awal yang tinggi, memiliki fleksibilitas yang relatif lebih rendah.
	<b>11,32%</b>	Memberikan alternatif untuk melibatkan sektor swasta untuk meningkatkan modal tanpa menggunakan pinjaman komersial dari bank.	Peringkat perusahaan (berpotensi SPV) diperlukan. Hal ini akan memakan waktu.
	<b>9,89%</b>	Peluang dari kolaborasi antara Manajer Dana dan Transjakarta (sinergi BUMN – ROE sinergi) yang dapat meningkatkan tingkat kepercayaan, serta meyerahkan proses.	Skema cukup kompleks dan butuh keterlibatan banyak pemain.
	<b>10,03%</b>	SPV sebagai pemilik aset memiliki perjanjian aliansi strategis dengan perusahaan <i>leasing</i> (2 langkah) yang memiliki perjanjian sewa keuangan dengan operator bus.	Proses 2 langkah yang harus mematuhi regulasi OJK tersebut menambah proses dan waktu tambahan untuk diimplementasikan.
	<b>10,54%</b>	Operator bus punya perjanjian sewa pembiayaan (sewa untuk memiliki) untuk memiliki aset, yang akan dipelihara/ dimanfaatkan dengan baik.	

## 6.6 MENILIK KE LUAR JAKARTA: RENCANA IMPLEMENTASI BUS LISTRIK DI BANDUNG DAN MEDAN

Untuk daerah di luar Jabodetabek, tingkat kemacetan saat jam sibuk di Bandung dan Medan merupakan yang tertinggi, menurut analisis *big data* terbaru yang dilakukan Bank Dunia terhadap 38 kota Indonesia. Implementasi mobilitas berbasis listrik untuk transportasi publik di kota-kota tersebut menjadi opsi yang sangat menjanjikan dalam mengatasi permasalahan kemacetan tersebut, di samping untuk mengurangi polusi di daerah masing-masing, mencapai target perubahan iklim, dan menciptakan peluang baru bagi pelaksanaan konsep keuangan hijau (*green financing*). Lembaga pembangunan internasional Jerman, German Agency for International Cooperation (GIZ), telah melaksanakan studi kelayakan sistem BRT di wilayah Bandung Raya, sedangkan PT SMI di wilayah Mebidangro. Temuan dari dua studi tersebut kemudian dimutakhirkan oleh Bank Dunia dan mendasari analisis elektrifikasi sistem BRT di dua kota tersebut, yang telah dilaksanakan oleh ITDP.

Secara umum, dalam perencanaan elektrifikasi BRT di Mebidangro dan Bandung Raya, terdapat sejumlah faktor yang menjadi pertimbangan, di antaranya, kemampuan fiskal, infrastruktur jaringan listrik, pengalaman operator bus, dan manfaat bagi lingkungan. Mempertimbangkan faktor-faktor di atas dan bahwa sistem BRT di wilayah metropolitan tersebut tergolong baru, studi menganjurkan dilaksanakannya implementasi secara parsial, digunakannya tenaga listrik dari sumber energi terbarukan, dan diadopsinya skema pembayaran pelayanan dengan menggandeng badan usaha milik daerah (BUMD) guna mendukung elektrifikasi di kedua wilayah. Menurut studi tersebut, kapasitas jaringan listrik di kedua wilayah cukup untuk mengakomodasi beban listrik dari elektrifikasi yang dilakukan secara penuh, sehingga tidak ada hambatan yang berarti terkait ketersediaan energi proses elektrifikasi.

Namun, skenario elektrifikasi parsial dianjurkan karena biaya modalnya lebih rendah dan adaptasi terhadap teknologi bus listrik yang termasuk baru dapat lebih dahulu dilakukan. Dengan pendekatan ini, operator juga dapat mengantisipasi masalah bus listrik yang berpotensi terjadi dengan menggunakan bus diesel sebagai cadangan dalam sistem BRT. Kapasitas fiskal pemerintah daerah juga menjadi penentu keberhasilan proses implementasi. Kapasitas fiskal Provinsi Jawa Barat tinggi, sehingga dapat mendukung elektrifikasi penuh BRT Bandung Raya. Sementara itu, kapasitas fiskal wilayah Mebidangro masih terbatas, sehingga skenario elektrifikasi parsial dengan dukungan pembiayaan seperti dukungan kelayakan (VGF) direkomendasikan.

Untuk mendukung elektrifikasi BRT di Mebidangro, Bandung Raya, dan wilayah lain di Indonesia, studi juga merekomendasikan digunakannya energi terbarukan sebagai sumber tenaga listrik bagi pengoperasian bus listrik, sehingga potensi manfaat tidak langsung bagi lingkungan lebih besar. Skema penetapan tarif yang kompetitif serta pengadaan kontrak jaringan listrik terpadu untuk keperluan pengisian daya bus listrik juga direkomendasikan agar biaya terjangkau dan efisiensi tinggi.





Selain itu, studi mengusulkan empat model bisnis implementasi bus listrik, di antaranya, skema pembayaran jasa layanan dengan BUMD, yang dinilai sebagai opsi paling efektif untuk kedua wilayah karena memiliki masa konsesi yang lebih panjang dan mampu menarik minat investor sektor swasta. Dengan skema tersebut, masa kontrak sistem BRT listrik dapat mencapai 10 tahun, seperti Transjakarta, yang masa konsesinya untuk kontrak dengan operator dapat mencapai 10 tahun, sebagaimana diatur dalam Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 74 Tahun 2021. Dengan skema BUMD tersebut, kekeluasaan pendanaan juga dapat diperoleh, terutama jika diperlukan periode pendanaan yang lebih panjang dari pemberi pinjaman/pemodal. Untuk skema ini, operator bertugas menyediakan layanan operasi dan pemeliharaan (O&M). Dengan dijalankannya operasi dan pemeliharaan oleh operator, maka tugas BUMD adalah menetapkan standar mutu layanan dan keamanan. BUMD juga akan bertanggung jawab atas manajemen risiko aset, yakni menentukan apakah unit bus akan dibuang atau dijual kembali setelah masa kontrak berakhir.

# KESIMPULAN

**Transjakarta telah melakukan pilot elektifikasi bus.** Dalam tahap pra-uji coba yang berlangsung dari September hingga Desember 2019, digunakan dua bus BYD (satu bus besar dengan panjang 12 meter dan kapasitas baterai 324 kWh dan satu bus dengan panjang 7 meter dan kapasitas baterai 135 kWh) serta satu bus besar produksi Mobil Anak Bangsa (MAB) dengan panjang 12 meter. Selanjutnya, dari Juli hingga Oktober 2020, tahap pra-uji coba dilakukan dengan bus besar BYD K9 dan bus medium BYD C6. Selama 2021–2022, Transjakarta terus melakukan tahap pra-uji coba dengan berbagai model bus listrik dari empat produsen, di antaranya, bus listrik lantai tinggi untuk layanan BRT produksi Mobil Anak Bangsa.

**Fase pilot bus listrik tersebut menghadapi beberapa tantangan.** Biaya modal pengadaan bus listrik mencapai dua kali lipat lebih dari pengadaan bus dengan mesin pembakaran dalam, sehingga dari segi finansial bus listrik kurang menarik bagi operator. Kerangka regulasi yang kuat diperlukan sebagai dasar hukum bagi Transjakarta untuk mengimplementasikan bus listrik dalam skala besar setelah tahap pilot. Selain itu, tantangan operasional berkisar dari kesenjangan kapasitas teknis dan masalah penyediaan infrastruktur pengisian daya. Dan terakhir, proyek pilot ini belum jelasnya prosedur pengumpulan dan berbagi data, verifikasi dan analisis data, dan integrasi data.

**ITDP memberikan rekomendasi teknis untuk elektrifikasi tahap pertama Transjakarta,** yaitu 8 rute BRT, 15 rute non-BRT, dan 9 rute Mikrotrans direkomendasikan untuk dielektifikasi secara bertahap dari 2023 hingga 2025. Beberapa jenis bus, seperti (1) bus lantai tinggi 12 meter dengan kapasitas baterai 324 kWh; (2) bus lantai rendah 12 meter dengan kapasitas baterai 324 kWh; (3) bus gandeng 18 meter dengan kapasitas baterai 450 kWh; (4) bus medium 7 meter dengan kapasitas baterai 135 kWh; dan (5) bus kecil 4 meter dengan kapasitas baterai 42 kWh, direkomendasikan untuk digunakan dalam tahap pertama implementasi.

**Rekomendasi-rekomendasi terkait strategi pengisian daya dan lokasinya juga disusun untuk meminimalkan kilometer kosong dan mengoptimalkan penghematan biaya operasional.** Pengisian daya siang hari disarankan untuk disediakan di terminal-terminal. Selain itu, penggunaan pengisi daya model colok (*plug-in*) disarankan untuk permulaan implementasi sebelum tahun 2025, yang kemudian dilanjutkan dengan mengenalkan penggunaan pengisi daya pantograf yang tersambung melalui bagian atas bus pada tahun 2025 agar sejalan dengan rencana implementasi bus gandeng listrik serta kesiapan teknologi.

**Menetapkan kerangka regulasi yang kuat di tingkatan yang lebih tinggi, eksplorasi kerja sama baru dalam aspek pembiayaan, serta melakukan *monitoring* dan evaluasi terhadap pelaksanaan tahap pilot bus listrik** direkomendasikan untuk mendukung proses transisi dan meminimalisir tantangan pada elektrifikasi.

**Studi menganjurkan dilaksanakannya implementasi secara parsial, digunakannya tenaga listrik dari sumber energi terbarukan, dan diadopsinya skema pembayaran pelayanan dengan menggandeng badan usaha milik daerah (BUMD) guna mendukung elektrifikasi di Bandung dan Medan.** Kapasitas fiskal pemerintah daerah juga menjadi penentu keberhasilan elektrifikasi. Kapasitas fiskal Provinsi Jawa Barat relatif tinggi, sehingga dapat mendukung elektrifikasi penuh BRT Bandung Raya. Sementara itu, kapasitas fiskal wilayah Mebidangro masih terbatas, sehingga skenario elektrifikasi parsial dengan dukungan pembiayaan seperti dukungan kelayakan (VGF) direkomendasikan.



# 7 Meningkatkan Kesetaraan Gender, Disabilitas, dan Inklusi Sosial di Bus Listrik

## 7.1 KEBIJAKAN TRANSPORTASI DAN PELAYANAN PUBLIK DARI PERSPEKTIF KESETARAAN GENDER, DISABILITAS, DAN INKLUSI SOSIAL (GEDSI)

Sistem transportasi publik dapat berperan besar dalam meningkatkan kesetaraan bagi perempuan dan kelompok rentan lainnya. Meningkatkan mobilitas perempuan dan kelompok rentan lainnya dapat memperbesar peluang kerja serta akses mereka terhadap layanan kesehatan, pasar, bank, dan fasilitas publik lainnya. Dengan kata lain, transportasi publik membantu meningkatkan kemandirian kelompok minoritas. Berdasarkan survei lapangan ITDP, mayoritas pengguna transportasi publik di Jakarta adalah perempuan dan kelompok rentan lainnya. Untuk bus kecil sendiri, sebanyak 64,88% penumpang di 49 rute adalah perempuan. Lima rute memiliki penumpang perempuan hingga 80%. Mereka terdiri dari lansia, perempuan yang menggendong anak dan/atau membawa barang, dan anak-anak.

Pemerintah Indonesia telah menunjukkan komitmen terhadap kesetaraan gender dan inklusi sosial. Indonesia telah meratifikasi konvensi internasional, seperti Konvensi PBB mengenai Penghapusan Segala Bentuk Diskriminasi terhadap Perempuan dan Konvensi PBB mengenai Hak-Hak Penyandang Disabilitas. Selain itu, Indonesia mengakui peran kesetaraan gender dan kemajuan berkelanjutan sebagai pendorong pertumbuhan nasional, sebagaimana tercermin dalam Perpres No. 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020–2024, yang menyoroti enam bentuk pengarusutamaan, termasuk pengarusutamaan kesetaraan gender. Untuk penyandang disabilitas, Indonesia telah memberlakukan undang-undang untuk melindungi kelompok tersebut. UU No. 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas mendefinisikan penyandang disabilitas sebagai setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik. UU tersebut juga menyebutkan hak-hak mereka, termasuk akses menuju fasilitas publik dan akomodasi yang layak.

Untuk perempuan, Pemerintah Indonesia telah menetapkan sejumlah peraturan yang menekankan pengarusutamaan gender di tingkat daerah dalam rangka mengintegrasikan kesetaraan gender ke dalam tata kelola, program pembangunan, serta pelayanan publik, antara lain:

### Aturan yang menekankan pengarusutamaan gender



**Permenhub No. 98 Tahun 2017 mewajibkan penyediaan fasilitas dan bantuan yang dapat diakses oleh individu berkebutuhan khusus di transportasi publik.**



**Permen PUPR No. 14 Tahun 2017 menekankan prinsip desain universal untuk infrastruktur inklusif.**

**Selain itu, kebijakan tingkat daerah juga telah diberlakukan di Jakarta, antara lain:**



Perda Prov. DKI Jakarta No. 5 Tahun 2014 bertujuan untuk mewujudkan infrastruktur transportasi yang inklusif. Akan tetapi, definisi stasiun “ramah disabilitas” masih terbatas pada akses bebas hambatan, jembatan berjalur landai, dan fasilitas penyeberangan. Tidak ada kriteria yang jelas agar suatu stasiun atau halte transportasi publik benar-benar layak disebut “ramah disabilitas”. Transjakarta meluncurkan Transcare pada tahun 2016 untuk membantu penyandang disabilitas, tetapi masih menyisakan persoalan terkait aksesibilitas, sehingga masih terus didiskusikan dan diperdebatkan.



Pergub No. 13 Tahun 2019 menetapkan standar pelayanan serta mendorong pembayaran nontunai dan praktik inklusif pada bus.



Layanan bus Transjakarta menawarkan layanan gratis untuk beragam kalangan sebagaimana tertuang dalam Pergub No. 160 Tahun 2016.



Transjakarta memiliki area khusus perempuan di dalam armadanya, dan KRL Commuter memiliki gerbong penumpang khusus perempuan di rangkaian keretanya. Kedua moda transportasi tersebut juga telah memiliki Standar Pelayanan Minimal yang berfokus pada enam aspek: keamanan, keselamatan, kenyamanan, keterjangkauan, kesetaraan, dan keteraturan.



Elektrifikasi transportasi publik dapat meningkatkan sistem transportasi yang mengakomodasi penyandang disabilitas, orang dengan mobilitas terbatas, seperti orang lanjut usia, dan anak-anak.

## 7.2 MERENCANAKAN TRANSISI YANG ADIL DAN INKLUSIF

Kebijakan inklusif untuk pengoperasian bus listrik perlu mempertimbangkan kebutuhan dua kelompok utama: operator bus listrik dan pengguna bus listrik. Pembahasan perspektif penyedia layanan maupun penumpang perlu dilakukan untuk menjamin aksesibilitas dan inklusivitas.

### **Implementasi bus listrik yang inklusif: Sudut pandang operator bus listrik**

Para operator bus bermesin diesel yang ada beserta stafnya perlu didukung dalam transisi ke bus listrik demi memastikan kelancaran proses elektrifikasi. Mengesampingkan mereka dari rencana transisi dapat menimbulkan masalah ketenagakerjaan. Para operator telah menyampaikan kegelisahan mereka terkait perhitungan pembayaran kontrak, desain kontrak, dan tindakan keselamatan dalam bus listrik. Mengabaikan perspektif mereka dapat berdampak negatif bagi masyarakat.

Studi yang dilakukan oleh ITDP dengan dukungan dari TUMI mengevaluasi tahap pilot implementasi bus listrik Transjakarta. Studi tersebut menyoroti sedikitnya jumlah pengemudi dan teknisi perempuan serta kesenjangan keterampilan dan pengetahuan yang mereka alami. Berdasarkan studi tersebut, hanya ada 3 perempuan dari total 67 pengemudi bus listrik dan tidak ada teknisi bus listrik perempuan. Untuk menjembatani kesenjangan pengetahuan dan kemampuan tersebut, diperlukan program pelatihan yang komprehensif bagi operator dan staf yang ada, termasuk pengemudi (khususnya pengemudi perempuan) dan teknisi. Pelatihan harus mencakup pengoperasian, pemeliharaan, dan penanganan potensi kerusakan. Sejumlah prosedur, perjanjian, dan standar operasional perlu diperbarui dalam proses transisi.

Dengan mengatasi isu-isu tersebut dan mempertimbangkan perspektif Kesetaraan Gender, Disabilitas, dan Inklusi Sosial (GEDSI), proses elektrifikasi akan lebih inklusif, mengurangi eksklusi sosial, serta memberikan peluang bagi kelompok rentan untuk berpartisipasi.

### **Implementasi bus listrik yang inklusif: Sudut pandang penumpang**

Pertama dan terpenting: kelompok rentan memiliki beragam kebutuhan dan tuntutan yang tidak boleh disepelekan. Sebagai contoh, kursi prioritas di bus listrik menguntungkan beberapa kelompok seperti lansia, tetapi tidak dapat digunakan oleh kelompok lain seperti pengguna kursi roda. Kendala aksesibilitas pada bus diesel tetap ada pada bus listrik pada tahap pilot Transjakarta saat ini, sehingga perlu diadakan perbaikan.

Pengadaan bus listrik menghadirkan peluang untuk armada yang inklusif dan mudah diakses. Fasilitas seperti jalur landai otomatis, ruang tambahan, dan pegangan tangan yang dapat disesuaikan akan meningkatkan aksesibilitas bagi lansia dan pengguna kursi roda.

Transportasi publik yang inklusif harus mempertimbangkan keseluruhan perjalanan, mulai dari halte hingga depo. Penelitian tentang pola perjalanan dan area terkonsentrasi kelompok rentan dapat menjadi bahan perencanaan. Sayangnya, peraturan dan kebijakan pengoperasian bus listrik saat ini kebanyakan hanya berfokus pada kursi prioritas, area khusus perempuan, dan bus. Standar Pelayanan Minimal dan data terpilah tentang pengguna transportasi publik perlu dipertimbangkan kembali dan diperbaiki.

Kurangnya pemahaman untuk mendukung kelompok rentan mungkin bersumber dari masalah inti: kurangnya data terpilah. Data terpilah adalah komponen utama bagi pembuat kebijakan untuk dapat menganalisis perbedaan antara cara laki-laki versus perempuan, misalnya, menggunakan transportasi publik. Hal ini penting karena perempuan cenderung memiliki pola perjalanan yang berbeda dengan laki-laki. Sebagai contoh, perempuan lebih sering bepergian ke pasar daripada laki-laki. Pembuat kebijakan perlu mengetahui informasi ini agar dapat membuat kebijakan yang praktis, realistis, dan adil. Saat ini, pemerintah belum memiliki informasi terperinci mengenai demografi pengguna transportasi publik. Data terpilah dapat mengelompokkan penggunaan transportasi publik berdasarkan gender, usia, jenis disabilitas, dan sebagainya.

Data terkait GESDI	Metodologi
Partisipasi perempuan dan kelompok rentan dalam internal perusahaan Transjakarta.	Tinjauan pustaka terhadap dokumen perusahaan maupun dokumentasi lainnya
Komponen terkait GESDI pada usulan desain armada bus listrik dari Transjakarta.	
Data terpilah gender dan kelompok rentan pengguna Transjakarta.	Survei Naik-Turun Penumpang
Proporsi perempuan dan laki-laki di lokasi-lokasi transfer Transjakarta.	
Masukan tentang desain armada universal dan sistem informasi penumpang dari empat kelompok rentan pengguna Transjakarta: penyandang disabilitas, anak-anak, perempuan, dan lansia.	Diskusi Kelompok Terpumpun
	Wawancara mendalam

**Tabel 10.** Contoh Data terkait GESDI yang Dibutuhkan dan Metodologinya

Sumber: UK PACT. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus.*

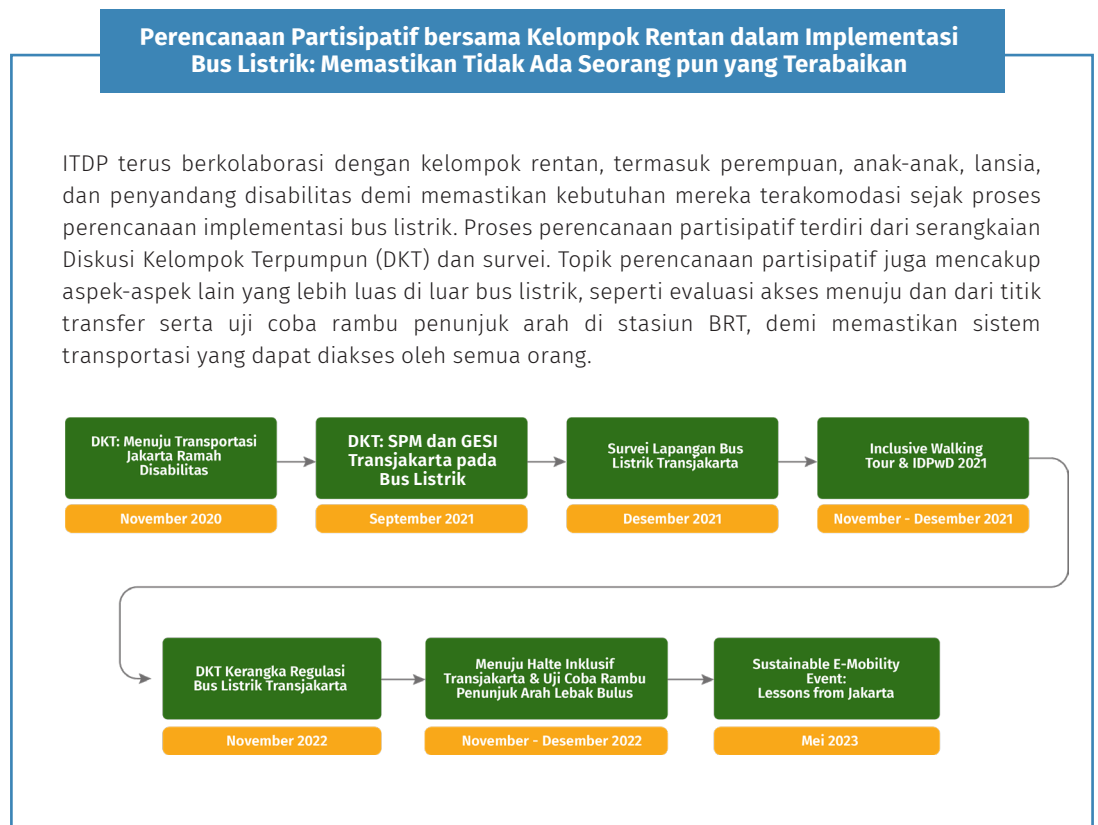
ITDP, bekerja sama dengan Transjakarta dalam UK PACT, mengintegrasikan Pengukuran Dampak Gender (*Gender Impact Assessment/GIA*) ke dalam proses perencanaan demi memastikan kesetaraan akses. GIA mengevaluasi dampak kebijakan terhadap kesetaraan gender, termasuk kebutuhan anak, lansia, dan penyandang disabilitas. Pengukuran ini dapat menjadi pedoman untuk sistem transportasi publik di masa depan dan direplikasi di kota-kota lain. Dokumen 'induk' tersebut dapat dimasukkan ke dalam dokumen *Final Business Case* (FBC) lainnya untuk diduplikasi oleh kota-kota lain.

Secara umum, GIA mencakup beberapa langkah:

1. Potret kondisi fasilitas saat ini—meliputi semua fasilitas terkait elektrifikasi Transjakarta pada rute yang diusulkan sebagai tahap pertama, seperti model armada, fasilitas pejalan kaki dan pesepeda di sepanjang rute atau koridor, aksesibilitas di pemberhentian terakhir, dll.;
2. Analisis skenario tanpa intervensi apapun;
3. Analisis implikasi dari skenario tanpa intervensi apapun;
4. Analisis prioritas perbaikan yang diperlukan;
5. Analisis lintas sektor; dan
6. Pengembangan rencana aksi gender.

## 7.3 DESAIN SENSITIF GENDER DAN DISABILITAS UNTUK ARMADA DAN INFRASTRUKTUR BUS LISTRIK

Implementasi ribuan bus listrik dalam 5-7 tahun ke depan melahirkan peluang emas untuk mengurangi diskriminasi terhadap kelompok rentan. ITDP telah melakukan DKT ekstensif dan wawancara dengan penumpang dari berbagai latar belakang, mulai dari penyandang disabilitas, anak-anak, lansia, dan lain-lain. Kegiatan tersebut dimaksudkan untuk mengumpulkan masukan berharga berdasarkan pengalaman mereka bepergian dengan bus listrik atau layanan apa pun yang diselenggarakan oleh Transjakarta.







## Desain armada

Pada armada bus listrik, pintu masuk memerlukan perhatian ekstra karena merupakan area utama bagi penyandang disabilitas sekaligus area dengan lalu lintas tinggi tempat kebanyakan orang akan masuk atau keluar dari bus. Karena itu, area tersebut perlu mempertimbangkan berbagai faktor tanpa mengesampingkan aspek keselamatan dan kenyamanan bagi kelompok rentan.

Sebagai contoh, bagian depan bus listrik tidak boleh ada kursi agar dapat menampung kursi roda dan kereta bayi. Sabuk pengaman dan pegangan tangan harus dipasang di bagian dalam bus agar kursi roda dan kereta bayi tidak bergerak. Area ini harus mudah diakses dari pintu masuk tanpa ada yang menghalangi jalan. Idealnya, setiap bus listrik harus mampu menampung dua kursi roda. Dengan demikian, makin kecil kemungkinan bus listrik menolak penumpang berkursi roda untuk menaiki bus jika satu-satunya area kursi roda sudah ditempati. Memperluas ruang di sekitar pintu masuk bagi penyandang disabilitas akan sangat menambah kenyamanan dan kepercayaan diri mereka untuk bepergian sendiri.

Selain itu, semua tombol berhenti dan tombol darurat harus memiliki huruf Braille agar dapat dibaca oleh penyandang disabilitas netra. Dengan huruf Braille pada tombol berhenti, penyandang disabilitas netra dapat mengidentifikasi tombol lalu menekannya saat sudah mendekati tujuan.

## Sistem informasi

Transportasi publik juga padat dengan informasi, mulai dari titik tujuan, rambu peringatan, anjuran dan larangan, dan masih banyak lagi. Semua informasi tersebut harus disediakan dengan cara yang mudah dibaca oleh semua orang. Pengguna kursi roda, misalnya, mungkin tidak akan dapat membaca informasi di atas ambang jendela karena penumpang lain mungkin berdiri dan menghalangi pandangannya. Selain itu, orang berkursi roda cenderung menghadap ke sisi bus, alih-alih bagian depan bus. Informasi penting, seperti nomor *hotline*, harus mudah dibaca dari sudut tersebut.

Orang dari latar belakang apa pun harus dengan mudah memahami semua informasi yang disajikan di dalam bus listrik, atau armada lain dalam hal ini. Ini sangat penting demi memastikan ruang yang aman bagi orang-orang yang rentan atau pertama kali menggunakan transportasi publik. Alasannya adalah penumpang harus benar-benar memahami dan mengetahui lokasi mereka dan tujuan bus agar terhindar dari bahaya.



Karena sedemikian penting, informasi tersebut harus disampaikan dengan bahasa yang jelas, ringkas, dan mudah dipahami, baik secara tertulis, diilustrasikan dengan gambar dan/atau lambang, atau audio. Penumpang harus dapat memahami inti informasi dengan cepat, terutama pada jam-jam sibuk, saat kebisingan mencapai puncaknya dan dapat mengganggu kejelasan penyampaian informasi. Hal ini akan meningkatkan keselamatan perempuan atau kelompok rentan lainnya yang menggunakan transportasi publik.

## **Sistem Peringatan Akustik Kendaraan (AVAS)**

Selain itu, salah satu perbedaan mencolok antara bus diesel dan bus listrik adalah bahwa bus diesel mengeluarkan suara mesin. Dengan raungan khas bus, orang akan lebih waspada akan keberadaan bus. Orang dengan gangguan penglihatan terbiasa dengan sinyal audio seperti itu. Akan tetapi, bus listrik hampir tidak mengeluarkan suara sama sekali. Keheningan tersebut dapat membahayakan komunitas tunanetra, orang yang mengenakan *earphone*, atau pengguna jalan karena mereka tidak menyadari keberadaan bus listrik. Untuk mengatasi masalah tersebut, bus listrik harus memasang suara tambahan di armadanya. Sistem Peringatan Akustik Kendaraan (AVAS) dapat menghasilkan suara untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

## **Halte dan depo bus**

Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan dalam sistem transportasi publik juga perlu mempertimbangkan halte dan depo. Waktu tunggu yang lama dan perjalanan malam hari dapat meningkatkan risiko terjadinya tindak kriminal di halte bus. Menempatkan petugas lapangan untuk memantau keselamatan dan membantu penumpang, terutama penyandang disabilitas, juga dapat meningkatkan keamanan. Mengidentifikasi rute sibuk atau rute dengan tingkat kriminalitas tinggi dapat membantu pemrioritasan penempatan petugas lapangan.

Terminal bus juga harus menyediakan ruangan khusus untuk ibu menyusui yang dilengkapi tempat duduk yang nyaman, penerangan yang memadai, meja, dan kunci. Fasilitas tersebut memberi kemudahan bagi ibu menyusui.

Selain itu, *hotline* yang mudah diakses harus tersedia di bus, halte bus, dan terminal untuk panggilan darurat dan nondarurat. *Hotline* tersebut harus tertera dengan jelas agar mudah diidentifikasi.

Langkah-langkah contoh tersebut bertujuan untuk mencegah insiden dan memastikan keselamatan kelompok rentan. Analisis potensi risiko dan dampaknya pada setiap kelompok penting untuk dilakukan, dan operator bus listrik harus terlatih agar dapat segera mengatasi dan menyelesaikan situasi semacam itu.

## 7.4 PENERAPAN PRINSIP GEDSI UNTUK TRANSISI BUS LISTRIK PADA TINGKAT PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Pengarusutamaan GEDSI merupakan upaya untuk memasukkan kesetaraan gender dan inklusi sosial ke seluruh sektor dan program. Akan tetapi, tujuan tersebut akan tetap sulit dicapai jika tidak melibatkan pemangku kepentingan terkait pada diskusi tingkat kebijakan.

Selama melakukan studi pustaka, ITDP menemukan bahwa semua pengambil keputusan di Transjakarta (tingkat direktur) adalah laki-laki. Stafnya terdiri dari 15% perempuan dan 85% laki-laki. Pengemudi Transjakarta juga didominasi oleh laki-laki (97%). Jika perpaduan ini kian beragam, kepentingan kelompok rentan akan makin didengar. ITDP akan terus memantau dan mengidentifikasi pemangku kepentingan terkait pengarusutamaan GEDSI, seperti Pokja Pengarusutamaan GEDSI, untuk menanggapi aspek inklusivitas dalam transportasi publik dan elektrifikasi.

Selain itu, ITDP merekomendasikan anggaran khusus untuk pelaksanaan proses pengarusutamaan gender di semua pemangku kepentingan, termasuk Kementerian Perhubungan dan Transjakarta. Saat ini, baru beberapa kementerian di pemerintah pusat telah memasukkan program penganggaran gender dalam anggaran mereka guna mengatasi kesenjangan gender, meskipun sudah ada Perencanaan dan Penganggaran Responsif Gender (PPRG) yang diluncurkan pada tahun 2012. Inisiatif tersebut dikeluarkan oleh empat kementerian: Kementerian Keuangan, Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak, Kementerian Dalam Negeri, dan Kementerian Pembangunan Nasional.

Dengan menggunakan Jalur Analisis Gender, lembaga pemerintah dapat menganalisis kesenjangan gender yang ada dan mengalokasikan dana untuk mengatasi kesenjangan tersebut. Krishna, aplikasi seluler dari Kementerian Keuangan, merupakan upaya monitoring progres pelaksanaan anggaran yang dievaluasi oleh Kementerian Pemberdayaan Perempuan dan Perlindungan Anak. Melalui inisiatif tersebut, pengarusutamaan GEDSI dapat terwujud.

## KESIMPULAN



Elektrifikasi transportasi publik dapat mendorong inklusivitas dengan melibatkan kelompok rentan dalam perencanaan penyediaan layanan. Upaya tersebut mencakup pelibatan operator yang ada dan pelatihan staf untuk menangani pengoperasian bus listrik dan masalah teknis.



Untuk lebih meningkatkan inklusivitas, desain bus listrik harus diperbaiki dengan mempertimbangkan kebutuhan khusus perempuan dan kelompok rentan lainnya.



Depo dan terminal bus juga harus menjadi tempat yang aman dan nyaman bagi kelompok tersebut.



Survei komprehensif dan diskusi kelompok terpusat diperlukan untuk memahami kebutuhan khusus mereka.



Pembuat kebijakan harus memprioritaskan beragam kebutuhan kelompok rentan serta menetapkan peraturan dan kebijakan yang sejalan dengan tujuan elektrifikasi transportasi publik.

# 8 Mendorong Transisi dan Mewujudkan Adopsi Bus Listrik di Indonesia

Tekad pemerintah Indonesia untuk segera mewujudkan industri kendaraan listrik telah dideklarasikan beberapa tahun lalu. Sejumlah target dan komitmen untuk adopsi bus listrik telah ditetapkan di tingkat pusat dan daerah, sebagaimana dipaparkan di Bagian 2.3.

Akan tetapi, komitmen tidak sama dengan rencana. Indonesia masih memiliki banyak pekerjaan rumah yang harus diselesaikan, mulai dari perencanaan hingga penyusunan strategi. Mengatasi tantangan terkait perencanaan, implementasi, dan pembiayaan bus listrik akan membutuhkan upaya kolaboratif antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat. Kolaborasi ini sangat penting agar Indonesia tidak memiliki kebijakan yang saling bertentangan dan transisi menuju elektrifikasi total dapat menguntungkan semua pihak, tanpa mengesampingkan pihak mana pun.

## 8.1 TAHAPAN ADOPSI BUS LISTRIK: AKSI BERBASIS KEBIJAKAN DAN BERBASIS IMPLEMENTASI

Untuk dapat beralih sepenuhnya ke bus listrik, kebijakan yang efektif perlu diterapkan dari waktu ke waktu. Koordinasi antarkementerian sangat penting untuk mencapai emisi nol bersih pada tahun 2060 dan menghapus kebijakan yang bertentangan. Sebagai contoh, subsidi untuk solar harus dihapus secara bertahap guna mendukung implementasi bus listrik, dan pemerintah harus mengembangkan strategi komprehensif untuk transportasi publik listrik dengan melibatkan pemangku kepentingan utama seperti produsen lokal dan operator bus. Komitmen yang mengikat antar berbagai lembaga dapat mempercepat implementasi bus listrik dan adopsi kendaraan listrik secara keseluruhan.

Insentif fiskal dan nonfiskal tambahan harus ditawarkan, khususnya untuk mengatasi permasalahan keuangan yang dihadapi operator bus. Pemerintah juga harus mendorong implementasi bus listrik dan infrastruktur pengisian daya yang andal dan terjangkau melalui kemitraan dengan para pemangku kepentingan. Sektor swasta harus diberi insentif agar berpartisipasi mengembangkan ekosistem bus listrik.



Di bawah ini adalah rangkuman rekomendasi kebijakan untuk mendukung bus listrik di Indonesia.

## 1. Penerbitan peta jalan adopsi dan pengembangan infrastruktur bus listrik nasional, termasuk mandat untuk adopsi armada bus listrik.

**Pemangku kepentingan: Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi (Kemenko Marves), Kementerian Perhubungan (Kemenhub), Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (KESDM), Kementerian Dalam Negeri (Kemendagri), dan pemerintah daerah.**



Meski memiliki target implementasi bus listrik sebesar 90% di perkotaan pada tahun 2030, Pemerintah Indonesia belum memiliki peta jalan untuk mencapainya. Peta jalan harus mencakup rencana yang jelas tentang tahapan implementasi yang terikat waktu serta paket kebijakan pendukung guna menciptakan permintaan bus listrik dan menggerakkan industri bus listrik dalam negeri. Peta jalan juga harus dikaitkan dengan tujuan penurunan emisi GRK.

Penetapan mandat yang menyatakan bahwa pembelian armada transportasi publik baru harus mencakup bus listrik akan berkontribusi pada penggunaan bus listrik dan memastikan perencanaan yang lebih baik terkait pemeliharaan dan perluasan infrastruktur. Meskipun Keputusan Menteri Keuangan No. 72 Tahun 2020 telah memberikan fleksibilitas yang memperbolehkan harga yang lebih tinggi dalam pengadaan armada kendaraan listrik untuk pemerintah, belum ada mandat yang menguraikan lini masa atau tingkat adopsi pengadaan bus listrik per tahun. Mandat juga dapat mendorong produsen untuk mengembangkan pasar bus listrik dalam negeri, sehingga pasokan armada bus tersebut akan aman.

## 2. Pengembangan paket insentif fiskal dan nonfiskal yang kuat.

**Pemangku kepentingan: Kemenko Marves, Kemenkeu, Kemenhub, Kemendagri, pemerintah daerah, PLN.**



### Subsidi harga pembelian dan/atau biaya operasional bus listrik.

Untuk memulai adopsi kendaraan listrik, mengandalkan relaksasi pajak saja terkadang tidak cukup. Dalam hal bus transportasi publik, insentif langsung dapat diterapkan melalui program BTS, yang akan menutup sebagian biaya modal bus listrik selain subsidi operasional yang ada. Persyaratan kelayakan untuk menerima subsidi harus ditetapkan guna mendorong adopsi yang adil dan menguntungkan berbagai kalangan pengguna, bukan hanya segelintir pihak. Insentif langsung dapat dikurangi secara bertahap dan akhirnya akan dihapus seiring waktu setelah pasarnya mapan. Sumber pendanaan dapat dialokasikan, misalnya, dari aliran penerimaan pajak karbon yang akan datang atau dari pendanaan dan hibah internasional.



### Pengurangan pajak untuk penyedia armada dan pengisian daya serta pemain industri bus.

Dukungan juga harus diberikan untuk penyedia infrastruktur pengisian daya dan produsen bus, seperti penyediaan skema pembiayaan khusus, pengurangan/pembebasan pajak penghasilan, pembebasan bea masuk, dan pembebasan pajak bumi dan bangunan.



### Insentif fiskal lainnya untuk memastikan keterlibatan jangka panjang sektor swasta dan keamanan finansial dalam mempertahankan elektrifikasi.

Misalnya, investasi lahan oleh pemerintah untuk mengatasi masalah kelangkaan lahan di perkotaan serta jaminan tarif listrik serendah mungkin untuk pengoperasian bus listrik, khususnya saat penggunaan listrik rendah.



### Insentif nonfiskal

Seperti memprioritaskan bus listrik dalam tender layanan transportasi publik dan pemberlakuan zona rendah emisi.



### 3. Kebijakan pendukung untuk inovasi model bisnis, termasuk untuk penyediaan armada dan infrastruktur pengisian daya.

**Pemangku kepentingan: Kemenkeu, Kemenhub, KESDM, pemerintah daerah.**

Misalnya, memperbolehkan pemisahan antara kepemilikan dan pengoperasian aset dalam penyediaan layanan transportasi publik dan jangka waktu kontrak yang lebih panjang untuk bus listrik agar investor merasa makin aman. Indonesia disarankan untuk memperpanjang kontrak penyediaan layanan transportasi publik dari 3 tahun menjadi setidaknya 10 tahun demi pemerataan biaya selama masa pakai kendaraan. Jangka waktu kontrak yang lebih panjang dan disarankan adalah 14 tahun, selaras dengan masa operasional minimal bus listrik.

### 4. Penetapan skema pengadaan barang/jasa ramah lingkungan untuk bus listrik.

**Pemangku kepentingan: Kemenkeu, Kementerian Badan Usaha Milik Negara (Kementerian BUMN), Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Otoritas Jasa Keuangan (OJK).**

Skema pengadaan khusus untuk barang/jasa ramah lingkungan belum lazim dilakukan di Indonesia. Inisiatif lembaga keuangan milik pemerintah, seperti bank konvensional, lembaga pembiayaan infrastruktur, dan perusahaan asuransi, untuk menyediakan pembiayaan serta menawarkan skema asuransi untuk bus listrik yang mahal dan baru hadir diperlukan guna memungkinkan pengadaan bus listrik.



## 5. Peningkatan koordinasi pemangku kepentingan di tingkat pemerintah.

**Pemangku kepentingan: Kemenhub, Kemendagri, pemerintah daerah.**

Membentuk Komite Elektrifikasi Transportasi Publik di tingkat pusat dan kota yang akan berfokus pada koordinasi aksi di tingkat pusat dan daerah untuk mempercepat implementasi bus listrik. Peran mereka mencakup perancangan rekomendasi kebijakan yang dapat dengan cepat ditinjau dan diadopsi di tingkat pusat maupun provinsi, pengembangan peta jalan dan pengawasan kemajuan adopsi bus listrik, pengidentifikasian kesenjangan pengetahuan di antara otoritas dan regulator, serta rekomendasi kegiatan pengembangan kapasitas. Satuan tugas tingkat kota harus dibentuk agar pemerintah daerah dapat mengimplementasikan aksi mereka sendiri, dimulai dengan kota percontohan.

## 6. Disinsentif untuk kendaraan konvensional.

**Pemangku kepentingan: Kemenhub, KLHK, pemerintah daerah.**

Pengoperasian bus diesel masih diuntungkan dari harga solar bersubsidi, dan standar emisi di Indonesia masih cukup longgar berdasarkan EURO IV. Penetapan zona dengan emisi rendah atau nol yang melarang masuknya kendaraan berpolusi juga dapat diberlakukan untuk memberikan insentif bagi bus listrik dan kendaraan listrik lainnya secara umum.



## 7. Penyelarasan peraturan teknis.

**Pemangku kepentingan: Kemenko Marves, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kementerian PUPR), Kementerian Perindustrian (Kemenperin), Kementerian Perdagangan (Kemendag), Kemenhub, pemerintah daerah.**

Beberapa peraturan teknis perlu diperbarui agar mengakomodasi adopsi teknologi baru. Ini mencakup penambahan batas berat kotor kendaraan untuk tipe bus tertentu, pemberian izin pembuatan infrastruktur pengisian daya di fasilitas milik pemerintah dan pusat transportasi publik, dan pembaruan peraturan tata guna lahan dan bangunan untuk memberikan ruang yang memadai untuk infrastruktur pengisian daya, khususnya di pusat kota. Standardisasi teknis teknologi juga harus dipertimbangkan guna memastikan umur panjang bus listrik dan fasilitasnya serta memungkinkan skala ekonomi, termasuk standardisasi konektor pengisian daya.

## 8. Penjaminan sambungan jaringan listrik yang stabil dan pengintegrasian sumber energi terbarukan.

**Pemangku kepentingan: KESDM, PLN**

Masalah jaringan listrik yang tidak stabil bahkan lebih penting di kota-kota di luar wilayah Jawa dan Bali yang sering mengalami pemadaman listrik. Sumber energi terbarukan harus diintegrasikan untuk mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik utama dan mengoptimalkan penurunan karbon dengan mendorong penggunaan lebih lanjut panel surya atap di stasiun pengisian daya, halte bus, dan depo melalui kebijakan insentif.

## 9. Penetapan mandat daur ulang baterai li-ion.

**Pemangku kepentingan: KLHK, Kemenhub**

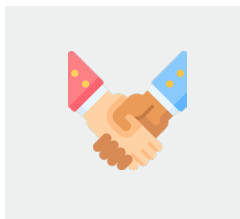
Untuk mengatasi masalah lingkungan dan mengamankan sumber litium, perlu dikeluarkan kebijakan daur ulang baterai, khususnya untuk baterai litium bekas.

## 10. Dukungan untuk riset dan pengembangan industri bus listrik.

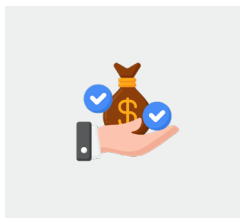
**Pemangku kepentingan: Kemenperin, Kemenkeu.**

Untuk memperluas opsi model kendaraan listrik, menurunkan biaya produksi, dan mencapai tujuan industri nasional, pemerintah harus menerapkan kebijakan yang menargetkan dan mendukung riset dan pengembangan industri bus listrik.

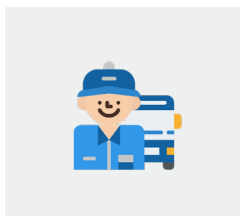
Selain menyusun kerangka kebijakan dan peraturan dalam rangka mendukung transisi bus listrik, beberapa aksi di bawah ini juga harus diupayakan oleh pemerintah:



1. **Memfasilitasi kerja sama antara pemerintah dan swasta.** Guna mendorong partisipasi sektor swasta, pemerintah dapat memberikan dukungan selain insentif keuangan. Misalnya, pemberian izin instalasi stasiun pengisian daya di fasilitas milik pemerintah, seperti gedung pemerintahan, pusat komersial, persimpangan transportasi, atau ruang publik.



2. **Memfasilitasi implementasi model bisnis yang inovatif dan membuka skema pembiayaan baru.** Pemerintah daerah dapat mengamankan atau menyarankan lembaga penyelenggara transportasi mereka untuk memisahkan kontrak pengadaan armada bus listrik, pembangunan depo, dan pengembangan infrastruktur pengisian daya demi pemerataan investasi dan risiko biaya modal tinggi. Langkah-langkah lain juga harus dilakukan untuk membuka skema pembiayaan baru. Misalnya, terdapat kebutuhan untuk menerbitkan Penjaminan Pemerintah oleh Kemenkeu agar memungkinkan skema pembiayaan tertentu, atau pembentukan entitas khusus (*Special Purpose Vehicle/SPV*) sebagai pemilik aset bus listrik guna mendukung pemisahan model bisnis.



3. **Melakukan program pengembangan kapasitas untuk pemerintah daerah dan operator bus.** Program pengembangan kapasitas bagi pemerintah daerah dan operator transportasi untuk membantu mereka mempelajari manfaat bus listrik, pengoperasian, dan perencanaan transisi dari bus konvensional harus dilaksanakan secara tetap. Insentif seperti penggantian biaya pelatihan karyawan atau staf dapat membantu lembaga penyelenggara transportasi publik dan operator meningkatkan kapasitas sumber daya mereka untuk merencanakan, mengoperasikan, dan memelihara armada bus listrik.

## 8.2 PENDEKATAN PERENCANAAN YANG HOLISTIK: ANALISIS SIKLUS HIDUP

Analisis komprehensif untuk memastikan kelayakan komersial dan keberlanjutan operasional ekosistem bus listrik perlu dilakukan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti biaya operasional, pemeliharaan, investasi modal, dan teknologi baterai yang sesuai. Pendekatan holistik ini sangat penting bagi keberhasilan transisi bus listrik.

Meskipun bus listrik saat ini lebih mahal dari bus diesel konvensional, mengenali potensi penghematan biaya operasional jangka panjang perlu dilakukan. Biaya awal yang tinggi, sebagian besar karena biaya baterai, selama ini menjadi penghalang bagi banyak operator bus untuk mengadopsi bus listrik dalam skala yang lebih besar. Akan tetapi, potensi penurunan biaya dari waktu ke waktu sering diabaikan saat mempertimbangkan keseluruhan nilai dan manfaat bus listrik. Salah satu cara untuk merangkum analisis adalah melalui analisis biaya siklus hidup yang mencakup biaya langsung dan tidak langsung selama masa pakai bus listrik.



### Penetapan teknologi baterai

Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya, biaya baterai adalah elemen yang signifikan dalam total biaya. Karena itu, memilih baterai yang tepat menjadi sangat penting. Baterai memiliki beragam zat kimia, kepadatan energi, berat, dan harga. Setiap jenis baterai akan menentukan jarak tempuh dan efisiensi energi bus, yang memengaruhi penjadwalan bus dan pemilihan rute. Memahami keterkaitan antara teknologi yang tepat dan kebutuhan operasional adalah hal pertama yang harus dipertimbangkan sebelum implementasi bus listrik di kota.



### Identifikasi karakteristik operasional

Menganalisis faktor-faktor seperti panjang rute, jadwal, jumlah halte, dan jumlah penumpang akan membantu menentukan penempatan lokasi pengisian daya yang optimal dalam jaringan infrastruktur pengisian daya. Informasi tersebut berharga bagi operator bus listrik, Dinas Perhubungan, atau Otoritas Transportasi Publik saat memilih teknologi dan kapasitas baterai yang sesuai.



### Analisis operasional

Permasalahan utama yang perlu dibahas dalam analisis operasional adalah sistem pengisian daya untuk pengoperasian bus listrik. Pengisian daya dapat dilakukan di depo di luar jam operasional atau saat transfer di tengah perjalanan jika tersedia fasilitas pengisian daya. Depo dapat memadukan teknologi pengisian lambat, pengisian cepat, dan pengisian kilat, serta penggantian baterai. Saat ini, banyak jenis model pengisian daya yang tersedia di pasaran, tergantung dari daya, konektor, dan produsen. Infrastruktur pengisian daya yang tepat juga bergantung pada teknologi bus dan kebutuhan operasional lainnya, seperti waktu yang tersedia untuk pengisian daya, pasokan daya ke lokasi pengisian daya, ukuran dan kapasitas baterai untuk pengoperasian sehari-hari, dll.



### Perencanaan infrastruktur

Implementasi bus listrik skala besar dan pengisian dayanya akan mengakibatkan beban berlebih pada jaringan listrik. Oleh karena itu, perancangan ekosistem bus listrik harus mempertimbangkan jaringan listrik yang tersedia di setiap area. Metodologi pengoptimalan biaya harus diterapkan untuk menggunakan stasiun pengisian daya dan menyeimbangkan beban jaringan secara efektif. Selain itu, perencanaan dan lokasi depo sangat penting untuk kelancaran implementasi sistem bus listrik.



### Analisis biaya siklus hidup

Setelah semua biaya di atas diperhitungkan, biaya siklus hidup dapat dianalisis. Langkah berikutnya adalah meninjau aspek pemeliharaan, termasuk tahap daur ulang setiap baterai. Langkah 1-4 dilakukan secara iteratif dan dapat sangat memengaruhi biaya implementasi bus listrik. Setelah implikasi biaya dipahami sepenuhnya dari setiap perspektif, proses pengadaan dan pembuatan kontrak dapat dilakukan.



### Monitoring dan evaluasi

Bus listrik memerlukan keterampilan perbaikan dan pemeliharaan yang berbeda dari bus konvensional. Demi memastikan kinerja yang optimal, praktik pemeliharaan dan kerangka kerja monitoring dan evaluasi untuk kinerja bus listrik harus ditetapkan sebagai pedoman untuk menentukan penyesuaian yang dibutuhkan terhadap rencana operasional. Memeriksa kondisi baterai adalah tugas yang rumit, sehingga perlu perencanaan untuk memonitor dan menilainya agar dapat memperkirakan degradasi, mendeteksi anomali, mengurus klaim garansi, dan merencanakan kebutuhan servis di masa mendatang.



### Daur ulang dan penggunaan ulang baterai

Dalam rangka membangun ekosistem yang berkelanjutan untuk baterai kendaraan listrik serta memastikan transisi yang hemat sumber daya ke bus listrik, strategi ekonomi sirkular yang komprehensif perlu dikembangkan untuk baterai tersebut dengan memprioritaskan penggunaan ulang, konversi pemanfaatan, dan daur ulang akhir masa pakai. Oleh karena itu, dibutuhkan kebijakan, peraturan, dan standar yang tegas, serta pedoman pelaksanaan yang efektif untuk daur ulang baterai. Dengan menggunakan kembali bahan baku yang penting melalui daur ulang dan *urban mining*, ketergantungan impor bahan tersebut dapat dikurangi di masa depan. Selain itu, penerapan pendekatan ekonomi sirkular dapat membantu mengurangi jejak karbon dari baterai Lithium-ion yang digunakan kendaraan listrik.



# KESIMPULAN



Implementasi bus listrik menuntut perombakan sistem transportasi publik yang signifikan. Semua pemangku kepentingan perlu mempertimbangkan upaya pembenahan dari segala sudut pandang, terutama aspek teknis, mulai dari sistem pengisian daya hingga strategi pembiayaan.



Diperlukan pemahaman mendalam tentang teknologi yang tersedia di pasaran, biaya, kelebihan dan kekurangan, dan kemampuan teknologi tersebut memenuhi permintaan masa kini dan masa mendatang. Aspek teknologi ini harus mendasari pengambilan keputusan para pemangku kepentingan, terutama terkait strategi pembiayaan.



Pemerintah harus memiliki kebijakan pendukung (alih-alih kebijakan yang bertentangan) yang dapat mempercepat pengembangan ekosistem bus listrik.

# 9

## Elektrifikasi untuk Masa Depan

Transisi ke bus listrik untuk transportasi publik membawa beragam manfaat besar, seperti mengurangi emisi gas rumah kaca, memperbaiki kualitas udara, dan mendorong inklusi sosial. Karena melihat besarnya manfaat-manfaat ini, beberapa negara, seperti Jerman, Chili, Republik Rakyat Tiongkok, India, dan Kolombia, telah mengelektifikasi kendaraan umumnya, terutama bus listrik.

ITDP telah melakukan studi kasus implementasi bus listrik di sejumlah negara ini. Tantangan yang umum ditemui di beberapa kota di negara-negara tersebut adalah tingginya biaya modal pengadaan armada dan pembangunan infrastruktur pengisian daya. Semua kota mengalami masalah dalam mengadakan armada, membiayai pembangunan infrastruktur pengisian daya, dan mendapatkan lahan untuk membangun fasilitas pengisian daya. Oleh karena itu, ada dua pelajaran yang bisa dipetik. Pertama, model bisnis inovatif harus dijajaki untuk mendistribusikan biaya dan risiko. Kedua, perencanaan infrastruktur harus menjadi salah satu prioritas dalam menyiapkan elektrifikasi sehingga keberlanjutan bus listrik dapat dipastikan.

ITDP juga menemukan bahwa implementasi proyek pilot dan demonstrasi diperlukan untuk mempelajari sistem dan kebutuhan serta mengidentifikasi potensi hambatan. Tahap pengujian dan eksperimentasi berperan penting dalam pengumpulan data performa, finalisasi sistem pengisian daya, peninjauan berbagai rute, pelibatan pemangku kepentingan perusahaan swasta, dan identifikasi kebutuhan untuk melaksanakan pelatihan tenaga kerja baru.

Untuk mendorong urgensi implementasi elektrifikasi, pemerintah pusat dan daerah harus merumuskan regulasi dan instruksi pengoperasian bus listrik dan memberikan insentif fiskal dan nonfiskal di tingkat nasional dan daerah, seperti pengurangan atau subsidi pajak pengadaan bus. Di masa depan, pemerintah dapat menggunakan pajak karbon atau instrumen investasi lainnya, seperti obligasi atau Reksa Dana Penyelamatan Terbatas, untuk mendanai inisiatif ramah lingkungan.

Pemerintah juga dapat mendorong dan mengizinkan model bisnis yang inovatif, berkelanjutan, dan menguntungkan untuk kedua belah pihak. Pelibatan lembaga swasta lain, seperti penyedia listrik dan perusahaan persewaan bus, dalam transisi bus listrik juga dapat meringankan beban keuangan operator dan pemerintah sekaligus memanfaatkan keahlian sektor swasta. Beberapa pilihan model bisnis lain telah dijadikan patokan dan direkomendasikan untuk pengoperasian bus listrik di seluruh dunia, termasuk penyewaan baterai, penyewaan bus, *financial lease agreement*, penyediaan infrastruktur pengisian daya oleh perusahaan utilitas atau energi, *energy/transportation-as-a-service* sebagai layanan, pembelian langsung dengan dana atau hibah yang ada, dan pembelian langsung dengan pinjaman pasar atau konsesi. Periode kontrak dengan jangka waktu yang lebih panjang juga diperlukan agar implementasi bus listrik lebih menarik bagi operator bus.

Selain itu, infrastruktur pengisian daya juga harus dipertimbangkan dengan mengidentifikasi lokasi, jaringan listrik, dan jadwal yang optimal. Berdasarkan karakteristik rute dan operasinya, skema pengisian daya untuk implementasi bus listrik adalah 'pengisian daya semalaman' atau 'kombinasi pengisian daya semalaman dan pengisian daya siang hari'. Bus listrik dengan jarak tempuh yang lebih pendek perlu melakukan pengisian daya siang hari di pemberhentian terakhir. Penelitian yang dilakukan oleh ITDP dan UK PACT menunjukkan potensi berkurangnya 20% TCO/km pada bus listrik yang juga melakukan pengisian daya siang hari di pemberhentian terakhir, dibandingkan dengan yang hanya mengisi daya semalaman di depo.





Selain itu, pemerintah harus membuat regulasi inklusif yang mempertimbangkan kebutuhan kelompok rentan selama transisi ke bus listrik. Dengan demikian, langkah yang diperlukan adalah mengatasi masalah aksesibilitas, memastikan keterjangkauan, dan memprioritaskan penyediaan layanan transportasi yang andal dan efisien untuk kelompok masyarakat rentan. Jika melibatkan dan berdiskusi dengan kelompok ini secara aktif, pemerintah dapat merancang kebijakan yang mendorong keadilan dan inklusi sosial sehingga transisi ke bus listrik benar-benar menjadi upaya yang berkelanjutan dan menguntungkan semua anggota masyarakat.

Regulasi inklusif di Transjakarta dan operator bus lain juga berperan penting. Partisipasi perempuan sebagai pegawai, pengemudi, dan pembuat kebijakan di Transjakarta dan operator bus harus ditingkatkan. Jika perpaduan ini kian beragam, kepentingan kelompok rentan makin didengar. Di samping itu, pengembangan kapasitas pegawai dan petugas Transjakarta dalam berinteraksi dengan dan membantu lansia dan kelompok rentan lain yang berkebutuhan khusus adalah syarat untuk meningkatkan layanan Transjakarta.

Transisi ke bus listrik juga harus inklusif dari sudut pandang penumpang dan operator bus. Dengan mengadakan model bisnis dan skema pembiayaan yang inklusif untuk operator bus kecil dengan kapasitas finansial yang lebih rendah, dapat dipastikan bahwa semua pihak dilibatkan dalam upaya dekarbonisasi transportasi publik ini.

Transisi ke bus listrik sebagai transportasi masa depan bukan lagi mimpi yang jauh dari realisasi, melainkan kenyataan masa kini yang dapat terealisasi dalam waktu dekat. Dengan peta jalan yang jelas, insentif fiskal dan nonfiskal, model bisnis inovatif, dan kemajuan teknologi, pergeseran ke arah sistem energi yang berkelanjutan dan terdekarbonisasi kian memungkinkan dan membuat transisi menjadi mendesak daripada sebelumnya. Transisi energi diperlukan untuk mengatasi krisis iklim global dan memberikan peluang pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja, dan perbaikan kesehatan masyarakat. Dengan bertindak hari ini, kita dapat menciptakan masa depan yang lebih bersih, berkelanjutan, dan adil untuk semua.

# REFERENSI

Bank Internasional untuk Rekonstruksi dan Pembangunan/Bank Dunia. (2022). *E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part I. Global Trends and Market, Policy, Regulatory and Institutional Assessment of E-mobility in Indonesia*.

Bank Internasional untuk Rekonstruksi dan Pembangunan/Bank Dunia. (2022). *E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program: Part II. Implementation Strategies to Adopt E-mobility in the Mass Transit Systems in BBMA and Mebidangro*.

Briceno-Garmendia, Qiao, Foster, World Bank. (2022). *The Economics of Electric Vehicles for Passenger Transportation*, xiii.

Climate Technology Centre and Network dan Institute for Transportation & Development Policy. (2021). *Feasibility Study of Charging Stations Using Renewable Energy-Based Electricity and Solar PV Systems for Transjakarta: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility*.

Climate Technology Centre and Network dan Institute for Transportation & Development Policy. (2021). *Gender Equality and Social Inclusion (GESI) Integration in Electric Bus Implementation: Webinar Report*.

Climate Technology Centre and Network dan Institute for Transportation & Development Policy. (2020). *Report on E-mobility Policies, Supporting Jakarta's Transition to E-mobility*.

Climate Technology Centre and Network dan Institute for Transportation & Development Policy. (2020). *Policy Recommendations for Electric Vehicle Implementation in Indonesia, Supporting Jakarta's Transition to E-mobility Project*.

Enhanced Nationally Determined Contribution Republic of Indonesia. (2022). [https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022\\_Enhanced%20NDC%20Indonesia.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-09/23.09.2022_Enhanced%20NDC%20Indonesia.pdf)

Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia. (2023). *Penjualan Domestik Mobil Listrik dan Hybrid Januari – November 2022 Naik*. <https://www.gaikindo.or.id/penjualan-domestik-mobil-listrik-dan-hybrid-januari-november-2022-naik/>

Institute for Essential Services Reform. (2023). *Indonesia Electric Vehicle Outlook*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus EUM 124*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus: GESI Aspects of Transjakarta E-Bus*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus Task 3.1 & 3.4: Policy Toolkit and recommendation for National and Sub-National Level for Accelerated Adoption of Electric Vehicles in Public Transport*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Business Model and Financial Analysis for Transjakarta Electric Bus Deployment: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility*.

---

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Lessons Learned from Jakarta's Journey to Integrated and Resilient Transport Systems*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2021). *Roadmap and Timetable of E-bus Deployment for Transjakarta: Supporting Jakarta's Transition to E-mobility*.

Institute for Transportation and Development Policy. (2023). *Supporting and Building Capacity in Monitoring and Evaluating Pilot E-Bus Implementations*.

Kementerian Keuangan. (2023). *Dorong Pemanfaatan KBLBB, Pemerintah Luncurkan Program Insentif Fiskal*. <https://www.kemenkeu.go.id/informasi-publik/publikasi/berita-utama/Dorong-Pemanfaatan-KBLBB>

Kompas. (2023). *IBC Pastikan Pabrik Baterai LG Tetap Berjalan, tetapi Target Mundur*. <https://otomotif.kompas.com/read/2023/03/29/070200015/ibc-pastikan-pabrik-baterai-lg-tetap-berjalan-tetapi-target-mundur?page=all>

Li, S., Lu, Q., Ferdian, A., & Amanda, E. (2023). *Supporting and Building Capacity in Monitoring and Evaluating Pilot E-Bus Implementations*.

Lowell, D. (2020). *Electric Bus 101*.

Pintoko, Aji. (2023). *Tracking the Advancements of Indonesia's Electric Vehicle Battery Industry, IESR*, <https://iesr.or.id/en/tracking-the-advancements-of-indonesias-electric-vehicle-battery-industry>

Posada, F., Minjares, R., Xie, Y., Sufa, F., Amanda, E., Nanlohy, V., Giwangkara, J., Petrigradia, R., Gupta, N., Diaz, T. H., Diaz, O. E., & Aldian, A. (2022). *E-Mobility Adoption Road Map for the Indonesian Mass Transit Program*.

Sekretariat Kabinet Republik Indonesia. (2023). *Gov't Launches Incentive for Purchasing Electric Car and Bus*. <https://setkab.go.id/en/govt-launches-incentive-for-purchasing-electric-car-and-bus/>

UK PACT. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus- TCO Calculation for Microbus*.

UK PACT. (2021). *Building Capacity and Action Plan to Scale-up Transjakarta E-bus: Task 2.4: Solar PV Integration, Grid and Microbus Charging Impact Analysis*.

UK PACT. (2022). *Road Map and Timetable of Two-Wheeler Electrification in Greater Jakarta: Grid Analysis and Renewable Energy Integration Strategy*.

UK PACT. (2023). *Building a Regulatory and Financial Basis for Transjakarta's First Phase E-bus Deployment - Task 5.1: Updated E-Bus Planning Toolkit*.

UK PACT. (2023). *Business Case of Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment: An Executive Summary*



ITDP Indonesia  
Jl. Johar No. 20, 5<sup>th</sup> Floor,  
Menteng, Jakarta Pusat  
10340, Indonesia

Phone: +62 21 3911923 Fax: +62 21 4972 0635  
[indonesia@itdp.org](mailto:indonesia@itdp.org)  
[www.itdp-indonesia.org](http://www.itdp-indonesia.org)