



Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Laporan Akhir

Juni 2025





Institute for Transportation Development Policy (ITDP) merupakan lembaga nirlaba yang sudah berdiri sejak tahun 1985 dan berkantor pusat di New York, Amerika Serikat, dengan fokus utama menciptakan transportasi yang berkelanjutan di kota-kota di dunia. ITDP Indonesia telah lebih dari sepuluh tahun memberikan bantuan teknis kepada pemerintah Provinsi DKI Jakarta, Medan, dan Pekanbaru mengenai transportasi publik massal, sistem perparkiran, dan perbaikan fasilitas pejalan kaki.



ViriyaENB



ITDP

Institute for Transportation
& Development Policy

Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Laporan Akhir

Juni 2025

Dipublikasikan oleh:

Institute for Transportation and Development Policy (ITDP)

Penulis:

Kemal Fardianto

Penyunting Teknis:

Mizandaru Wicaksono

Deliani Siregar

Rifqi Khoirul Anam

Kontributor:

Salsabilla Ghina Prastiwi

Iman Khairunnisa

Desain Editorial:

Nabilah Ainurrahmah

Kontak:

Fani Rachmita - Senior Communications & Partnership Manager

fani.rachmita@itdp.org

Kemal Fardianto

kemal.fardianto@itdp.org

ITDP Indonesia

Jl. K.H. Wahid Hasyim No.47 (WH47) Lt. 6

Menteng, Kota Jakarta Pusat, 10350

Daftar Singkatan dan Akronim

AC	<i>Air Conditioning</i>	Permendagri	Peraturan Menteri Dalam Negeri
APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah	Perwal	Peraturan Walikota
Bappedalitbang	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan	PKB	Pajak Kendaraan Bermotor
Barlingmascakeb	Aglomerasi Banjarnegara, Purablingga, Banyumas, Cilacap, dan Kebumen	PKB	Pengujian Kendaraan Bermotor
BaU	<i>Business-as-usual</i>	PM	Peraturan Menteri
BBM	Bahan Bakar Minyak	PPnBM	Pajak Penjualan Barang Mewah
BBNKB	Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor	PPN DTP	Pajak Pertambahan Nilai Ditanggung Pemerintah
BLU	Badan Layanan Umum	PTU	Pelayanan Transportasi Umum
BLUD	Badan Layanan Umum Daerah	PT BST	PT Bengawan Solo Trans
BMC	<i>Bus Management Contract</i>	PT TGM	PT Transportasi Global Mandiri
BOK	Biaya Operasional Kendaraan	PUPR	Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>	Purwomanggung	Aglomerasi Purworejo, Wonosobo, Magelang, Mungkid, dan Temanggung
BST	Batik Solo Trans	P3K	Pertolongan Pertama pada Kecelakaan
BTS	<i>Buy-the-Service/</i> Pembelian Layanan	RL	<i>Route Licensing/</i> Izin Operasional dengan SPM
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah	RPJMD	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah
BUMN	Badan Usaha Milik Negara	RPJPD	Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah
CAPEX	<i>Capital Expenditure/</i> Biaya Belanja Modal	RUED	Rencana Umum Energi Daerah
CCTV	<i>Closed-Circuit Television</i>	RUJT	Rencana Umum Jaringan Trayek
Dishub	Dinas Perhubungan	SAIDI	<i>System Average Interruption Duration Index</i>
DK	Daerah Khusus	SAIFI	<i>System Average Interruption Frequency Index</i>
DLHK	Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan	SDM	Sumber Daya Manusia
FS	<i>Feasibility Study/</i> Studi Kelayakan	SOP	<i>Standard Operating Procedure/</i> Standar Prosedur Operasional
GCC	<i>Gross-Cost Contract</i>	SPKL	Satuan Pengisian Kendaraan Listrik
GRK	Gas Rumah Kaca	SPKLU	Satuan Pengisian Kendaraan Listrik Umum
IKF	Indeks Kapasitas Fiskal	SPM	Standar Pelayanan Minimal
ITDP	<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>	SGO	Siap Guna Operasi
KBLBB	Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai	SO	Siap Operasi
Kedungsepur	Aglomerasi Kendal, Demak, Ungaran, Semarang	SUMP	Sustainable Urban Mobility Plan
Kemhub	Kementerian Perhubungan	TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
LF	<i>Load Factor/</i> Tingkat Keterisian	TKDN	Tingkat Komponen Dalam Negeri
LTA	<i>Land Transport Authority Management Contract</i>	TRS	Tiga Roda Sejati
MC	<i>Management Contract</i>	UPTD	Unit Pelaksana Teknis Daerah
MPP	Mall Pelayanan Publik		
NCC	<i>Net-Cost Contract</i>		
OPEX	<i>Operational Expenditure/</i> Biaya Belanja Operasional		
PAP	Pengelola Angkutan Perkotaan		
PBC	<i>Performance-Based Contract</i>		
PD	Perusahaan Daerah		
Perda	Peraturan Daerah		

Daftar Isi

Daftar Singkatan dan Akronim	1
Daftar Isi	2
Daftar Tabel	5
Daftar Gambar	8
Konteks dan Latar Belakang Laporan	11
Temuan Utama dan Rencana Aksi	13
Bagian 1. <i>Baselining</i> Kondisi Transportasi Publik di Kota Surakarta	24
1.1 Karakteristik Perkotaan dan Perjalanan Kota Surakarta	25
1.2 Layanan Transportasi Publik di Kota Surakarta	26
1.2.1. Batik Solo Trans	26
1.2.2. Transjateng	29
1.3 Rencana Pengembangan dan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	30
1.3.1. Rencana Pengembangan Transportasi Publik Kota Surakarta	30
1.3.2. Rencana Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	32
Bagian 2. Analisis Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	33
2.1 Matriks Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan	34
2.2 Analisis Rona Awal (<i>Baseline Analysis</i>) Tingkatan Kesiapan (<i>Readiness Level</i>) Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	37
2.2.1. Temuan dan Keterpenuhan Kriteria Wajib	37
2.2.2. Temuan dan Keterpenuhan Kriteria Opsional	39
2.2.3. Tingkat Kesiapan Elektrifikasi Kota Surakarta	40
2.3 Permasalahan Utama Kondisi Transportasi Publik Kota Surakarta terkait Pengembangan dan Elektrifikasi Transportasi Publik	42
Bagian 3. Strategi Reformasi Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	48
3.1 Konsep Reformasi Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik	49
3.1.1. Analisis Akar Masalah Layanan Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia	49
3.1.2. Reformasi Transportasi Publik Menuju Elektrifikasi	52
3.2 Pemetaan Masalah dan Solusi	52
3.3. Strategi Keberlanjutan Batik Solo Trans	56
3.3.1. Keberlanjutan Finansial Batik Solo Trans	56
3.3.2. Metodologi Analisis Penghematan Biaya Produksi Layanan	57
3.3.3. Kondisi Pola Operasi, Jumlah Pengguna, dan Pendapatan Tiket Penumpang Batik Solo Trans 2024	60

3.3.4. Modifikasi Operasional dan Rute.....	62
3.3.5. Komponen BOK.....	76
3.3.6. Estimasi Besar Kebutuhan Subsidi	78
3.3.7. Prioritisasi Rute	86
3.3.8. Modifikasi Model Kontrak	89
3.4. Strategi Peningkatan <i>Ridership</i> Melalui Peningkatan Layanan Transportasi Publik Kota Surakarta 99	
3.4.1. Pengaruh Peningkatan Layanan terhadap Peningkatan <i>Ridership</i> Transportasi Publik.....	99
3.4.2. Daftar Panjang Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi Publik	100
3.4.3. Daftar Pendek Inisiatif/Solusi <i>Quick-Win</i> Peningkatan Layanan Transportasi Publik	105
3.5. Rekomendasi Rencana Aksi Solusi <i>Quick-Win</i> Peningkatan Layanan Transportasi Publik.....	107
Bagian 4. Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	111
4.1 <i>Framework</i> dan Metodologi Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik	113
4.1.1 Komponen Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik.....	114
4.1.2 <i>Framework</i> Penentuan Target dalam Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik	115
4.1.3 Penentuan Pendekatan Teknis dalam Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi	116
4.1.4. Analisis Basis Data dan Informasi yang Tersedia untuk Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi	117
4.2. Perencanaan Aspek Teknis Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	129
4.2.1. Penentuan Jumlah dan Jenis Bus yang Akan Dielektifikasi	129
4.2.2. Penentuan Tipologi Teknologi Bus Listrik dan Fasilitas Pengisian Daya	129
4.2.3. Penentuan Strategi Pengisian Daya	144
4.2.4. Perankingan Kelayakan Elektrifikasi Rute	148
4.2.5. Penentuan Skenario Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik.....	151
4.2.6 Penentuan Tahap Implementasi Bus Listrik untuk Batik Solo Trans	151
4.3. Estimasi Penurunan Gas Rumah Kaca dan Polusi Udara Elektrifikasi Transportasi Publik Kota	153
Surakarta	153
4.4.1 Metode dan Input Data.....	154
4.4. Analisis Ekonomi dan Finansial Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	163
4.4.1. Estimasi Kebutuhan Investasi.....	164
4.4.2. Perbandingan BOK/km/bus antara Bus Konvensional dan Bus Listrik	169
4.4.3. Analisis Kelayakan Ekonomi	175
4.4.4. Estimasi Besar Kebutuhan Subsidi	188
4.5. Perencanaan Aspek Nonteknis Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	192
4.5.1. Rekomendasi Strategi <i>First-Mile Last-Mile</i>	192
Kondisi <i>First-and-Last Mile</i> Transportasi Publik Kota Surakarta.....	192
Evaluasi Aksesibilitas <i>First-Mile and Last-Mile</i> Transportasi Publik Kota Surakarta	193
Evaluasi Aksesibilitas Halte.....	197

Strategi dan Rekomendasi	200
4.5.2. Rekomendasi Regulasi Pendukung.....	202
4.6. Rekomendasi Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	213

Daftar Tabel

Tabel 1. Struktur Laporan Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	12
Tabel 2. Perbandingan Jumlah Armada BST 2024, 2025, dan Rencana Jumlah Armada untuk Elektrifikasi	14
Tabel 3. Jumlah dan Jenis Unit Pengisian Daya yang Dibutuhkan untuk Operasional Bus Listrik Batik Solo Trans	15
Tabel 4. Lokasi Depo untuk Overnight Charging dan Jumlah Bus yang Dilayani	15
Tabel 5. Kebutuhan Dukungan Regulasi Prioritas untuk Percepatan Elektrifikasi Transportasi Publik di Kota Surakarta	23
Tabel 6. Jumlah Penduduk Kota/Kabupaten Kawasan Solo Raya	25
Tabel 7. Data operasional BST 2024	27
Tabel 8. Data Operasional BST 2025.....	27
Tabel 9. Strategi Push dan Pull Pengembangan Transportasi Perkotaan Surakarta	31
Tabel 10. Matriks Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan	34
Tabel 11. Kategorisasi Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan	35
Tabel 12. Pembagian Level Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota	37
Tabel 13. Penyediaan Anggaran untuk Penyelenggaraan Transportasi Publik di Kota Surakarta, 2020-2024	38
Tabel 14. Rekapitulasi Analisis Rona Awal Tingkat Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	40
Tabel 15. Analisis Hubungan Antarpermasalahan Transportasi publik, Akar Masalah, serta Dampaknya Terhadap Elektrifikasi	50
Tabel 16. Pengelompokan Permasalahan Utama Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik	53
Tabel 17. Karakteristik Modal Kontrak Pengoperasian Layanan Transportasi Publik	56
Tabel 18. Kondisi Eksisting Pola Operasi Batik Solo Trans	60
Tabel 19. Skenario-skenario Modifikasi Operasional.....	63
Tabel 20. Estimasi Produksi Harian Layanan BST untuk Seluruh Skenario Analisis.....	64
Tabel 21. Rekapitulasi Estimasi Biaya Total dan Biaya Operasional Kendaraan – Koridor Bus BST.....	74
Tabel 22. Rekapitulasi Estimasi Biaya Total dan Biaya Operasional Kendaraan – Rute pengumpan BST ..	74
Tabel 23. Skenario dan Asumsi untuk Analisis Penghematan Melalui Modifikasi BOK.....	76
Tabel 24. Kriteria Perankingan Tinjauan Umum Kelayakan Implementasi Rute	87
Tabel 25. Hasil Pemeringkatan Rute Trunk Batik Solo Trans.....	88
Tabel 26. Hasil Pemeringkatan Rute Feeder Batik Solo Trans.....	88
Tabel 27. Subaspek dalam Pemilihan Model Kontrak.....	89
Tabel 28. Perbandingan Kelembagaan UPTD, BLU UPTD, BLUD, dan BUMD	90
Tabel 29. Karakteristik Sumber Pendapatan, Penerimaan Retribusi, dan Penyesuaian Operasional untuk Tiap Model Kelembagaan.....	92
Tabel 30. Rincian Perhitungan Komponen Biaya untuk Tiap Model Kontrak di Kota Surakarta.....	94
Tabel 31. Perankingan Alternatif Model Kontrak menggunakan Analisis Multikriteria untuk Kota Surakarta	94
Tabel 32. Skor Setiap Model Kontrak Berdasarkan Analisis Multikriteria.....	95
Tabel 33. Keunggulan dan Kelemahan Model NCC	96
Tabel 34. Hasil Observasi Headway Bus Kota di Bhopal, India	97
Tabel 35. Aspek yang Perlu Diantisipasi dari Implementasi Model Net Cost Contract	98
Tabel 36. Potensi Peningkatan Ridership Transportasi Publik Berdasarkan Variabel Peningkatan Layanan	100
Tabel 37. Kompilasi Komponen Kualitas Layanan Transportasi Publik	101
Tabel 38. Daftar Panjang Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi Publik	103

Tabel 39. Matriks Penilaian Kompleksitas Pemangku Kepentingan	106
Tabel 40. Rekomendasi Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi dalam Jangka Pendek (Solusi Quick-Win)	107
Tabel 41. Detail Inisiatif/Rencana Aksi Jangka Pendek Peningkatan Layanan Transportasi Publik di Kota Surakarta	108
Tabel 42 Isu dan Peluang Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia.....	112
Tabel 43 Jumlah Armada, Tahun Pengadaan, dan Tahun Akhir Usia Layanan Armada BST 2025.....	120
Tabel 44 Basis Data & Informasi yang Tersedia untuk Penyusunan Peta Jalan, terkait Tahun Kritis dan Rencana di 2025	122
Tabel 45 Ketersediaan Basis Data Perencanaan Teknis dan Pendekatan yang Akan Dilakukan	123
Tabel 46 Rute yang Dianalisis untuk Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi dan Kebutuhan Analisis Lebih Lanjut	125
Tabel 47 Informasi Lokasi dan Profil Terminal / Depo	128
Tabel 48 Lokasi dan Profil Terminus Rute yang Dianalisis.....	128
Tabel 49 Spesifikasi Teknologi Baterai Bus Listrik.....	131
Tabel 50 Spesifikasi Teknologi Pengisian Daya	134
Tabel 51 Jenis Pengisi Daya yang Umum Digunakan untuk Bus Listrik	136
Tabel 52 Keluaran Daya Maksimum dari Jenis Pengisi Daya	136
Tabel 53 Spesifikasi Armada Bus di Indonesia Berdasarkan Permenhub No. 15/2019	137
Tabel 54 Model Bus Konvensional Eksisting yang Beroperasi pada Layanan Batik Solo Trans	137
Tabel 55 Model Bus Listrik yang Telah Diuji Coba atau Beroperasi untuk Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia	139
Tabel 56 Spesifikasi Bus Listrik dan Fasilitas Pengisian Daya Terpilih untuk Analisis Lebih Lanjut.....	141
Tabel 57 Rata-rata Harga Bus Listrik pada Beberapa Model.....	141
Tabel 58 Rata-rata Harga Fasilitas Pengisian Daya pada Beberapa Model.....	142
Tabel 59 Matriks Kesiapan Lokasi Pengisian Daya Bus Listrik.....	144
Tabel 60 Threshold Konsumsi Daya dan Kilometer Kosong untuk Opportunity Charging	145
Tabel 61 Rule of Thumb Kebutuhan Luas pada Depo untuk Setiap Jenis Bus.....	146
Tabel 62 Perbandingan Kebutuhan Luas Overnight Charging terhadap Luas Depo	146
Tabel 63 Spesifikasi Pengisian Daya dari Setiap Jenis Bus Listrik	147
Tabel 64 Kebutuhan Charger untuk Overnight Charging.....	147
Tabel 65 Lokasi depo, jumlah bus yang dapat melakukan charging & rute yang menggunakan	147
Tabel 66 Lokasi opportunity charging, jumlah charger, jenis charger, dan rute yang menggunakan.....	148
Tabel 67 Kriteria Perankingan Tinjauan Kelayakan Elektrifikasi Rute	149
Tabel 68 Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi Rute Trunk.....	150
Tabel 69 Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi Rute Feeder.....	150
Tabel 70 Pentahapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	152
Tabel 71 Parameter perhitungan penurunan emisi GRK.....	154
Tabel 72 Hasil Perhitungan Penurunan Emisi GRK (dalam ton CO ₂ eq	157
Tabel 73 Hasil perhitungan penurunan GRK	158
Tabel 74 Parameter Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara	159
Tabel 75 Hasil Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara (dalam ton)	161
Tabel 76 Rangkuman Hasil Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara (dalam ton)	163
Tabel 77 Besar Komponen Biaya Investasi (CAPEX) Elektrifikasi Transportasi Publik dalam Present Value	164
Tabel 78 Estimasi Kebutuhan Biaya Investasi (CAPEX) (dalam Rp Miliar)	168
Tabel 79 Rangkuman Estimasi Kebutuhan Biaya Investasi (CAPEX).....	169
Tabel 80. Komponen Biaya Investasi (CAPEX) Bus Konvensional	170
Tabel 81. Komponen Biaya Operasional (OPEX) Bus Konvensional	171
Tabel 82. Komponen Biaya Operasional (OPEX) Bus Listrik	172
Tabel 83 Asumsi Lainnya untuk Perhitungan BOK/km/bus.....	173
Tabel 84 Summary besar rata2 & rute representatif BOK/km bus konvensional dan bus listrik untuk bus besar, bus medium, dan MPU.....	174

Tabel 85. Parameter Perhitungan Manfaat Langsung Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta ...	176
Tabel 86. Parameter Perhitungan Manfaat Tidak Langsung Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	180
Tabel 87 Parameter yang digunakan untuk perhitungan dampak negatif ekonomi	186
Tabel 88 Rangkuman Manfaat dan Biaya, Langsung dan Tidak Langsung, yang Ditinjau pada Analisis Biaya Manfaat.....	186
Tabel 89 Estimasi Besar Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	189
Tabel 90 Perbandingan Kebutuhan Subsidi: Armada Kendaraan Listrik dengan Armada Kendaraan Konvensional	191
Tabel 91. <i>Penilaian Kondisi Infrastruktur First- dan Last-Mile di Kota Surakarta Mengacu pada Parameter Indeks Kelayakan Berjalan Kaki Kementerian PUPR.....</i>	195
Tabel 92. <i>Fasilitas Publik yang Dilayani Rute BST</i>	201
Tabel 93 Permasalahan, Isu, dan Tantangan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	204
Tabel 94 Identifikasi Potensi Intervensi Melalui Regulasi	209
Tabel 95 Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta.....	214

Daftar Gambar

Gambar 1. Rencana Lokasi Pengisian Daya Batik Solo Trans (Overnight & Opportunity Charging).....	16
Gambar 2. Jumlah Bus Konvensional, Listrik, dan Pentahapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	17
Gambar 3. Perbandingan BOK/km bus konvensional dan Bus Listrik untuk Tiap Jenis Bus	18
Gambar 4. Perbandingan Estimasi Selisih Belanja Modal, Operasional dan Pemeliharaan, dan Penghematan Subsidi.....	19
Gambar 5. Estimasi Penghematan dari Elektrifikasi Batik Solo Trans 2026-2040.....	19
Gambar 6. Estimasi penurunan emisi GRK dari elektrifikasi BST 2026 - 2040	20
Gambar 7. Kebutuhan Biaya untuk Elektrifikasi Batik Solo Trans.....	21
Gambar 8. Proporsi Anggaran Belanja Elektrifikasi Batik Solo Trans terhadap APBD Kota Surakarta.....	22
Gambar 9. Peta Kawasan Solo Raya	26
Gambar 10. Peta Jaringan Utama (Trunk) dan Pengumpan (Feeder) BST	28
Gambar 11. Armada Bus Besar untuk Koridor 1 BST (Kiri) dan Bus Sedang untuk Koridor 6 BST (Kanan)	28
Gambar 12. Armada Feeder Layanan BST.....	29
Gambar 13. Armada Transjateng	30
Gambar 14. Peta Jaringan Transjateng di Solo Raya.....	30
Gambar 15. Perbandingan Rata-rata Alokasi APBD Surakarta untuk Transportasi Publik dan Estimasi Alokasi Anggaran untuk Batik Solo Trans dari Kementerian Perhubungan (dalam 1 Tahun Anggaran).....	42
Gambar 16. Skenario potensi ridership Batik Solo Trans.....	43
Gambar 17. Cakupan layanan BST.....	44
Gambar 18. Kondisi Salah Satu Halte Batik Solo Trans	45
Gambar 19. Area Pemberhentian Bus Tidak Steril di Salah Satu Halte Batik Solo Trans.....	46
Gambar 20. Rambu Pemberhentian Bus Tidak Berkanopi pada Layanan BST	46
Gambar 21. Halte BST dengan Sistem Informasi dan Navigasi Tidak Lengkap	47
Gambar 22. Level/ Tahapan Pengembangan Transportasi Publik Perkotaan.....	49
Gambar 23. Hubungan antara Biaya, Pendapatan, dan Subsidi Penyediaan Layanan BST.....	57
Gambar 24. Hubungan Antara Biaya Produksi Layanan dan Modifikasi Operasional dan Rute	58
Gambar 25. Jumlah Penumpang Koridor Bus BST (2023).....	61
Gambar 26. Jumlah Penumpang Rute pengumpan BST (2023).....	61
Gambar 27. Estimasi Pendapatan Farebox Koridor Bus BST (2023).....	62
Gambar 28. Estimasi Pendapatan Farebox Rute pengumpan BST (2023).....	62
Gambar 29. Estimasi Jumlah Kebutuhan Bus SO untuk Setiap Koridor BST.....	67
Gambar 30. Estimasi Jumlah Kebutuhan Bus SGO untuk Setiap Koridor BST	67
Gambar 31. Estimasi Jumlah Ritase Harian Total untuk Setiap Koridor BST	68
Gambar 32. Selisih Jumlah Ritase Harian Total untuk Setiap Koridor BST terhadap Skenario 1 (Baseline).....	68
Gambar 33. Estimasi Jarak Tempuh Total Tahunan untuk Setiap Koridor BST.....	69
Gambar 34. Persentase Selisih Jarak Tempuh Total Tahunan untuk Setiap Koridor BST terhadap Skenario 1 (baseline).....	69
Gambar 35. Rekapitulasi Estimasi Jarak Tempuh Total Layanan BST untuk Setiap Skenario Analisis.....	70
Gambar 36. Estimasi Biaya Total Layanan BST.....	70
Gambar 37. Estimasi Biaya Produksi Layanan – Koridor Bus BST	71
Gambar 38. Estimasi Biaya Produksi Layanan – Rute Pengumpan BST.....	71
Gambar 39. Persentase Selisih Total Biaya terhadap Skenario 1 (Baseline) – Koridor Bus	72
Gambar 40. Persentase Selisih Total Biaya terhadap Skenario 1 (Baseline) – Rute Pengumpan.....	72
Gambar 41. Perbandingan Estimasi BOK pada Koridor Bus untuk Setiap Skenario Analisis	73
Gambar 42. Perbandingan Estimasi BOK pada Rute pengumpan untuk Setiap Skenario Analisis	73
Gambar 43. Estimasi Subsidi Koridor Bus BST	79
Gambar 44. Estimasi Subsidi Rute pengumpan BST	79
Gambar 45. Proporsi Pendapatan dan Subsidi dalam Kontribusi Biaya Produksi BST.....	80

Gambar 46. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang BST.....	80
Gambar 47. Estimasi Total Subsidi Layanan BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan.....	81
Gambar 48. Estimasi Penghematan Total Biaya Subsidi untuk Setiap Skenario Analisis	81
Gambar 49. Estimasi Penghematan Biaya Subsidi per Penumpang untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan	82
Gambar 50. Perbandingan Estimasi Subsidi untuk Koridor Bus BST pada Setiap Skenario Analisis Penghematan	83
Gambar 51. Perbandingan Estimasi Subsidi untuk Rute pengumpan BST pada Setiap Skenario Analisis Penghematan	84
Gambar 52. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang Koridor Bus BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan	85
Gambar 53. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang Rute pengumpan BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan	86
Gambar 54. Aspek yang Dipertimbangkan dalam Pemilihan Model Kontrak.....	89
Gambar 55. Dampak Implementasi Model NCC Terhadap Jaringan Bus Kota di Bhopal, India.....	97
Gambar 56. Diagram Hubungan Kualitas Layanan Transportasi Publik dan Kebutuhan Subsidi Per Rute.	99
Gambar 57. Metode Pemilihan Solusi Quick-Win Peningkatan Layanan Transportasi Publik Kota Surakarta	105
Gambar 58 Perbandingan BOK/bus/km Antara Bus Bistrik dan Bus Konvensional untuk Tiap Model Bus	113
Gambar 59 Metodologi Penyusunan Tahap Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta .	114
Gambar 60 Penentuan pendekatan teknis yang tepat terkait penentuan jumlah dan jenis bus.....	116
Gambar 61 Ilustrasi Jadwal Pergantian Armada Berdasarkan Usia Layanan Kendaraan BST 2025	121
Gambar 62 Alur Operasional Bus Listrik	130
Gambar 63 Tren Penjualan Bus Listrik Secara Globa Sumber: IEA, 2025.....	131
Gambar 64 Perbandingan Spesifikasi Teknologi Baterai Sumber: World Bank dan ITDP, 2022	132
Gambar 65 Tren Pasar Teknologi Baterai untuk Light-Duty Vehicles Secara Global Sumber: IEA, 2025...	133
Gambar 66 Tren Harga Baterai Kendaraan Listrik Tipe Li-Ion (dalam \$/kWh), dalam nominal \$ tahun 2024 Sumber: BloombergNEF, 2024	134
Gambar 67 Tren Pasar Fasilitas Pengisian Daya Secara Global Sumber: IEA, 2024	136
Gambar 68 Grafik Pentahapan Elektrifikasi Batik Solo Trans.....	153
Gambar 69 Metode Perhitungan Penurunan Emisi GRK.....	154
Gambar 70 Estimasi penurunan GRK	158
Gambar 71 Estimasi Penurunan Emisi PM2.5	162
Gambar 72 Estimasi Penurunan Emisi NOx.....	162
Gambar 73 Estimasi Penurunan Emisi SO2	162
Gambar 74 Kebutuhan Biaya Investasi	169
Gambar 75 Nilai BOK/km pada Rute Representatif, berupa chart BOK/km bus konv dan bus listrik untuk bus besar, bus medium, dan MPU, pada rute representatif.....	174
Gambar 76 Estimasi Besar Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	190
Gambar 77 Estimasi Porsi Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	191
Gambar 78 Placeholder: Peta Cakupan Layanan BST	193
Gambar 79. Kondisi Fasilitas Pejalan Kaki di Jalan Slamet Riyadi.....	194
Gambar 80 Kondisi Fasilitas Pejalan Kaki di Surakarta (Umum)	195
Gambar 81 Lajur sepeda tidak terproteksi pada Jalan Jendral Sudirman	197
Gambar 82 Tipologi dan kondisi halte Batik Solo Trans.....	198
Gambar 83 Temuan kondisi aksesibilitas halte	199
Gambar 84. Sebaran Halte Prioritas Peningkatan Infrastruktur First- dan Last-Mile serta Jangkauannya terhadap Fasilitas Publik dalam Radius 400 meter Berjalan Kaki.....	201

Konteks dan Latar Belakang Laporan

Pada tahun 2030, Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (Kemenhub) menargetkan 90% elektrifikasi angkutan umum di 42 wilayah perkotaan di Indonesia. Dengan dukungan ViriyaENB, ITDP Indonesia telah menyusun peta jalan untuk mendukung target elektrifikasi yang disusun Kemenhub. Salah satu keluaran peta jalan tersebut adalah rekomendasi 11 kota prioritas untuk mencapai elektrifikasi 100% di 2030, guna mendukung target yang telah ditetapkan untuk 42 kota.

Tercapainya 100% elektrifikasi armada transportasi publik di 11 kota prioritas pada 2030 berpotensi menurunkan ~25% emisi gas rumah kaca (GRK) dari kondisi *Business-as-usual* (BaU), setara dengan ~900.000 ton CO₂eq. Kota Surakarta, berdasarkan penilaian kesiapan elektrifikasi, memiliki skor kesiapan elektrifikasi yang baik. Untuk dapat mempercepat elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta, tantangan terbesar yang harus dihadapi adalah terancamnya keberlanjutan Batik Solo Trans (BST). Keberadaan layanan transportasi publik berkualitas baik merupakan salah satu syarat utama agar elektrifikasi transportasi publik dapat berjalan dengan lancar. Saat ini, keberlanjutan pembiayaan Batik Solo Trans melalui program *Buy the Service* Teman Bus menghadapi ketidakpastian untuk Tahun Anggaran (TA) mendatang. Dengan total kebutuhan Rp115 miliar untuk mempertahankan layanan pada kondisi eksisting dan kemampuan alokasi anggaran daerah hanya Rp18 miliar, berat bagi Pemerintah Kota Surakarta untuk melanjutkan seluruh layanan dengan pola operasional dan model kontrak yang serupa, jika hanya bergantung dengan kemampuan fiskal.

Pemutusan program Teman Bus di Surakarta akan berdampak signifikan pada 13.400 penumpang harian Batik Solo Trans, di mana 36% diantaranya adalah pelajar, lansia, dan penyandang disabilitas, yang bergantung pada layanan ini. Tanpa alternatif yang memadai, banyak pengguna harian Batik Solo Trans yang berpotensi beralih ke kendaraan bermotor pribadi. Hal ini berpotensi meningkatkan emisi dan polusi udara perkotaan. Alih-alih maju dan memaksimalkan potensinya sebagai kota dengan transportasi perkotaan nol emisi, kualitas dan cakupan sistem transportasi di Kota Surakarta justru terancam mengalami penurunan. Selain itu, penghentian atau pengurangan layanan, yang saat ini mencakup 12 rute (5 rute *trunk* dan 7 rute *feeder*) dengan 133 armada, juga memiliki dampak sosial serius, termasuk hilangnya mata pencaharian bagi ratusan karyawan operator. Untuk menjamin hak masyarakat atas mobilitas, mendukung transportasi yang inklusif dan berkelanjutan, serta mencapai dekarbonisasi sektor transportasi, keberlanjutan Batik Solo Trans harus menjadi prioritas utama.

Sejak awal 2025, imbas penyesuaian anggaran dari pemerintah pusat, terdapat pengurangan 37% jumlah armada pada tahun sebelumnya yang mengakibatkan bertambahnya *headway* mengakibatkan BST mengalami penurunan jumlah pengguna. Untuk dapat menavigasi situasi yang tidak ideal, Pemerintah Kota Surakarta memerlukan strategi untuk memaksimalkan penyediaan layanan Batik Solo Trans dengan anggaran yang tersedia. ITDP Indonesia memberi asistensi teknis kepada Dinas Perhubungan Kota Surakarta untuk merekomendasikan strategi-strategi dalam penghematan biaya produksi layanan Batik Solo Trans, termasuk eksplorasi model kontrak alternatif selain Kontrak Pembelian Layanan (*Buy The Service/Gross Cost Contract*) dan mengelektifikasi transportasi publik. Pada laporan ini, ITDP mengidentifikasi langkah-langkah dan rencana aksi yang dapat ditempuh untuk mengoptimasi kebutuhan subsidi serta implementasi elektrifikasi.

Harapannya, proses menuju elektrifikasi dapat dilakukan secara bersamaan dengan mereformasi layanan Batik Solo Trans. Reformasi layanan transportasi publik untuk mengoptimalkan penggunaan alokasi anggaran penyediaan transportasi publik akan berdampak pada proses menuju elektrifikasi yang lebih lancar. Peningkatan pelayanan untuk meningkatkan tingkat penggunaan transportasi publik juga nantinya dapat memicu terjadinya *multiplier effect* saat elektrifikasi sehingga memperluas dampak positif.

Laporan “Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta” ini disusun untuk mendukung Pemerintah Kota Surakarta dalam melakukan reformasi transportasi publik, untuk

mendukung transisi menuju elektrifikasi yang lebih lancar. Aspek yang menjadi fokus reformasi transportasi publik pada draf laporan ini adalah eksplorasi model kontrak sebagai alternatif kontrak pembelian layanan dalam rangka penyusunan strategi keberlanjutan Batik Solo Trans. Sebagai pelengkap, disusun rekomendasi berupa inisiatif-inisiatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas layanan Batik Solo Trans.

Laporan ini terbagi menjadi 4 (empat) bagian utama, yang tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Laporan Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

1	Baselining Kondisi Transportasi Publik di Kota Surakarta	<ul style="list-style-type: none"> • Mengidentifikasi karakteristik perkotaan dan perjalanan Kota Surakarta • Mengidentifikasi layanan transportasi publik di Kota Surakarta • Mengidentifikasi studi-studi terdahulu yang berkaitan, serta rencana pengembangan dan elektrifikasi transportasi Publik di Kota Surakarta
2	Analisis Kesiapan Elektrifikasi Publik Kota Surakarta	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis skor dan tingkat kesiapan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta • Mengidentifikasi permasalahan utama kondisi transportasi publik Kota Surakarta terkait pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik.
3	Strategi Reformasi Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	<ul style="list-style-type: none"> • Melakukan pemetaan solusi dari permasalahan utama transportasi publik Kota Surakarta menuju elektrifikasi, melalui reformasi transportasi publik • Menganalisis pemilihan alternatif model kontrak transportasi publik Kota Surakarta • Mengidentifikasi strategi peningkatan <i>ridership</i> melalui peningkatan kualitas layanan transportasi publik Kota Surakarta
4	Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta	<ul style="list-style-type: none"> • Menyusun tahap implementasi bus listrik dan infrastruktur pengisian daya untuk transportasi publik di Kota Surakarta • Mengestimasi dampak ekonomi, finansial, dan lingkungan dari elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, termasuk penurunan GRK dan polusi udara • Mengidentifikasi dukungan regulasi dari pemerintah pusat dan daerah untuk percepatan adopsi bus listrik, serta strategi peningkatan aksesibilitas <i>First-Mile Last-Mile</i> untuk memaksimalkan dampak elektrifikasi transportasi publik

Selain Laporan “Strategi Reformasi dan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta”, pada studi ini, disusun pula laporan untuk analisis dan strategi serupa yang dilakukan untuk Kota Surakarta dan Surabaya, serta laporan studi kasus yang berisi ringkasan analisis dan strategi reformasi transportasi publik menuju elektrifikasi di ketiga kota. Pembelajaran dari studi ini akan menjadi bagian dari pembaruan “Panduan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia” (sebelumnya merupakan “*Toolkit Perencanaan Bus Listrik*”), sebagai panduan dan kerangka reformasi transportasi publik yang lebih komprehensif sebelum kota-kota di Indonesia melakukan transisi menuju bus listrik.

Temuan Utama dan Rencana Aksi

Berdasarkan asesmen terhadap kondisi di Kota Surakarta, reformasi transportasi publik untuk pengembangan, keberlanjutan, dan elektrifikasi transportasi publik dapat dilakukan melalui perubahan model kontrak transportasi publik. Transisi model kontrak dapat dilakukan dari model pembelian layanan atau *Gross Cost Contract* (GCC) ke *Net Cost Contract* (NCC).

Model kontrak NCC dapat diterapkan pada keseluruhan rute Batik Solo Trans dengan potensi penghematan biaya terlatif terhadap model kontrak GCC sebesar 24,92%. Keunggulan model kontrak ini dapat mendorong peningkatan kinerja pada operator, karena pemerintah hanya membayar biaya ‘bersih’ operasional kendaraan kepada operator, yaitu biaya produksi layanan dikurangi ekspektasi pendapatan dari tarif tiket penumpang. Pada model kontrak yang saat ini digunakan (GCC), pendapatan dari tarif tiket penumpang masuk ke Pemerintah Kota. Dalam model NCC, pendapatan ini menjadi hak operator.

Selain melalui perubahan model kontrak, reformasi transportasi publik perlu dilakukan melalui peningkatan kualitas layanan transportasi publik di Kota Surakarta. Inisiatif *quick-win* utama yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta mencakup peningkatan kepastian lokasi naik-turun penumpang di halte, perbaikan sistem informasi di halte dan bus, serta fasilitas kesetaraan untuk aksesibilitas di bus dan halte.

- Peningkatan jumlah pengguna transportasi publik dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas layanan. Meningkatnya jumlah pengguna transportasi publik berpotensi meningkatkan pendapatan dari sektor transportasi publik, dan meningkatkan *cost recovery* (pengembalian biaya) dari operasional transportasi publik.
- Strategi *quick-win* peningkatan ridership transportasi publik mempengaruhi 2 (dua) aspek yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap keinginan beralih moda (*mode shift*): terkait pengurangan waktu perjalanan; serta kenyamanan & inklusivitas. Daftar pendek inisiatif *quick-win* peningkatan kualitas layanan transportasi publik di Kota Surakarta terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Rekomendasi Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi dalam Jangka Pendek (*Quick-Win*)

Inisiatif/Detail Inisiatif Jangka Pendek (<i>Quick-Win</i>)	Variabel Peningkatan Layanan yang Diakomodasi*
Peningkatan kepastian lokasi naik-turun penumpang di halte	Keandalan (kepastian waktu), kenyamanan (aksesibilitas)
Perbaikan sistem informasi di halte, sistem audio/visual <i>signage</i> dan peta	Kenyamanan (inklusivitas)
Perbaikan sistem informasi di bus, sistem audio/visual navigasi	Kenyamanan (inklusivitas)
Fasilitas kesetaraan untuk aksesibilitas di bus dan halte	Kenyamanan (inklusivitas)
Pembangunan penyeberangan jalan <i>pelican crossing</i>	Kenyamanan (aksesibilitas)
Pemasangan sinyal prioritas dan pengaturan siklus khusus untuk bus	Keandalan (waktu tempuh)
Pemastian kualitas perawatan dan pemeliharaan bus oleh operator	Keandalan (waktu tempuh), kenyamanan
Penutupan arus yang berpotongan dengan jalur bus di persimpangan	Keandalan (waktu tempuh)

Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta dirancang agar pola operasi dan frekuensi layanan dapat kembali memenuhi Standar Pelayanan Minimal (SPM). Capaian ini perlu menjadi prioritas bagi Dinas Perhubungan Kota Surakarta usai terjadinya pengurangan anggaran program Buy-the-Service (BTS) TemanBus untuk Batik Solo Trans pada 2025 yang mengakibatkan penurunan armada bus dari 212 unit¹ pada 2024 menjadi 133 unit². Hasil analisis ITDP menemukan jumlah armada untuk dapat megoperasikan layanan sesuai SPM sebanyak 186 unit, terdiri dari 25 bus besar, 82 bus medium, dan 79 mobil penumpang umum (MPU). Tahap elektrifikasi dilakukan secara gradual, melalui penambahan bus secara bertahap untuk menutup kekurangan armada dan pada saat pergantian armada pada akhir usia layanan kendaraan.

- Efisiensi jumlah kebutuhan armada dari 212 menjadi 186 berpotensi menghemat biaya produksi Batik Solo Trans hingga Rp15 miliar³. Pengurangan kebutuhan armada ini merupakan hasil analisis yang menggantikan metode estimasi kebutuhan bus SO dan SGO dari Kementerian Perhubungan dengan analisis *timetabling*. Dengan metode *timetabling*, perhitungan kebutuhan bus menjadi lebih detail karena meninjau jumlah kebutuhan bus berdasarkan jam beroperasi layanan, panjang rute, waktu tempuh gerak dan henti, dan waktu *turnaround* pada terminus akhir yang disajikan dalam jadwal layanan harian (*timetable*) dengan simulasi jam keberangkatan pada masing-masing terminus untuk setiap rute. Analisis telah mengintegrasikan waktu tunggu maksimal 7 menit pada jam puncak agar layanan memenuhi SPM.
- Rute layanan Batik Solo Trans yang menjadi acuan perencanaan elektrifikasi mengikuti kondisi terkini (2025) dengan pola operasi 12 rute berkomposisi 6 rute *trunk line* dan 6 rute *feeder* mengikuti Batik Solo Trans pada 2024 karena dianggap sebagai kondisi ideal oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Pada 2025, terdapat perubahan pola operasi Batik Solo Trans dimana rute *trunk line* K2 dioperasikan dengan angkutan *feeder* karena penyesuaian anggaran, sehingga saat ini terdapat 5 rute *trunk line* dan 7 rute *feeder*. Perubahan pola operasi seperti ini disertai dengan pengurangan 37% jumlah armada pada tahun sebelumnya yang mengakibatkan bertambahnya *headway* mengakibatkan BST mengalami penurunan jumlah pengguna. Oleh karena itu, elektrifikasi dilakukan bersamaan dengan penambahan armada agar BST kembali beroperasi optimal.

Tabel 2. Perbandingan Jumlah Armada BST 2024, 2025, dan Rencana Jumlah Armada untuk Elektrifikasi

Jumlah armada BST 2024				Jumlah armada BST 2025				Rencana Jumlah armada BST untuk Elektrifikasi			
Total	Besar	Medium	MPU	Total	Besar	Medium	MPU	Total	Besar	Medium	MPU
212	30	86	96	133	0	69	64	186	25	82	79

Kapasitas untuk menampung seluruh armada bus listrik, termasuk untuk aktivitas pengisian daya dan pemeliharaan, tidak cukup pada depo-depo yang saat ini digunakan⁴ untuk Batik Solo Trans. Diusulkan perlunya memanfaatkan Terminal Tirtonadi sebagai depo tambahan untuk pengisian daya malam hari (*overnight charging*) sekaligus untuk redistribusi lokasi *stabling* dan *charging* untuk meningkatkan efisiensi konsumsi energi.

- Berdasarkan analisis strategi pengisian daya, dibutuhkan 47 unit fasilitas pengisian daya dengan keluaran 50 kW – 200 kW untuk kebutuhan *overnight charging* seluruh rute rencana dengan

¹ 116 unit bus dan 96 unit mobil penumpang umum (MPU).

² 69 unit bus dan 64 unit MPU.

³ Penghematan diperhitungkan pada estimasi kebutuhan biaya produksi layanan Batik Solo Trans pada 2024, tahun mulainya studi ini. Terdapat perbedaan

⁴ Depo-depo yang digunakan untuk BST pada tahun 2024 maupun 2025.

lokasi yang tersebar pada depo-depo eksisting dan Terminal Tirtonadi, sebagai depo rencana tambahan. dan 3 unit fasilitas pengisian daya 50 kW (2 unit) & 100 kW (1 unit) untuk kebutuhan *opportunity charging* 3 rute, tersebar pada tiga lokasi terminus rute, Terminal Kartasura, Subterminal Pelangi, dan Pasar Kelwer.

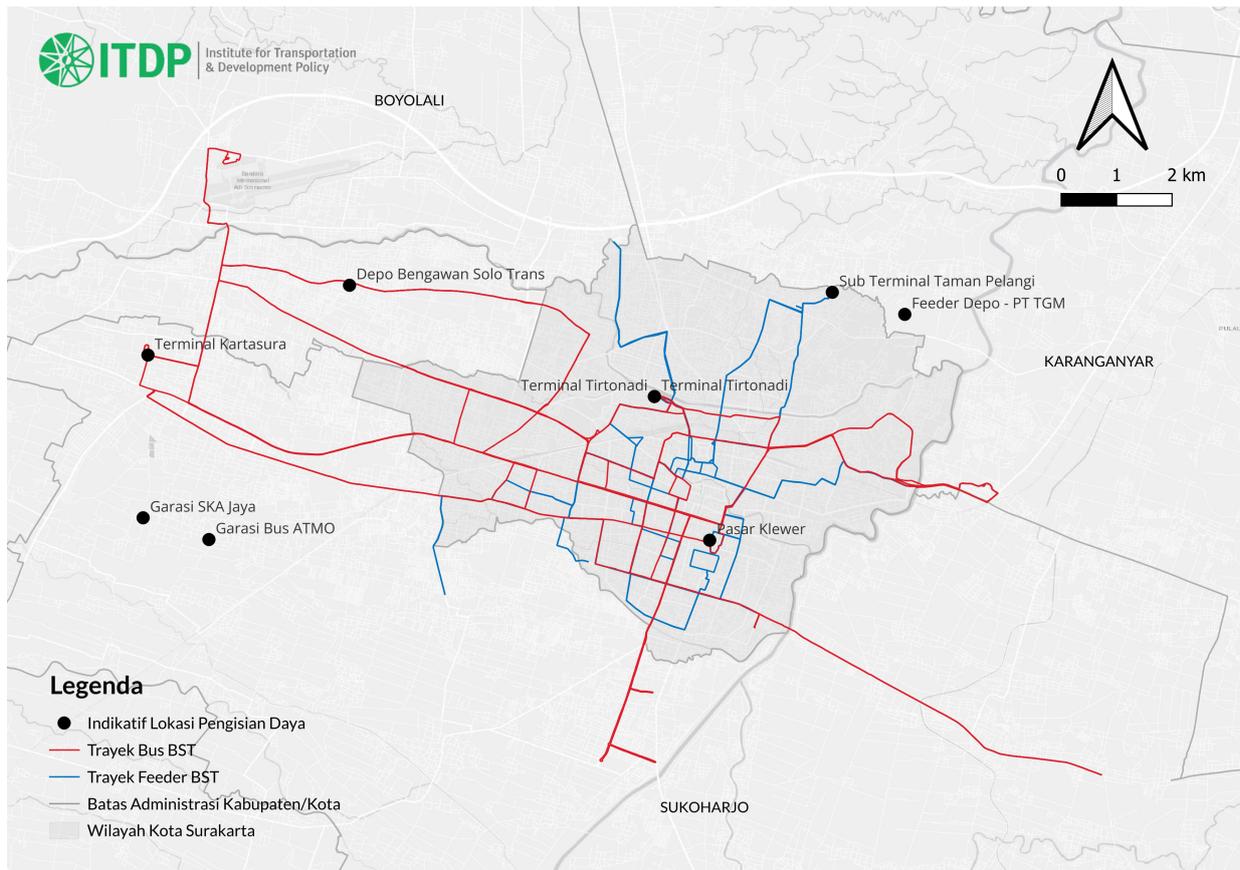
- Untuk dapat memanfaatkan Terminal Tirtonadi sebagai depo untuk *overnight charging* dan Terminal Kartasura untuk *opportunity charging*, diperlukan koordinasi antarlembaga yaitu dengan Kementerian Perhubungan untuk Terminal Tirtonadi dan Pemerintah Kabupaten Sukoharjo untuk Terminal Kartasura. Koordinasi diperlukan karena hak pengelolaan kedua terminal di luar yurisdiksi Pemerintah Kota Surakarta.

Tabel 3. Jumlah dan Jenis Unit Pengisian Daya yang Dibutuhkan untuk Operasional Bus Listrik Batik Solo Trans

Jenis Charger	Jumlah Bus SO	Jumlah Charger
Plug-in DC 200 kW, untuk bus besar	25	6
Plug-in DC 100 kW, untuk bus medium	82	21
Plug-in DC 50 kW, untuk MPU	73	20

Tabel 4. Lokasi Depo untuk Overnight Charging dan Jumlah Bus yang Dilayani

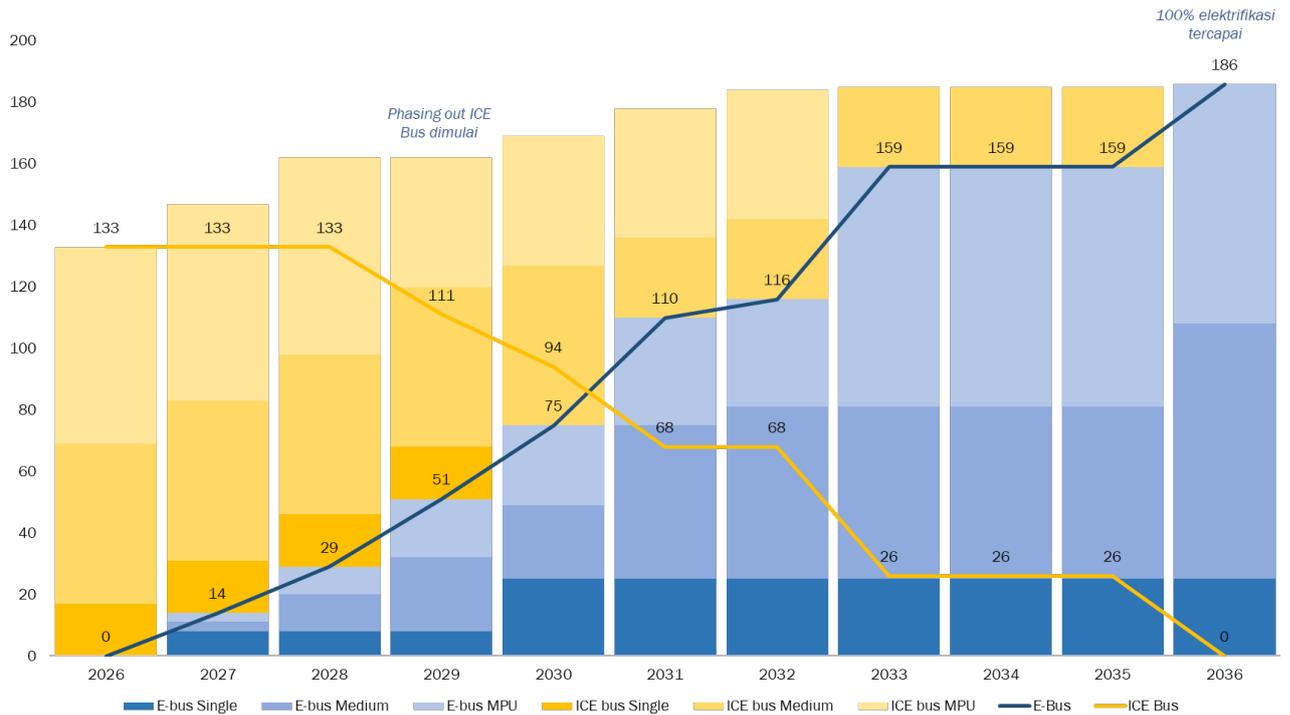
Lokasi Depo	Rute Operasional yang dapat dilayani	Jumlah bus yang dilayani untuk <i>overnight charging</i>
Depo PT Bengawan Solo Trans	K02	15
Depo PT Transportasi Global Mandiri	FD08, FD10, FD12	38
Garasi SKA Jaya	K05	24
Garasi ATMO	K03, K04	32
Terminal Tirtonadi	K01, K06, FD07, FD09, FD11	77



Gambar 1. Rencana Lokasi Pengisian Daya Batik Solo Trans (Overnight & Opportunity Charging)

Elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta dapat dimulai dari tahun 2027 yang dimulai untuk diimplementasikan secara bersamaan pada rute *trunk line* dan *feeder*. 100% elektrifikasi dapat tercapai pada 2036, dengan capaian elektrifikasi 100% rute pengumpang pada 2033 dan *trunk line* pada 2036.

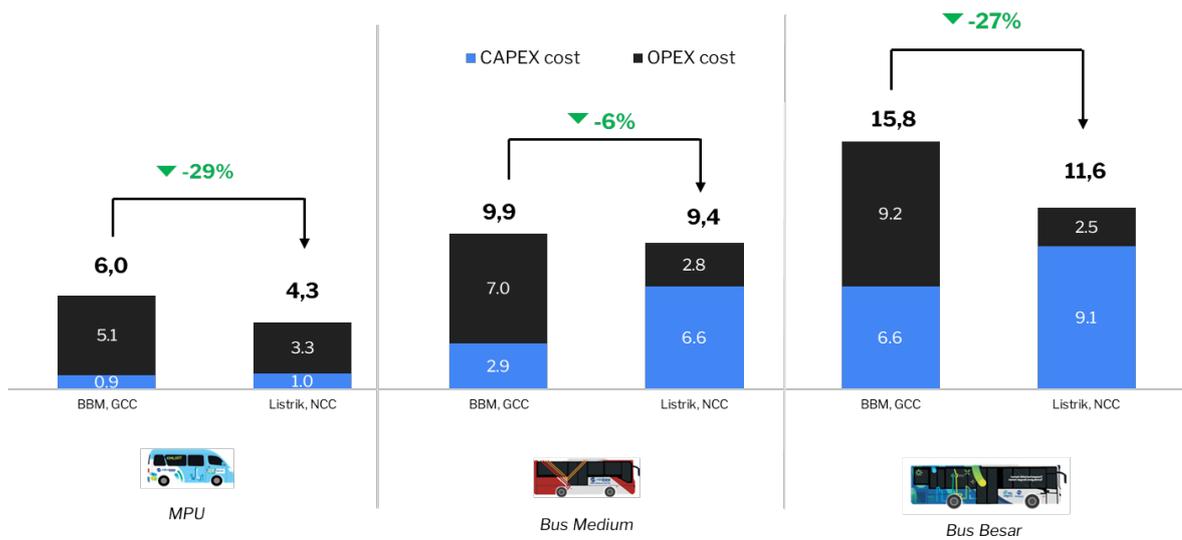
- Implementasi elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta dilakukan secara bertahap dengan strategi untuk menambahkan kekurangan bus untuk mencapai pola operasi yang sesuai SPM dan sebagai pengganti armada yang telah mencapai usia batas layanan. Setelah 2026, tidak ada lagi pengadaan armada bus atau MPU konvensional. Di tahun 2027 dan 2028, elektrifikasi dilakukan secara gradual dengan penambahan kendaraan listrik untuk rute prioritas elektrifikasi, yaitu K02, K01, dan FD08. Sedangkan, *phasing out* armada konvensional dimulai pada 2029 dimana Suzuki Futura yang telah mencapai batas usia maksimal digantikan dengan kendaraan listrik.



Gambar 2. Jumlah Bus Konvensional, Listrik, dan Pentahapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, yang dikombinasikan dengan implementasi perubahan model kontrak kerja sama operasional dengan operator Batik Solo Trans berkelayakan ekonomi baik dengan rasio biaya manfaat (BCR) 1,88. Dengan beralih ke kendaraan listrik, Kota Surakarta berpotensi menghasilkan penghematan subsidi Rp57 miliar hingga dan menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) hingga 13,43 ribu ton CO₂eq di 2040.

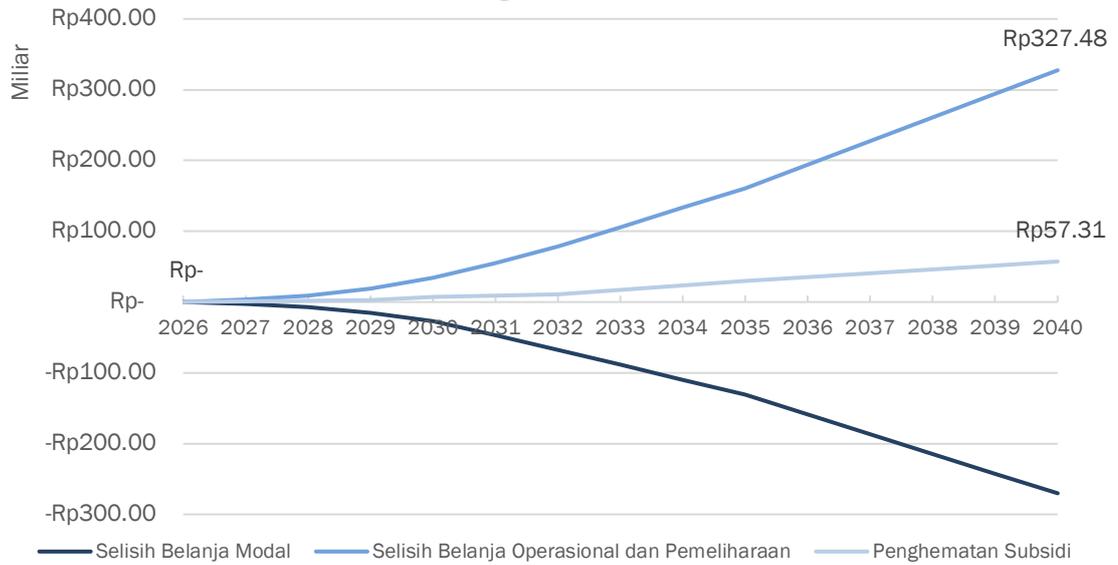
- Elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta menghasilkan Rasio Manfaat-Biaya (*Benefit-Cost Ratio/BCR*) sebesar 1,88 sehingga layak secara ekonomi.
- Nilai BOK/km bus besar, bus medium, dan MPU berbasis listrik dengan model kontrak NCC berpotensi lebih rendah berturut-turut ~27%, ~6%, dan ~29% dari pada BOK/km bus konvensional dengan model kontrak *Gross-Cost Contract (GCC)/ Buy The Service (BTS)*. Ini menunjukkan bahwa elektrifikasi transportasi publik yang dikombinasikan dengan perubahan model kontrak dapat menurunkan kebutuhan subsidi per bus.



Gambar 3. Perbandingan BOK/km bus konvensional dan Bus Listrik untuk Tiap Jenis Bus

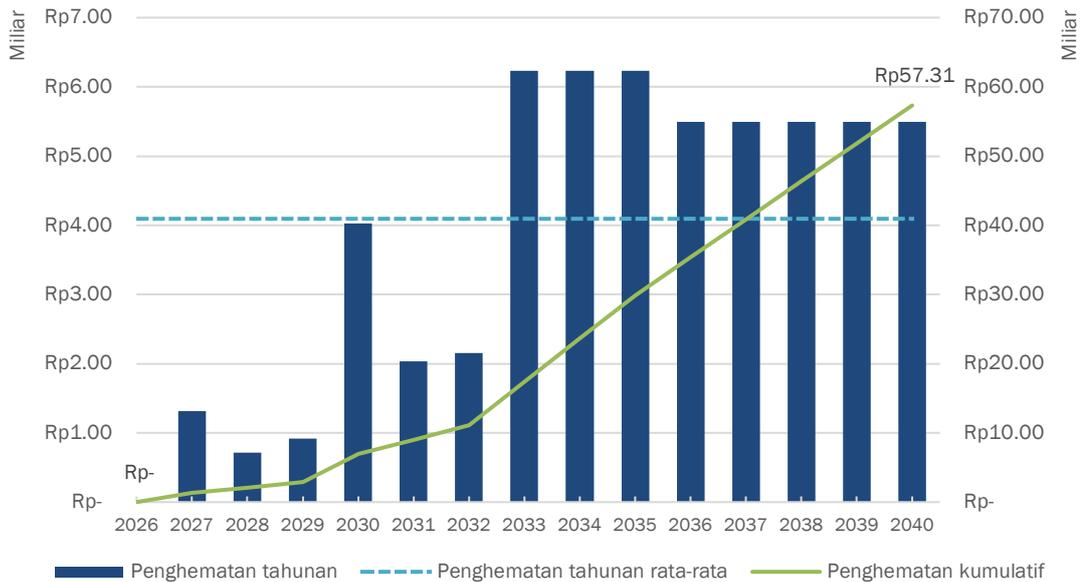
- Dengan beralih ke kendaraan listrik, potensi penghematan kumulatif biaya operasional dan pemeliharaan (*operational expenditure*) mencapai Rp327,48 miliar di tahun 2040. Meskipun komponen biaya belanja modal (*capital expenditure*) dalam BOK mengalami kenaikan kumulatif Rp270,16 miliar, terdapat potensi neto penghematan Rp57,31 miliar karena penurunan biaya operasional yang lebih signifikan. Biaya belanja modal yang lebih tinggi mencerminkan kondisi pasar dimana harga beli bus listrik lebih mahal dibandingkan dengan bus konvensional. Hingga 2040, penghematan rata-rata mencapai Rp4 miliar per tahun.

Estimasi Penghematan Subsidi Kumulatif Bus Listrik dengan Bus Konvensional



Gambar 4. Perbandingan Estimasi Selisih Belanja Modal, Operasional dan Pemeliharaan, dan Penghematan Subsidi

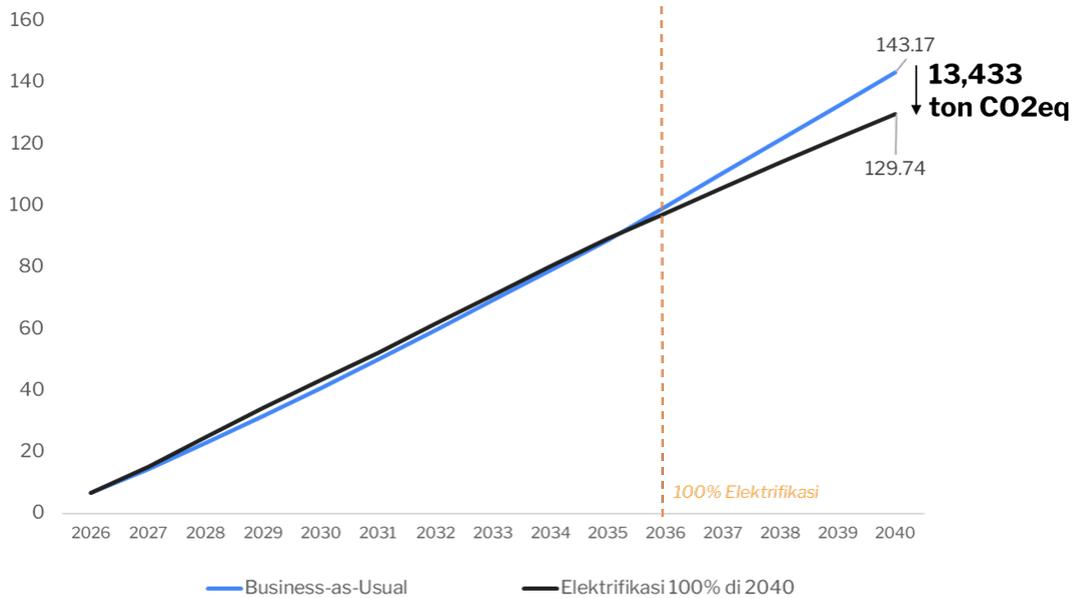
Estimasi Penghematan dari Elektrifikasi BST (2026 - 2040)



Gambar 5. Estimasi Penghematan dari Elektrifikasi Batik Solo Trans 2026-2040

- Elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta berpotensi mengurangi emisi GRK hingga 13.433 ton CO₂eq dan polutan udara PM_{2.5}, NO_x, dan SO_x masing-masing 65, 738, dan 6 ton pada 2040. Reduksi ini secara rasio bernilai secara berturut-turut 9,4% untuk emisi GRK, 70% untuk PM_{2.5} dan NO_x, serta 68% untuk SO_x. Penurunan polusi udara diestimasikan dapat mengurangi 208 kasus penyakit pernafasan. Besaran dampak penurunan emisi karbon dan polusi udara baru mulai menjelang tercapainya elektrifikasi 100% pada 2036.

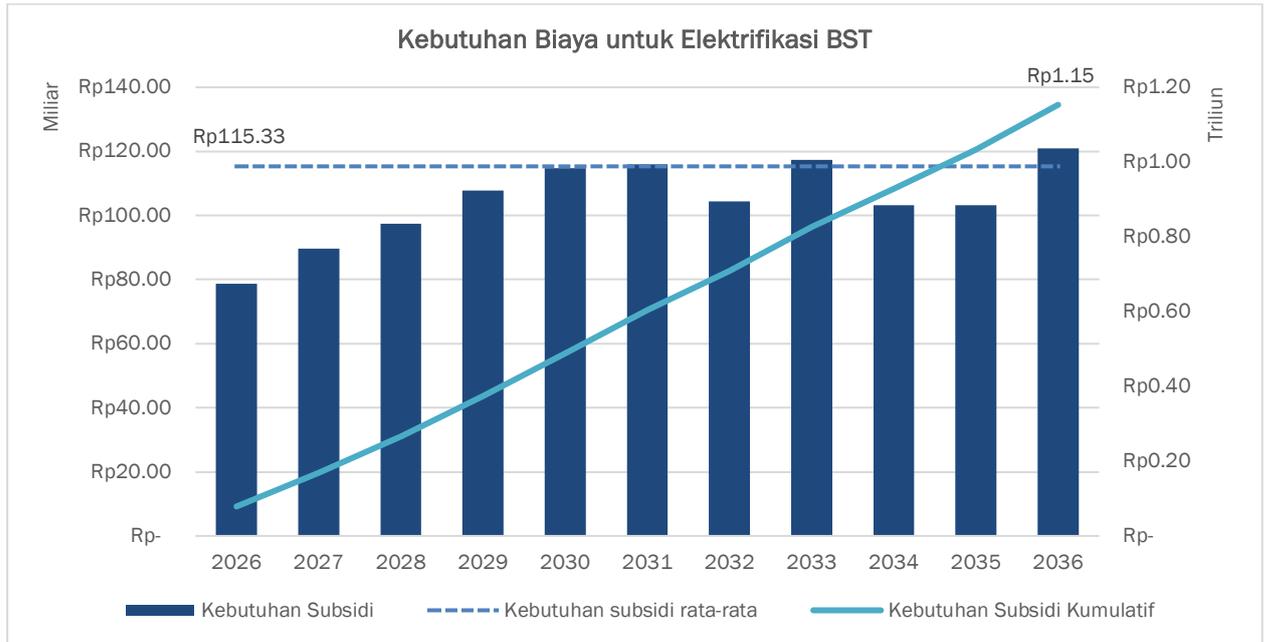
Estimasi penurunan GRK dari elektrifikasi BST (Well-to-Wheel) 2026-2040 (ribu ton CO₂eq)



Gambar 6. Estimasi penurunan emisi GRK dari elektrifikasi BST 2026 - 2040

Dengan total kebutuhan subsidi Rp1,15 triliun untuk mencapai elektrifikasi transportasi publik 100% pada 2036, Kota Surakarta masih membutuhkan dukungan fiskal dan nonfiskal dari pemerintah pusat.

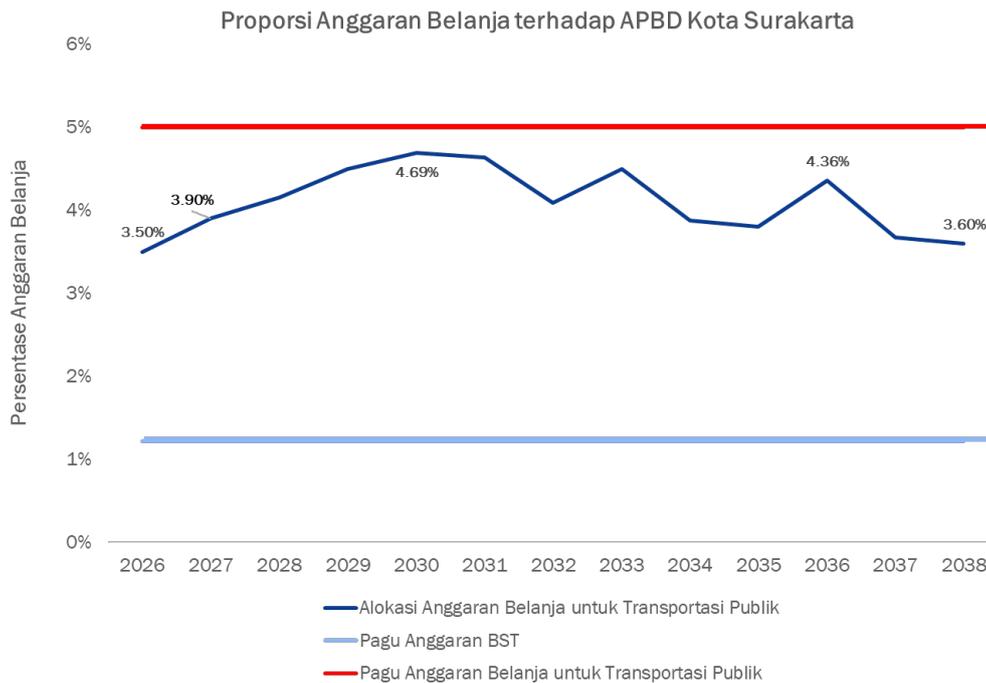
- Untuk mencapai 100% elektrifikasi di tahun 2036, dibutuhkan anggaran kumulatif sebesar Rp1,15 triliun. Secara rata-rata, dibutuhkan sekitar Rp115 miliar per tahun untuk membiayai penyelenggaraan layanan Batik Solo Trans sekaligus beralih ke kendaraan listrik. Kebutuhan anggaran ini jauh melebihi pagu anggaran untuk BST saat ini yang hanya bernilai Rp27 miliar. Kenaikan kebutuhan anggaran 426% berpotensi meningkatkan beban fiskal Kota Surakarta. Dukungan dari pemerintah pusat, utamanya pada fase awal penggunaan bus listrik, sembari Pemerintah Kota Surakarta mengupayakan kemandirian pembiayaan.



Gambar 7. Kebutuhan Biaya untuk Elektrifikasi Batik Solo Trans

- Dengan proyeksi pertumbuhan APBD 2,09%⁵ setiap tahun, rasio kebutuhan anggaran untuk elektrifikasi transportasi publik terhadap APBD berkisar dari 3,50 – 4,69%. Acuan 5% alokasi minimal anggaran APBD untuk transportasi publik saat ini sedang dikaji berbagai kota di Indonesia untuk diterapkan, dengan Semarang dan Pekanbaru yang sudah mengimplementasikan. Apabila regulasi ini diimplementasikan di Surakarta, elektrifikasi dapat tercapai dengan pembiayaan APBD. Dukungan Pemerintah Pusat untuk mendorong implementasi alokasi minimal anggaran untuk transportasi publik sangat dibutuhkan. Pemerintah pusat juga perlu memberi dukungan nonfiskal lainnya berupa landasan hukum target elektrifikasi transportasi publik yang lebih kuat di tingkat nasional.

⁵ Diambil rata-rata pertumbuhan APBD tahunan dari data historik APBD Kota Surakarta tahun 2019-2025.



Gambar 8. Proporsi Anggaran Belanja Elektrifikasi Batik Solo Trans terhadap APBD Kota Surakarta

Untuk memastikan kesediaan sumber daya dan pendanaan, Pemerintah Kota Surakarta perlu menetapkan rencana elektrifikasi transportasi publik pada kerangka regulasi di tingkat daerah.

- Pemerintah Kota Surakarta harus memastikan bahwa elektrifikasi transportasi publik (penggunaan KBLBB untuk angkutan umum berbasis jalan) telah masuk ke dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Surakarta 2026 – 2030. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa penggunaan KBLBB untuk angkutan umum di Kota Surakarta memiliki kepastian alokasi sumber daya dan penganggaran *multiyears*, dan sebagai landasan hukum bagi Dinas Perhubungan Kota Surakarta untuk menyusun rencana strategis setiap tahun yang turut memasukkan rencana penggunaan bus listrik untuk transportasi publik perkotaan. Pada RPJMD, rencana elektrifikasi transportasi publik dapat secara eksplisit ditetapkan oleh pemerintah daerah, maupun diintegrasikan ke dalam rencana lain, misalnya pengembangan transportasi berkelanjutan, penggunaan moda transportasi publik rendah/nol emisi, atau penurunan GRK/polusi udara.
- Pemerintah Kota Surakarta perlu menyusun peraturan di tingkat daerah, misalnya melalui Peraturan atau Keputusan Wali Kota, yang menetapkan target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, sesuai dengan peta jalan elektrifikasi yang telah disusun.
- Untuk Pemerintah Kota Surakarta dapat segera memulai elektrifikasi sesuai peta jalan yang direkomendasikan, beberapa hal perlu disiapkan antara lain:
 - Penggunaan KBLBB untuk layanan transportasi publik di Kota Surakarta perlu tercantum pada Rencana Strategis (Renstra) Kota Surakarta 2027.
 - Anggaran untuk penggunaan kendaraan listrik harus masuk ke Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA) Dinas Perhubungan tahun 2027.
 - Penyusunan dokumen *Detailed Engineering Design* (DED) sebagai acuan detail desain untuk retrofit Depo PT Bengawan Solo Trans dan Depo PT Transportasi Global Mandiri sebagai depo *overnight charging* untuk rute KO2 dan FD08, serta pemanfaat Terminal Tirtonadi sebagai depo baru dan lokasi *overnight charging* KO1.
 - Memastikan bahwa operator BST membangun infrastruktur pengisian daya pada 2026.
 - Untuk memperkaya referensi mengenai model-model bus dan MPU listrik yang ada saat ini (tidak terbatas hanya pada satu model), Pemerintah Kota Surakarta perlu melakukan

uji coba model-model yang tersedia di Indonesia. Uji coba dapat dilakukan di 2026, secara terbatas selama beberapa bulan.

- Pemerintah Kota Surakarta perlu menetapkan spesifikasi teknis bus dan MPU berbasis listrik yang akan digunakan. Penyusunan spesifikasi teknis perlu mempertimbangkan desain armada yang universal dan inklusif.
- Pemerintah Kota Surakarta menentukan kebutuhan model dan fasilitas pengisian daya lebih lanjut dengan calon APM terpilih.
- Memastikan bahwa tenaga kerja eksisting tetap terserap pada transisi menuju elektrifikasi, dengan:
 1. Pendataan dan pemetaan kebutuhan pelatihan dan pendidikan tenaga kerja eksisting.
 2. Pelatihan dan uji kompetensi tenaga kerja eksisting.
- Uji coba model kontrak NCC dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta secara terbatas pada kontrak baru pengoperasian BST.

Kebutuhan kerangka regulasi prioritas di tingkat daerah dirangkum pada Tabel 5.

Tabel 5. Kebutuhan Dukungan Regulasi Prioritas untuk Percepatan Elektrifikasi Transportasi Publik di Kota Surakarta

No	Kebutuhan Dukungan Regulasi	Indikatif Bentuk Regulasi	Indikatif <i>Champion</i> Regulasi
1	Target dan komitmen elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah	RPJMD, sebagai acuan utama implementasi bus listrik secara <i>multi years</i> .	Wali Kota Surakarta, Bappeda Kota Surakarta, Dinas Perhubungan Kota Surakarta
		Peraturan di tingkat daerah, misalnya melalui Peraturan atau Keputusan Wali Kota, yang menetapkan target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, sesuai dengan peta jalan elektrifikasi yang telah disusun	
2	Rencana implementasi bus listrik, yang dapat dimulai pada 2027, untuk armada feeder/MPU dan infrastruktur pengisian daya	Rencana strategi Dinas Perhubungan untuk Tahun Anggaran 2027, termasuk pada Rencana Kerja Anggaran	Dinas Perhubungan Kota Surakarta
3	Perpanjangan durasi kontrak untuk operasional transportasi publik	Peraturan Wali Kota, yang menetapkan skema kontrak penyelenggaraan transportasi publik	Wali Kota Surakarta, Dinas Perhubungan Kota Surakarta
4	Penetapan target penurunan GRK dari operasional transportasi publik, berdasarkan estimasi yang telah disusun	Peraturan atau Keputusan Wali Kota, misalnya melalui Rencana Pembangunan Rendah Karbon Daerah	Wali Kota Surakarta, Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta
5	Bantuan/ kerja sama dengan Kemenhub dan Pemerintah Kabupaten Sukoharjo terkait untuk penyediaan fasilitas pengisian daya di terminal	-	Dinas Perhubungan Kota Surakarta, Kementerian Perhubungan, Dinas Perhubungan (UP terminal) kabupaten terkait

Bagian 1. ***Baselining* Kondisi Transportasi Publik di Kota Surakarta**

1.1 Karakteristik Perkotaan dan Perjalanan Kota Surakarta

Kota Surakarta merupakan pusat kegiatan—utamanya perdagangan—dari kawasan perkotaan Solo Raya⁶, terutama kegiatan perdagangan. Kota Surakarta memiliki jumlah penduduk sebanyak 526.870 jiwa, dan diklasifikasikan sebagai kota besar⁷. Bersama dengan kabupaten-kabupaten di sekitarnya, Solo Raya diklasifikasikan sebagai kawasan perkotaan metropolitan⁸.

Tabel 6. Jumlah Penduduk Kota/Kabupaten Kawasan Solo Raya

Kabupaten/Kota	Jumlah Penduduk		
	2021	2022	2023
Kota Surakarta	522.728	523.008	526.870
Kabupaten Boyolali	1.070.247	1.079.952	1.090.129
Kabupaten Sukoharjo	911.603	916.627	932.680
Kabupaten Karanganyar	938.808	947.642	955.116
Kabupaten Wonogiri	1.049.292	1.057.087	1.051.085
Kabupaten Sragen	983.641	992.243	997.485
Kabupaten Klaten	1.267.272	1.275.850	1.284.386

Sumber: Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Tengah, 2024

Keterbatasan lahan di Kota Surakarta, yang hanya seluas 44,04 km², mendorong kabupaten-kabupaten di sekitarnya menjadi penyangga pertumbuhan perkotaan, khususnya untuk permukiman. Hal ini menyebabkan perkembangan pesat di kota-kota satelit seperti Solo Baru, Kartasura, Baki, Colomadu, dan Ngemplak. Pola pertumbuhan horizontal ini meningkatkan volume perjalanan komuter, sehingga koridor jalan penghubung antara Surakarta dan kota-kota satelit semakin terbebani.

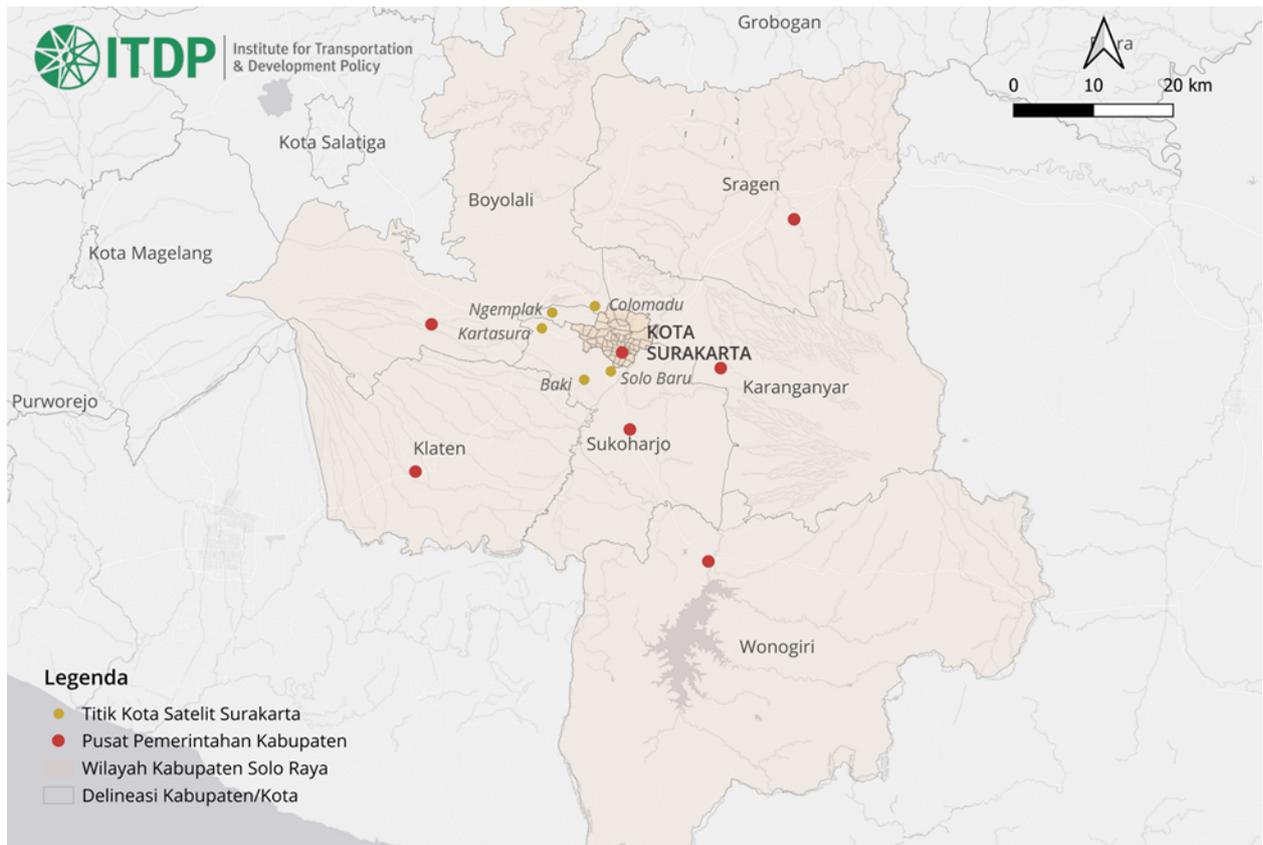
Minimnya kapasitas jalan serta ketiadaan layanan transportasi publik massal yang andal memperburuk dampak pertumbuhan kota secara *sprawl*, dengan kemacetan yang didominasi kendaraan pribadi. Meskipun Trans Jateng menghubungkan Surakarta dengan kabupaten sekitarnya, cakupan layanannya masih terbatas, memaksa masyarakat untuk mengandalkan sepeda motor dan mobil pribadi. Akibatnya, arus komuter yang terus bertambah semakin membebani jaringan jalan hingga mendekati kapasitas maksimum⁹.

⁶ Kawasan perkotaan Solo Raya merupakan wilayah eks Karesidenan Surakarta yang juga dikenal dengan aglomerasi Subosukowonosraten – akronim yang terdiri dari gabungan Surakarta, Boyolali, Sukoharjo, Karanganyar, Wonogiri, Sragen, dan Klaten.

⁷ Klasifikasi berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional

⁸ Tidak ada deliniasi legal mengenai batas wilayah kawasan perkotaan pada Solo Raya, sehingga tidak semua penduduk di kota/kabupaten eks Karesidenan Surakarta dapat dianggap sebagai penduduk wilayah metropolitan Solo Raya. Karena itu, jumlah penduduk aktual kawasan perkotaan tidak dapat dipastikan namun secara de facto dinilai melebihi syarat klasifikasi metropolitan (melebihi 1.000.000 jiwa).

⁹ Fristin Intan Sulistyowati & Dita Angga Rusiana, "Lalu Lintas Solo Diprediksi Macet Total pada Tahun 2031, Pemkot Setuju Pembangunan Tol Lingkar." *Kompas.com*, 9 Januari, 2023, <https://regional.kompas.com/read/2023/01/09/151254778/lalu-lintas-solo-diprediksi-macet-total-pada-tahun-2031-pemkot-setuju>



Gambar 9. Peta Kawasan Solo Raya

Transportasi publik massal menjadi salah satu solusi esensial untuk meningkatkan efisiensi transportasi perkotaan. Batik Solo Trans (BST) merupakan layanan transportasi publik utama di Kota Surakarta, terdiri dari 6 koridor utama dan 6 rute *feeder* dengan Mobil Penumpang Umum (MPU). Secara jaringan, pola layanan ini dinilai cocok untuk melayani Kota Surakarta dengan karakteristiknya: luas wilayah kecil, jumlah koridor utama jalan yang sedikit, dan jaringan jalan didominasi oleh jalan dengan *right-of-way* yang sempit. Meskipun jaringan layanan dinilai cocok, jumlah penggunaannya masih sangat sedikit¹⁰ dan Batik Solo Trans belum berhasil menjadi transportasi pilihan masyarakat.

1.2 Layanan Transportasi Publik di Kota Surakarta

1.2.1. Batik Solo Trans

Batik Solo Trans (BST) merupakan layanan transportasi publik yang beroperasi di Kota Surakarta dan wilayah perkotaan Solo Raya. Pada tahun 2024, layanan BST mencakup 6 koridor bus dan 6 rute pengumpan. Seperti yang disebutkan sebelumnya, koridor bus menghubungkan Kota Surakarta dengan ‘kota-kota satelit’ melalui ruas-ruas jalan utama, sedangkan rute pengumpan melayani daerah di dalam batas wilayah Kota Surakarta. BST memiliki *headway* layanan selama 7-10 menit. Total jumlah armada mencapai 116 unit kendaraan bus, terdiri dari bus besar 10 meter (khusus koridor 1) dan bus medium, dan 96 unit kendaraan mobil penumpang umum untuk rute pengumpan. Sebagian armada yang digunakan untuk mengoperasikan koridor 3, 4, 6, 8, 10, dan 11 dimiliki oleh Pemerintah Kota Surakarta. Sisa armadanya dimiliki oleh operator.

¹⁰ Damianus Bram, “Pemanfaatan Transportasi Umum di Kota Solo Masih Minim.” *Radarsolo*, 30 Desember 2022, <https://radarsolo.jawapos.com/solo/841696272/pemanfaatan-transportasi-umum-di-kota-solo-masih-minim>

Tabel 7. Data operasional BST 2024

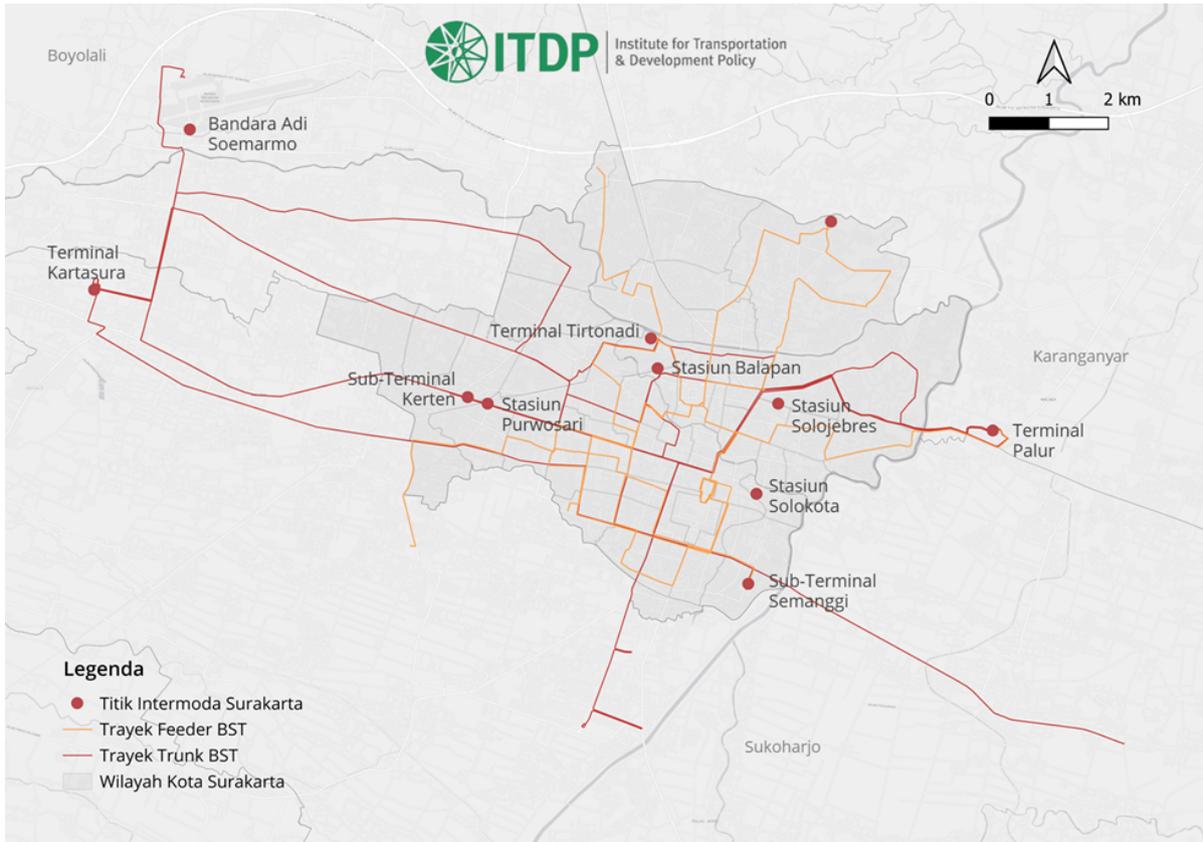
Koridor / Rute	Jenis Sistem Layanan	Trayek	Jarak (km)	Jumlah Armada (unit kendaraan)		Tipe Armada
				Siap Operasi (SO)	Siap Guna Operasi (SGO)	
1	Bus	Terminal Palur – Bandara Adi Soemarmo	46,9	27	30	Bus besar
2		Terminal Palur – Sub-terminal Kerten	29,7	14	16	Bus medium
3		Terminal Kartasura – Tugu Cembengan	34,6	14	15	
4		Terminal Kartasura – Terminal Palur	42,0	16	18	
5		Terminal Kartasura – Simpang Sidan	52,6	23	26	
6		Terminal Tirtonadi – Solo Baru (RS Indriyati)	21,2	10	11	
7	Pengumpan	RSUD Ngipang – Pasar Klewer	18,9	12	13	MPU
8		Terminal Pelangi – Lotte Mart	19,5	18	20	
9		Terminal Pelangi – RSUD Bung Karno	22,0	14	15	
10		Terminal Palur – Pasar Klewer	16,7	13	14	
11		Terminal Tirtonadi – Pasar Klewer	23,1	18	20	
12		Pasar Klewer – Gentan RCTI	24,1	13	14	

Sumber: Dinas Perhubungan Surakarta, 2024

Pada tahun 2025, penyesuaian anggaran program *buy-the-service* TemanBus mengakibatkan perubahan yang cukup signifikan dari pola operasi dan armada BST. Berkurangnya anggaran mengakibatkan pengurangan jumlah armada pada sejumlah rute, penggunaan angkutan *feeder* untuk K02, dan penyesuaian beberapa trayek. Tabel 5 merangkum perubahan pada BST di tahun 2025.

Tabel 8. Data Operasional BST 2025

Koridor / Rute	Jenis Sistem Layanan	Trayek	Jarak (km)	Jumlah Armada (unit kendaraan)		Tipe Armada
				Siap Operasi (SO)	Siap Guna Operasi (SGO)	
1	Bus	Terminal Palur – Bandara Adi Soemarmo	37.6	15	17	Bus medium
2	Pengumpan	Terminal Palur – Sub-terminal Kerten	23.49	11	12	MPU
3	Bus	Terminal Kartasura – Taman Lansia	24.44	12	13	Bus medium
4		Terminal Kartasura – Terminal Palur	37.95	12	13	
5		Terminal Kartasura – Simpang Sidan	31.89	15	17	
6		Terminal Tirtonadi – Solo Baru (RS Indriyati)	18.18	8	9	
7	Pengumpan	RSUD Ngipang – Pasar Klewer	18.22	7	8	MPU
8		Taman Jaya Wijaya – Lotte Mart	15.96	9	10	
9		Sub-Terminal Pelangi – Sub Terminal Semanggi	22.13	8	9	
10		Terminal Palur – Pasar Klewer	14.57	6	7	
11		Terminal Tirtonadi – Pasar Klewer	23.09	9	10	
12		Pasar Klewer – Pasar Jongke	23.93	7	8	



Gambar 10. Peta Jaringan Utama (Trunk) dan Pengumpan (Feeder) BST



Gambar 11. Armada Bus Besar untuk Koridor 1 BST (Kiri) dan Bus Sedang untuk Koridor 6 BST (Kanan)



Gambar 12. Armada Feeder Layanan BST

Secara kelembagaan, BST merupakan layanan angkutan massal yang diregulasi oleh Badan Layanan Umum Daerah Unit Pelaksana Teknis Daerah (BLUD UPTD) Transportasi, di bawah Dinas Perhubungan Kota Surakarta. Namun, Sejak tahun 2020, BST masuk ke dalam program Pembelian Layanan (*Buy the Service*) Teman Bus Kementerian Perhubungan (Kemenhub)¹¹, sehingga Kemenhub juga menjadi regulator langsung layanan BST. Sebagai peserta program, secara bertahap layanan BST mendapatkan pembiayaan operasional sampai sepenuhnya didanai oleh Kemenub pada 2023. Walaupun begitu, sejak awal 2024, 3 rute *feeder* pengelolaannya dan kewajiban pendanaanya diambil alih oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta.

Pengoperasian layanan diselenggarakan oleh dua operator, yaitu PT Bengawan Solo Trans sebagai operator koridor bus (*trunk line*) dan PT Transport Global Mandiri (TGM) sebagai operator rute pengumpan (*feeder*). PT TGM terbagai menjadi dua suboperator, yaitu Koperasi Bersama Satu Tujuan dan Koperasi Trans Roda Sejati.

1.2.2. Transjateng

Transjateng merupakan layanan transportasi publik massal selain Batik Solo Trans yang beroperasi di Kota Surakarta. Layanan ini dikelola oleh Unit Pelaksana Teknis Pelayanan Operasional Transportasi publik Dinas Perhubungan Pemerintah Provinsi (Pemprov) Jawa Tengah bernama Balai Transportasi Jawa Tengah. Serupa dengan layanan Batik Solo Trans, Transjateng menggunakan model Pembelian Layanan (*Buy The Service*), di mana Pemprov Jawa Tengah membeli layanan Transjateng dari operator yang terpilih melalui proses tender. Transjateng bertujuan sebagai moda transportasi penghubung wilayah aglomerasi di Jawa Tengah. Selain Solo Raya, Transjateng beroperasi di wilayah Kedungsepur¹², Barlingmascakeb¹³, dan Purwomanggung¹⁴. Terdapat dua koridor yang saat ini melintasi Kota Surakarta, yaitu trayek Terminal Tirtonadi – Terminal Sumberlawang yang menghubungkan Surakarta dengan Sragen, dan Terminal Tirtonadi – Terminal Wonogiri yang menghubungkan Surakarta dengan Wonogiri. Kedepannya, Balai Transportasi Jawa Tengah merencanakan pengembangan koridor baru untuk memperluas jaringan Transjateng di Solo Raya. Dengan Pemerintah Kota (Pemkot) Surakarta sebagai sasaran penerima manfaat (*beneficiary*), studi ini tidak akan melakukan analisis lanjutan mengenai Transjateng karena di luar yurisdiksi Pemkot Surakarta.

¹¹ Sejarah perkembangan Batik Solo Trans dan layanan transportasi publik di Kota Surakarta dibahas secara detail dalam publikasi ITDP (2023) "[Dokumentasi Evaluasi Program Buy the Service di Indonesia](#)".

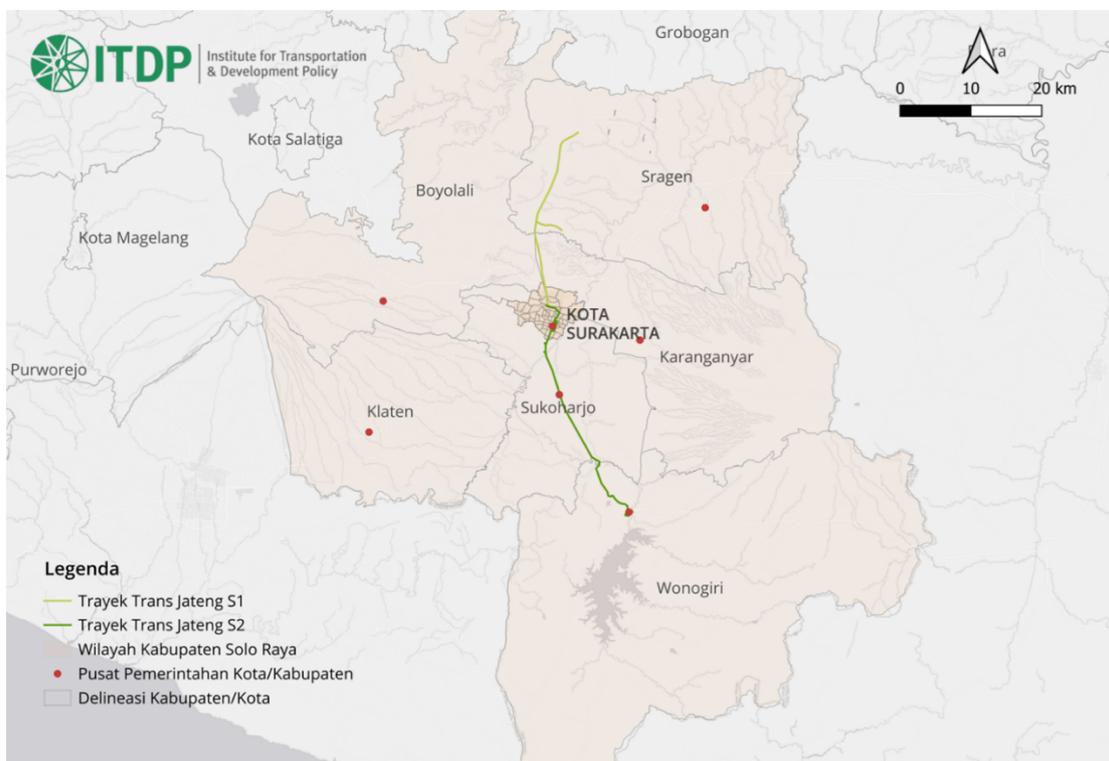
¹² Aglomerasi Kedungsepur: Kendal, Demak, Ungaran, Semarang dan Purwodadi

¹³ Aglomerasi Barlingmascakeb: Banjarnegara, Purbalingga, Banyumas, Cilacap, dan Kebumen

¹⁴ Aglomerasi Purwomanggung: Purworejo, Wonosobo, Magelang, Mungkid, dan Temanggung



Gambar 13. Armada Transjateng



Gambar 14. Peta Jaringan Transjateng di Solo Raya

1.3 Rencana Pengembangan dan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

1.3.1. Rencana Pengembangan Transportasi Publik Kota Surakarta

Kebijakan transportasi publik Surakarta berprinsip “menggerakkan orang, bukan kendaraan” (“*move people not cars*”), mencerminkan komitmen Pemkot untuk membangun sistem transportasi yang berfokus pada pengguna (*people-centric*). Reformasi yang dilakukan telah mentransformasi layanan transportasi publik massal dari sistem tidak terstandar menjadi Batik Solo Trans, yang kini memenuhi Standar

Pelayanan Minimal¹⁵. Dengan kelembagaan BLUD UPTD, Pemkot memiliki dasar hukum dan fleksibilitas operasional dan finansial-manajerial yang kuat untuk terus meningkatkan kualitas layanan transportasi publik.

Selain reformasi pelayanan transportasi publik, Kota Surakarta telah mengidentifikasi peran transportasi dalam mendukung rencana pembangunan dan pengembangan daerah. Dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) 2021-2026, transportasi merupakan salah satu komponen utama dalam mendukung 'Misi 3', mewujudkan tata ruang dan infrastruktur kota yang mendukung pariwisata dan pemajuan kebudayaan berkelanjutan. Terdapat 3 strategi¹⁶ untuk mewujudkan 'Misi 3': memfasilitasi kerja sama sistem transportasi untuk mendukung pariwisata Solo Raya, optimalisasi layanan dan sarana prasarana transportasi yang berbasis teknologi, dan pengelolaan manajemen risiko kemacetan dan perpajakan. Dalam strategi pencapaiannya juga telah ditetapkan perlunya kerja sama instansi dalam urusan pekerjaan umum, perhubungan, dan urusan lingkungan hidup. Sasaran dari strategi ini adalah meningkatnya kualitas lingkungan hidup kota yang aman, tangguh, dan berkelanjutan.

Visi misi transportasi dalam RPJMD 2021-2026 diturunkan menjadi konsep pengembangan transportasi Kota Surakarta. Badan Perencanaan, Penelitian, dan Pengembangan Daerah (Bappeda) Kota Surakarta mengusung arah pengembangan transportasi untuk tercapainya 'transportasi hijau' guna mengurangi polusi karbon dioksida (CO₂). Pada jenjang tinggi (*high level*) direncanakan penerapan strategi *push and pull*¹⁷ dalam pengembangan transportasi publik. Komponen strategi dijelaskan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Strategi Push dan Pull Pengembangan Transportasi Perkotaan Surakarta

No	Strategi Push	Strategi Pull
1	Jalan berbayar	Integrasi sistem dan struktur tarif transportasi publik
2	Kutipan kemacetan (<i>road pricing/congestion pricing</i>)	Pemberian prioritas pada koridor transportasi publik
3	Menaikkan pajak kendaraan pribadi	Insentif untuk komuter
4	Pajak jalan	Pengaturan pembayaran parkir
5	Sistem kuota kepemilikan kendaraan pribadi	Reduksi pajak untuk pengguna kartu langganan transportasi publik
6	Parkir berbayar progresif	Reduksi pajak untuk pesepeda dan pejalan kaki
7	Pembatasan nomor plat kendaraan	-
8	Penerapan kawasan rendah emisi	-
9	Kawasan dengan batas kecepatan 20 km/jam	-

Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surakarta (2024)

Selain rencana penerapan kebijakan *push and pull*, direncanakan pula penerapan integrasi layanan antar moda transportasi untuk mencapai transportasi berkelanjutan. Bappeda Kota Surakarta mengidentifikasi tingginya permintaan perjalanan dan meningkatnya kondisi perekonomian masyarakat yang meningkat menyebabkan tingginya penggunaan angkutan pribadi, terutama sepeda motor. Tingginya penggunaan angkutan pribadi berdampak pada menurunnya kinerja layanan transportasi publik dan kinerja jaringan transportasi kawasan perkotaan. Konsekuensinya, kemacetan dan durasi waktu perjalanan meningkat

¹⁵ Reformasi pelayanan transportasi publik di Kota Surakarta dibahas secara detail pada publikasi ITDP Indonesia (2023) "[Dokumentasi Evaluasi Program Buy-the-Service di Indonesia](#)", subbab 3.3.3.

¹⁶ 3 strategi ini disebut 'Strategi 9' dalam RPJMD 2021-2026 Kota Surakarta: peningkatan kualitas sarana dan prasarana perhubungan

¹⁷ Strategi push (dorong) merupakan strategi untuk membatasi akses atau penggunaan kendaraan pribadi, sedangkan strategi pull (tarik) untuk meningkatkan pelayanan angkutan umum.

sehingga kualitas hidup masyarakat menurun akibat waktu yang ‘terbuang’ untuk melakukan perjalanan. Kualitas lingkungan hidup juga menjadi korban, dengan meningkatnya polusi udara maupun suara (kebisingan). Oleh karena itu, Bappeda memprioritaskan pembangunan kawasan-kawasan strategis pusat kegiatan masyarakat yang menerapkan keterpaduan layanan¹⁸. Kawasan-kawasan ini harus dibangun dan dikembangkan dengan akses utama melalui koridor transportasi publik, jaringan jalur sepeda, dan fasilitas pejalan kaki.

Secara garis besar, rencana pengembangan sistem transportasi di Kota Surakarta sudah sesuai dengan prinsip transportasi berkelanjutan, utamanya terkait kebijakan *push and pull*. Namun, rencana tersebut perlu direalisasikan dengan prioritas, kaidah, dan pentahapan, yang jelas untuk memaksimalkan dampak positif yang dapat diterima oleh masyarakat Kota Surakarta.

1.3.2. Rencana Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Saat ini, belum terdapat rencana elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta. Pada level provinsi (Jawa Tengah), belum terdapat pengaturan teknis mengenai elektrifikasi kendaraan transportasi publik massal. Rencana elektrifikasi transportasi publik massal oleh Kementerian Perhubungan, yang turut memasukkan Kota Surakarta sebagai 1 dari 42 target elektrifikasi di 2030¹⁹. Namun, rencana tersebut belum diatur lebih lanjut pada kerangka regulasi yang lebih kuat. Saat penulisan laporan ini, belum terdapat studi maupun publikasi yang membahas potensi elektrifikasi transportasi publik di Surakarta. Uji coba kendaraan listrik untuk transportasi publik juga belum pernah dilakukan di Surakarta. Dengan demikian, studi ini akan berkontribusi dalam menyediakan informasi bagi pemangku kebijakan untuk menyusun rencana elektrifikasi.

¹⁸ Keterpaduan layanan yang dimaksud termasuk pelayanan publik, pendidikan, kesehatan, perbelanjaan, dan hiburan.

¹⁹ Peta Jalan Nasional untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan Berbasis Jalan, ITDP Indonesia, 2024

Bagian 2.

Analisis Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

2.1 Matriks Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan

Kesiapan suatu kota menuju elektrifikasi transportasi publik perkotaan perlu dinilai. Penilaian ini ditujukan untuk mengidentifikasi kekurangan dan/atau kendala yang dihadapi suatu kota sehingga dapat intervensi yang tepat dapat dirumuskan. Pada studi “Peta Jalan Nasional untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan Berbasis Jalan”, telah dikembangkan matriks kriteria kesiapan yang hasilnya menentukan tingkat kesiapan elektrifikasi suatu kota, yang tercantum pada Tabel 10.

Tabel 10. Matriks Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan

Wajib Terpenuhi			
Aspek Penyelenggaraan Transportasi Publik	Bobot	Aspek Penggunaan KBLBB	Bobot
Keberadaan transportasi publik perkotaan eksisting	15%	Ketersediaan dan stabilitas jaringan listrik	10%
Keberadaan otoritas atau lembaga transportasi publik	15%		
Keberadaan operator transportasi publik	10%		
Komitmen dan kontinuitas pendanaan melalui penyediaan anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik	10%		
Komitmen daerah berupa keberadaan rencana transportasi regional/daerah	10%		
Kapasitas fiskal daerah	7,5%		
Opsional			
Aspek Lainnya	Bobot	Aspek Penggunaan KBLBB	Bobot
Kebijakan transportasi berkelanjutan pendukung	2,5%	Target elektrifikasi transportasi publik oleh pemerintah daerah	5%
		Familiaritas daerah dengan bus listrik	5%
		Dukungan fiskal dari pemerintah	5%
		Fasilitas pengisian daya untuk transportasi publik	2,5%
		Fasilitas uji KIR bus listrik	2,5%
Total bobot seluruh kriteria			100%

Kriteria-kriteria kesiapan elektrifikasi digolongkan menjadi kriteria yang wajib dipenuhi dan kriteria opsional. Kriteria yang wajib dipenuhi merupakan kriteria utama yang harus dipenuhi sebelum bisa berlanjut ke elektrifikasi. Hal ini berkaitan erat dengan pemastian keberlanjutan penyelenggaraan transportasi publik perkotaan seperti tersedianya layanan transportasi publik, kelembagaan, komitmen pemerintah (rencana dan anggaran), dan kapasitas fiskal daerah, serta ketersediaan dan stabilitas jaringan listrik. Kriteria opsional berfokus pada hal-hal yang lebih spesifik terkait elektrifikasi serta kebijakan *push* dan *pull* transportasi lainnya. Masing-masing kriteria dibagi ke dalam beberapa kategori yang tercantum pada Tabel 11.

Tabel 11. Kategorisasi Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan

No	Kriteria Kesiapan (Readiness Criteria)	Bobot Terhadap Seluruh Kriteria	Kondisi Keterpenuhan	Bobot Kondisi Keterpenuhan Terhadap Kriteria
1	Keberadaan transportasi publik eksisting	15%	Memenuhi SPM yang ditetapkan di daerah (sebagai turunan PM 10/2022 dan perubahannya, termasuk pemenuhan kebutuhan lajur khusus) dan terkait dengan pembayaran Rp/km ke operator	100%
			Memenuhi SPM yang mengacu pada PM 10/2012 atau terkait dengan pembayaran Rp/km ke operator	80%
			Memenuhi SPM yang mengacu pada PM 98/2013 (dan perubahannya)	50%
2	Keberadaan otoritas transportasi publik	15%	Berbentuk Badan Usaha Milik Daerah (BUMD)	100%
			Berbentuk Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) atau UPT (Unit Pelaksana Teknis) dengan model pengelolaan BLUD	50%
			Berbentuk UPT	25%
3	Operator transportasi publik	10%	Transportasi publik dioperasikan oleh perusahaan transportasi publik berbentuk badan usaha	100%
			Transportasi publik dioperasikan secara swadaya oleh pemerintah	50%
4	Komitmen dan kontinuitas pendanaan melalui penyediaan anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik	10%	Rata-rata alokasi anggaran untuk penyelenggaraan transportasi public perkotaan sebesar > 3% dari APBD dalam 5 tahun terakhir, atau terdapat peraturan daerah mengenai anggaran minimal untuk penyelenggaraan transportasi publik perkotaan sebesar > 3%	100%
			Setidaknya rata-rata alokasi anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik perkotaan sebesar 2 – 3% dari APBD dalam 5 tahun terakhir	75%
			Rata-rata alokasi anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik perkotaan sebesar 0,5 – 2% APBD dalam 5 tahun terakhir	50%
5	Komitmen daerah berupa keberadaan rencana transportasi regional/daerah	10%	Terdapat Rencana Umum Jaringan Trayek (RUJT) dan dokumen lain yang mendukung, misalnya peraturan mengenai penyelenggaraan perhubungan, dokumen <i>Sustainable Urban Mobility Plan</i> (SUMP), atau dokumen <i>feasibility study</i> (FS) BRT/penyediaan transportasi publik perkotaan	100%
			Terdapat RUJT, tapi belum memiliki studi lain (SUMP/FS) yang mendukung	75%
			Terdapat dokumen SUMP dan/atau FS, tapi belum terdapat RUJT	50%
6	Kapasitas fiskal daerah	7,5%	Memiliki Indeks Kapasitas Fiskal (IKF) “Tinggi” atau “Sangat Tinggi”	100%

No	Kriteria Kesiapan (<i>Readiness Criteria</i>)	Bobot Terhadap Seluruh Kriteria	Kondisi Keterpenuhan	Bobot Kondisi Keterpenuhan Terhadap Kriteria
7	Keberadaan target/komitmen elektrifikasi transportasi publik oleh pemerintah daerah	5%	Ada target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, tercantum pada peraturan perundang-undangan atau peraturan kebijakan	100%
8	Familiaritas pemerintah daerah terhadap bus listrik	5%	Setidaknya telah diintroduksi melalui uji coba	100%
9	Dukungan fiskal dari pemerintah untuk adopsi KBLBB	5%	Terdapat insentif fiskal, misalnya pajak, subsidi oleh pemerintah pusat/daerah, dan pengadaan terkonsolidasi, sehingga TCO <i>parity</i> untuk pembiayaan investasi tercapai	100%
			Insentif fiskal sudah ada, dari pemerintah pusat dan daerah, tapi belum efektif menekan TCO <i>parity</i>	75%
			Insentif fiskal sudah ada, tapi dari pemerintah pusat saja, dan belum efektif menekan TCO <i>parity</i>	50%
10	Keberadaan infrastruktur pendukung	2,5%	Telah terdapat instalasi pengisian daya listrik untuk transportasi publik	100%
			Terdapat setidaknya 1 SPKL atau SPKLU	25%
11	Kecukupan suplai dan stabilitas jaringan listrik	10%	Nilai <i>System Average Interruption Duration Index</i> (SAIDI) < 15,36 dan <i>System Average Interruption Frequency Index</i> (SAIFI) < 2,88	100%
			$15,36 \leq \text{SAIDI} \leq 23,04$ dan $2,88 \leq \text{SAIFI} \leq 9,24$	50%
12	Keberadaan fasilitas uji bus listrik	2,5%	Terdapat fasilitas uji KIR untuk bus listrik secara lengkap	100%
13	Kebijakan transportasi berkelanjutan pendukung yang sudah diimplementasikan	2,5%	Ada, <i>push</i> dan <i>pull</i> , yang tercantum dalam peraturan perundang-undangan atau dalam peraturan kebijakan	100%
			Ada, <i>push</i> atau <i>pull</i> saja, yang tercantum dalam peraturan perundang-undangan atau dalam peraturan kebijakan	50%

Sumber: ITDP (2024)

Setiap kategori memiliki bobotnya masing-masing, di mana kategori paling ideal atau paling baik mendapatkan bobot 100%. Bobot tersebut kemudian diekivalensikan dengan bobot terhadap seluruh kriteria yang ketika dijumlahkan akan menentukan persentase tingkat kesiapan elektrifikasi transportasi publik perkotaan.

Kesiapan kota dibagi menjadi enam level seperti didetailkan pada Tabel 12. Jika seluruh kriteria wajib telah terpenuhi, maka suatu kota dapat dikatakan siap untuk mengelektifikasi transportasi publik perkotaannya. Namun, level kesiapannya ditentukan berdasarkan penilaian yang didapat dari pembobotan kriteria pada Tabel 11. Bagi kota yang belum siap elektrifikasi (belum memenuhi seluruh kriteria wajib), strategi akan diformulasikan berdasarkan kriteria yang belum terpenuhi, sehingga lebih tepat sasaran.

Tabel 12. Pembagian Level Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota

Level	Indikator Penentuan Level Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik	
	Seluruh kriteria yang wajib sudah terpenuhi?	Nilai
Level 1	X	< 30%
Level 2	X	≥ 30%
Level 3	V	< 50%
Level 4	V	≥ 50% - 80%
Level 5	V	≥ 80% - 99%
Level 6	V	100%

Sumber: ITDP (2024)

2.2 Analisis Rona Awal (*Baseline Analysis*) Tingkatan Kesiapan (*Readiness Level*) Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Pada studi “Peta Jalan Nasional untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan Berbasis Jalan”, analisis rona awal tingkatan kesiapan elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta telah dilakukan dengan menggunakan data dan informasi sekunder yang dikumpulkan pada tahun penyusunan studi. Analisis rona awal diperbaharui dengan informasi yang didapat melalui diskusi dengan pemangku kepentingan, survei lapangan, serta data dan informasi sekunder terkini.

2.2.1. Temuan dan Keterpenuhan Kriteria Wajib

Melalui proses tinjauan dokumen serta konsultasi dengan Dinas Perhubungan (Dishub) Kota Surakarta, temuan mengenai pemenuhan kriteria wajib kesiapan elektrifikasi sebagai berikut:

1. Keberadaan transportasi publik perkotaan eksisting
Layanan transportasi publik perkotaan Batik Solo Trans Kota Surakarta diimplementasi dengan penerapan Standar Pelayanan Minimal (SPM) diatur dalam Peraturan Wali Kota (Perwali) Nomor 8A tahun 2017 yang merupakan turunan dari Peraturan Menteri (PM) Perhubungan Nomor 10 tahun 2012. Selain itu, layanan BST juga terkait dengan pembayaran Rp/km ke operator, karena menggunakan model *Buy-The-Service/Gross-Cost Contract* (GCC). Operator harus memenuhi SPM yang berlaku sebagai verifikasi pembayaran produksi kilometer tempuh.
2. Keberadaan otoritas atau lembaga transportasi publik
Lembaga transportasi publik yang membawahi Batik Solo Trans merupakan BLUD UPTD Transportasi, di bawah Dinas Perhubungan Kota Surakarta, sejak tahun 2016²⁰.
3. Keberadaan operator transportasi publik

²⁰ Beberapa peraturan terkait pembentukan dan regulas BLUD UPTD: Keputusan Walikota Nomor 059/90/1/2016, Peraturan Walikota Surakarta Nomor 5 tahun 2016, Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 6 Tahun 2008, Peraturan Daerah Kota Surakarta Nomor 5 tahun 2013, dan Peraturan Walikota Surakarta Nomor 2.1 Tahun 2023

Pengoperasian Batik Solo Trans dilakukan oleh dua perusahaan, PT Bengawan Solo Trans (koridor bus) dan PT Transport Global Mandiri (rute pengumpan).

4. **Komitmen dan kontinuitas pendanaan melalui penyediaan anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik**
 Saat ini belum terdapat komitmen dari Pemerintah Kota (Pemkot) Surakarta untuk penyediaan anggaran penyelenggaraan transportasi publik anggaran yang tertuang dalam Peraturan Daerah. Meski demikian, dalam 5 tahun terakhir, alokasi APBD untuk penyelenggaraan transportasi publik di Kota Surakarta diestimasi sebesar 1,07%. Pemkot Surakarta telah menyediakan anggaran untuk layanan transportasi publik massal perkotaan untuk pengoperasian tiga rute angkutan pengumpan pada layanan BST, yaitu Koridor 7, Koridor 9, dan Koridor 12. Pemkot Surakarta menggelontorkan subsidi sebesar ~15 miliar Rupiah untuk mengoperasikan tiga rute angkutan pengumpan tersebut²¹, setara dengan 0,63% dari APBD Kota Surakarta di 2024. Secara bertahap, keseluruhan layanan BST akan diambil alih oleh Pemkot Surakarta.

Tabel 13. Penyediaan Anggaran untuk Penyelenggaraan Transportasi Publik di Kota Surakarta, 2020-2024

Tahun	Total APBD (Rp Miliar)	APBD untuk Transportasi Publik (Rp Miliar) ²²	Persentase APBD untuk Transportasi Publik
2020	2.019	11,38	0,51%
2021	1.943	29,27	1,31%
2022	2.239	61,00	2,72%
2023	2.365	N/A	N/A
2024	2.390	18,17	0,81%
Rata - rata dalam 5 tahun terakhir			1,07%

Sumber: Peraturan Daerah APBD Kota Surakarta, 2020 - 2024

5. **Komitmen daerah berupa keberadaan rencana transportasi regional/daerah**
 Saat penulisan laporan ini, belum terdapat rencana transportasi daerah untuk Kota Surakarta yang ditetapkan pada peraturan di tingkat daerah. Pengembangan transportasi untuk wilayah Kota Surakarta terbatas pada apa yang direncanakan secara konsep pada Rencana Pembangunan Daerah²³. Walaupun belum memiliki rencana transportasi regional/daerah, ekstensifnya layanan transportasi publik di Surakarta saat ini dapat mengindikasikan jaringan transportasi publik dan jumlah armada yang dibutuhkan untuk melayani mobilitas masyarakat Kota Surakarta.
6. **Kapasitas fiskal daerah**
 Sesuai dengan Peraturan Menteri Keuangan No. 84 Tahun 2023 tentang Peta Kapasitas Fiskal Daerah, nilai Rasio Kapasitas Fiskal Daerah (RKFD)²⁴ Kota Surakarta sebesar 2,012 yang dikategorikan ‘sangat tinggi’²⁵. Daerah harus memiliki IKF “tinggi” hingga “sangat tinggi” untuk

²¹ Hanya untuk subsidi operasional angkutan pengumpan, tidak mencakup keseluruhan alokasi anggaran untuk UPTD Transportasi
²² Data setiap tahun berbeda-beda kelengkapannya. Misal, APBD Surakarta Tahun 2024 di-breakdown menjadi anggaran untuk Dishub, UPTD Transportasi, dan UPTD Pengelolaan Perparkiran. Sementara, APBD Surakarta Tahun 2022 hanya menampilkan anggaran Dishub *in general*. Tidak ditemukan data untuk tahun 2023.

²³ Rencana Pembangunan Daerah yang dimaksud adalah Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) 2021-2026 (Perda Kota Surakarta Nomor 6 tahun 2021) dan Rencana Pembangunan Jangka Panjang Daerah (RPJPD) 2005-2025 (Perda Kota Surakarta Nomor 2 tahun 2010 dan Perda seterusnya yang mengatur perubahan RPJPD).

²⁴ RKFD merupakan rasio antara Kapasitas Fiskal Daerah dengan Belanja Pegawai. Kapasitas Fiskal Daerah adalah penjumlahan dari pendapatan/penerimaan pembiayaan tertentu dikurangi penjumlahan dari pendapatan yang penggunaannya sudah ditentukan, belanja tertentu, dan pengeluaran pembiayaan tertentu.

²⁵ Rentang nilai RKFD sebagai berikut: sangat rendah (kurang dari 0,947), rendah (0,947≤RKFD<1,203), sedang (1,203≤RKFD<1,459), tinggi (1,459≤RKFD<1,715), dan sangat tinggi (lebih dari 1,715).

dianggap siap melakukan elektrifikasi transportasi publik dan secara mandiri mengelektifikasi transportasi publiknya.

7. Ketersediaan dan stabilitas jaringan listrik
Keandalan (stabilitas) jaringan listrik dapat dinilai dari dua aspek, yakni *System Average Interruption Duration Index* (SAIDI) dan *System Average Interruption Frequency Index* (SAIFI). SAIDI menilai durasi gangguan jaringan, sedangkan SAIFI frekuensi atau seringnya gangguan. Berdasarkan Laporan Statistik PT PLN Tahun 2023²⁶, SAIDI dan SAIFI di Unit Induk Distribusi (UID) Jawa Tengah dan Yogyakarta secara berturut-turut adalah 4,73 jam/pelanggan/tahun dan 3,62 kali/pelanggan/tahun.

2.2.2. Temuan dan Keterpenuhan Kriteria Opsional

Temuan mengenai pemenuhan kriteria opsional yang dapat menunjang kesiapan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta sebagai berikut:

1. Target elektrifikasi transportasi publik oleh pemerintah daerah
Pemerintah Kota Surakarta belum memiliki target elektrifikasi secara khusus. Rencana Umum Energi Daerah (RUED) Provinsi Jawa Tengah juga belum menetapkan target elektrifikasi untuk transportasi, baik kendaraan pribadi maupun umum, khususnya untuk Kota Surakarta.
2. Familiaritas daerah dengan bus Listrik
Familiaritas Pemerintah Kota Surakarta terbatas pada dilaksanakannya lokakarya dan pengenalan bus listrik yang dilakukan pada tahun 2021²⁷. Belum pernah dilakukan uji coba maupun operasional bus listrik untuk transportasi publik di Kota Surakarta.
3. Dukungan fiskal dari pemerintah untuk adopsi KBLBB
Dukungan fiskal yang secara umum diperoleh untuk menekan tingginya biaya investasi bus listrik di awal adalah pembebasan Pajak Kendaraan Bermotor (PKB) dan Bea Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB), sesuai dengan Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 6 Tahun 2023 (“Permendagri 6/2023”). Selain itu, PPnBM untuk bus listrik juga mendapatkan ditetapkan sebesar 0%, dan bus listrik berpotensi mendapatkan insentif PPN Ditanggung Pemerintah (PPN DTP) sebesar 5% atau 10% apa bila memenuhi Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) setidaknya 20%. Namun, insentif-insentif yang diberikan sejauh ini belum menekan tingginya biaya investasi di awal untuk bus listrik. Dengan insentif-insentif yang telah ditawarkan, penurunan biaya investasi di awal untuk bus listrik ditaksir hanya sebesar ~4%, padahal saat ini, harga bus listrik masih 2,5 – 3 kali lipat lebih tinggi dari bus konvensional.

Selain insentif pajak, dukungan fiskal lainnya yang dapat diberikan oleh pemerintah pusat untuk adopsi bus listrik di daerah adalah pemberian hibah armada, sehingga pemerintah daerah/operator di tingkat daerah tidak perlu melakukan investasi armada. Model insentif pemberian bus hibah ini pernah diimplementasikan oleh Kementerian Perhubungan, termasuk untuk mendukung operasional awal Batik Solo Trans di 2010. Namun, pemerintah pusat belum memberlakukan insentif yang serupa untuk bus listrik di Kota Surakarta. Oleh karena itu, dukungan fiskal dari pemerintah saat ini belum dapat menutupi tingginya biaya investasi di awal untuk elektrifikasi transportasi publik, khususnya di Kota Surakarta.

4. Fasilitas pengisian daya untuk transportasi publik

²⁶ PT PLN (Persero). 2023. Statistik PLN 2023.

²⁷ Ichsan Kholif Rahman, “Solo Uji Coba Angkutan Bus Listrik dan Bus Low Deck, Lewat Koridor Mana?”, *Solo Pos*, 13 Juni 2021, <https://solopos.espos.id/solo-uji-coba-angkutan-bus-listrik-dan-bus-low-deck-lewat-koridor-mana-1131749>

Karena belum terdapat bus listrik yang operasional, saat ini belum terdapat fasilitas pengisian daya untuk transportasi publik. Namun, sudah terdapat 1 SPKLU yang dapat digunakan untuk kendaraan pribadi.

5. Fasilitas uji KIR bus listrik
Saat ini, Kota Surakarta belum memiliki fasilitas uji KIR untuk bus listrik.
6. Kebijakan transportasi berkelanjutan pendukung
Pemerintah Kota Surakarta sudah mulai menerapkan upaya *push policies* dalam manajemen kebutuhan lalu lintas (*Transport Demand Management/ TDM*). Hari bebas kendaraan bermotor (HBKB) pada setiap hari minggu dilaksanakan di sebagian ruas Jalan Slamet Riyadi, yang merupakan salah satu jalan utama di Kota Surakarta. Penyelenggaraan HBKB dilakukan berdasarkan Surat Edaran Wali Kota Surakarta Nomor HB.00/1796/2002. Walaupun begitu, upaya *push policies* yang lebih ekstensif—misalnya pembatasan lalu lintas kendaraan bermotor pribadi pada jam sibuk dan tarif parkir tinggi, belum diterapkan.

Selain itu, Pemerintah Kota Surakarta telah memulai inisiatif *pull policies* untuk mendorong penggunaan transportasi publik, misalnya pembenahan lajur pejalan kaki dan pesepeda di sejumlah ruas jalan di pusat kota, utamanya di Jalan Slamet Riyadi, implementasi *contra flow* untuk Batik Solo Trans di Jalan Slamet Riyadi, penyediaan informasi *real time* kedatangan bus di sejumlah halte Batik Solo Trans, program zona selamat sekolah, sosialisasi tertib berlalu lintas ke anak-anak sekolah, dan promosi tarif pengguna untuk pelajar.

2.2.3. Tingkat Kesiapan Elektrifikasi Kota Surakarta

Dari temuan-temuan di atas, keterpenuhan setiap kriteria wajib dan opsional kesiapan elektrifikasi transportasi publik di Surakarta direkapitulasi dalam Tabel 14. Untuk setiap kriteria, apabila kategori terbaik/tertinggi terpenuhi, maka ditandai oleh warna hijau. Sebaliknya, apabila kategori terendah/terburuk terpenuhi, maka ditandai oleh warna merah.

Tabel 14. Rekapitulasi Analisis Rona Awal Tingkat Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

No	Kriteria	Kategori yang Terpenuhi	Bobot Kategori Terhadap Kriteria	Bobot Terhadap Seluruh Kriteria
Wajib Terpenuhi				
1	Keberadaan transportasi publik eksisting	Penetapan PM 10/2012 dalam bentuk peraturan daerah (Perwali Surakarta No. 8A tahun 2017)	80%	12%
2	Keberadaan otoritas transportasi publik	Dikelola oleh BLUD UPT Transportasi	50%	7,5%
3	Operator transportasi publik	Transportasi publik dioperasikan PT Bengawan Solo Trans dan PT Transportasi Global Mandiri	100%	10%
4	Komitmen dan kontinuitas pendanaan melalui penyediaan anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik	Rata-rata alokasi anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik perkotaan sebesar 0,5 – 2% APBD dalam 5 tahun terakhir	100%	10%
5	Komitmen daerah berupa keberadaan rencana transportasi regional/daerah	Belum terdapat dokumen RUJT, SUMP, dan/atau FS	0%	0%

No	Kriteria	Kategori yang Terpenuhi	Bobot Kategori Terhadap Kriteria	Bobot Terhadap Seluruh Kriteria
6	Kapasitas fiskal daerah	Memiliki Indeks Kapasitas Fiskal (IKF) "Tinggi" atau "Sangat Tinggi"	100%	7,5%
7	Kecukupan suplai dan stabilitas jaringan listrik	SAIDI: 4,73 (memenuhi ketentuan SAIDI < 15,36) SAIFI: 3,62 (memenuhi ketentuan SAIFI < 9,24, tidak memenuhi ketentuan SAIFI < 2,88)	50%	5%
Opsional				
8	Keberadaan target/komitmen elektrifikasi transportasi publik oleh pemerintah daerah	Belum ada rencana elektrifikasi transportasi publik oleh pemerintah daerah	0%	0%
9	Familiaritas pemerintah daerah terhadap bus listrik	Belum pernah melakukan uji coba atau operasional bus listrik untuk layanan transportasi publik	0%	0%
10	Dukungan fiskal dari pemerintah untuk adopsi KBLBB	Belum ada	0%	0%
11	Keberadaan infrastruktur pendukung	Terdapat 1 lokasi SPKLU, namun belum terdapat stasiun pengisian daya untuk armada transportasi publik	50%	1,25%
12	Keberadaan fasilitas uji bus listrik	Insentif fiskal sudah ada, namun belum efektif menekan <i>cost parity</i>	50%	2,5%
13	Kebijakan transportasi berkelanjutan pendukung yang sudah diimplementasikan	Kebijakan <i>push</i> yang diterapkan berupa jalur <i>contra flow</i> BST pada Jalan Slamet Riyadi Kebijakan <i>pull</i> yang sudah diterapkan di beberapa lokasi: <ul style="list-style-type: none"> - Pedestrianisasi - Jalur sepeda dengan panjang 25 kilometer - Program zona selamat sekolah - Sosialisasi tertib berlalu lintas ke anak-anak sekolah - Promosi tarif pengguna untuk pelajar 	100%	2,5%
Total bobot seluruh kriteria				58,25%

Berdasarkan rekapitulasi penilaian di atas, Kota Surakarta dikategorikan belum siap untuk elektrifikasi transportasi publik karena belum memenuhi satu kriteria yang bersifat wajib, yaitu keberadaan rencana transportasi regional/daerah. Selain itu, beberapa kriteria opsional, seperti target elektrifikasi dalam dokumen perencanaan daerah dan fasilitas uji bus listrik, juga belum terpenuhi. Dengan total skor 58,25% (Level 2 pada Tabel 12), Surakarta menunjukkan potensi kesiapan yang cukup tinggi meskipun belum memiliki rencana transportasi regional/daerah.

Studi yang sedang disusun dapat menjadi dasar pengembangan rencana transportasi regional/daerah serta penetapan target elektrifikasi transportasi publik oleh Pemerintah Kota Surakarta. Jika kedua aspek

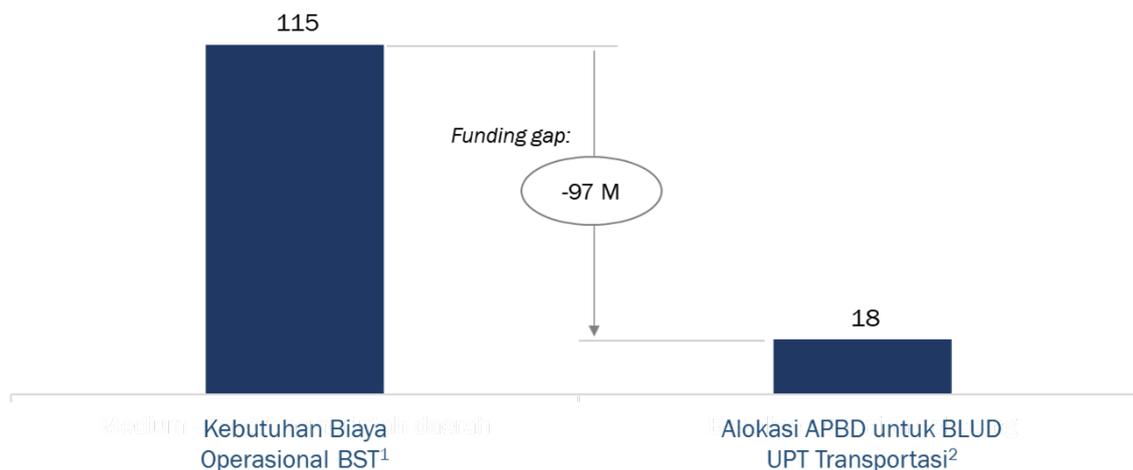
ini terpenuhi, skor kesiapan Kota Surakarta dapat meningkat menjadi 68,25% (Level 4), menjadikan Kota Surakarta dikategorikan siap untuk elektrifikasi transportasi publik.

2.3 Permasalahan Utama Kondisi Transportasi Publik Kota Surakarta terkait Pengembangan dan Elektrifikasi Transportasi Publik

Kondisi transportasi publik yang baik merupakan salah satu syarat untuk memastikan elektrifikasi transportasi publik berjalan lancar. Elektrifikasi merupakan instrumen untuk meningkatkan kualitas transportasi publik dan menghasilkan dampak positif bagi masyarakat. Dengan biaya belanja modal yang cukup tinggi, terdapat risiko elektrifikasi memberi beban tambahan penyediaan dan pengelolaan transportasi publik apabila kondisi eksisting transportasi publik masih banyak hal yang harus dibenahi. Melalui proses peninjauan serta konsultasi dengan Dishub Kota Surakarta, diidentifikasi beberapa tantangan yang perlu diatasi.

1. Ketidakpastian keberlanjutan layanan Batik Solo Trans

Funding gap antara alokasi APBD transportasi publik Surakarta dengan biaya operasional BST (IDR Miliar)



Catatan: 1. Berdasarkan perhitungan dari Kementerian Perhubungan; 2. Berdasarkan alokasi anggaran di tahun 2024
Sumber: Data Dinas Perhubungan Surakarta (2024), Kementerian Perhubungan (2024), Analisis ITDP

Gambar 15. Perbandingan Rata-rata Alokasi APBD Surakarta untuk Transportasi Publik dan Estimasi Alokasi Anggaran untuk Batik Solo Trans dari Kementerian Perhubungan (dalam 1 Tahun Anggaran)

Keberadaan layanan transportasi publik yang berkualitas baik merupakan prasyarat utama elektrifikasi transportasi publik. Saat ini, 9 dari 12 rute BST di Surakarta masih didanai melalui program *Buy the Service* (BTS) Teman Bus Kemenhub, yang dirancang sebagai bantuan sementara dengan harapan pemerintah daerah akan mengambil alih layanan tersebut. Namun, program ini tidak memiliki batas waktu yang jelas untuk penyerahan pengelolaan ke pemerintah daerah.

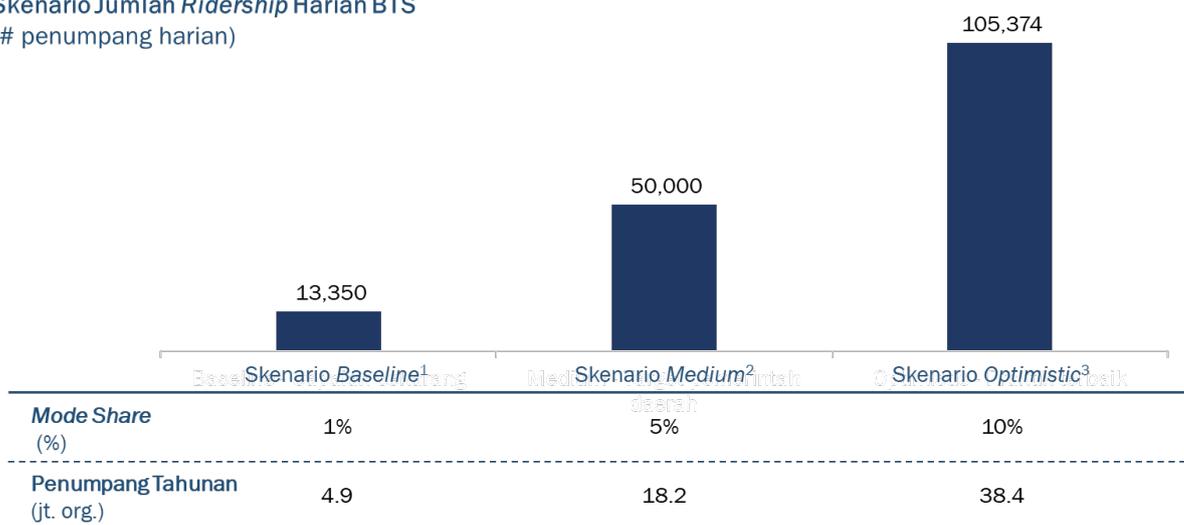
Surakarta telah menerima program sejak 2020. Rencana Kemenhub untuk memperluas program ke daerah baru, ditambah ketidakpastian kebijakan dan anggaran akibat potensi pergantian kepemimpinan di tingkat pusat, menimbulkan risiko penghentian pendanaan untuk daerah yang telah lama menjadi penerima, seperti Surakarta. Jika layanan diserahkan sepenuhnya ke Pemkot Surakarta, diperlukan mitigasi dan strategi untuk mempertahankan layanan BST, mengingat

keterbatasan kapasitas fiskal kota. Oleh karena itu, keberlanjutan layanan transportasi publik harus diprioritaskan sebelum elektrifikasi.

2. Tingkat penggunaan transportasi publik masih rendah

Tingkat penggunaan transportasi publik di Kota Surakarta masih tergolong rendah. Sepanjang 2023, jumlah perjalanan berbasis Batik Solo Trans hanya mencapai 4,9 juta²⁸, atau 13.400 penumpang per hari. Jika dibandingkan dengan skenario konservatif jumlah perjalanan untuk penduduk Kota Surakarta melalui asumsi sederhana²⁹, penggunaan transportasi publik hanya mencapai 13% dari potensinya. Rendahnya tingkat penggunaan ini mengurangi dampak positif yang dapat dihasilkan dari penggunaan transportasi publik. Selain itu, rendahnya tingkat penggunaan berakibat pada *farebox cost recovery*³⁰ yang rendah sehingga beban subsidi³¹ pemerintah dalam menyediakan layanan relatif lebih tinggi.

Skenario Jumlah Ridership Harian BTS
(# penumpang harian)



Catatan: 1. Berdasarkan rerata penumpang harian pada tahun 2023; 2. Berdasarkan target yang diumumkan oleh Dinas Perhubungan Surakarta pada September 2024; 3. Berdasarkan rekomendasi *best practice* ITDP
Sumber: Data Dinas Perhubungan (2024), Kompas.id (2024), Analisis ITDP

Gambar 16. Skenario potensi ridership Batik Solo Trans

Surakarta telah menerima program Teman Bus sejak 2020. Rencana Kemenhub untuk memperluas program ke daerah baru, ditambah ketidakpastian kebijakan dan anggaran akibat potensi pergantian kepemimpinan di tingkat pusat, menimbulkan risiko penghentian pendanaan untuk daerah yang telah lama menjadi penerima, seperti Surakarta. Absen atau berkurangnya cakupan layanan transportasi publik di Kota Surakarta dapat berdampak pada pemenuhan atas kebutuhan lain dan berdampak pada tingginya tingkat kerentanan kelompok yang berpenghasilan setara Upah Minimum Regional (UMR). Hal ini termasuk semakin terbatasnya akses masyarakat Kota Surakarta dan aglomerasinya, khususnya kelompok rentan, terhadap layanan kesehatan dan pendidikan yang berkualitas baik dan kesempatan kerja di sektor formal.

²⁸ Data diperoleh dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta.

²⁹ Berdasarkan data BPS 2023, jumlah penduduk Kota Surakarta adalah 526.870 jiwa. Dengan asumsi setiap penduduk melakukan dua kali perjalanan per hari dan tingkat penggunaan transportasi publik sebesar 10%, potensi perjalanan transportasi publik diperkirakan mencapai 38.57 juta per tahun, atau 105 ribu perjalanan per hari.

³⁰ *Farebox cost recovery*: perolehan kembali biaya produksi layanan dari tarif penumpang

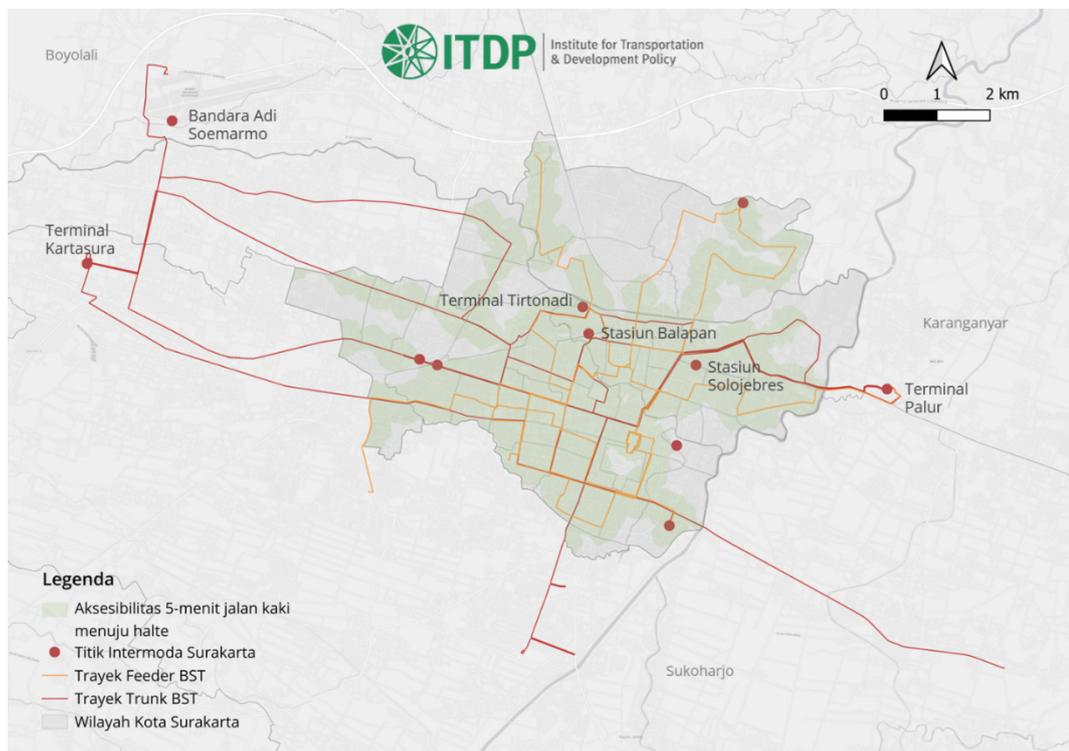
³¹ Subsidi dalam hal ini didefinisikan sebagai selisih antara biaya produksi dengan jumlah pendapatan layanan.

Jika layanan diserahkan sepenuhnya ke Pemkot Surakarta, diperlukan mitigasi dan strategi untuk mempertahankan layanan BST, mengingat keterbatasan kapasitas fiskal kota. Oleh karena itu, keberlanjutan layanan transportasi publik harus diprioritaskan sebelum elektrifikasi.

3. Kualitas dan cakupan layanan transportasi publik perlu ditingkatkan

Cakupan dan kualitas layanan transportasi publik berdampak positif terhadap ketertarikan masyarakat untuk menggunakan transportasi publik. Dengan cakupan yang luas dan kualitas layanan yang baik, penggunaan transportasi publik berpotensi meningkat. Faktor-faktor yang memengaruhi rendahnya minat masyarakat Kota Surakarta untuk menggunakan transportasi publik tidak ditinjau secara detail dalam laporan ini. Namun, aspek-aspek yang dapat ditingkatkan teridentifikasi melalui tinjauan desktop dan survei lapangan, sebagai berikut:

- A. Cakupan layanan transportasi publik masih terkonsentrasi di batas wilayah Kota Surakarta, padahal pola perjalanan cenderung komuter

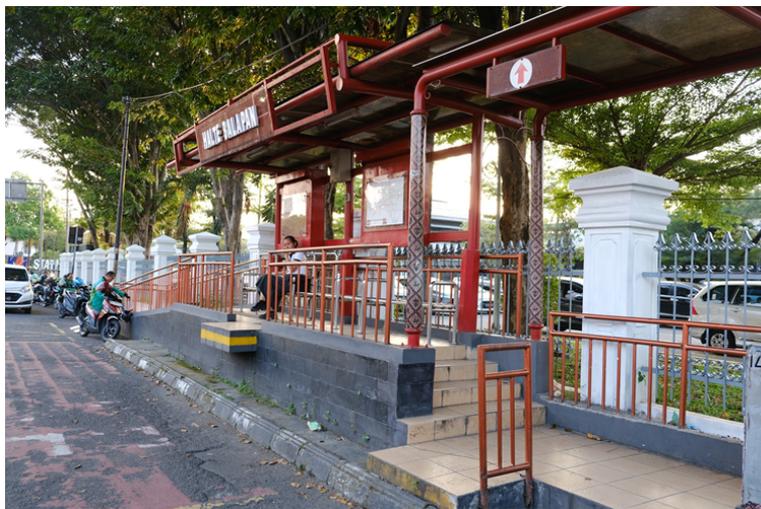


Gambar 17. Cakupan layanan BST

Berdasarkan analisis spasial terhadap 12 rute trunk dan feeder jaringan BST, cakupan layanan penduduk dari jaringan transportasi publik di dalam wilayah Kota Surakarta mencapai 73% (382.494 orang) penduduk dan 67% (29,7%) wilayah Kota Surakarta. Walaupun cakupan layanan di dalam batas kota sudah cukup tinggi, persentase cakupan ini akan lebih rendah jika turut mempertimbangkan penduduk di wilayah aglomerasi Solo Raya. Apa lagi, pola perjalanan di kawasan Solo Raya cenderung komuter. Walaupun jaringan BST saat ini, utamanya rute trunk line banyak mengakomodir pergerakan komuter karena terminusnya yang berada di luar wilayah Kota Solo, berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009, Pemerintah Kota Surakarta tidak memiliki kewajiban untuk melayani pergerakan komuter di luar wilayah batas administratifnya. Kolaborasi

dengan pemerintah provinsi sangat dibutuhkan untuk menjamin cakupan layanan di luar wilayah administratif. Pemerintah Provinsi Jawa Tengah telah menyediakan 2 koridor Transjateng untuk melayani wilayah metropolitan Surakarta, namun cakupan layanannya masih sangat terbatas.

- B. Kondisi pemberhentian bus yang kurang baik
- Berdasarkan hasil observasi lapangan, terdapat sejumlah evaluasi terkait kondisi pemberhentian bus BST, baik koridor bus maupun *feeder*, yaitu:
- 1) Ketidaksesuaian ketinggian halte dengan ketinggian pintu masuk bus yang mengakibatkan ketidaknyamanan penumpang saat proses keluar-masuk bus. Saat pelaksanaan survei, diamati terdapat penumpang keluar-masuk bus pada badan jalan, bukan pada *platform* halte. Perbedaan tinggi antara halte dan pintu bus juga mengakibatkan bus tidak aksesibel bagi penumpang disabilitas, misalnya pengguna kursi roda.



Gambar 18. Kondisi Salah Satu Halte Batik Solo Trans

Sumber: Dokumentasi ITDP, 2024

- 2) Terdapat kegiatan yang berpotensi mengganggu proses pemberhentian bus dan keluar-masuk penumpang pada area pemberhentian bus, misalnya, kendaraan yang parkir tepat di tepi pemberhentian bus, sehingga penumpang harus menuju badan jalan untuk menaiki bus. Selain mengurangi kenyamanan menggunakan layanan BST, hal ini berpotensi membahayakan penumpang BST.



Gambar 19. Area Pemberhentian Bus Tidak Steril di Salah Satu Halte Batik Solo Trans
 Sumber: Dokumentasi ITDP, 2024

- 3) Halte portabel dan rambu pemberhentian bus yang banyak digunakan pada rute pengumpan kebanyakan tidak berkanopi atau tidak berdekatan dengan area tunggu bangunan, sehingga mengurangi kenyamanan penumpang dan mengurangi potensi penggunaan transportasi publik, khususnya pada saat kondisi cuaca hujan atau terik.



Gambar 20. Rambu Pemberhentian Bus Tidak Berkanopi pada Layanan BST
 Sumber: Dokumentasi ITDP, 2024

- C. Minimnya fasilitas pejalan kaki dan pesepeda sebagai sarana akses *first-* dan *last-mile* (FLM) layanan transportasi publik.
 Area tangkapan potensi penumpang transportasi publik sangat bergantung pada fasilitas pedestrian dan sepeda sebagai penghubung awal dan akhir perjalanan. Kondisi ketersediaan dan kualitas fasilitas ini mendukung penggunaan transportasi publik. Jika tersedia dan dalam kondisi baik, penggunaan transportasi publik dapat meningkat karena kemudahan akses menuju simpul transportasi publik. Jika tidak tersedia ataupun dalam kondisi buruk berpotensi mengakibatkan sebaliknya. Dari survei, teridentifikasi masih terdapat banyak kekurangan fasilitas pedestrian dan sepeda di luar koridor Jalan Slamet Riyadi.
- D. Kurangnya penyediaan informasi transportasi publik pendukung.
 Selain segmen pada Jalan Slamet Riyadi, fasilitas informasi transportasi publik bagi penumpang dan calon penumpang masih sangat minim. Dibutuhkan informasi untuk memudahkan perencanaan dan pelaksanaan perjalanan, seperti daftar rute yang melayani, jadwal terkini kedatangan bus pada setiap halte, informasi *real time* posisi bus dan estimasi waktu kedatangan, informasi pengalihan atau modifikasi layanan akibat gangguan, dan informasi lainnya. Selain itu, pada simpul transportasi antarmoda, misalnya terminal bus, terdapat

ketidakjelasan alur perpindahan moda sehingga diperlukan penyediaan dan peningkatan fasilitas sistem informasi petunjuk arah (*wayfinding*).



Gambar 21. Halte BST dengan Sistem Informasi dan Navigasi Tidak Lengkap

Sumber: Dokumentasi ITDP, 2024

Peningkatan infrastruktur aksesibilitas di halte dan bus, serta peningkatan sistem informasi penumpang, perlu dilakukan untuk memastikan layanan transportasi publik yang lebih aksesibel untuk seluruh kalangan, utamanya kelompok rentan. Tidak hanya berperan dalam mendorong peningkatan penggunaan transportasi publik, perbaikan infrastruktur dan layanan yang dimaksud menjadi hal penting dalam memastikan tidak terjadinya tindak Kekerasan Berbasis Gender (KBG) dan potensi kriminalitas lainnya dalam layanan transportasi publik di Kota Surakarta.

4. Ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) di Kota Surakarta belum berkembang

Ekosistem KBLBB di Kota Surakarta pada saat ini masih belum berkembang dan tertinggal dari daerah-daerah yang memprioritaskan program percepatan adopsi KBLBB, seperti Daerah Khusus Jakarta dan Bali. Infrastruktur pengisian daya KBLBB masih terbatas dengan jumlah Stasiun Pengisian Listrik Umum (SPLU) dan Stasiun Pengisian Listrik Kendaraan Umum (SPKLU) masih sangat sedikit. Dari informasi yang diperoleh pada saat laporan ini disusun, hanya terdapat 1 lokasi SPKLU yang berada di wilayah administrasi Kota Surakarta. Selibhnya, jumlah KBLBB yang teregistrasi di Kota Surakarta belum dapat dikonfirmasi. Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, sampai Oktober 2023 jumlah KBLBB yang ada di Jawa Tengah sebanyak 2.407 unit roda dua dan 1.178 unit roda empat³². Jumlah tersebut masing-masing hanya menyumbang 5% dan 8% jumlah total KBLBB secara nasional. Selain masih rendahnya ketersediaan infrastruktur pengisian daya dan adopsi KBLBB, Dishub Kota Surakarta belum pernah melakukan uji coba bus listrik pada layanan BST. Uji coba yang pernah dilakukan sebatas pengenalan bus listrik pada Kota Surakarta. Adanya program untuk mengembangkan ekosistem KBLBB secara umum di Kota Surakarta dapat meningkatkan familiaritas Dishub dengan teknologi KBLBB sehingga Dishub memiliki kompetensi teknis dalam merencanakan, mengimplementasi, dan mengelola bus listrik, termasuk koordinasi antar instansi dan antar pemangku kepentingan.

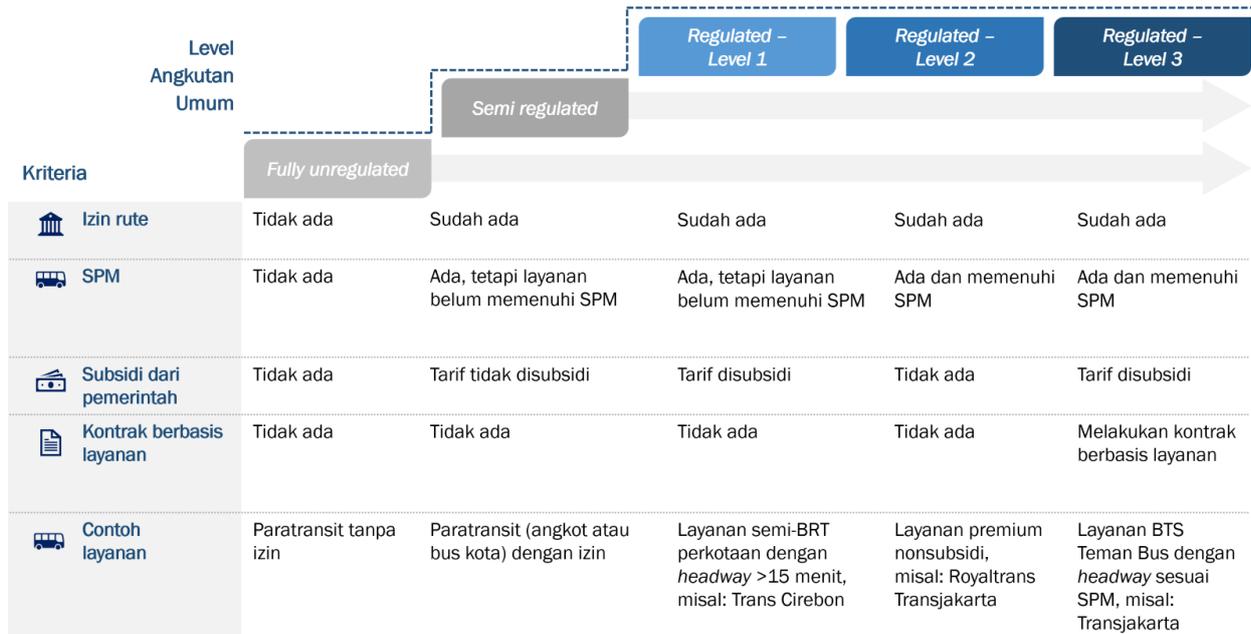
³² Agung Priadi, "Pemerintah Terus Gencarkan Sosialisasi Program Konversi Motor Listrik." *Siaran Pers Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral*, 11 Oktober 2023, <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/pemerintah-terus-gencarkan-sosialisasi-program-konversi-motor-listrik#:~:text=Sujarwanto%20menginformasikan%20bahwa%20saat%20ini,kerja%20PT.%20PLN%20Persero%2C%20selain>

Bagian 3. Strategi Reformasi Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

3.1 Konsep Reformasi Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik

3.1.1. Analisis Akar Masalah Layanan Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia

Umumnya, layanan transportasi publik perkotaan di Indonesia dapat dikategorikan menjadi beberapa “level” atau tahapan pengembangan berdasarkan keterpenuhan izin rute, Standar Pelayanan Minimal (SPM), adanya subsidi dari pemerintah, dan ada/tidaknya kontrak berbasis SPM, sebagai berikut:



Gambar 22. Level/ Tahapan Pengembangan Transportasi Publik Perkotaan

Layanan transportasi publik perkotaan idealnya berada di tahap “Regulated – Level 3”. Namun, berdasarkan Panduan Reformasi Transportasi publik di Indonesia (draft Januari 2019), terdapat 6 permasalahan pada transportasi publik perkotaan di Indonesia, yaitu:

1. Kepemilikan armada secara individual
2. Performa layanan tidak layak
3. Kualitas armada di bawah standar
4. Tarif transportasi publik tidak terintegrasi
5. Kompetisi tidak sehat antaroperator
6. Kondisi infrastruktur tidak memadai

Keenam poin permasalahan pada transportasi publik di atas dapat saling berhubungan, satu masalah dapat menjadi penyebab timbulnya masalah lain, atau beberapa masalah dapat memiliki akar permasalahan yang sama. Hubungan antarpemmasalahan dan *root cause* masalah dianalisis sebagai berikut:

Tabel 15. Analisis Hubungan Antarpermasalahan Transportasi publik, Akar Masalah, serta Dampaknya Terhadap Elektrifikasi

Permasalahan	Analisis	Penyebab Masalah (A)	Penyebab A (B)	Penyebab B (C)	Akar Masalah
Kepemilikan armada secara individual	Pada aspek pelayanan transportasi publik, kepemilikan armada secara individual tidak menjadi masalah jika pemerintah dapat menjamin kualitas armada yang dimiliki tiap individu dan memberikan izin rute dengan memperhatikan kompetisi antaroperator dan tetap memperhatikan rute “kurus” untuk memastikan cakupan layanan transportasi publik.	Sudah ada SPM transportasi publik yang mengatur kualitas armada, namun SPM tidak ditegakkan dengan tegas.	Pemerintah tidak memiliki <i>bargaining position</i> yang kuat untuk menindak armada yang memiliki kualitas di bawah ketentuan SPM.	Pemerintah hanya memberikan izin rute/ trayek dan tidak memberikan subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan dengan <i>rewards & penalties</i> , yang parameternya adalah keterpenuhan SPM.	<ul style="list-style-type: none"> Rendahnya komitmen pemerintah untuk bernegosiasi dengan operator eksisting, agar dapat masuk ke sistem kontrak berbasis layanan & menghindari konflik dengan pemain eksisting dalam pengembangan sistem transportasi publik. Belum terdapat komitmen pendanaan untuk pemberian subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan, yang parameternya adalah keterpenuhan SPM Belum terdapat lembaga khusus pengelola transportasi publik.
	Dampak terhadap Elektrifikasi				
	<ul style="list-style-type: none"> Kepemilikan armada secara individual akan mempersulit penentuan lokasi pengisian daya karena lokasi armada sporadis. Tidak semua rumah tangga pemilik armada memiliki tegangan listrik yang mencukupi untuk instalasi pengisian daya—mungkin cenderung sangat sedikit, sehingga pemenuhan kebutuhan energi lebih sulit dipastikan. Potensi BOK yang lebih tinggi dan ketidakpastian biaya operasional yang dibutuhkan jika strategi pengisian daya diserahkan kepada masing-masing pemilik armada. 				
Dampak Lainnya:					
<ul style="list-style-type: none"> Kepemilikan armada secara individual akan menyulitkan proses penyediaan armada, karena akan sepenuhnya bergantung pada kemampuan finansial tiap individu. Hal ini juga berpotensi gagalnya pelibatan operator eksisting untuk terlibat dalam transisi sistem yang baru. Banyaknya individu dengan <i>bankability</i> buruk akan menghambat target penyediaan armada transportasi publik dari yang dibutuhkan. 					

Permasalahan	Penyebab Masalah	Akar Masalah
Kondisi infrastruktur tidak memadai	Infrastruktur transportasi publik sering didesain seadanya, mengabaikan kebutuhan mobilitas kelompok rentan, dan tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan	<ul style="list-style-type: none"> Minimnya pos anggaran untuk pembangunan infrastruktur transportasi publik yang memadai, serta anggaran untuk perawatan, perbaikan, dan pengawasan infrastruktur utama dan pendukung transportasi publik.
	Maraknya vandalisme infrastruktur transportasi publik	<ul style="list-style-type: none"> Minimnya pengetahuan SKPD teknis mengenai desain yang memenuhi kebutuhan kelompok rentan dan standar desain teknis yang ditetapkan.

Permasalahan	Penyebab Masalah (A)	Penyebab A (B)	Penyebab B (C)	Akar Masalah
Kualitas armada di bawah standar	Sudah ada SPM transportasi publik yang mengatur kualitas armada, namun SPM tidak ditegakkan dengan	Pemerintah tidak memiliki <i>bargaining position</i> yang kuat untuk menindak armada yang memiliki kualitas di	Pemerintah hanya memberikan izin rute/ trayek dan tidak memberikan subsidi kepada operator melalui kontrak	<ul style="list-style-type: none"> Rendahnya komitmen pemerintah untuk bernegosiasi dengan operator eksisting, agar dapat masuk ke sistem

Permasalahan	Penyebab Masalah (A)	Penyebab A (B)	Penyebab B (C)	Akar Masalah
	tegas dan susah dimonitor	bawah ketentuan SPM.	berbasis layanan dengan <i>rewards & penalties</i> , yang parameternya adalah keterpenuhan SPM.	kontrak berbasis layanan & menghindari konflik dengan pemain eksisting dalam pengembangan sistem transportasi publik.
Kompetisi tidak sehat antar operator	Layanan terkonsentrasi pada rute dengan potensi <i>demand</i> tinggi ("rute gemuk")	Pemerintah hanya memberikan izin trayek kepada operator, yang pemberian izin trayeknya seringkali mempertimbangkan keputusan politis dan historis dari pemain eksisting dibanding <i>demand analysis</i> dan target cakupan layanan. Hal ini juga disebabkan karena pemerintah belum memiliki rencana induk rute yang berbasis <i>demand</i> dan cakupan layanan.	Izin trayek kepada operator tidak melibatkan pemberian subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan dengan <i>rewards & penalties</i> , yang parameternya adalah keterpenuhan SPM.	<ul style="list-style-type: none"> • Belum terdapat komitmen pendanaan untuk pemberian subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan, yang parameternya adalah keterpenuhan SPM • Belum terdapat lembaga khusus pengelola transportasi publik.
	Pendapatan utama operator hanya berasal dari tiket (<i>farebox revenue</i>)			
Performa layanan tidak layak	Sudah ada SPM transportasi publik yang mengatur performa layanan, namun SPM tidak ditegakkan dengan tegas dan susah dimonitor	Pemerintah tidak memiliki <i>bargaining position</i> yang kuat untuk menindak armada yang memiliki kualitas di bawah ketentuan SPM.	Pemerintah hanya memberikan izin rute/ trayek dan tidak memberikan subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan dengan <i>rewards & penalties</i> , yang parameternya adalah keterpenuhan SPM.	
Tarif transportasi publik tidak terintegrasi	Terdapat lebih dari 1 jenis layanan transportasi publik dalam 1 wilayah perkotaan.	-	-	Belum terdapat lembaga integrator tarif terintegrasi antar layanan transportasi publik.
	Pemerintah umumnya hanya menetapkan besar tarif, tanpa ada ketentuan skema tarif integrasi.	Penetapan skema tarif integrasi membutuhkan penggunaan teknologi tertentu (misalnya, KUE & OBM) atau pengawasan di lapangan.	Tidak semua otoritas transportasi publik memiliki kapasitas dalam menggunakan teknologi tertentu untuk tarif integrasi.	Belum terdapat komitmen pendanaan untuk peningkatan kapasitas dan pengadaan teknologi untuk <i>enable</i> skema tarif integrasi.

Dari analisis hubungan antarpermasalahan di atas, diperoleh *root cause* dari permasalahan transportasi publik sebagai berikut:

- Belum terdapat lembaga khusus pengelola transportasi publik
- Belum terdapat komitmen pendanaan untuk pemberian subsidi kepada operator melalui kontrak berbasis layanan dengan SPM, penggunaan teknologi baru, peningkatan kapasitas, pembangunan infrastruktur transportasi publik yang memadai, serta anggaran untuk perawatan, perbaikan, dan pengawasan kondisi infrastruktur transportasi publik
- Rendahnya komitmen pemerintah untuk bernegosiasi dengan operator eksisting

- Rendahnya pemahaman otoritas transportasi publik mengenai infrastruktur transportasi publik yang inklusif.

3.1.2. Reformasi Transportasi Publik Menuju Elektrifikasi

Sejumlah *root cause* permasalahan transportasi publik yang disintesis dari bagian sebelumnya dapat diatasi dengan menerapkan *framework* reformasi transportasi publik. Reformasi transportasi publik perkotaan adalah proses transformasi layanan transportasi publik perkotaan dari layanan *fully unregulated/ semi regulated*, menuju layanan *formal transit (regulated)*. Namun, proses reformasi transportasi publik tidak berhenti ketika layanan transportasi publik perkotaan menjadi *regulated* saja. Reformasi transportasi publik dilakukan tergantung konteks dan tujuan yang hendak dicapai, namun secara umum, reformasi transportasi publik memiliki tiga tujuan utama:

- Kualitas layanan yang andal, sesuai SPM atau ketercapaian kualitas layanan lain yang ingin dicapai dengan memperhatikan kebutuhan kelompok rentan;
- Jaringan transportasi publik yang efisien; dan
- Tarif transportasi publik yang terjangkau dan terintegrasi.

Ketiga tujuan di atas umumnya dapat dicapai melalui:

- Terciptanya institusi pengelola transportasi publik; dan
- Pelaku industri transportasi publik yang profesional.

Reformasi transportasi publik baiknya berorientasi *outcome-based*, yang membuat layanan transportasi publik menjadi pilihan bermobilitas masyarakat perkotaan. Dalam konteks elektrifikasi, *outcome* yang ingin dicapai melalui reformasi transportasi publik adalah diadopsinya bus listrik sebagai moda transportasi publik perkotaan secara efisien, dengan tetap memperhatikan ketercapaian kualitas layanan yang ditargetkan.

3.2 Pemetaan Masalah dan Solusi

Pada Subbab 2.3, sejumlah permasalahan utama terkait kondisi transportasi publik di Kota Surakarta terkait pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik telah diidentifikasi, yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Dibutuhkan strategi pentahapan guna memastikan dapat dilakukannya serah terima Batik Solo Trans dari Kementerian Perhubungan kepada Pemerintah Kota Surakarta beserta keberlanjutan layanan kedepannya.
2. Jumlah pengguna transportasi publik yang masih sangat rendah menjadi penghalang utama dalam pengembangan transportasi publik serta elektrifikasi.
3. Kualitas layanan transportasi publik harus ditingkatkan dan dipertahankan meskipun adanya risiko pengurangan anggaran penyediaan layanan.
4. Ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) di Kota Surakarta belum berkembang untuk dapat mendukung elektrifikasi transportasi publik

Melalui proses identifikasi empat permasalahan utama ini, dilakukan proses pengelompokan masalah yang akan menjadi target sasaran utama untuk diatasi dalam strategi reformasi menuju elektrifikasi transportasi publik. Permasalahan lainnya merupakan permasalahan yang perlu dimitigasi pada tahapan atau kegiatan lebih lanjut, misalnya penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta. Pengelompokan ini dilakukan untuk terlebih dahulu memitigasi permasalahan yang fundamental

berkaitan dengan reformasi transportasi publik sebelum memitigasi permasalahan turunan yang lebih teknis mengenai elektrifikasi.

Tabel 16. Pengelompokan Permasalahan Utama Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik

Permasalahan fundamental berkaitan dengan reformasi transportasi publik	Permasalahan turunan terkait elektrifikasi
(1) Dibutuhkan strategi pentahapan guna memastikan dapat dilakukannya serah terima Batik Solo Trans dari Kementerian Perhubungan kepada Pemerintah Kota Surakarta beserta keberlanjutan layanan kedepannya.	(4) Ekosistem Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (KBLBB) di Kota Surakarta belum berkembang untuk dapat mendukung elektrifikasi transportasi publik
(2) Jumlah pengguna transportasi publik yang masih sangat rendah menjadi penghalang utama dalam pengembangan transportasi publik serta elektrifikasi.	-
(3) Kualitas layanan transportasi publik harus ditingkatkan dan dipertahankan meskipun adanya risiko pengurangan anggaran penyediaan layanan.	-

Permasalahan (1), yakni keberlanjutan layanan BST, diklasifikasi sebagai permasalahan fundamental karena keberadaannya menjadi persyaratan wajib yang harus terpenuhi untuk elektrifikasi. Potensi dihentikannya layanan BST, baik secara parsial maupun sepenuhnya, menjadi hal paling utama untuk dimitigasi. Sementara itu, permasalahan (2) dan (3) merupakan aspek utama dalam penyediaan layanan transportasi publik, yaitu untuk menarik penumpang sebanyak-banyaknya serta menyediakan layanan berkualitas tinggi sebagai layanan publik yang dapat berdampak positif bagi masyarakat luas. Oleh karena itu ketiganya menjadi digolongkan permasalahan fundamental yang harus diutamakan.

Sedangkan, permasalahan (3) menjadi perhatian khusus pada proses perencanaan elektrifikasi. Peningkatan jumlah bus serta proses mengelektifikasinya tidak dapat dilakukan sebelum keberlanjutan layanan BST dapat dipastikan, terutama keberlanjutan finansial dikarenakan elektrifikasi transportasi publik membutuhkan biaya modal yang tinggi. Ekosistem KBLBB perlu dikembangkan secara multisektoral dan antar instansi untuk tercapainya akselerasi adopsi KBLBB, baik untuk transportasi publik maupun angkutan lainnya.

Strategi reformasi transportasi publik yang dianalisis pada laporan ini akan berfokus pada permasalahan fundamental. Yang pertama, strategi yang disusun perlu mempersiapkan Pemkot Kota Surakarta untuk dapat mengambil alih layanan BST dari Kemenhub. Tantangan yang dihadapi adalah keterbatasan finansial Pemkot Kota Surakarta dalam mengambil alih BST akibat biaya produksi layanan yang tinggi. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan solusi berupa strategi penyesuaian produksi layanan BST dan upaya lainnya untuk menurunkan biaya, dengan seminimal mungkin mengurangi kualitas layanan.

Penyesuaian layanan untuk mengurangi biaya produksi dapat dilakukan melalui modifikasi pada beberapa komponen produksi, termasuk pola operasi (*service pattern*) layanan, jam operasional, dan rute. Melalui proses ini, volume produksi (dalam jarak tempuh bus tahun) dapat diturunkan untuk menghasilkan biaya yang lebih rendah. Proses ini perlu mempertimbangkan kondisi pelayanan minimum untuk meminimalkan potensi penurunan jumlah penumpang.

Tipe modifikasi kedua berhubungan dengan pengurangan volume produksi bus, yaitu modifikasi komponen biaya operasional kendaraan (BOK) untuk meningkatkan efisiensi pengeluaran operasional bus. Ini dilakukan melalui tinjauan komponen biaya yang menjadi dasar perhitungan nilai kontrak

pengoperasian layanan transportasi publik antara pemerintah dengan operator, dengan keluaran yang diharapkan berupa pengurangan, penyesuaian, atau penghapusan komponen-komponen biaya yang dianggap pemborosan atau tidak relevan.

Modifikasi ketiga berkaitan dengan mekanisme kerja sama pengoperasian transportasi publik antara pemerintah dengan operator. Mekanisme ini bergantung pada tipe kontrak yang disepakati. Saat ini, skema kontrak layanan BST antara pemerintah (Kemenhub) dengan operator berupa kontrak pembelian layanan (*Buy The Service*)³³. Tipe-tipe kontrak pengoperasian layanan transportasi publik di Indonesia sebagai berikut:

- Izin operasional dengan SPM (*izin trayek/route licensing*): izin trayek yang umumnya diberikan kepada angkutan kota dengan Mobil Penumpang Umum (MPU) maupun dengan bus. Model ini mungkin merupakan model kontrak yang paling banyak berlaku di wilayah perkotaan di Indonesia, karena pemerintah hanya memberikan izin trayek dan prasarana yang dibutuhkan (*halte*, rambu pemberhentian bus, dan terminal). Pemerintah pusat menetapkan SPM yang harus dipenuhi, sebagaimana diatur pada Permenhub No. 10/2012 untuk transportasi publik massal perkotaan, Permenhub No. 98/2013 dan transportasi publik perkotaan dalam trayek secara general, maupun SPM yang diatur ditetapkan lebih lanjut oleh pemerintah daerah. Namun, biasanya kepatuhan operator terhadap SPM yang telah ditetapkan relatif rendah, karena pemerintah dan operator tidak memiliki kontrak berbasis layanan yang mengikat.
- Swadaya: pemerintah mengoperasikan layanan transportasi publik secara mandiri, tanpa berkontrak dengan operator. Armada transportasi publik juga dimiliki oleh pemerintah. Umumnya pemerintah hanya berkontrak dengan Agen Pemegang Merk (APM) untuk pemeliharaan armada dan perusahaan sistem pembayaran untuk sistem pembayaran non tunai. Model ini merupakan model kontrak yang saat ini berlaku untuk Trans Metro Surakarta.
- *Buy the service* (BTS)/*Gross Cost Contract* (GCC): pemerintah membeli layanan transportasi publik berbasis SPM dari operator. Operator umumnya melakukan investasi armada/depo yang dibutuhkan, yang seluruhnya akan ditanggung oleh pemerintah—termasuk margin laba yang disepakati—melalui pembayaran Rp/km selama durasi kontrak yang disepakati. Model ini merupakan model kontrak yang digunakan untuk layanan Transjakarta serta program BTS Teman Bus dan BisKita yang digagas oleh Kementerian Perhubungan.

Dari ketiga model kontrak di atas, umumnya, model BTS/GCC merupakan model yang memberikan kualitas layanan terbaik, karena pembayaran Rp/km yang diberikan kepada operator turut mempertimbangkan keterpenuhan SPM oleh operator.

Lebih lanjut, tarif layanan transportasi publik yang dikenakan kepada pengguna disesuaikan dengan kemampuan membayar, yang seringkali lebih rendah dari biaya produksi/operasional transportasi publik. Akibatnya, untuk model swadaya dan BTS/GCC, diperlukan subsidi dari pemerintah. Karena dibutuhkan subsidi dan pemerintah menanggung seluruh biaya produksi yang dibutuhkan untuk operasional transportasi publik, model BTS/GCC membutuhkan dana yang relatif cukup tinggi dari pemerintah walaupun kualitas layanan dapat lebih terjamin. Tingginya kebutuhan subsidi juga membuat ruang gerak pemerintah terbatas dalam mengembangkan layanan transportasi publik. Di beberapa kasus, keberlanjutan layanan terganggu karena ketidakpastian anggaran.

Selain ketiga model kontrak di atas, terdapat sejumlah model kontrak operasional transportasi publik lain yang telah diimplementasikan di sejumlah kota di dunia, yaitu:

- *Net-Cost Contract* (NCC): pemerintah berkontrak dengan operator dengan memberikan subsidi yang besarnya disepakati sesuai selisih antara biaya produksi dan estimasi pendapatan yang dapat diperoleh operator. Pendapatan yang diperoleh langsung diambil oleh operator.

³³ Terkadang disebut juga sebagai *Gross Cost Contract* (GCC).

- *Management Contract (MC)/ Bus Management Contract (BMC)*: dengan model kontrak ini, operator mengoperasikan aset (misal: armada, depo) yang dimiliki pemerintah melalui kontrak operasional transportasi publik dalam jangka waktu kontrak. Umumnya, operator membayar biaya sewa kepada pemerintah. Setelah kontrak berakhir, operator harus mengembalikan seluruh aset yang disewakan sesuai dengan kondisi yang telah disepakati.
- *Performance-Based Contract (PBC)*, umumnya dibagi menjadi dua tipe:
 - Skenario minimum: pembayaran didasarkan pada ketercapaian SPM oleh operator, umumnya keterpenuhan kualitas layanan yang diperoleh dengan model kontrak BTS/GCC.
 - Skenario optimum: pembayaran didasarkan pada ketercapaian SPM oleh operator, namun lebih mendorong optimalisasi layanan dan peningkatan kualitas secara keseluruhan. Umumnya kebutuhan subsidi berpotensi lebih besar karena terdapat insentif yang dapat diberikan kepada operator ketika ketercapaian SPM terlampaui.

Karakteristik keenam model kontrak tersebut diilustrikan pada Tabel 17 sebagai berikut:

Tabel 17. Karakteristik Modal Kontrak Pengoperasian Layanan Transportasi Publik

	1. Swakelola	2. BTS/GCC	3. NCC	4. MC	5. PBC	6. Izin Operasional dengan SPM
Peranan Dalam Layanan						
Rencana operasional	[Baris penuh]					
Pengaturan tarif	[Baris penuh]					[Baris penuh]
Pelaksanaan operasional	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]
Pemantauan dan evaluasi	[Baris penuh]					[Baris penuh]
Aspek Finansial						
Porsi pendanaan pemerintah ¹	[Grafik: 100%]	[Grafik: 75%]	[Grafik: 50%]	[Grafik: 25%]	[Grafik: 10%]	[Grafik: 5%]
Penanggung biaya operasional	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]
Penanggung biaya penguasaan aset	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]
Pemeliharaan dan perawatan	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]	[Baris penuh]
Aspek Komponen & Metode Pembayaran						
Orientasi operasional	Layanan	Layanan	Keuntungan	Layanan	Layanan	Keuntungan
Potensi kompetisi untuk penumpang	[Grafik: 10%]	[Grafik: 25%]	[Grafik: 50%]	[Grafik: 75%]	[Grafik: 90%]	[Grafik: 100%]
Strategi kontrol kualitas	Kendali langsung	SPM Khusus Layanan	SPM Khusus Layanan	Kendali langsung	Metrik pencapaian kinerja	SPM Secara Umum
Tingkat pemenuhan kualitas layanan	[Grafik: 10%]	[Grafik: 25%]	[Grafik: 50%]	[Grafik: 75%]	[Grafik: 90%]	[Grafik: 100%]
Intervensi kontrol kualitas	Tidak ada	Insentif atau penalti	Insentif atau penalti	Insentif atau penalti	Insentif atau penalti	Tidak ada

Keterangan:
 Model yang saat ini digunakan oleh Surakarta
 Tinggi Rendah
 Pemerintah Operator Pemerintah/Operator

Catatan: 1. Besar porsi pendanaan akan dianalisis lebih lanjut. Pada tabel di atas, porsi pendanaan di atas mencerminkan biaya awal yang perlu ditanggung oleh pemerintah. Model swadaya dinilai memiliki porsi pendanaan pemerintah tertinggi karena pemerintah perlu melakukan seluruh belanja modal di awal.

Perubahan model kontrak tidak hanya berpotensi meningkatkan kualitas layanan, tetapi juga berpotensi menurunkan kebutuhan subsidi. Hal ini dapat meringankan beban fiskal Pemerintah Kota Surakarta dan meningkatkan peluang keberlanjutan seluruh rute Batik Solo Trans jika Pemkot harus mengambil alih layanan tersebut. Namun, tetap perlu dipastikan bahwa kualitas layanan tetap terjaga jika model kontrak alternatif yang dipilih akan diimplementasikan.

3.3. Strategi Keberlanjutan Batik Solo Trans

3.3.1. Keberlanjutan Finansial Batik Solo Trans

Seperti yang disebutkan pada bagian-bagian sebelumnya, masalah utama keberlanjutan BST berkaitan dengan bagaimana menyesuaikan produksi layanan dengan kemampuan finansial Pemkot Surakarta apabila terjadi pemangkasan anggaran dari Kemenhub untuk program BTS Teman Bus ataupun jika

seluruh rute dengan pola operasional yang sama diserahkan kepada Pemkot Surakarta. Terdapat tiga aspek yang berpengaruh dan perlu menjadi perhatian terkait keberlanjutan layanan BST yang berkaitan dengan kemampuan finansial Pemerintah Kota Surakarta, yaitu biaya produksi layanan, pendapatan layanan, dan subsidi.

Biaya produksi layanan merupakan biaya yang harus dikeluarkan pemerintah untuk mengoperasikan layanan. Besaran biaya ini berbanding lurus dengan besaran produksi kilometer, khususnya dengan model kontrak *Buy The Service (BTS)*/ Skema Pembelian Layanan. Artinya, semakin luas cakupan dan frekuensi layanan transportasi publik, semakin tinggi pula biaya produksinya. Selain produksi kilometer, besaran biaya juga dapat dipengaruhi oleh model pengelolaan operasional layanan. Karena pengoperasian layanan BST diserahkan kepada operator melalui kontrak kerja sama pembelian layanan, biaya produksi layanan dibayarkan kepada PT BST dan PT TGM dengan pembayarannya berdasarkan harga satuan produksi per kilometer. Pada subbab selanjutnya, akan dibahas detail penghematan dari aspek produksi maupun dari model kontrak kerja sama operasi.

Pendapatan layanan adalah pendapatan yang utamanya didapatkan dari tiket penumpang (*farebox revenue*), dimana pada BST diklasifikasi menjadi dua kelompok yaitu tiket penumpang tarif umum seharga Rp3.700 dan tarif khusus seharga Rp2.000. Sebagai layanan publik, tujuan BST memang tidak untuk keuntungan. Namun, besaran perolehan kembali biaya produksi layanan dari tiket penumpang (*farebox recovery*) dapat meringankan biaya neto penyediaan layanan BST. Biaya neto atau selisih antara biaya produksi dengan pendapatan, didefinisikan sebagai subsidi penyediaan layanan BST karena merupakan biaya riil yang dikeluarkan Pemerintah. Nilai subsidi ataupun subsidi per satuan pengukuran dapat dijadikan sebagai parameter efektivitas penggunaan anggaran publik, juga dapat menjadi alat penentu model kontrak kerja sama operasi yang optimal. Gambar 23 mengilustrasikan hubungan antara biaya, pendapatan, dan subsidi.



Gambar 23. Hubungan antara Biaya, Pendapatan, dan Subsidi Penyediaan Layanan BST

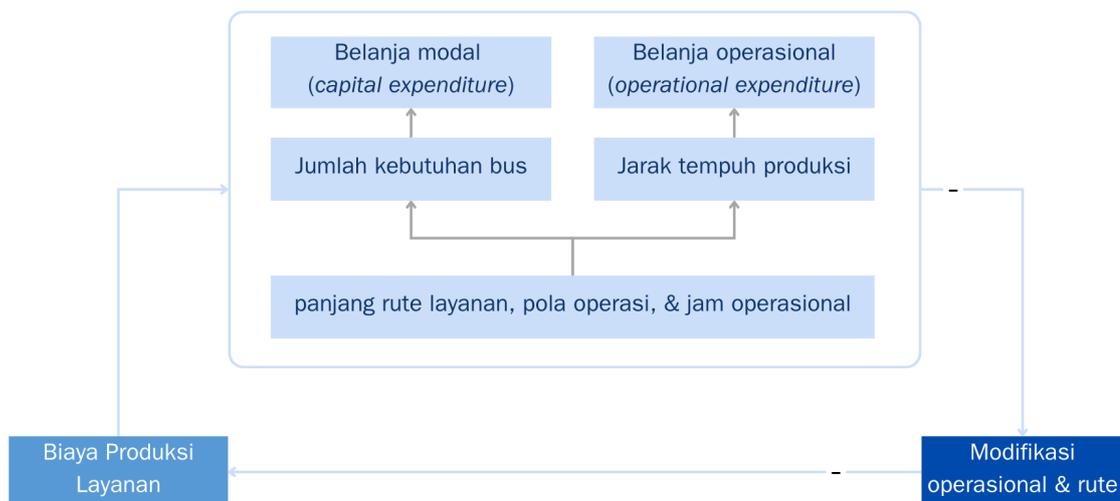
3.3.2. Metodologi Analisis Penghematan Biaya Produksi Layanan

Penyusunan strategi keberlanjutan BST diawali dengan mengidentifikasi aspek-aspek yang berkaitan dengan biaya produksi layanan dan kerja sama operasi antar pemerintah dengan operator. Tiga aspek yang telah diidentifikasi dan memungkinkan untuk dimodifikasi agar pengurangan kebutuhan subsidi dapat diperoleh adalah pola operasional dan rute, komponen Biaya Operasional Kendaraan (BOK), dan

model kontrak kerja sama. Ketiga aspek ini yang menjadi sasaran utama penghematan dan dianalisis secara detail.

A. Penghematan Melalui Modifikasi Operasional dan Rute

Biaya produksi layanan bus terdiri dari dua komponen utama, belanja modal (*capital expenditure*) dan belanja operasional (*operational expenditure*)³⁴. Terdapat tiga aspek layanan bus yang menentukan besaran nilai belanja modal dan belanja operasional: panjang rute layanan, pola operasi, dan jam operasional. Ketiga hal ini menentukan jumlah kebutuhan bus dan jarak tempuh produksi. Jumlah kebutuhan bus menentukan biaya belanja modal dan kilometer produksi harian, yang akan menentukan biaya belanja operasional dan pemeliharaan. Kontrak pengoperasian layanan transportasi publik umumnya menggunakan acuan pembayaran biaya per satuan unit jarak (Rupiah per kilometer). Melakukan modifikasi operasional dan rute dapat mengurangi biaya produksi layanan.



Gambar 24. Hubungan Antara Biaya Produksi Layanan dan Modifikasi Operasional dan Rute

Belanja biaya operasional dan pemeliharaan dipengaruhi oleh jarak tempuh produksi bus atau kilometer tempuh harian. Jumlah ritase harian dan panjang rute menjadi penentu kilometer tempuh harian. Semakin tinggi jumlah ritase harian dan semakin jauh rute berkorelasi positif terhadap kilometer tempuh harian. Misalnya, biaya bahan bakar minyak (BBM) bergantung pada *fuel economy*³⁵ kendaraan, dimana semakin tinggi jarak tempuh, semakin tinggi volume konsumsi BBM. Hal yang sama berlaku untuk bahan-bahan produksi lainnya, seperti ban³⁶. Interval pemeliharaan, baik ringan maupun berat, direncanakan pada interval tertentu, misalnya satu kali pemeliharaan ringan dilaksanakan setiap 5.000 kilometer. Dengan demikian, penyesuaian panjang rute dapat dilakukan untuk mengurangi jarak tempuh produksi dan biaya produksi layanan.

Pola operasi dan jam operasional memengaruhi biaya layanan produksi. Salah satu aspek pola operasi adalah frekuensi layanan. Frekuensi layanan umumnya dinyatakan dalam jumlah layanan bus per jam atau waktu antar keberangkatan bus (*headway*) dalam satuan waktu menit. Hubungan antarkeduanya bersifat invers, yang dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\text{Frekuensi layanan } (f) = \frac{\text{Jumlah bus operasional } (n)}{1 \text{ jam}}$$

³⁴ Termasuk biaya pemeliharaan (maintenance costs).

³⁵ Fuel economy: tingkat efisiensi pembakaran bahan bakar minyak kendaraan, dinyatakan dalam jarak tempuh kendaraan untuk unit satuan jarak seperti kilometer per liter, mil per liter, atau mil per galon.

³⁶ Jumlah kebutuhan ban tergantung pada usia layanan ban dan jarak tempuh produksi kendaraan. Misalnya, apabila usia layanan ban 5.000 kilometer dan jarak tempuh produksi 1 kendaraan dalam 1 tahun adalah 20.000 maka dibutuhkan 4 ban dikalikan jumlah ban terpasang pada 1 kendaraan dan candangan.

$$\text{Headway } (h) = \frac{1}{f} \times \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ jam}}$$

Penyesuaian frekuensi layanan dapat mengurangi kebutuhan bus, sehingga menurunkan biaya produksi layanan melalui pengurangan belanja modal (jumlah bus yang harus diadakan) serta volume produksi layanan. Misalnya, layanan transportasi publik dengan frekuensi layanan 10 bus per jam dimodifikasi menjadi 6 bus per jam mengakibatkan headway berubah dari 6 menit menjadi 10 menit. Apabila harga 1 unit bus Rp1 miliar, maka dengan kebutuhan bus berkurang 4 unit terdapat penghematan Rp4 miliar. Selanjutnya, apabila biaya operasional dan pemeliharaan sebesar Rp5.000 per kilometer dengan kilometer produksi harian bus sebesar 200 kilometer, pengurangan 4 unit bus menghasilkan penghematan Rp4 juta per hari atau Rp1,464 miliar per tahun³⁷.

Sedangkan, jam operasional memengaruhi biaya layanan produksi karena berdampak pada berapa kali bus melakukan pengulangan perjalanan (ritase). Semakin panjang durasi jam operasional, semakin banyak ritase yang dilakukan masing-masing bus dan semakin tinggi jarak tempuh produksi. Misalnya, pada suatu rute layanan transportasi publik yang beroperasi selama 16 jam, sejak pukul 5.00 WIB - 21.00 WIB. apabila dibutuhkan waktu dua jam untuk bus melakukan satu kali perjalanan pergi-pulang (1 rit), maka, satu unit bus dapat menempuh maksimal 8 ritase dalam sehari. Apabila jam operasional dikurangi menjadi 14 jam (5.00 WIB - 19.00 WIB), maka jumlah ritase menjadi 7 rit. Jika jarak tempuh 1 rit adalah 25 kilometer, maka terjadi pengurangan jarak tempuh dari 200 kilometer menjadi 175 kilometer per hari. Apabila biaya operasional dan pemeliharaan per kilometer per bus sebesar Rp5.000, terdapat potensi penghematan Rp125.000 per bus per hari atau Rp45.750.000 per bus per tahun.

A. Penghematan melalui modifikasi komponen BOK

Metode perhitungan biaya operasional kendaraan untuk kerja sama operasi dengan skema pembeian layanan mengikuti pedoman teknis yang tertera dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor KP-DRJD 808 Tahun 2024. Dalam analisis penghematan biaya, terdapat dua aspek yang perlu ditinjau dari perhitungan biaya BOK, yaitu apakah komponen biaya tersebut dapat diabaikan, dan apakah harga satuan untuk komponen biaya tertentu dapat dikurangi nilainya. Proses penentuan komponen-komponen biaya yang dapat diabaikan ataupun harga satuannya dapat dikurangi melibatkan diskusi dengan operator BST.

B. Penghematan melalui modifikasi model kontrak

Skema kerja sama pengoperasian layanan transportasi publik antara pemerintah dengan operator saat ini menggunakan model *Gross Cost Contract*. Secara prinsip, model kontrak ini memang memudahkan antara pemerintah sebagai regulator yang menetapkan pola operasi dan standar pelayanan minimal layanan transportasi publik dengan operator sebagai pelaksana layanan. Pemerintah merencanakan dan menetapkan pola operasi dan standar layanan yang kemudian ditranslasikan menjadi produksi layanan dalam bentuk jarak tempuh layanan. Biaya total produksi penyediaan layanan ini dibagi dengan jarak tempuh total layanan, sehingga menghasilkan BOK/km yang menjadi acuan pembayaran pemerintah kepada operator. Walaupun memudahkan pemerintah dan operator dalam menentukan besaran biaya yang perlu dibayar dan SPM yang perlu dipatuhi, namun, model GCC umumnya membutuhkan subsidi yang besar dari pemerintah, karena seluruh komponen biaya terkait penyediaan layanan akan dikompensasi oleh pemerintah, termasuk profit margin dan *overhead* yang diberikan kepada operator. Oleh karena itu, analisis penghematan akan mempertimbangkan model-model kontrak lain untuk menilai apakah perlu penyesuaian model kontrak demi mengurangi biaya produksi layanan BST.

³⁷ Asumsi 366 hari dalam satu tahun.

3.3.3. Kondisi Pola Operasi, Jumlah Pengguna, dan Pendapatan Tiket Penumpang Batik Solo Trans 2024

Identifikasi kondisi eksisting BST untuk pola operasi, jumlah pengguna, dan pendapatan tiket penumpang diperlukan sebagai acuan (*baseline*) analisis penghematan. Saat ini koridor bus beroperasi dari pukul 4.30 sampai 21.00 WIB dengan *headway* yang variatif antara 7 hingga 12 menit. Seluruh koridor bus menggunakan pola sirkulasi satu arah: seluruh bus diberangkatkan dari terminus awal dan melakukan perjalanan *looping* hingga kembali lagi di titik keberangkatan. Pola ini digunakan karena tidak adanya ruang tunggu atau ruang parkir bus pada seluruh koridor pada terminus lainnya. Rute pengumpan beroperasi dari pukul 5.00 hingga 21.00 WIB dengan *headway* antara 7 hingga 10 menit. Seluruh koridor mengoperasikan layanan yang seragam tanpa adanya layanan rute poros³⁸, rute langsung (*direct*)³⁹, atau variasi layanan lainnya pada koridor yang sama.

Tabel 18. Kondisi Eksisting Pola Operasi Batik Solo Trans

Koridor	Jenis Sistem Layanan	Trayek	Headway (menit per keberangkatan)	Jam operasional
1	Bus	Terminal Palur – Bandara Adi Soemarmo	8	04.30 – 21.00
2		Terminal Palur – Sub-terminal Kerten	10	
3		Terminal Kartasura – Tugu Cembengan	12	
4		Terminal Kartasura – Terminal Palur	11	
5		Terminal Kartasura – Simpang Sidan	9	
6		Terminal Tirtonadi – Solo Baru (RS Indriyati)	11	
7	Pengumpan	RSUD Ngipang – Pasar Klewer	9	05.00 – 21.00
8		Terminal Pelangi – Lotte Mart	7	
9		Terminal Pelangi – RSUD Bung Karno	8	
10		Terminal Palur – Pasar Klewer	7,5	
11		Terminal Tirtonadi – Pasar Klewer	7	
12		Pasar Klewer – Gentang RCTI	10	

(Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surakarta, 2024)

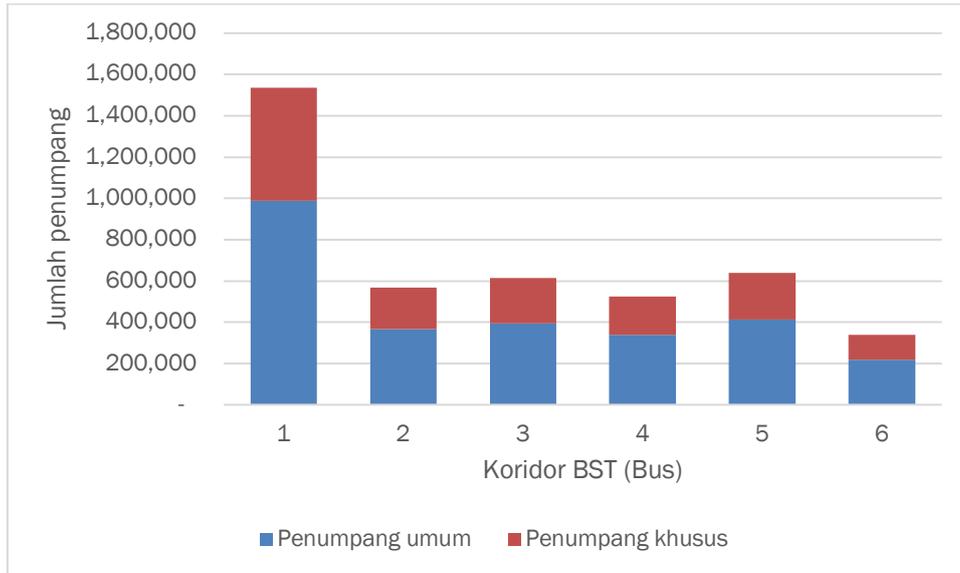
Jumlah penumpang BST mencapai 4,9 juta pada tahun 2023, dengan komposisi sekitar 4,2 juta penumpang koridor bus dan 0,7 juta penumpang Rute pengumpan. Koridor 1 menarik jumlah penumpang paling banyak (1,5 juta penumpang per tahun), atau setara dengan 36% seluruh penumpang koridor bus dan 31% seluruh penumpang BST (termasuk pengumpan). Koridor dengan jumlah penumpang paling sedikit untuk koridor bus dan koridor penumpang adalah Koridor 6 dan 8, dengan persentase jumlah penumpang masing-masing terhadap total penumpang adalah 8% dan 12%.

Segmentasi penumpang diklasifikasikan menjadi penumpang umum dan penumpang khusus, dengan tarif masing-masing kelompok Rp3.700 dan Rp2.000. Penumpang khusus dibagi menjadi beberapa subkelompok, yaitu penumpang mahasiswa dan pelajar, penumpang lansia, dan penumpang disabilitas. Rata-rata, pembagian penumpang umum dengan khusus adalah 64,4% dan 35,6%⁴⁰. Pembagian ini digunakan dalam mengestimasi pendapatan penyediaan layanan BST. Gambar 3-5 dan 3-6 mengilustrasikan jumlah penumpang dengan estimasi segmentasi.

³⁸ Rute poros: rute layanan transportasi publik yang menghubungkan segmen rute dengan permintaan (*demand*) tertinggi.

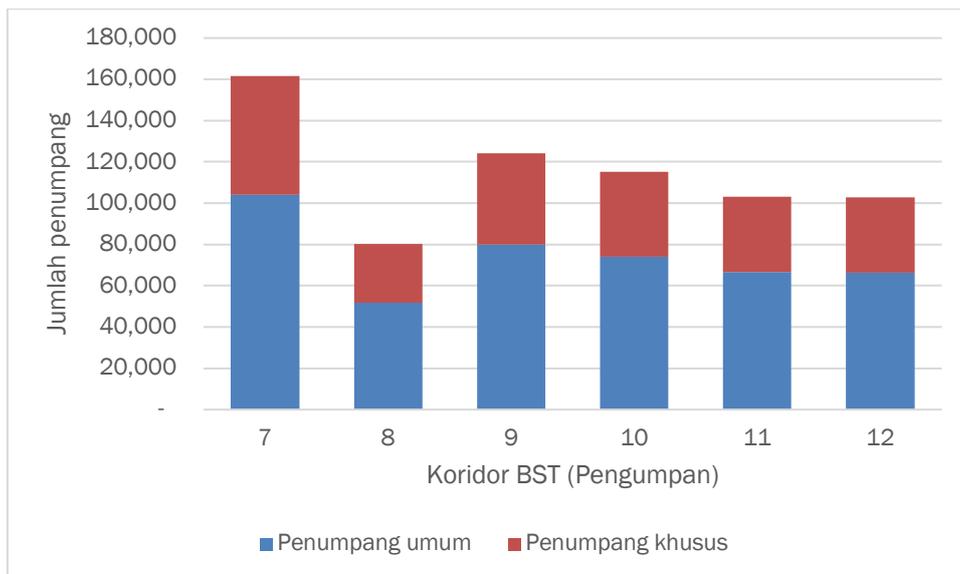
³⁹ Rute langsung (*direct*): modifikasi pada rute poros dimana layanan transportasi publik hanya berhenti pada titik-titik pemberhentian utama untuk meningkatkan efisiensi dan memangkas waktu tempuh.

⁴⁰ Berdasarkan data dari Dishub Kota Surakarta untuk Koridor 1-6. Segmentasi ini digunakan untuk estimasi pendapatan untuk keseluruhan koridor BST karena ITDP Indonesia tidak mendapatkan data untuk Rute pengumpan (7-12).



Gambar 25. Jumlah Penumpang Koridor Bus BST (2023)

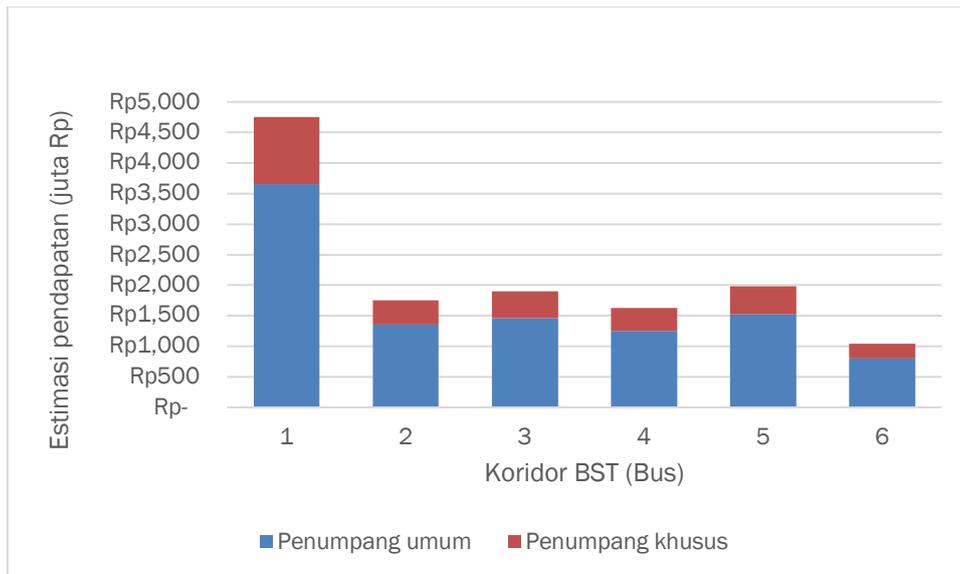
(Sumber: Dishub Kota Surakarta, 2024)



Gambar 26. Jumlah Penumpang Rute pengumpan BST (2023)

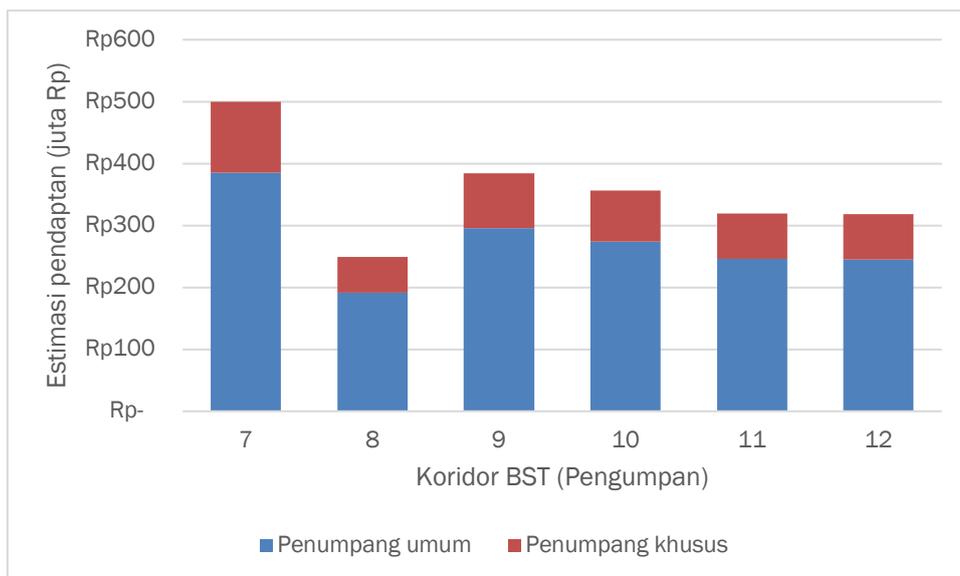
(Sumber: Dishub Kota Surakarta, 2024)

Dengan proporsi penumpang umum dan khusus 64,4% dan 35,6%, estimasi pendapatan untuk keseluruhan BST adalah Rp15,19 milyar. Kontribusi koridor bus dan koridor penumpang masing-masing Rp11,69 milyar dan Rp3,49 milyar. Gambar 27 dan Gambar 28 mengilustrasikan estimasi pendapatan untuk koridor bus dan penumpang.



Gambar 27. Estimasi Pendapatan Farebox Koridor Bus BST (2023)

(Sumber: Analisis ITDP, 2024)



Gambar 28. Estimasi Pendapatan Farebox Rute pengumpan BST (2023)

(Sumber: Analisis ITDP, 2024)

3.3.4. Modifikasi Operasional dan Rute

A. Modifikasi Operasional

Analisis penghematan biaya BST akan meninjau tiga scenario modifikasi operasional dan rute. Skenario pertama (Skenario dasar HPS Kementerian Perhubungan) adalah skenario *baseline* biaya dengan perhitungan produksi bus sesuai dengan perhitungan harga perkiraan sendiri (HPS) Kemenhub dengan pola operasi dan jam operasional mengikuti kondisi eksisting. Skenario kedua (Skenario dasar BST) adalah skenario *baseline* dengan perhitungan produksi bus menggunakan metode *timetabling* serta penyesuaian-penyesuaian lainnya berdasarkan input data survei primer dan

verifikasi dengan operator BST. Skenario ketiga adalah merupakan skenario modifikasi frekuensi layanan pada jam puncak dan jam non-puncak. Rekapitulasi skenario disimpulkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Skenario-skenario Modifikasi Operasional

Skenario	Keterangan Modifikasi Operasional
Skenario 1: Skenario dasar HPS Kementerian Perhubungan	<ul style="list-style-type: none"> Tidak ada modifikasi operasional, masih mengikuti data HPS Kemenhub sesuai dengan KP-DRJD 808 Tahun 2024. Produksi layanan dihitung dengan input mengikuti data perencanaan dari analisis HPS Kemenhub yang mencakup panjang rute, headway, estimasi kecepatan waktu tempuh, <i>loss of time</i>, estimasi jumlah titik henti, estimasi waktu henti, durasi layanan, dan jumlah hari layanan.
Skenario 2: Skenario dasar BST	<ul style="list-style-type: none"> Pola operasi pada skenario ini mengikuti kondisi pola operasi BST 2024, sehingga input-input untuk perhitungan produksi layanan disesuaikan agar lebih akurat. Produksi layanan dihitung melalui analisis <i>timetabling</i> untuk menghasilkan simulasi jadwal keberangkatan bus harian sehingga jumlah kebutuhan bus sesuai dengan jadwal. Tanpa melakukan analisis <i>timetabling</i>, potensi terjadi kasus kesalahan analisis dimana tidak ada bus yang tersedia untuk jadwal keberangkatan yang ditetapkan berdasarkan <i>headway</i> rencana.
Skenario 3: Skenario modifikasi	<ul style="list-style-type: none"> Sama dengan Skenario dasar BST, tetapi terdapat modifikasi berupa implementasi variasi frekuensi layanan pada jam puncak dan jam non-puncak Frekuensi layanan disesuaikan dengan ketersediaan bus yang saat ini sudah ada saat kondisi SO & SGO Jam puncak didefinisikan sepanjang 2 periode, yaitu jam puncak pagi dari jam 5.00-09.00⁴¹ dan jam puncak sore dari 15.00-18.00

Dari tiga skenario ini, Skenario 1 digunakan sebagai kondisi *business as usual* (BaU) atau kondisi *do-nothing*⁴². Skenario 2 didefinisikan sebagai kondisi *do-minimum* dan Skenario 3 sebagai kondisi *do-something*. Skenario 3 juga diasumsikan batas maksimal modifikasi operasional sebelum terjadinya penurunan permintaan (jumlah penumpang). Dengan implementasi modifikasi operasional, hasil yang diharapkan adalah pengurangan jumlah kebutuhan bus dan jarak tempuh produksi sehingga biaya layanan produksi berkurang.

B. Analisis Modifikasi Operasional

Produksi layanan bus dapat diperhitungkan melalui perkalian jarak tempuh rute untuk 1 ritase, jumlah ritase per hari, dan jumlah hari operasional dalam 1 tahun. Produksi layanan koridor didapatkan dari mengambil hasil perkalian tadi dan dikalikan dengan jumlah bus SO pada setiap koridor. Produksi total pada setiap koridor lalu dijumlahkan untuk mendapatkan total produksi layanan BST. Ketiga persamaan perhitungan sebagai berikut:

1) Persamaan perhitungan produksi bus per tahun:

⁴¹ Jam puncak pagi dimulai dari jam 5.00 karena hampir keseluruhan koridor BST tidak memungkinkan untuk menjalankan pola operasi dengan keberangkatan paralel pada kedua terminus koridor, sehingga operasional koridor melalui sistem loop (terminus A-terminus B-terminus A). Untuk dapat mengoperasikan layanan jam puncak dari terminus B pada "jam puncak aktual" yaitu mulai dari jam 6.30, jam puncak layanan harus dipercepat untuk menyesuaikan distribusi bus pada jaringan.

⁴² Pada kondisi *business as usual* (BaU) atau *do-nothing* dianggap tidak melakukan upaya apapun untuk menghemat biaya produksi layanan.

$$P_{b_n} = d_r \times n_t \times n_d$$

dimana,

P_{b_n} = produksi tahunan 1 unit bus pada koridor n (kilometer per tahun)

d_r = jarak tempuh rute (kilometer per rit atau kilometer per trip)

n_t = jumlah ritase atau jumlah trip per hari

n_d = jumlah hari operasional layanan bus per tahun

2) Persamaan perhitungan produksi total pada setiap koridor per tahun:

$$P_{c_n} = P_{b_n} \times n_{SO_n}$$

dimana,

P_{c_n} = produksi total bus pada koridor n (kilometer per tahun)

P_{b_n} = produksi bus (kilometer per tahun)

n_{SO_n} = jumlah bus siap operasi (SO) pada koridor n

3) Persamaan perhitungan produksi bus per tahun:

$$P_{BST} = \sum_{i=1}^n P_{c_i}$$

$$\sum_{i=1}^n P_{c_i} = P_{c_1} + P_{c_2} + \dots + P_{c_n}$$

dimana,

P_{BST} = produksi total layanan Batik Solo Trans

$\sum_{i=1}^n P_{c_i}$ = penjumlahan produksi total koridor 1 sampai dengan koridor n

n = jumlah koridor Batik Solo Trans

Dari ketiga persamaan, modifikasi operasional secara garis besar yang dapat menurunkan produksi adalah menurunkan jumlah ritase dan jumlah kebutuhan bus. Komponen-komponen produksi yang memengaruhi jumlah ritase dan kebutuhan bus seperti yang sebelumnya disebut, yaitu frekuensi layanan atau *headway* dan waktu tempuh total ritase yang terdiri waktu tempuh gerak (*moving time*) kendaraan saat melakukan perjalanan, waktu tempuh berhenti (*dwelling time*) kendaraan saat menaikkan dan menurunkan penumpang, waktu kehilangan (*loss of time*), dan waktu istirahat atau *turnaround time*. Produksi harian layanan untuk masing-masing koridor untuk ketiga skenario analisis dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Estimasi Produksi Harian Layanan BST untuk Seluruh Skenario Analisis

Aspek Operasional	Skenario ⁴³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Terminal Palur - Bandara Adi Sumarmo	Terminal Palur - Sub-terminal Kerten	Terminal Kartasura - Tugu Cembengan	Terminal Kartasura - Terminal Palur	Terminal Kartasura - Simpang Sidan	Terminal Tirtonadi - Solo Baru (RS Indriyati)	RSUD Ngipang - Pasar Klewer	Terminal Pelangi - Lotte Mart	Terminal Pelangi - RSUD Bung Karno	Terminal Palur - Pasar Klewer	Terminal Tirtonadi - Pasar Klewer	Pasar Klewer - Gentan RCTI
Panjang Rute (km)	1,2,3	47.65	29.55	34.60	42.00	52.60	21.20	18.70	23.16	22.10	16.20	22.70	24.10
Jumlah Bus SO awal (unit)	1,2,3	27	14	14	16	23	10	12	18	14	13	18	13
Jumlah Bus SGO awal (unit)	1,2,3	30	16	15	18	26	11	13	20	15	14	20	14
Headway (menit)	1	8.00	10.00	12.00	11.00	9.00	11.00	9.00	7.00	8.00	7.50	7.00	10.00
	2	8.00	10.00	11.00	10.00	8.00	10.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
	3 (NP)	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	3 (P)	8.00	10.00	12.00	10.00	8.00	10.00	9.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Kecepatan rencana (km/j)	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	2,3 (NP) ⁴⁴	30	30	30	30	30	30	19	26	22	16	25	28
	2,3 (P) ⁴⁵	25	25	25	25	25	25	15	23	17	14	20	26
Jumlah titik pemberhentian	1 ⁴⁶	134	82	98	78	62	64	60	74	46	54	80	82
	2,3 ⁴⁷	110	100	98	78	62	64	60	74	46	54	80	82
Waktu henti rencana (detik)	1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	2,3	30	30	30	30	30	30	15	15	15	15	15	15
Waktu tempuh gerak 1 ritase (menit)	1	142.95	88.65	103.80	126.00	157.80	63.60	56.10	69.48	66.30	48.60	68.10	72.30
	2,3 (NP)	93.80	59.40	69.20	84.00	105.20	42.40	43.00	52.50	49.00	48.00	55.00	52.50
	2,3 (P)	112.56	71.28	83.04	100.80	126.24	50.88	60.00	61.50	66.00	55.00	68.00	56.50
Waktu tempuh henti 1 ritase (menit)	1	43.56	26.40	31.68	25.08	19.80	20.46	19.14	23.76	14.52	17.16	25.74	26.40
	2,3 (NP)	55.00	50.00	49.00	39.00	31.00	32.00	30.00	18.50	23.00	27.00	20.00	20.50
	2,3 (P)	55.00	50.00	49.00	39.00	31.00	32.00	30.00	18.50	23.00	27.00	20.00	20.50
	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,3 (NP)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

⁴³ Notasi (NP) berarti jam non-puncak, notasi (P) berarti jam puncak. Tanpa ada notasi ini dianggap tidak ada perbedaan operasional pada jam puncak dan non-puncak.

⁴⁴ Kecepatan rencana untuk koridor 1-6 diasumsikan, untuk 7-12 menggunakan estimasi berdasarkan data waktu tempuh total yang disediakan operator Rute pengumpan.

⁴⁵ Kecepatan rencana untuk koridor 1-6 diasumsikan, untuk 7-12 menggunakan estimasi berdasarkan data waktu tempuh total yang disediakan operator Rute pengumpan.

⁴⁶ Jumlah titik pemberhentian koridor 1 & 2 mengikuti analisis HPS Kemenhub. Koridor 3-12 mengikuti Skenario 2 & 3 karena data tidak tersedia dari analisis HPS Kemenhub.

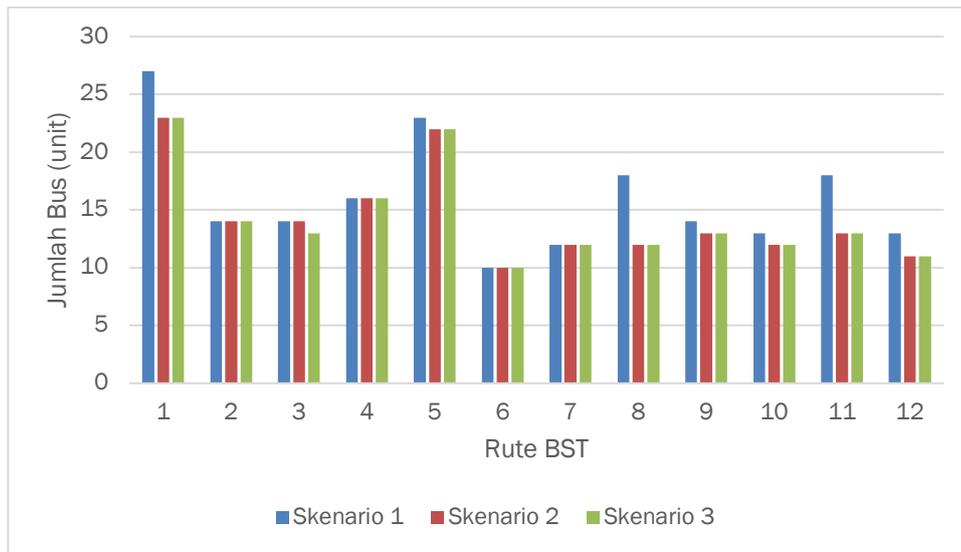
⁴⁷ Berdasarkan data Mitra Darat saat waktu penyusunan laporan.

Aspek Operasional	Skenario ⁴³	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Terminal Palur - Bandara Adi Sumarmo	Terminal Palur - Sub-terminal Kerten	Terminal Kartasura - Tugu Cembengan	Terminal Kartasura - Terminal Palur	Terminal Kartasura - Simpang Sidan	Terminal Tirtonadi - Solo Baru (RS Indriyati)	RSUD Ngipang - Pasar Klewer	Terminal Pelangi - Lotte Mart	Terminal Pelangi - RSUD Bung Karno	Terminal Palur - Pasar Klewer	Terminal Tirtonadi - Pasar Klewer	Pasar Klewer - Gentan RCTI
Loss of time/LOT ⁴⁸ 1 ritase (menit)	2,3 (P)	10	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5
Turnaround time/TAT ⁴⁹ 1 ritase (menit)	1	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	2,3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Waktu tempuh total 1 ritase (menit)	1	216.51	145.05	165.48	181.08	207.60	114.06	105.24	123.24	110.82	95.76	123.84	128.70
	2,3 (NP)	153.80	114.40	123.20	128.00	141.20	79.40	78.00	76.00	77.00	80.00	80.00	78.00
	2,3 (P)	177.56	131.28	142.04	149.80	167.24	92.88	95.00	85.00	94.00	87.00	93.00	82.00
Kecepatan rata-rata (km/j)	1	13.20	12.22	12.55	13.92	15.20	11.15	10.66	11.28	11.97	10.15	11.00	11.24
	2,3 (NP)	18.30	15.58	16.85	19.69	22.35	16.02	14.38	18.28	17.22	12.15	17.03	18.54
	2,3 (P)	15.85	13.57	14.62	16.82	18.87	13.70	11.81	16.35	14.11	11.17	14.65	17.63
Jumlah Kebutuhan Bus SO (unit)	2	23	14	14	16	22	10	12	12	13	12	13	11
	3	23	14	13	16	22	10	12	12	13	12	13	11
Jumlah Kebutuhan Bus SGO (unit)	2	25	15	15	18	24	11	13	13	14	13	14	12
	3	25	15	14	18	24	11	13	13	14	13	14	12
Jumlah ritase per bus (rit)	1	4	6	5	5	4	8	9	7	8	10	7	7
	2	4-5	6-7	5-6	5-6	5	8-9	8-9	9-10	8-9	9-10	8-9	10
	3	1-5	3-7	2-6	2-6	2-5	3-8	4-9	4-9	4-9	4-9	4-9	5-9
Jumlah ritase total koridor (rit)	1	108.00	84.00	70.00	80.00	92.00	80.00	108.00	126.00	112.00	130.00	126.00	91.00
	2	110.00	88.00	81.00	88.00	110.00	88.00	98.00	110.00	110.00	110.00	110.00	110.00
	3	83.00	73.00	66.00	73.00	83.00	66.00	78.00	83.00	83.00	83.00	83.00	83.00
Jarak tempuh harian total per koridor (km)	1	5,301.00	2,739.00	2,495.00	3,461.00	4,984.00	1,747.00	2,080.00	3,006.00	2,549.00	2,169.00	2,946.00	2,259.00
	2	5,313.77	2,692.01	2,886.68	3,806.88	5,959.58	1,921.57	1,887.58	2,624.03	2,503.93	1,835.46	2,571.91	2,730.53
	3	4,009.48	2,233.14	2,352.11	3,157.98	4,496.77	1,441.18	1,502.36	1,979.95	1,889.33	1,384.94	1,940.62	2,060.31

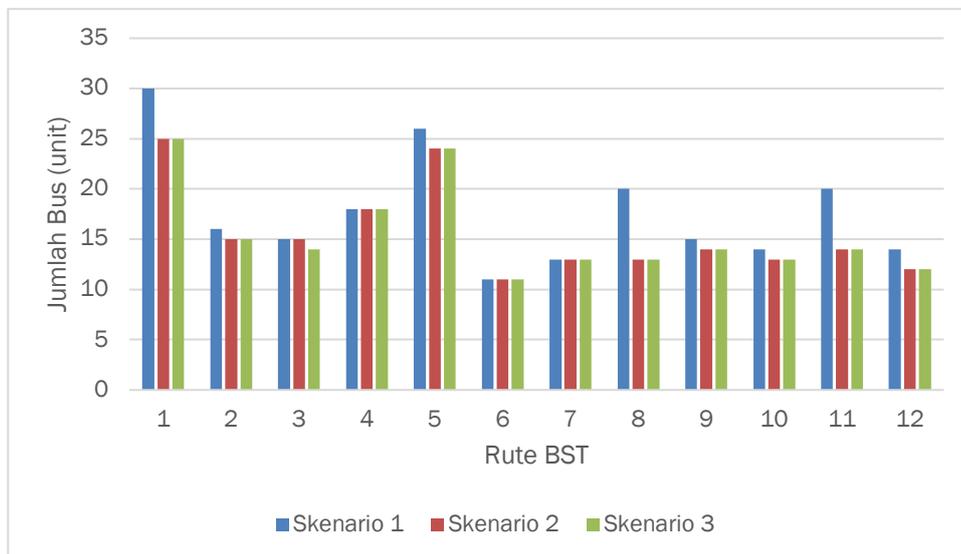
⁴⁸ Perhitungan dari analisis HPS BST oleh Kemenhub tidak memperhitungkan estimase jumlah waktu hilang (loss of time) dalam perjalanan bus.

⁴⁹ Turnaround time (TAT) adalah waktu untuk bus tiba pada terminus untuk menyelesaikan satu kali perjalanan pergi-pulang (rit) dan memulai perjalanan baru. Pada analisis HPS BST oleh Kemenhub tidak terdapat TAT namun terdapat waktu istirahat terminus, yang diasumsikan sebagai TAT. Pada perhitungan ITDP, TAT diasumsikan minimal 5 menit dengan maksimal menyesuaikan analisis timetable sesuai dengan headway rencana dan jumlah bus SO yang tersedia untuk diberangkatkan dari terminus. TAT tidak diperhitungkan dalam waktu tempuh total, tetapi dipertimbangkan dalam analisis timetable untuk menentukan jumlah kebutuhan bus.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa modifikasi operasional untuk Skenario 2 dan 3 dapat menurunkan jumlah kebutuhan bus SO maupun SGO untuk seluruh koridor BST terhadap kebutuhan semula pada Skenario 1. Jumlah kebutuhan bus untuk kedua kondisi saat operasional sama pada Skenario 2 dan 3. Indikasi dari menurunnya jumlah kebutuhan bus pada Skenario 2 dari Skenario 1 menunjukkan penerapan analisis timetable dan input data yang lebih detail menghasilkan perencanaan kebutuhan bus yang lebih akurat. Perencanaan yang lebih akurat memungkinkan pengadaan bus disesuaikan dengan kebutuhan aktual, sehingga belanja modal dapat ditekan. Jumlah total kebutuhan bus yang awalnya 212 pada Skenario 1 dapat dikurangi menjadi 187 pada skenario 2 dan 186 pada skenario 3.



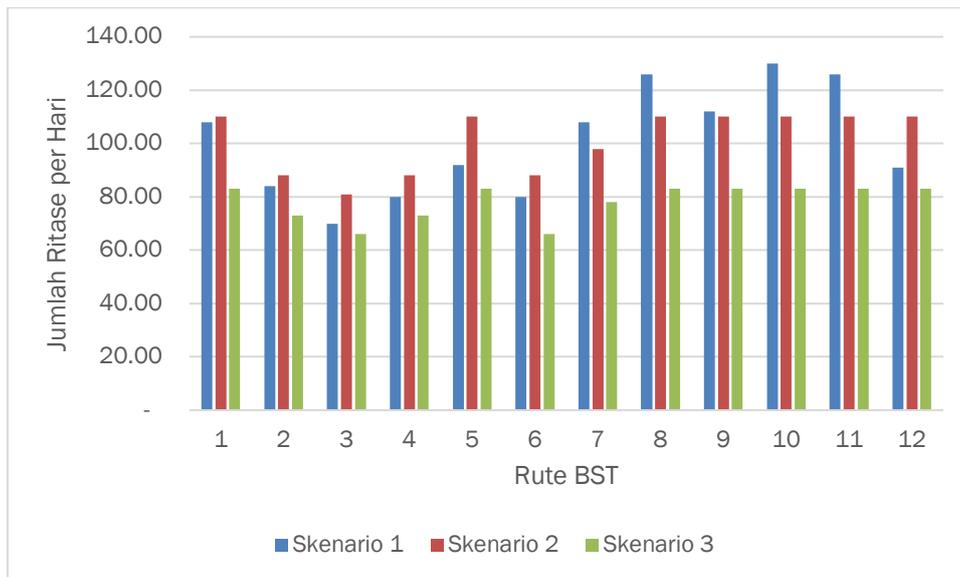
Gambar 29. Estimasi Jumlah Kebutuhan Bus SO untuk Setiap Rute BST



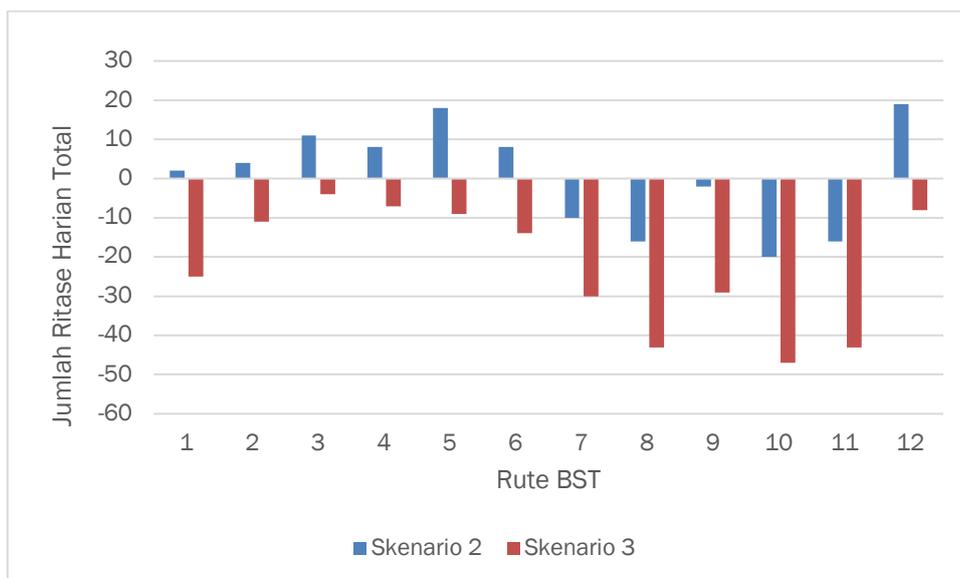
Gambar 30. Estimasi Jumlah Kebutuhan Bus SGO untuk Setiap Rute BST

Modifikasi operasional memiliki dampak yang variatif terhadap jumlah ritase total harian. Pada Skenario 2, jumlah ritase total harian mengalami peningkatan dibandingkan Skenario 1 untuk seluruh koridor bus dan penurunan pada 5 dari 6 Rute pengumpan. Hal ini menunjukkan pengurangan jumlah kebutuhan bus,

yang berdampak pada peningkatan tingkat utilisasi bus. Sedangkan, jumlah ritase berkurang untuk semua koridor pada Skenario 3.



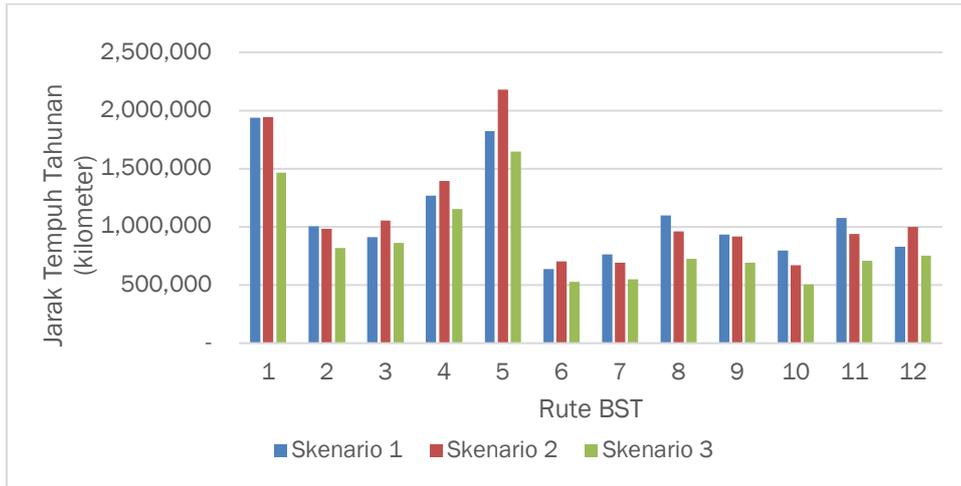
Gambar 31. Estimasi Jumlah Ritase Harian Total untuk Setiap Rute BST



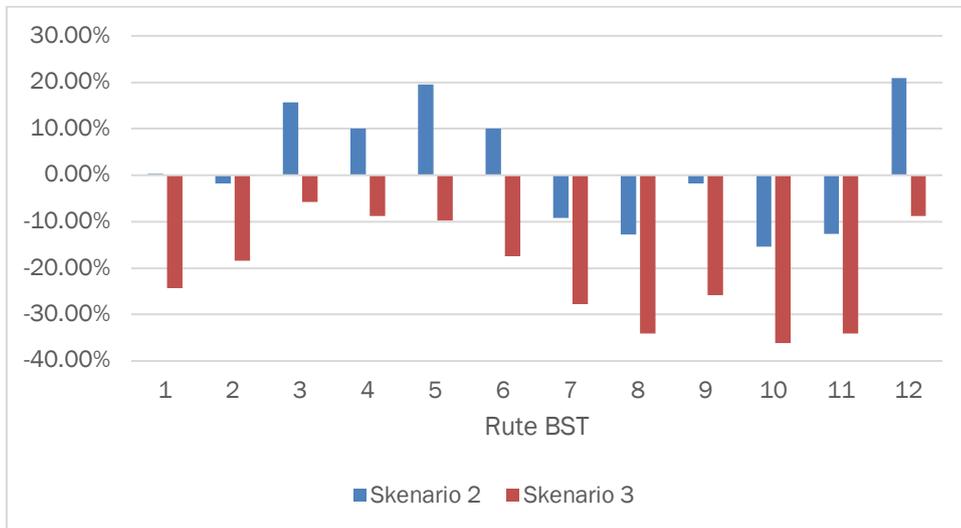
Gambar 32. Selisih Jumlah Ritase Harian Total untuk Setiap Koridor BST terhadap Skenario 1 (Baseline)

Hasil perhitungan estimasi produksi jarak tempuh juga variatif untuk Skenario 2. Pada koridor bus, terjadi kenaikan jarak tempuh tahunan pada semua koridor, kecuali Koridor 2 yang mengalami penurunan jarak tempuh sebesar 1,72%. Koridor 3, 4, 5, dan 6 mengalami 10% - 20% kenaikan jarak tempuh dibandingkan Skenario 1. Produksi jarak tempuh pada Koridor 1 hanya mengalami kenaikan 0,24%. Seluruh Rute pengumpan pada Skenario 2 mengalami penurunan jarak tempuh yang berkisar antara 2-15%.

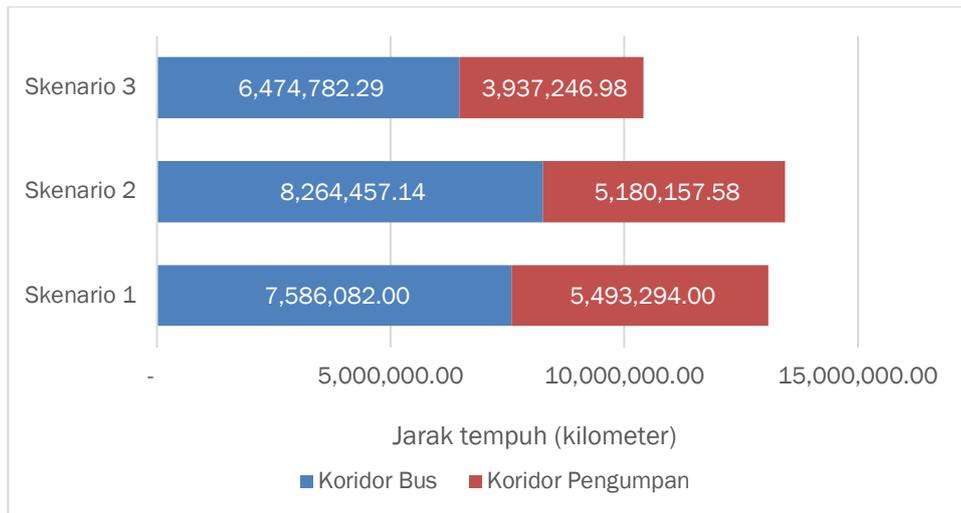
Penerapan implementasi variasi frekuensi layanan pada jam puncak dan non-puncak pada Skenario 3 menghasilkan penurunan jarak tempuh untuk setiap koridor. Terdapat penurunan rata-rata 14,10% pada koridor bus, dengan penurunan tertinggi pada Koridor 1 (24,36%) dan paling rendah pada Koridor 3 (5,73%). Sedangkan, Rute pengumpan rata-rata mengalami penurunan mendekati 28%. Penurunan tertinggi terdapat pada Koridor 10 (36,15%) dan paling rendah pada Koridor 12 (8,8%).



Gambar 33. Estimasi Jarak Tempuh Total Tahunan untuk Rute BST

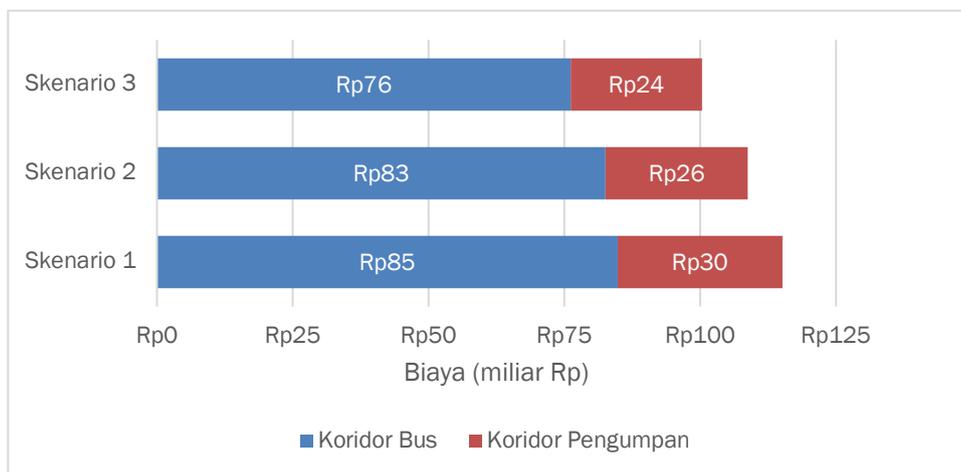


Gambar 34. Persentase Selisih Jarak Tempuh Total Tahunan untuk Setiap Rute BST terhadap Skenario 1 (baseline)



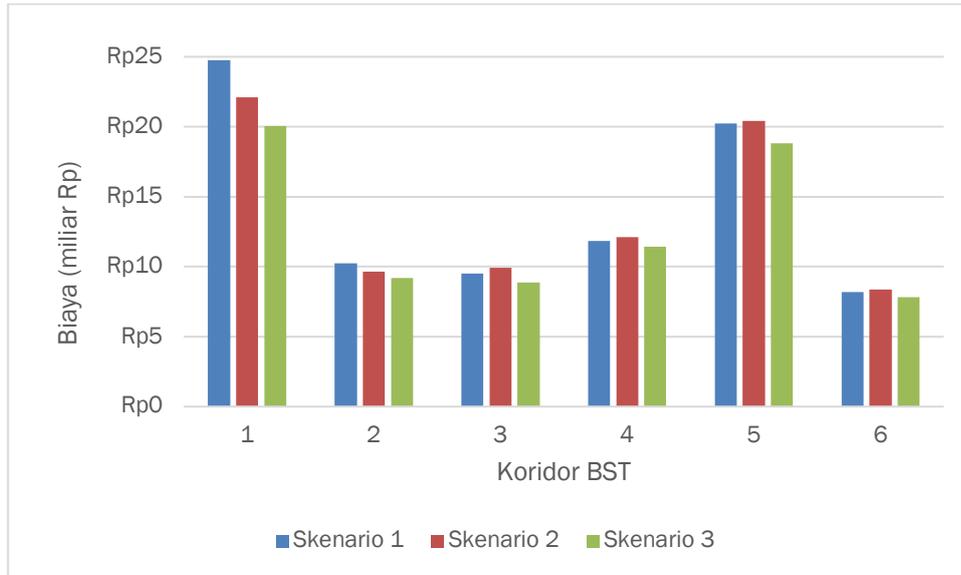
Gambar 35. Rekapitulasi Estimasi Jarak Tempuh Total Layanan BST untuk Setiap Skenario Analisis

C. Hasil Penghematan dari Modifikasi Operasional

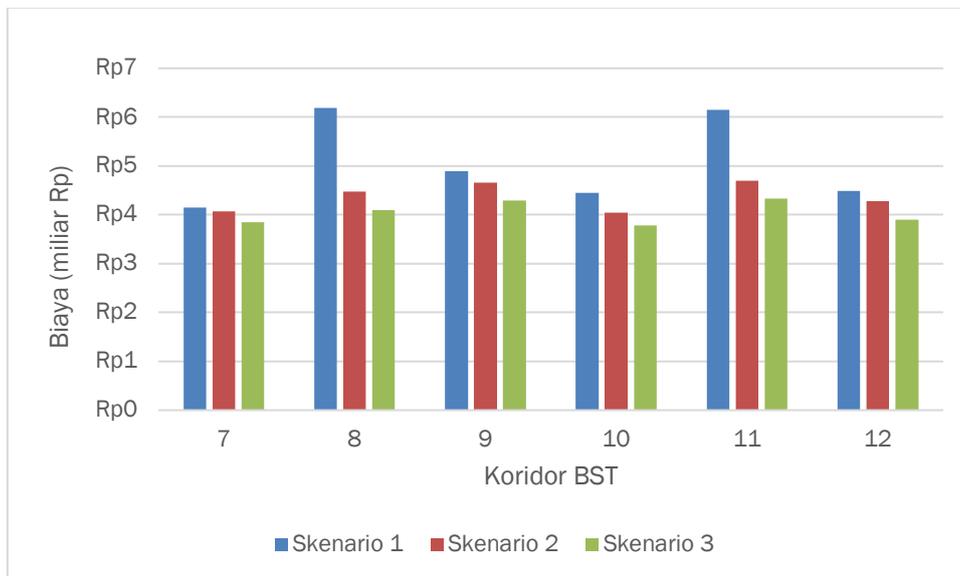


Gambar 36. Estimasi Biaya Total Layanan BST

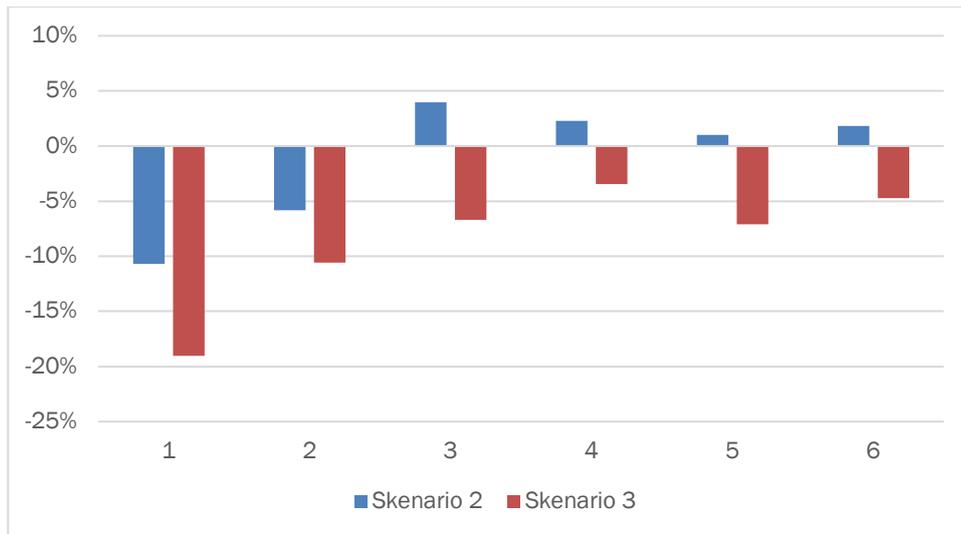
Modifikasi operasional (Skenario 3) berpotensi menghemat biaya total produksi layanan dari Skenario 1 yang awalnya Rp115 miliar menjadi Rp100 miliar, pengurangan biaya sebesar 12,8%. Estimasi penghematan sebesar 10,6% untuk koridor bus secara keseluruhan dan 20% untuk Rute pengumpan. Melakukan perencanaan yang lebih detail tanpa melakukan modifikasi, sebagaimana yang dianalisis pada Skenario 2, juga secara agregat berpotensi mengurangi biaya produksi. Meskipun terdapat beberapa koridor bus dan pengumpan yang diestimasikan mengalami kenaikan produksi layanan, biaya total layanan diestimasikan berkurang 5,5%. Oleh karena itu, ada implikasi pentingnya proses pemantauan dan evaluasi dari pemerintah untuk mengkaji kinerja layanan serta untuk mendapatkan data-data yang dapat digunakan sebagai acuan perhitungan produksi layanan saat memperpanjang kontrak operasi pada masa kontrak selanjutnya.



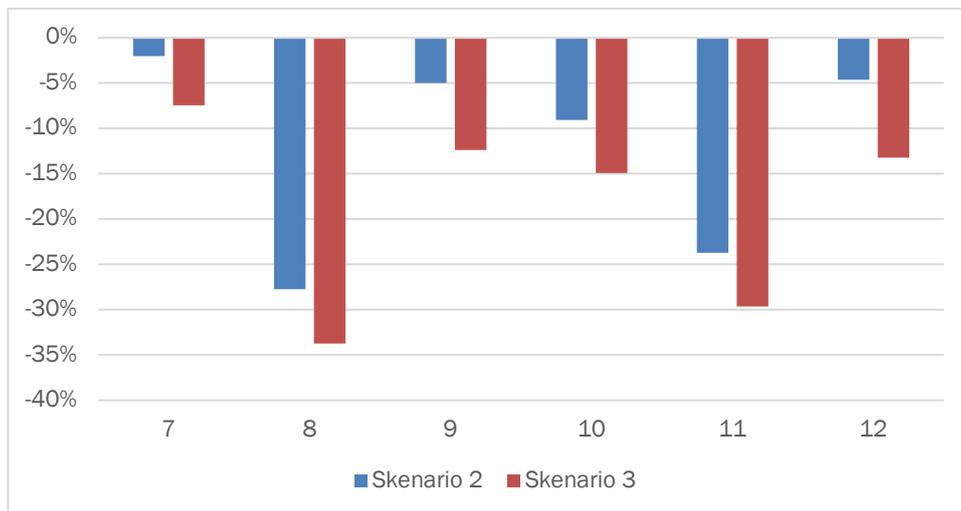
Gambar 37. Estimasi Biaya Produksi Layanan – Koridor Bus BST



Gambar 38. Estimasi Biaya Produksi Layanan – Rute Pengumpan BST

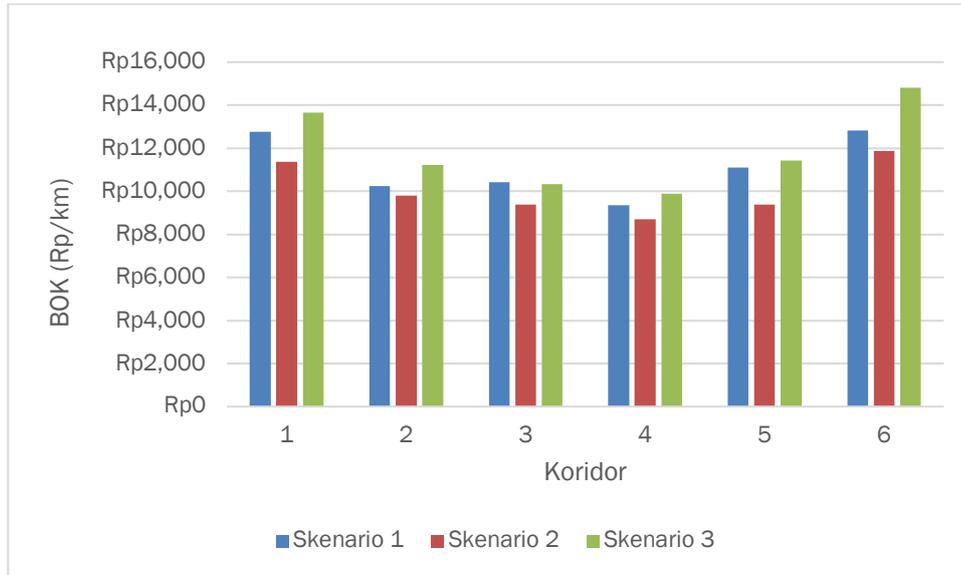


Gambar 39. Persentase Selisih Total Biaya terhadap Skenario 1 (Baseline) – Koridor Bus

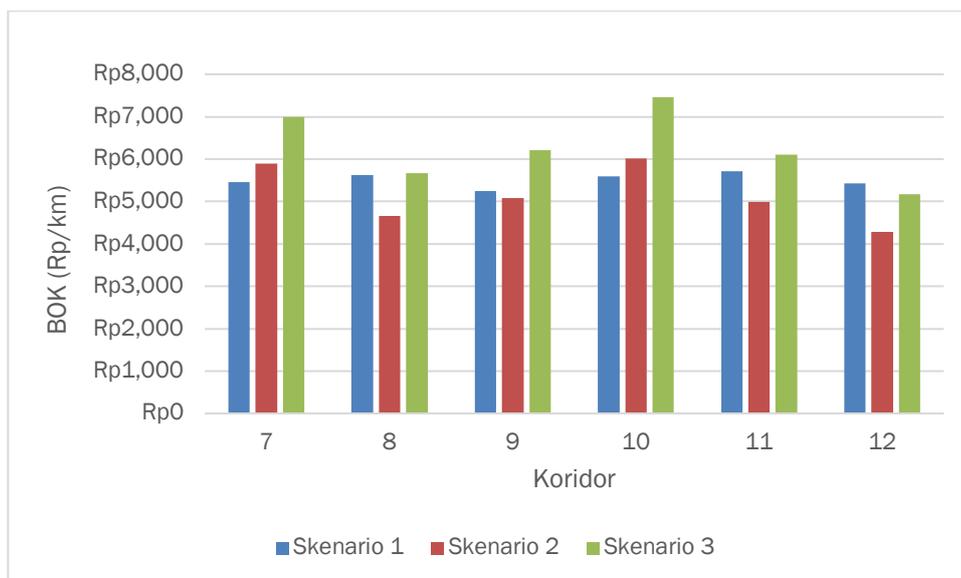


Gambar 40. Persentase Selisih Total Biaya terhadap Skenario 1 (Baseline) – Rute Pengumpan

Dari aspek BOK, modifikasi operasional menunjukkan hasil yang variatif di setiap koridor. Pada Skenario 2, di mana dilakukan penyesuaian perhitungan produksi rencana layanan BST, BOK untuk semua koridor kecuali Koridor 7 dan Koridor 10 berkurang. Karena jarak tempuh bersifat sebagai penyebut (*denominator*) dalam perhitungan numerik BOK, maka meningkatnya jarak tempuh mengakibatkan menurunnya BOK. Ini yang terjadi pada Skenario 2 dimana terjadi kenaikan jarak tempuh total sebesar 2,8%.



Gambar 41. Perbandingan Estimasi BOK pada Koridor Bus untuk Setiap Skenario Analisis



Gambar 42. Perbandingan Estimasi BOK pada Rute pengumpulan untuk Setiap Skenario Analisis

Tabel 21. Rekapitulasi Estimasi Biaya Total dan Biaya Operasional Kendaraan – Koridor Bus BST

Rekapitulasi Biaya	Skenario	1	2	3	4	5	6
		Terminal Palur - Bandara Adi Sumarmo	Terminal Palur - Sub-terminal Kerten	Terminal Kartasura - Tugu Cembengan	Terminal Kartasura - Terminal Palur	Terminal Kartasura - Simpang Sidan	Terminal Tirtonadi - Solo Baru (RS Indriyati)
Biaya Total per Koridor	Skenario 1	Rp24,742,900,367	Rp10,261,395,392	Rp9,522,611,345	Rp11,839,874,034	Rp20,235,570,354	Rp8,200,366,234
	Skenario 2	Rp22,099,541,097	Rp9,662,795,927	Rp9,899,781,578	Rp12,107,990,816	Rp20,437,220,757	Rp8,350,870,161
	Skenario 3	Rp20,028,358,607	Rp9,176,365,968	Rp8,884,398,070	Rp11,430,099,742	Rp18,801,786,441	Rp7,812,636,098

Tabel 22. Rekapitulasi Estimasi Biaya Total dan Biaya Operasional Kendaraan – Rute pengumpan BST

Rekapitulasi Biaya	Skenario	7	8	9	10	11	12
		RSUD Ngipang – Pasar Klewer	Terminal Pelangi – Lotte Mart	Terminal Pelangi – RSUD Bung Karno	Terminal Palur – Pasar Klewer	Terminal Tirtonadi – Pasar Klewer	Pasar Klewer – Gentan RCTI
Biaya Total per Koridor	Skenario 1	Rp4,154,629,546	Rp6,191,454,211	Rp4,900,267,158	Rp4,444,363,530	Rp6,152,641,534	Rp4,492,024,109
	Skenario 2	Rp4,070,132,775	Rp4,473,917,300	Rp4,656,498,944	Rp4,041,557,254	Rp4,692,645,426	Rp4,283,881,172
	Skenario 3	Rp3,845,670,610	Rp4,103,313,622	Rp4,292,329,763	Rp3,782,326,702	Rp4,330,528,551	Rp3,898,235,721

D. Modifikasi Rute

Dari aspek operasional jarak tempuh produksi dapat dipengaruhi oleh modifikasi rute, apabila rute diubah dengan memperpendek, memperpanjang rute, atau bahkan menghapus rute. Secara prinsip, ada beberapa cara modifikasi rute yang dapat dilakukan untuk menghemat biaya produksi layanan:

1. Menggabungkan 2 atau lebih rute yang memiliki kesamaan segmen dengan adanya banyak tumpang tindih (*overlap*), melayani penumpang yang sama, atau kesamaan aspek operasional lainnya sehingga memungkinkan untuk dileburkan. Hal ini dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah kebutuhan bus.
2. Mengoperasikan rute poros, yaitu penerapan variasi layanan pada suatu koridor dengan layanan 'poros' pada segmen dengan permintaan yang lebih tinggi dibanding segmen koridor lainnya. Metode ini berpotensi untuk mengurangi jarak tempuh layanan dengan mengurangi frekuensi layanan dari terminus ke terminus. Alternatif-alternatif lain yang dapat dilakukan adalah variasi layanan dengan penerapan *direct service* atau *express service* pada rute untuk memfokuskan pelayanan pada titik pemberhentian dengan permintaan tinggi.
3. Mengubah rute layanan untuk menghilangkan segmen atau titik-titik pemberhentian yang sepi peminat. Hal ini dapat mengurangi biaya apabila penghilangan berdampak pada perpendekan rute.
4. Menghapus rute layanan dapat dilakukan apabila terdapat keterbatasan anggaran sehingga tidak dapat lagi secara keuangan mengoperasikan rute tertentu.

Selain modifikasi rute untuk menghemat biaya, modifikasi rute juga dilakukan untuk mengalokasikan kembali sumber daya kepada rute-rute yang lebih berpotensi untuk menarik calon penumpang. Dalam upaya ini, suatu rute layanan akan dihentikan untuk dialokasikan terhadap pembukaan rute layanan baru. Upaya ini lebih condong bertujuan untuk meningkatkan potensi pendapatan, tetapi dapat menghasilkan penghematan biaya apabila rute baru yang dioperasikan lebih pendek dan membutuhkan jumlah bus yang lebih sedikit dibanding rute lama yang dihentikan.

Meskipun modifikasi rute sangat berpotensi untuk dapat mengurangi biaya, data perencanaan yang dibutuhkan sangat kompleks. Untuk dapat melakukan poin 1,2, dan 3 pada identifikasi di atas diperlukan data permintaan penumpang berbasis titik pemberhentian. Data ini berupa data asal-tujuan penumpang Batik Solo Trans yang dapat mengidentifikasi dimana penumpang naik dan turun bus. Dengan adanya data ini dapat diidentifikasi segmen maupun simpul BST dengan permintaan tinggi. Kebutuhan analisis lanjutan ini perlu dilakukan guna mencegah dampak lain bagi kelompok rentan yang saat ini telah mengandalkan layanan BST.

Saat ini, data permintaan penumpang dengan tingkat detail yang dibutuhkan belum tersedia. Sehingga, saat ini modifikasi rute belum dapat dilakukan sebagai upaya penghematan biaya produksi layanan. Direkomendasikan kepada pemerintah dan operator untuk melakukan koleksi data asal-tujuan perjalanan penumpang BST dan asal-tujuan perjalanan masyarakat Solo Raya secara umum dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui permintaan pada setiap simpul layanan BST sehingga dapat mengidentifikasi segmen-segmen permintaan tinggi.
2. Mengetahui fluktuasi permintaan perjalanan BST, sehingga dapat mengidentifikasi secara detail jam puncak pada masing-masing koridor.
3. Mengetahui profil pengguna BST dan sensitivitas pengguna BST terhadap ragam modifikasi yang dapat diusulkan.
4. Mengetahui asal-tujuan perjalanan masyarakat Solo Raya secara luas menjadi kunci dalam merencanakan rute-rute layanan BST sesuai dengan permintaan.

Dengan demikian, untuk saat ini belum dilakukan analisis maupun direkomendasikan modifikasi rute kepada Pemkot Kota Surakarta dan operator BST.

3.3.5. Komponen BOK

Modifikasi komponen BOK merupakan upaya yang dapat dilakukan untuk menhemat biaya produksi layanan dengan mengurangi harga satuan atau menghapus komponen-komponen yang membentuk BOK. Salah satu pedoman yang digunakan untuk memperhitungkan BOK, khususnya untuk layanan transportasi publik massal, adalah Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat KP.792/AJ.205/DRJD/2021. Pedoman teknis ini yang digunakan dalam perhitungan estimasi biaya produksi layanan.

Melalui proses konsultasi dan audiensi dengan Dishub Kota Surakarta, Bappeda Kota Surakarta, dan operator BST, diidentifikasi beberapa komponen biaya yang dapat dipertimbangkan untuk diefisiensikan antara lain:

1. Penghematan biaya produksi melalui penyesuaian persyaratan peningkatan fasilitas bus.
2. Penghematan biaya produksi melalui optimasi biaya investasi sistem monitoring, yaitu penetapan spesifikasi teknis sistem monitoring yang tepat sasaran.
3. Penghematan melalui pengurangan atau penghapusan biaya investasi armada untuk armada yang sudah dimiliki oleh Dishub Surakarta atau sudah terpenuhi tanggung jawab pelunasan pembeliannya. Ini dapat dieksplorasi untuk Koridor 3, 4, 6, 8, 10, dan 11.

Analisis penghematan biaya dengan modifikasi komponen BOK hanya dilakukan pada Skenario 3. Potensi penghematan yang didapatkan dibandingkan terhadap Skenario 3 sebagai penghematan tambahan dan Skenario 1 sebagai kondisi *baseline*. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam analisis penghematan dari modifikasi komponen BOK sebagai berikut:

Tabel 23. Skenario dan Asumsi untuk Analisis Penghematan Melalui Modifikasi BOK

Komponen BOK yang Diefisiensikan	Asumsi dalam Analisis Penghematan	Kodifikasi Skenario modifikasi komponen BOK
Penghematan biaya produksi melalui penyesuaian persyaratan peningkatan fasilitas bus	Skenario 3 tanpa modifikasi: 100% Modifikasi: 0%	Mod-1
Pengurangan harga satuan biaya investasi sistem monitoring	Dilakukan reduksi dengan interval 25% dari biaya awal dengan iterasi sebagai berikut: Skenario 3 tanpa modifikasi: 100% Modifikasi-1: 75% (Mod-2A) Modifikasi-2: 50% (Mod-2B) Modifikasi-3: 25% (Mod-2C) Reduksi hingga 0% tidak dilakukan karena tidak mungkin biaya monitoring sama dengan Rp0	Mod-2A Mod-2B Mod-2C
Pengurangan atau penghapusan biaya investasi armada untuk Koridor 3, 4, 6, 8, 10, dan 11	Dilakukan reduksi dengan interval 25% dari biaya awal dengan iterasi sebagai berikut: Skenario 3 tanpa modifikasi: 100% Modifikasi-1: 75% (Mod-3A) Modifikasi-2: 50% (Mod-3B) Modifikasi-3: 25% (Mod-3C) Modifikasi-4: 0% (Mod-3D)	Mod-3A Mod-3B Mod-3C Mod-3D

Skenario	Koridor	Jumlah Estimasi Biaya Produksi Layanan	Jumlah Estimasi Penghematan Biaya Produksi Layanan	% penghematan
Skenario 1	Koridor bus	Rp84,802,717,727	Rp0	0,00%
	Rute pengumpan	Rp30,335,380,087	Rp0	0,00%
	Total	Rp115,138,097,813	Rp0	0,00%
Skenario 3	Koridor bus	Rp76,000,441,085	Rp8,669,072,802	10,22%
	Rute pengumpan	Rp24,153,181,701	Rp6,082,975,117	20,05%
	Total	Rp100,153,622,786	Rp14,752,047,919	12,81%
Modifikasi Komponen BOK⁵⁰				
Skenario 3 Mod-1	Koridor bus	Rp76,000,441,085	Rp133,203,840	0.17%
	Rute pengumpan	Rp24,153,181,701	Rp99,223,269	0.41%
	Total	Rp100,153,622,786	Rp232,427,109	0.23%
Skenario 3 Mod-2A	Koridor bus	Rp75,296,879,765	Rp836,765,160	1,10%
	Rute pengumpan	Rp23,629,100,310	Rp623,304,660	2,57%
	Total	Rp98,925,980,074	Rp1,460,069,820	1,45%
Skenario 3 Mod-2B	Koridor bus	Rp74,460,114,605	Rp1,673,530,320	2.20%
	Rute pengumpan	Rp23,005,795,650	Rp1,246,609,320	5.14%
	Total	Rp97,465,910,254	Rp2,920,139,640	2.91%
Skenario 3 Mod-2C	Koridor bus	Rp73,623,349,445	Rp2,510,295,480	3.30%
	Rute pengumpan	Rp22,382,490,990	Rp1,869,913,980	7.71%
	Total	Rp96,005,840,434	Rp4,380,209,460	4.36%
Skenario 3 Mod-3A	Koridor bus	Rp73,804,160,045	Rp2,329,484,879	3.06%
	Rute pengumpan	Rp23,711,935,065	Rp540,469,904	2.23%
	Total	Rp97,516,095,110	Rp2,869,954,784	2.86%
Skenario 3 Mod-3B	Koridor bus	Rp71,474,675,166	Rp4,658,969,759	6.12%
	Rute pengumpan	Rp23,171,465,161	Rp1,080,939,809	4.46%
	Total	Rp94,646,140,326	Rp5,739,909,568	5.72%
Skenario 3 Mod-3C	Koridor bus	Rp69,145,190,286	Rp6,988,454,638	9.18%
	Rute pengumpan	Rp22,630,995,256	Rp1,621,409,713	6.69%
	Total	Rp91,776,185,542	Rp8,609,864,352	8.58%
Skenario 3 Mod-3D	Koridor bus	Rp66,815,705,407	Rp9,317,939,518	12.24%
	Rute pengumpan	Rp22,090,525,352	Rp2,161,879,618	8.91%
	Total	Rp88,906,230,759	Rp11,479,819,136	11.44%

Dari analisis yang dilakukan, modifikasi komponen BOK berpotensi untuk menghemat biaya produksi layanan mulai dari 0,23% sampai dengan 16,03%. Apabila direduksi dari estimasi biaya pada Skenario 3, estimasi penghematan bernilai sekitar Rp232 juta hingga Rp16,1 miliar, yang bergantung pada kombinasi asumsi skenario yang digunakan. Pada rentang minimum, asumsi skenario modifikasi BOK yang diambil

⁵⁰ Penghematan dari modifikasi komponen BOK ditambahkan terhadap penghematan modifikasi operasional (Skenario 3).

hanya 'Skenario 3 Mod 1'. Sedangkan pada rentang maksimum, digunakan kombinasi dari nilai maksimal estimasi penghematan yang bisa didapatkan dari setiap skenario modifikasi, yaitu 'Skenario 3 Mod 1', 'Skenario 2 Mod 2C, dan 'Skenario 3 Mod 3D'. Penjumlahan sebagai berikut:

$$\text{Estimasi penghematan} = \text{Penghematan Mod1} + \text{Penghematan Mod2C} + \text{Penghematan Mod3D}$$
$$\text{Estimasi penghematan} = \text{Rp}232,427,109 + \text{Rp}4,380,209,460 + \text{Rp}11,479,819,136$$
$$\text{Estimasi penghematan} = \text{Rp}16,092,455,704$$

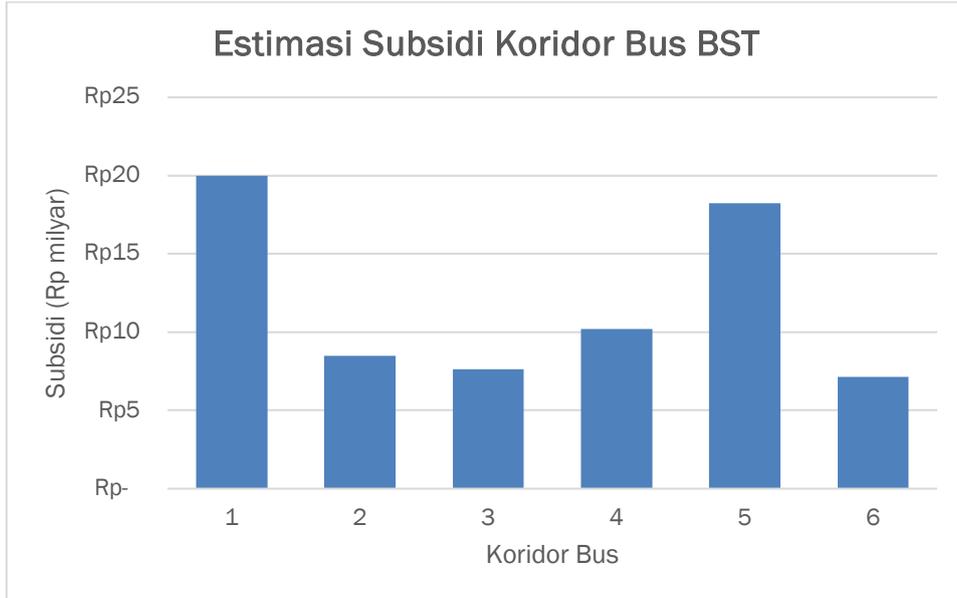
3.3.6. Estimasi Besar Kebutuhan Subsidi

Mengurangi beban pengeluaran riil (subsidi) adalah bagian utama dalam strategi keberlanjutan BST. Analisis estimasi subsidi dilakukan pada beberapa skenario, yaitu:

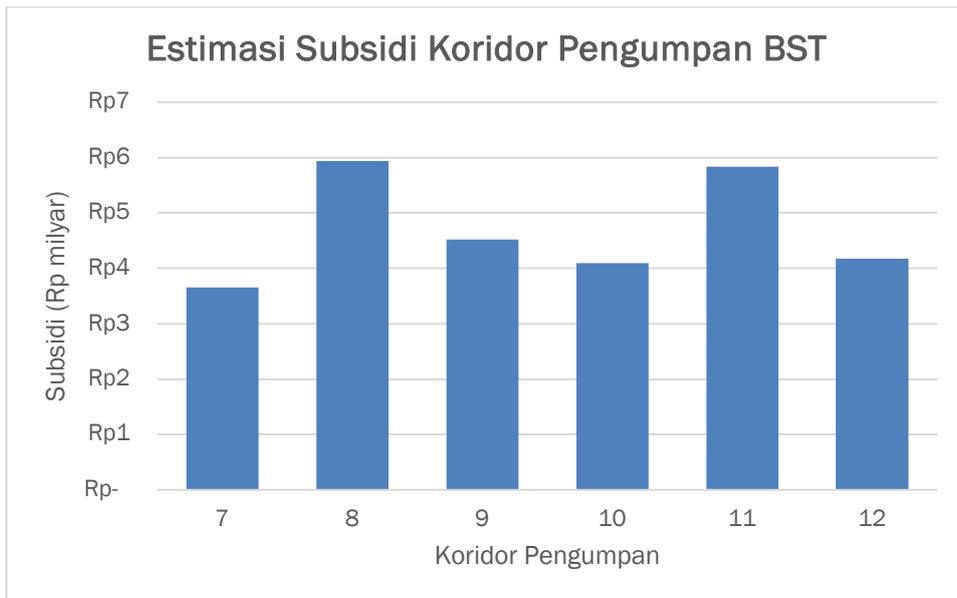
- Skenario 1 (*baseline*), dengan pola operasi sesuai dengan rencana Kemenhub.
- Skenario 2, dengan pola operasi yang disesuaikan berdasarkan kondisi eksisting.
- Skenario 3, dengan pola operasi yang telah dimodifikasi untuk menerapkan jam puncak & non-puncak.
- Skenario 3-modifikasi, dengan pola operasi seperti dengan skenario 3 dan diterapkan modifikasi BOK pada kondisi ideal, yaitu penerapan usulan kombinasi modifikasi BOK Mod-1, Mod-2C, dan Mod-3D.

Untuk setiap skenario estimasi subsidi, diasumsikan bahwa pendapatan *farebox* sama pada kondisi eksisting. Asumsi ini didasarkan bahwa jumlah penumpang saat ini masih sedikit dan perubahan operasional yang diusulkan bersifat minimal, yaitu hanya penyesuaian berupa penyesuaian frekuensi pada saat permintaan penumpang rendah (jam non-puncak).

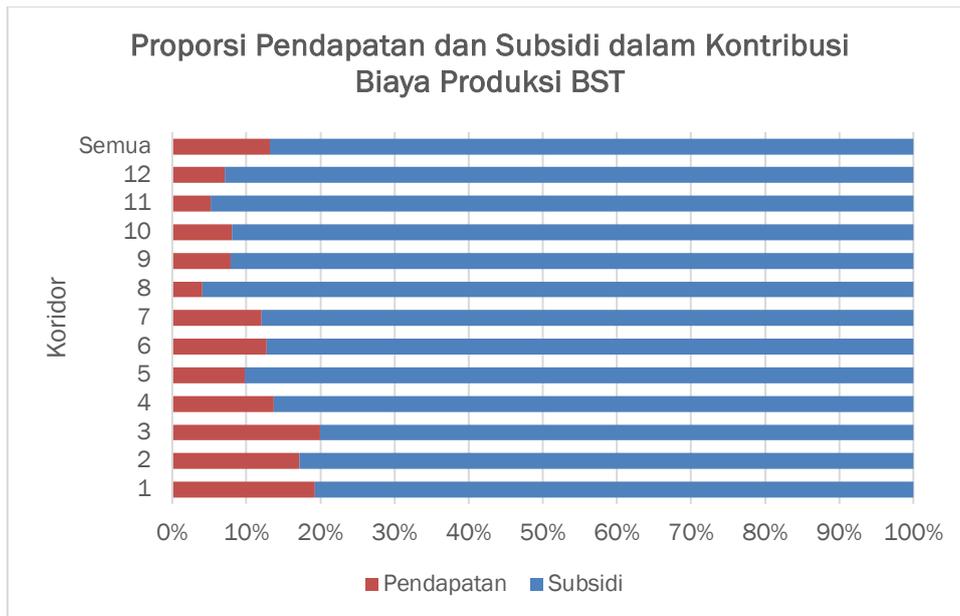
Pada kondisi dasar atau *baseline* (Skenario 1), jumlah subsidi total yang dikeluarkan Pemerintah sebesar Rp99,95 milyar. Perolehan kembali biaya produksi layanan atau *cost recovery* dari pendapatan tiket penumpang (*farebox revenue*) masih sangat rendah. Dengan pendapatan Rp15,19 miliar, *cost recovery* hanya mencapai 15% sehingga layanan BST masih sangat bergantung pada pendanaan dari Pemerintah. Selain itu, dengan jumlah penumpang yang masih rendah, beban subsidi diukur dalam satuan subsidi per penumpang masih tinggi, yaitu Rp20.367 per penumpang untuk rata-rata di seluruh koridor. Koridor 8 memiliki beban subsidi per penumpang paling besar, mencapai Rp73.923. Sedangkan paling rendah terdapat pada Koridor 3 dengan subsidi Rp12.410 per penumpang. Gambar 43 hingga Gambar 46 memberi ilustrasi mengenai kondisi dasar subsidi BST.



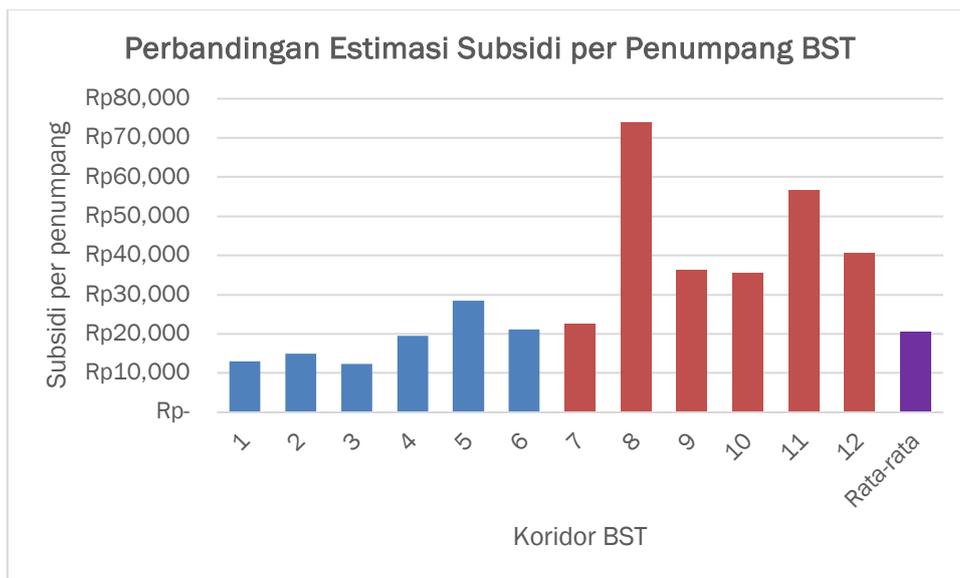
Gambar 43. Estimasi Subsidi Koridor Bus BST



Gambar 44. Estimasi Subsidi Rute pengumpan BST

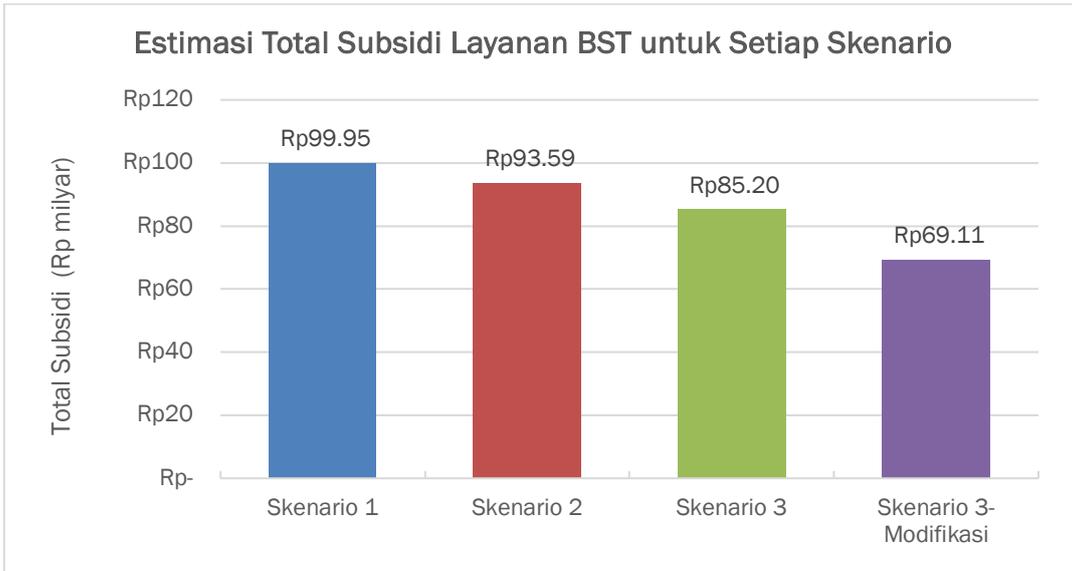


Gambar 45. Proporsi Pendapatan dan Subsidi dalam Kontribusi Biaya Produksi BST

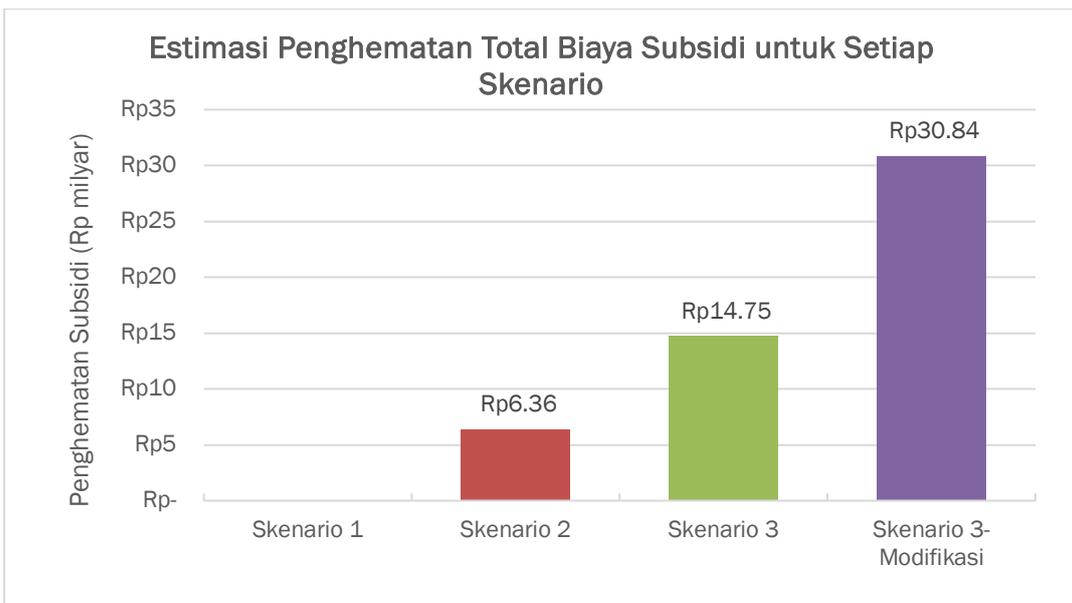


Gambar 46. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang BST

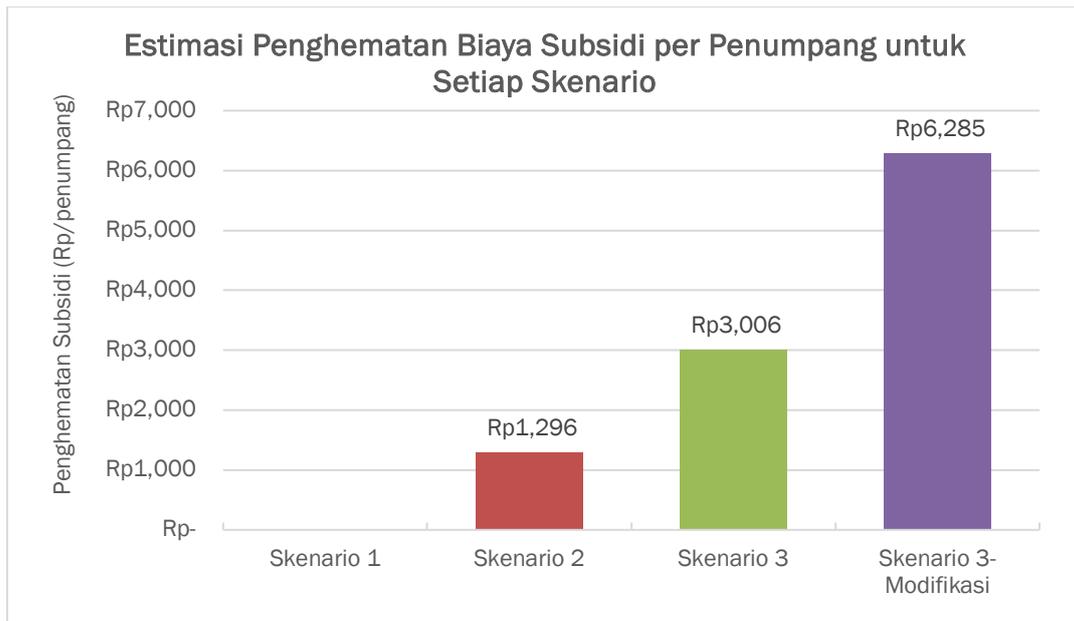
Dengan modifikasi operasional dan komponen BOK, jumlah total subsidi berkurang untuk semua skenario terhadap kondisi dasar (Skenario 1). Penurunan jumlah total untuk Skenario 2, Skenario 3, dan Skenario 3-modifikasi masing-masing Rp6,36, Rp14,75, dan Rp30,84 miliar atau setara dengan pengurangan 6,36%, 14,76%, dan 30,86%. Pada Skenario 2 terdapat beberapa koridor yang mengalami kenaikan subsidi dikarenakan setelah penyesuaian operasional dengan *timetabling*, terdapat kenaikan jarak tempuh total tahunan. Koridor-koridor yang mengalami kenaikan termasuk 3,4,5, dan 6. Dengan modifikasi operasional dan komponen BOK, nilai subsidi yang awalnya Rp99,95 miliar berpotensi turun menjadi Rp93,59 miliar untuk Skenario 2, Rp85,20 miliar untuk Skenario 3, dan Rp69,11 miliar untuk Skenario 3-modifikasi. Subsidi per penumpang juga menurun senilai Rp1.296, Rp3.006, dan Rp6.285 masing-masing untuk Skenario 2, Skenario 3, dan Skenario 3-modifikasi. Ini mengakibatkan nilai subsidi per penumpang menjadi Rp19.071, Rp17.361, dan Rp14.082. Gambar 47 hingga Gambar 53 mengilustrasikan perbandingan ini.



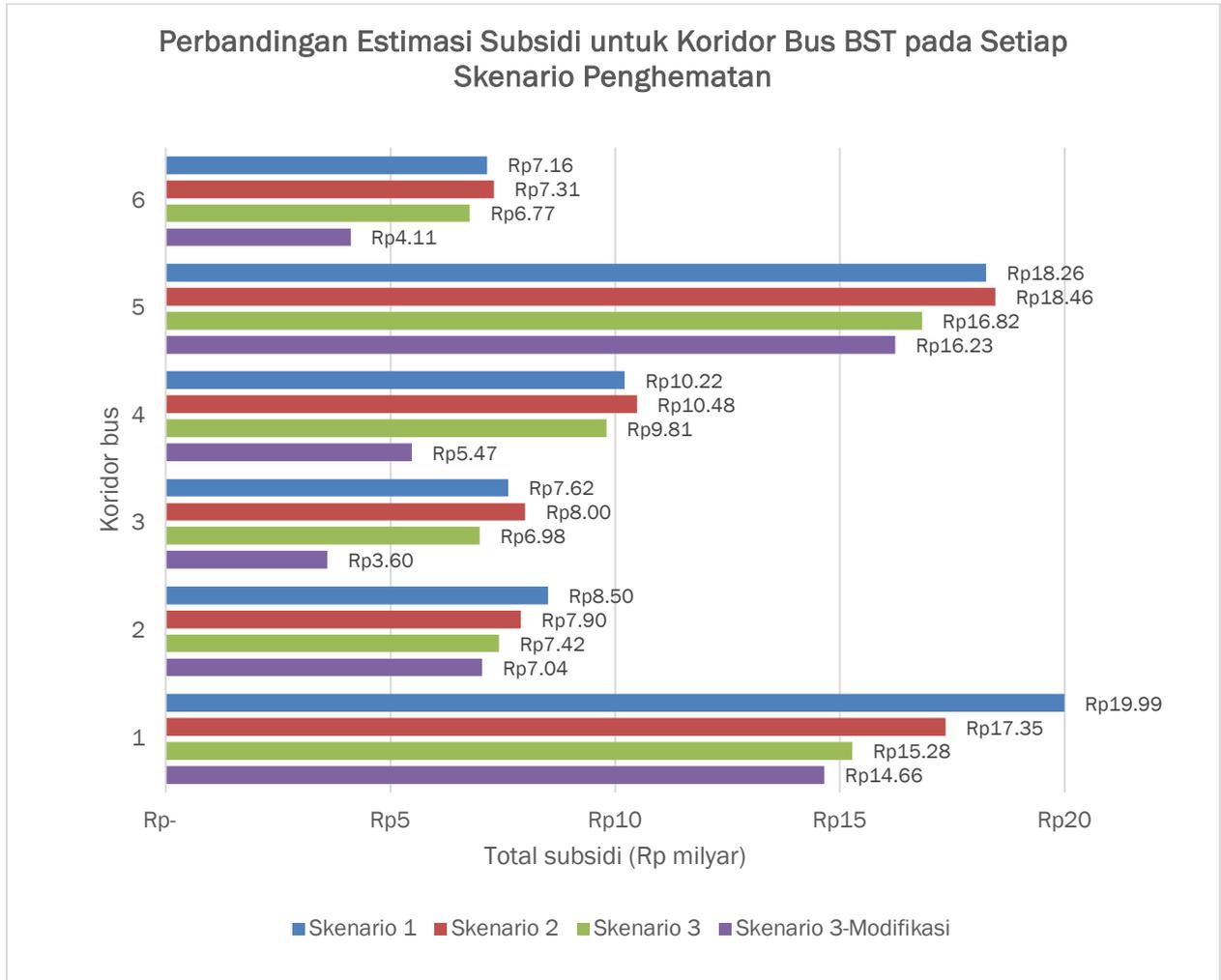
Gambar 47. Estimasi Total Subsidi Layanan BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan



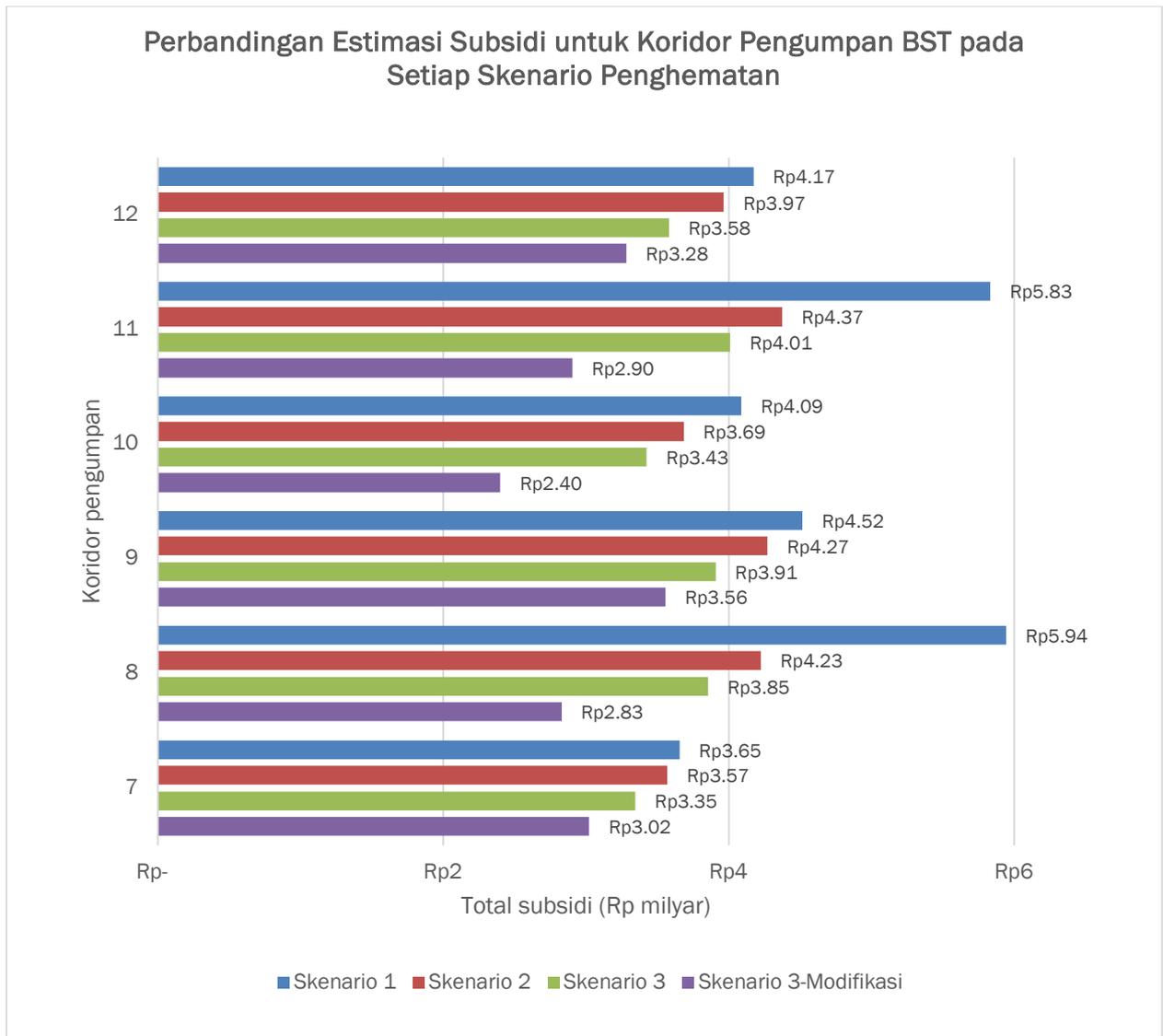
Gambar 48. Estimasi Penghematan Total Biaya Subsidi untuk Setiap Skenario Analisis



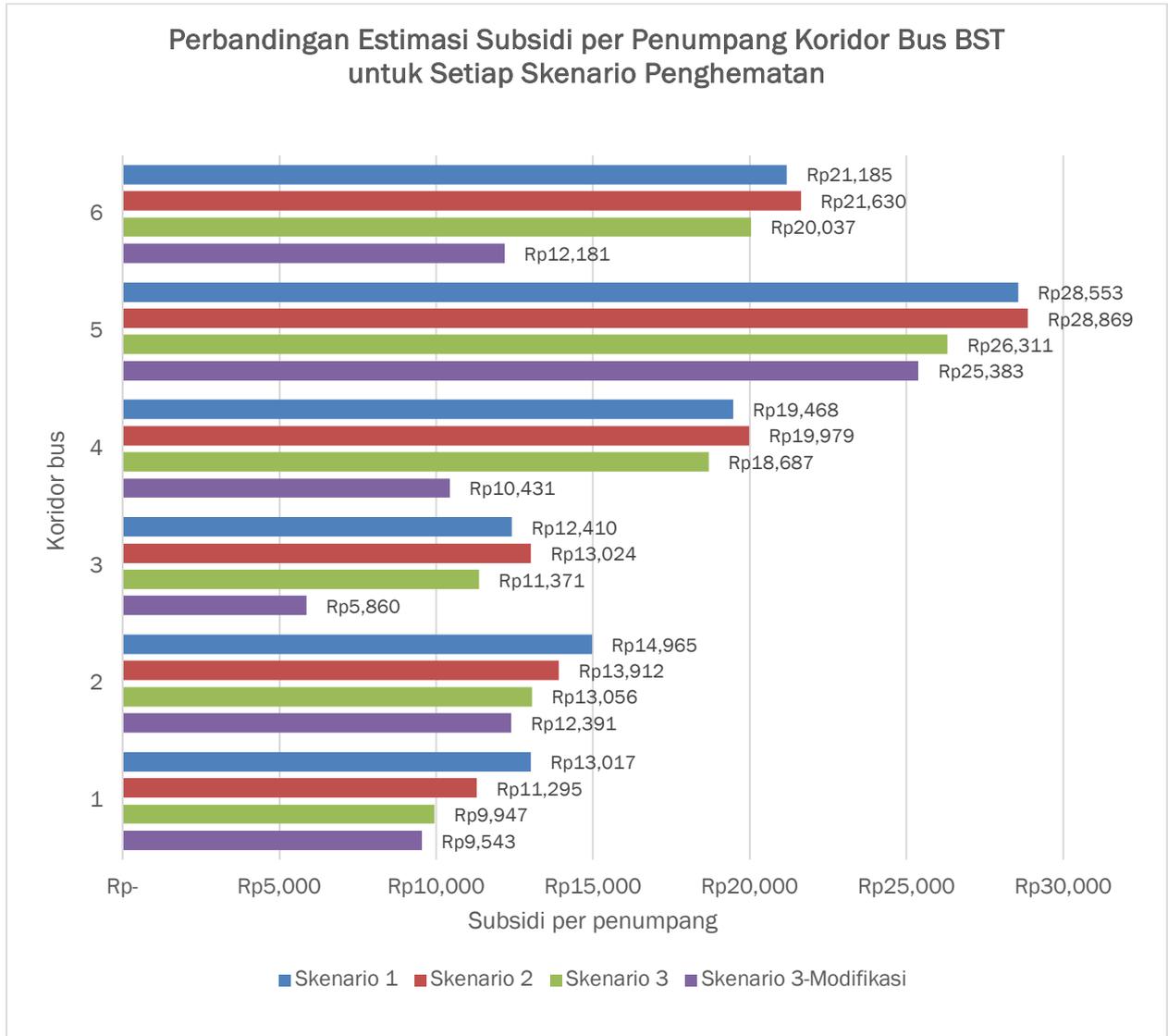
Gambar 49. Estimasi Penghematan Biaya Subsidi per Penumpang untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan



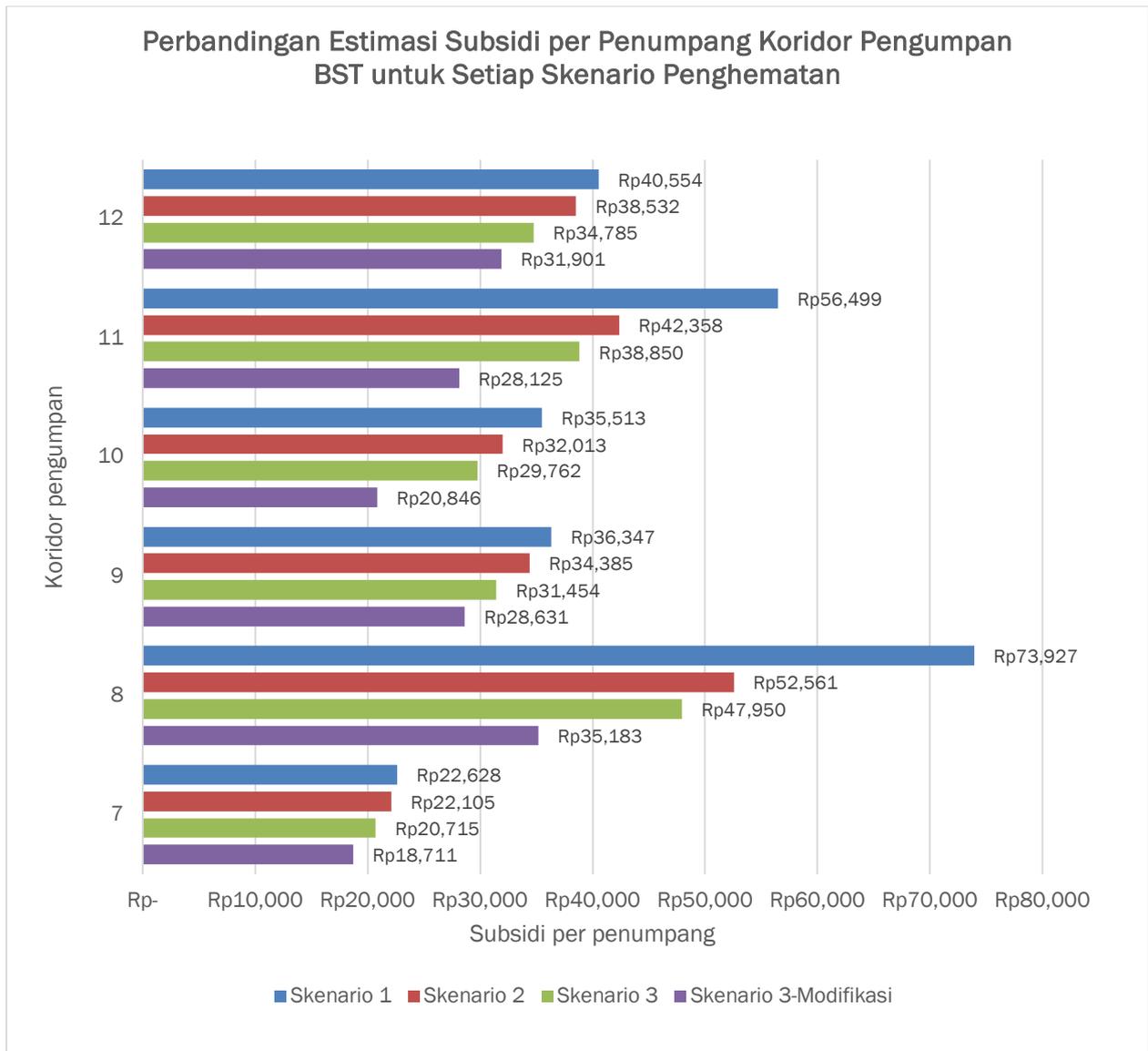
Gambar 50. Perbandingan Estimasi Subsidi untuk Koridor Bus BST pada Setiap Skenario Analisis Penghematan



Gambar 51. Perbandingan Estimasi Subsidi untuk Rute pengumpan BST pada Setiap Skenario Analisis Penghematan



Gambar 52. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang Koridor Bus BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan



Gambar 53. Perbandingan Estimasi Subsidi per Penumpang Rute pengumpan BST untuk Setiap Skenario Analisis Penghematan

3.3.7. Prioritisasi Rute

Dalam kondisi terjadinya berkurangnya ketersediaan anggaran untuk penyelenggaraan transportasi publik, diperlukan mitigasi penyesuaian pola operasi dan frekuensi layanan untuk penghematan. Terdapat berbagai macam cara yang dapat ditempuh untuk penyesuaian ini, seperti pengurangan frekuensi layanan (*headway*), pengurangan durasi jam layanan, hingga pemutusan segmen rute tertentu, dengan tetap memperhatikan kebutuhan mobilitas masyarakat. Untuk dapat melakukan penyesuaian secara tepat sasaran, Dinas Perhubungan Kota Surakarta sebagai penyelenggara transportasi publik memerlukan strategi untuk meminimalisasi dampak, baik dari aspek kualitas layanan maupun keuangan. Prioritisasi rute dengan cara melakukan pemeringkatan rute berdasarkan kriteria-kriteria tertentu dapat diimplementasikan sebagai strategi. Dalam prioritisasi ini, sasaran penyesuaian layanan dilakukan terhadap rute-rute transportasi publik dengan prioritas rendah.

Terdapat empat kriteria umum yang ditinjau dalam penilaian tingkat prioritas rute: biaya pelayanan, permintaan pelayanan, efektivitas rute, dan kriteria keterjangkauan. Dalam penilaian, masing-masing kriteria terdapat bobot nilai yang dijumlahkan sama dengan 100%. Nilai bobot tergantung pada

bagaimana penyelenggara transportasi publik, dalam kasus Surakarta adalah Dinas Perhubungan, menilai pentingnya kriteria untuk mencapai target dari penyesuaian layanan. Cakupan kriteria-kriteria, sub-kriteria, dan nilai bobotnya sebagai berikut:

Tabel 24. Kriteria Perankingan Tinjauan Umum Kelayakan Implementasi Rute

Kriteria	Subkriteria	Satuan pengukuran	Bobot	
			Kriteria	Subkriteria
Biaya pelayanan	Subsidi per penumpang	Jumlah subsidi per penumpang per rute (Rp/penumpang)	50%	50%
Permintaan pelayanan	Jumlah Penumpang	Jumlah penumpang per rute (penumpang)	35%	17,5%
	Cakupan penduduk	Jumlah penduduk terdakup per rute (orang)		8,75%
	POI (<i>Point of interest</i>)	Jumlah POI per rute (unit POI)		8,75%
Efektivitas rute	Overlap dengan layanan lainnya	Panjang rute overlap dengan layanan lain (kilometer)	7,5%	3,75%
	Rute dalam kota	Panjang rute dalam wilayah Kota Surakarta (kilometer)		3,75%
Keterjangkauan	Integrasi intermoda	Jumlah perpotongan dengan simpul intermodal (titik)	7,5%	3,75%
	Integrasi intramoda	Jumlah perpotongan dengan rute lain (titik)		3,75%

Untuk kasus Surakarta, bobot lebih tinggi diberikan pada kriteria biaya pelayanan dan permintaan pelayanan karena perhatian Pemkot Surakarta berat pada penghematan subsidi untuk Batik Solo Trans, menjaga jumlah penumpang terlayani dan potensi penumpang terlayani, serta memastikan lokasi-lokasi strategis Kota Surakarta terlayani transportasi publik. Dalam proses konsultasi nilai bobot, Dinas Perhubungan Kota Surakarta tidak memberi preferensi atas efektivitas rute dan keterjangkauan sehingga mendapatkan nilai yang setara. Setelah menyusun framework penilaian, masing-masing rute Batik Solo Trans dianalisis berdasarkan kriteria penilaian. Hasil penilaian menunjukkan rute prioritas tertinggi untuk bus dan pengumpan adalah K01 dan FD12. Sedangkan prioritas paling rendah K06 dan FD08. Tingkat prioritas disusun dengan perolehan masing-masing rute yang dibedakan antara rute bus dan pengumpan sebagai berikut:

Tabel 25. Hasil Pemeringkatan Rute Trunk Batik Solo Trans

Rute BST	Biaya pelayanan	Permintaan pelayanan			Efektivitas rute		Keterjangkauan		Total Skor	Peringkat prioritas
	Subsidi per penumpang	Cakupan penduduk	Jumlah penumpang	POI	Overlap dengan layanan lain	Rute dalam kota	Integrasi intermoda	Integrasi intramoda		
K01	2.5	0.175	0.875	0.4375	0.1875	0.075	0.1875	0.1875	4.625	1
K02	2.5	0.35	0.35	0.4375	0.1875	0.15	0.15	0.15	4.275	2
K03	2	0.4375	0.35	0.4375	0.15	0.075	0.1875	0.1125	3.75	4
K04	2.5	0.0875	0.35	0.35	0.15	0.1125	0.1875	0.15	3.8875	3
K05	2	0.35	0.35	0.4375	0.1875	0.075	0.15	0.1125	3.6625	5
K06	2.5	0.175	0.175	0.2625	0.1875	0.075	0.15	0.1125	3.6375	6

Tabel 26. Hasil Pemeringkatan Rute Feeder Batik Solo Trans

Rute BST	Biaya pelayanan	Permintaan pelayanan			Efektivitas rute		Keterjangkauan		Total Skor	Peringkat prioritas
	Subsidi per penumpang	Cakupan penduduk	Jumlah penumpang	POI	Overlap dengan layanan lain	Rute dalam kota	Integrasi intermoda	Integrasi intramoda		
FD07	2	0.175	0.175	0.175	0.0375	0.1875	0.075	0.1125	2.9375	3
FD08	0.5	0.35	0.175	0.35	0.1875	0.1875	0.1125	0.1125	1.975	6
FD09	1.5	0.35	0.175	0.35	0.1875	0.1875	0.15	0.1125	3.0125	2
FD10	2	0.0875	0.175	0.0875	0.15	0.1125	0.0375	0.075	2.725	4
FD11	1	0.4375	0.175	0.4375	0.1125	0.1875	0.1875	0.075	2.6125	5
FD12	2	0.4375	0.175	0.4375	0.075	0.15	0.1125	0.0375	3.425	1

3.3.8. Modifikasi Model Kontrak

Kriteria dalam Menentukan Model Kontrak

Analisis multikriteria dilakukan untuk menentukan model kontrak yang paling sesuai untuk Kota Surakarta. Dengan analisis multikriteria, pemilihan model kontrak didasarkan pada sejumlah aspek dan tidak terfokus pada aspek tertentu saja. Terdapat tiga aspek yang akan dianalisis lebih lanjut untuk menentukan model kontrak operasional transportasi publik di Kota Surakarta, yaitu:

- Besar biaya/kebutuhan pendanaan yang ditanggung oleh pemerintah;
- Pemastian kualitas layanan; dan
- Kesesuaian implementasi.



Gambar 54. Aspek yang Dipertimbangkan dalam Pemilihan Model Kontrak

Setiap aspek memiliki besar pengaruh yang berbeda terhadap pemilihan model kontrak operasional transportasi publik. Berdasarkan analisis kondisi di Kota Surakarta, Pemerintah Kota Surakarta memiliki kapasitas finansial yang terbatas untuk mempertahankan layanan Batik Solo Trans (BST), yang menjadi isu utama dari kondisi transportasi publik Kota Surakarta menuju elektrifikasi. Namun, walaupun kapasitas finansial terbatas, BST tetap hendak dipertahankan dengan kualitas layanan yang baik. Oleh karena itu, Aspek #1: Tanggungan Biaya oleh pemerintah (“aspek pembiayaan”) memiliki bobot tertinggi, 50%. Aspek #2: Pemastian Kualitas Layanan (“aspek kualitas layanan”) dan Aspek #3: Kesesuaian Implementasi (“aspek implementasi”) berturut-turut memiliki bobot 30% dan 20%.

Lebih lanjut, tiap aspek memiliki sejumlah subaspek yang lebih detail untuk dinilai, sebagaimana diuraikan pada Tabel 27. Tiap subaspek juga memiliki bobotnya tersendiri. Setiap model kontrak akan diberi skor terhadap aspek yang dianalisis, dengan jangkauan nilai 5 (nilai terendah) dan 15 (nilai tertinggi). Dalam pembobotan, setiap subaspek dapat memiliki jumlah perankingan/tingkatan yang berbeda-beda, tergantung pada pengelompokan model kontrak yang dihasilkan untuk setiap kriteria (lebih lanjut disampaikan pada Tabel 31).

Tabel 27. Subaspek dalam Pemilihan Model Kontrak

Aspek (Total Bobot Aspek)	Subaspek (Bobot Detail Per Subaspek Relatif terhadap Bobot Keseluruhan)	Penjelasan
Aspek pembiayaan (50%)	Mengikuti komposisi (%) komponen BOK/km (50%)	Untuk perhitungan aspek pembiayaan, digunakan rute dengan <i>demand</i> tertinggi dan jarak tempuh harian mendekati ~200 km, yaitu Koridor 1 Batik Solo Trans (234,5 km/hari). Semakin rendah beban subsidi oleh pemerintah, semakin tinggi skor pada aspek ini.

Aspek (Total Bobot Aspek)	Subaspek (Bobot Detail Per Subaspek Relatif terhadap Bobot Keseluruhan)	Penjelasan
Aspek kualitas layanan (30%)	a. Potensi tidak terpenuhinya SPM (20%) b. Bentuk perjanjian (5%) c. Intervensi insentif/penalti (5%)	a. Semakin rentan SPM tidak terpenuhi, semakin rendah skor yang didapat b. Skor model kontrak akan tinggi jika model kontrak mensyaratkan adanya perjanjian (misal, dalam bentuk dokumen kontrak) antara operator dan pemerintah untuk menjamin pemenuhan kualitas layanan c. Model dengan <i>default</i> memberikan insentif dan penalti akan memiliki skor paling tinggi
Aspek implementasi (20%)	a. Kesesuaian dengan regulasi (2,5%) b. Kesesuaian dengan model kelembagaan eksisting (2,5%) c. Ketersediaan operator dengan kualitas dan kondisi finansial yang baik (5%) d. Besar perubahan dari model bisnis eksisting (5%) e. Karakteristik <i>demand</i> rute (5%)	a. Model kontrak yang telah diatur kerangka kontraknya akan memiliki skor lebih tinggi, karena tidak dibutuhkan kerangka regulasi baru b. Akan dijelaskan lebih lanjut . c. Model dengan keterlibatan operator paling rendah akan mendapatkan skor tertinggi, mengindikasikan tidak dibutuhkannya peranan pihak tambahan d. Model yang tidak membutuhkan perubahan signifikan dari model bisnis/kontrak eksisting akan memiliki skor tertinggi e. Koridor 1 Batik Solo Trans dikategorikan sebagai <i>high demand</i> karena memiliki <i>load factor</i> tertinggi relatif terhadap koridor BST lainnya. Kesesuaian model kontrak terhadap karakteristik <i>demand</i> rute akan dijelaskan lebih lanjut .

Sumber: Analisis ITDP (2024)

Pengaruh Model Kelembagaan terhadap Model Kontrak

Perbedaan model kelembagaan transportasi publik di daerah: UPTD, BLU UPTD, BLUD, dan BUMD dapat diidentifikasi dari sejumlah aspek, misalnya kewenangan operasional dan keuangan, komposisi SDM, metode pemilihan mitra (termasuk operator), pengukuran kinerja, induk koordinasi, penyertaan modal, dan pelaksanaan anggaran, dengan detail sebagai berikut:

Tabel 28. Perbandingan Kelembagaan UPTD, BLU UPTD, BLUD, dan BUMD

No	Aspek	Unit Pelaksana Teknis (UPT)	BLU UPTD	Badan Layanan Umum (BLU)	BUMD
1	Kewenangan Operasional dan Keuangan	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki laporan sesuai keuangan negara Tidak memiliki laporan neraca dan laporan rugi laba Tidak memiliki kewenangan 	<ul style="list-style-type: none"> Memiliki laporan sesuai keuangan negara Memiliki laporan neraca dan laporan rugi laba Memiliki kewenangan atas aset digunakan sebagai <i>collateral</i> dengan persetujuan pemerintah 		<ul style="list-style-type: none"> Memiliki Neraca dan Laporan Rugi Laba Memiliki kewenangan atas aset untuk digunakan sebagai <i>collateral</i> dengan

No	Aspek	Unit Pelaksana Teknis (UPT)	BLU UPTD	Badan Layanan Umum (BLU)	BUMD
		atas aset untuk digunakan sebagai <i>collateral</i> (jaminan)			persetujuan pemegang saham
2	Komposisi SDM	<ul style="list-style-type: none"> • Dominasi oleh Aparatur Sipil Negara (ASN) • Posisi pengambil kebijakan diisi oleh ASN 	<ul style="list-style-type: none"> • ASN dan non-ASN • Posisi pengambil kebijakan diisi oleh ASN atau profesional internal 	<ul style="list-style-type: none"> • ASN dan non-ASN • Posisi pengambil kebijakan diisi oleh ASN atau profesional 	Non-ASN
3	Metoda Pemilihan Mitra	Terikat aturan Pengadaan Barang dan Jasa (PBJ) negara	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terikat aturan PBJ negara tapi mengikuti kebijakan BLU 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terikat aturan PBJ negara • Memiliki otonom PBJ 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak terikat aturan PBJ negara • Diawasi oleh KPPU
4	Pengukuran Kinerja	<ul style="list-style-type: none"> • Diaudit oleh BPK • KPI personil mengikuti standar ASN 	<ul style="list-style-type: none"> • Diaudit oleh KAP dan BPK • KPI personil mengikuti standar ASN dan swasta, mengacu pada pedoman BLU 		<ul style="list-style-type: none"> • Diaudit oleh KAP • KPI personil mengikuti standar swasta
5	Induk Koordinasi	Berada di bawah dinas teknis	Berada di bawah dinas teknis, kewenangan relatif lebih fleksibel dari pada UPTD tapi lebih terbatas dari pada BLUD	Berada di bawah SKPD dengan kewenangan operasional lebih	Diarahkan dan diawasi oleh dewan komisaris. Umumnya dewan komisaris juga melibatkan perangkat di daerah dan dinas teknis terkait.
6	Penyertaan Modal	Tidak ada penyertaan modal			Perlu adanya penyertaan modal dari pemerintah daerah dengan melalui proses persetujuan dari legislatif daerah
7	Sumber dan Pengelolaan Pendapatan	Seluruh pendapatan berupa Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang langsung disetorkan ke kas pemerintah daerah	<ul style="list-style-type: none"> • Pendapatan dikelola dari dari APBD, retribusi – termasuk tiket transportasi publik, atau sumber lain sesuai peraturan perundangan • Pendapatan dapat digunakan kembali untuk operasional layanan 		<ul style="list-style-type: none"> • Pendapatan dikelola dari dari APBD, retribusi – termasuk tiket transportasi publik, atau sumber lain sesuai peraturan perundangan • Sumber pendapatan umumnya lebih fleksibel dan beragam • Pendapatan dapat digunakan

No	Aspek	Unit Pelaksana Teknis (UPT)	BLU UPTD	Badan Layanan Umum (BLU)	BUMD
					kembali untuk operasional layanan

Sumber: Diadaptasi dari Lestari & Indrayati (2022), dengan penyesuaian oleh ITDP Indonesia (2024)⁵¹

Model kelembagaan berpengaruh pada sejauh mana pemerintah dapat menerima risiko dalam memberikan subsidi, yang didasarkan pada kemampuan dan fleksibilitas finansial, serta fleksibilitas operasional tiap model kelembagaan. Semakin mampu dan fleksibel secara finansial, serta semakin fleksibel suatu model kelembagaan untuk melakukan perubahan operasional, semakin mampu suatu model kelembagaan mengelola model kontrak yang kompleks.

Tabel 29. Karakteristik Sumber Pendapatan, Penerimaan Retribusi, dan Penyesuaian Operasional untuk Tiap Model Kelembagaan

Model Kelembagaan	Sumber Pendapatan	Penerimaan retribusi	Penyesuaian operasional
UPTD	Anggaran pemerintah	-	Bergantung pada persetujuan pemerintah
BLU UPTD	Anggaran pemerintah, tiket	Masuk ke rekening BLU UPTD untuk menutupi cost	
BLUD	Anggaran pemerintah, tiket, investasi	Masuk ke rekening BLUD untuk operasional dan investasi	Dapat diputuskan sendiri oleh BLUD (tidak butuh frequent approval)
BUMD	Tiket, non-tiket, investasi bisnis lainnya, modal awal dari pemerintah	Masuk ke rekening BUMD (bisa di-ringfence)	Dapat diputuskan sendiri oleh BUMD (tidak butuh frequent approval)

Sumber: Analisis ITDP (2024)

Mempertimbangkan karakteristik pada Tabel 29, model kelembagaan UPTD dinilai paling cocok untuk mengelola model kontrak swadaya, Izin Operasional dengan SPM, dan *Management Contract* (MC) dan belum cocok untuk mengelola model GCC, NCC, dan PBC. BLU UPTD dinilai cocok untuk mengelola GCC, NCC, dan model kontrak lain yang dapat dikelola oleh UPTD. BLUD dan BUMD dinilai cocok untuk mengelola seluruh jenis model kontrak yang ada.

Pengaruh Karakteristik *Demand* Rute Transportasi Publik Terhadap Model Kontrak

Karakteristik *demand* rute transportasi publik, secara sederhana, dapat dibagi menjadi tiga tipe: *high demand*, *moderate demand*, dan *low demand*. Idealnya, intervensi pemerintah dapat diminimalkan pada rute-rute dengan *demand* transportasi publik tinggi, sehingga layanan dapat lebih mengakomodasi mekanisme pasar. Sebaliknya, pemerintah perlu menjamin ketersediaan layanan transportasi publik pada rute *low demand*.

Mempertimbangkan karakteristik *demand* dan kaitannya dengan karakteristik model kontrak, model NCC dan Izin Operasional dengan SPM merupakan model yang relatif cocok untuk rute *high demand*, sementara itu, model swadaya, GCC, dan MC lebih cocok untuk rute *low demand*. Karena rute yang dianalisis adalah Koridor 1 Batik Solo Trans yang memiliki *Load Factor* (LF) tertinggi dibanding koridor lainnya, dianggap bahwa Koridor 1 Batik Solo Trans adalah koridor/rute dengan karakteristik *high demand*, yang akan mempengaruhi hasil skoring keseluruhan.

⁵¹ Tabel ini terdapat pada laporan Rancangan Peta Jalan Nasional untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan Berbasis Jalan (ITDP Indonesia, 2024) yang bersumber dari Lestari, F. & Indrayati, I. (2022) Pengembangan Kelembagaan dan Pembiayaan Geopark di Indonesia: Tantangan dan Strategi. Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah dan Perdesaan, Vol. 6 (2), 102-122, dengan penyesuaian.

Estimasi Kebutuhan Pendanaan oleh Pemerintah di Setiap Model Kontrak

Kebutuhan pendanaan dari pemerintah dihitung dengan menentukan besar Rp/km relatif terhadap model swadaya, yakni model yang digunakan oleh Pemerintah Kota Surakarta sejak awal mengoperasikan layanan transportasi publik. Semakin tinggi penghematan nilai Rp/km yang dihasilkan dari suatu model kontrak relatif terhadap model kontak swadaya, semakin tinggi skor yang akan diperoleh model kontrak tersebut, begitu pula sebaliknya. Dalam melakukan estimasi besar Rp/km, ditentukan sejumlah asumsi dan batasan sebagai berikut:

- Kebutuhan pendanaan dan pendapatan yang dihitung pada analisis ini hanya merupakan kebutuhan pendanaan untuk operasional transportasi publik, yang masuk ke dalam komponen BOK/km. Kebutuhan pendanaan lain, misalnya terkait prasarana halte, ataupun pendapatan dari retribusi izin trayek operator, tidak dihitung dalam analisis ini.
- Besar Rp/km yang digunakan untuk model BTS/GCC adalah Rp/km Koridor 1 Batik Solo Trans, yang dihitung menggunakan panduan dalam Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat Nomor: KP.2572/AJ.206/DRJD/2020 tentang Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Subsidi Angkutan Penumpang Umum Perkotaan dengan Pembelian Layanan.
- Dalam perhitungan BOK/km, data dari Dinas Perhubungan Kota Surakarta (2024) yang digunakan meliputi:
 - Spek kendaraan;
 - Panjang rute (1 ritase);
 - Jumlah ritase per hari;
 - Jumlah unit armada Siap Operasi (SO) dan Siap Guna Operasi (SGO); dan
 - Jumlah pendapatan (data pendapatan bulan Batik Solo Trans selama 2023).
- Teknologi yang digunakan masih merupakan teknologi bus konvensional.
- Biaya untuk retribusi dan/atau tol serta biaya peningkatan fasilitas armada tidak dihitung pada estimasi besar Rp/km untuk tiap kontrak.
- Pada komponen biaya investasi armada, besar suku bunga rata-rata (*flat*) yang digunakan adalah 8,5%.
- Pada komponen biaya operasional dan pemeliharaan, biaya BBM untuk semua model kontrak mengacu pada harga subsidi (Biosolar).
- Pada model kontrak MC, diasumsikan armada yang dibeli oleh pemerintah disewakan ke operator sesuai dengan besar pengembalian yang dibutuhkan oleh pemerintah, sehingga besar biaya investasi armada oleh pemerintah adalah 0.
- Pada model kontrak NCC, diasumsikan subsidi yang diberikan oleh Pemerintah adalah 76,27%⁵² dari selisih antara biaya produksi dan estimasi pendapatan yang dapat diperoleh operator.
- Model kontrak PBC optimum diasumsikan membutuhkan biaya 15% lebih tinggi dibanding model kontrak GCC untuk memperoleh peningkatan kualitas layanan 10%.
- Tiap model kontrak akan diberi skor 5 – 15, secara skalatis. Model kontrak yang menghasilkan penghematan tertinggi akan mendapatkan skor 5, sementara model kontrak yang memberikan penghematan terendah (memungkinkan juga lebih tinggi dari besar BOK/km untuk model swadaya), akan mendapatkan skor 15.
- Margin/ *overhead* sebesar 10% dan PPh sebesar 2% dianggap berlaku seragam untuk seluruh model kontrak, kecuali NCC dan izin operasional dengan SPM.

Tabel 30 menampilkan detail perhitungan estimasi kebutuhan pendanaan oleh pemerintah untuk setiap model kontrak. Penghematan berpotensi dihasilkan oleh seluruh model kontrak, kecuali *Performance-based Contract* (PBC) dengan skenario optimum. Penghematan terbesar dihasilkan oleh Izin Operasional dengan SPM/ *Route Licensing* (RL) karena tidak ada biaya yang dikeluarkan. Selanjutnya, model MC dapat menghemat hingga 37,15% relatif terhadap model kontrak GCC. Model MC memiliki potensi tinggi untuk

⁵² 76,27% didapatkan dari memperhitungkan gap (dalam persentase) antara biaya produksi layanan dengan jumlah pendapatan pada saat ini. Artinya, saat ini pendapatan baru mengembalikan 23,73% dari biaya.

penghematan akibat tidak perlunya komponen biaya investasi karena armada milik pemerintah. Pada urutan ketiga, terdapat model NCC yang berpotensi menghemat 24,92% relatif terhadap GCC. Pada urutan terakhir, terdapat model PBC dengan biaya sama dengan GCC serta PBC dengan potensi biaya melebihi GCC sebesar 15,00%. Meski model PBC tidak dapat menghasilkan penghematan, bahkan lebih mahal 15% dari model GCC/ BTS, model ini dapat memberikan *value for money* yang lebih besar karena memberikan jaminan pemenuhan kualitas layanan yang lebih besar.

Tabel 30. Rincian Perhitungan Komponen Biaya untuk Tiap Model Kontrak di Kota Surakarta

Rekapitulasi Biaya (Rp/km)	Model Kontrak				
	GCC	BMC	PBC	NCC	RL
Pendapatan dari tiket	-	-	-	-Rp3,239	-
Subsidi tetap NCC	-	-	-	Rp3,371	-
Total biaya per kilometer	Rp12,164	Rp7,659	Rp12,164	Rp10,046	Rp0.00
Margin laba	Rp1,216	Rp766	Rp1,216	-	-
PPh (2%)	Rp268	Rp153	Rp268	Rp201	-
Total biaya per kilometer (Laba +PPh)	Rp13,648	Rp8,578	Rp13,648	Rp10,247	Rp0.00
Penghematan dari GCC		37,15%	0%	24,92%	100,00%

Hasil Analisis Multikriteria untuk Setiap Model Kontrak

Mempertimbangkan aspek dan subaspek pada Tabel 27, berikut matriks perankingan analisis kriteria pemilihan model kontrak di Kota Surakarta:

Tabel 31. Perankingan Alternatif Model Kontrak menggunakan Analisis Multikriteria untuk Kota Surakarta

Aspek	Subaspek	Bobot	Ket. Rank 1	Kategori Ranking			
				Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 4
Aspek Pembiayaan (50%)	Keseluruhan biaya yang ditanggung pemerintah	50%	Terendah	RL	NCC	MC	GCC, PBC
Aspek Pemenuhan Kualitas Layanan (30%)	Potensi tidak terpenuhinya SPM	20%	Terendah	RL	NCC	MC	GCC, PBC
	Bentukan perjanjian	5%	Adanya kontrak	GCC, NCC, MC, PBC	-	-	RL
	Butuh intervensi tambahan (insentif dan penalti)	5%	Bukan kebutuhan tambahan	PBC (Min), PBC (Opt)	GCC, MC, NCC		RL
Aspek Implementasi (20%)	Kesesuaian dengan regulasi	2,5%	Telah ada regulasi sebagai <i>enabler</i>	RL, GCC	-	-	NCC, PBC

Aspek	Subaspek	Bobot	Ket. Rank 1	Kategori Ranking			
				Rank 1	Rank 2	Rank 3	Rank 4
	Kesesuaian dengan model kelembagaan eksisting	2,5%	BLU UPTD	MC, Swadaya, RL, GCC, NCC	-	-	PBC
	Ketersediaan operator <i>bankable</i>	5,0%	Keterlibatan operator paling sedikit	MC	GCC, PBC		RL, NCC
	Besar perubahan dari model bisnis eksisting	5,0%	Paling kecil	GCC	NCC, RL	PBC	MC
	Karakteristik demand rute (kondisi: <i>high demand</i>)	5,0%	<i>Demand tinggi</i>	RL, NCC	PBC	Swadaya, GCC, MC	-

Tabel 32 mendemonstrasikan skor tiap model kontrak yang diperoleh berdasarkan perankingan. Model RL merupakan model dengan skor tertinggi, disusul oleh model BMC dan model NCC. Walaupun model RL merupakan model dengan skor tertinggi, saat ini, kepatuhan SPM dari trayek-trayek dengan model kontrak RL masih sangat rendah.

Dalam hal pemerintah tidak melepaskan seluruhnya ke mekanisme pasar dan tetap perlu mempertahankan layanan melalui mekanisme kontrak dengan operator, model BMC dan NCC sebaiknya dipertimbangkan sebagai alternatif yang dipilih. Pada koridor dimana armada dimiliki oleh Dishub Kota Surakarta, model kontrak yang optimal adalah BMC. Dalam kasus Surakarta, armada yang dimiliki oleh Dishub Kota Surakarta termasuk koridor 3, 4, 6, 8, 10, dan 11. Kota Surakarta sebelumnya pernah menggunakan model kontrak MC sebelum layanan BST diambil alih Kemenhub melalui program BTS Teman Bus. Namun, implementasi model kontrak dinilai gagal karena tarif layanan yang ditetapkan Pemerintah Kota Surakarta tidak mempertimbangkan besaran *farebox cost recovery* yang dibutuhkan oleh operator. Walaupun operator tidak perlu menanggung biaya investasi, operator tetap perlu menanggung biaya staf dan operasional kendaraan. Apa bila model MC dipilih, pemerintah perlu memastikan bahwa faktor-faktor lain yang tidak secara langsung terkait dengan pemilihan model kontrak, misalnya risiko finansial yang berhubungan dengan besar tarif, telah diidentifikasi dan memiliki rencana mitigasi yang jelas. Meskipun model kontrak MC berpotensi untuk menghasilkan penghematan yang paling besar, bergantung pada aset kendaraan yang harus dimiliki oleh Pemerintah. Saat berkonsultasi, Dishub Kota Surakarta menyampaikan preferensinya untuk tidak memiliki aset dan berencana untuk kedepannya melepaskan kepemilikan kendaraan untuk Batik Solo Trans kepada operator. Sehingga, model kontrak MC tidak masuk dalam konsiderasi implementasi kedepannya kecuali rencana ini berubah. Dengan demikian, model kontrak yang dapat diimplementasikan untuk penghematan subsidi layanan BST adalah model NCC.

Tabel 32. Skor Setiap Model Kontrak Berdasarkan Analisis Multikriteria

Model Kontrak	Skor
<i>Route Licensing</i> /Pemberian Izin Trayek	11,63
<i>Bus Management Contract</i> (BMC)	10,18
<i>Net-Cost Contract</i> (NCC)	9,69
<i>Performance-Based Contract</i> (PBC) Minimum	9,65

Model Kontrak	Skor
<i>Gross Cost Contract (GCC)</i>	9,57
<i>Performance-Based Contract (PBC) Optimum</i>	9,00

Model Net-Cost Contract

Model *Net-Cost Contract (NCC)* adalah model kontrak antara operator dan otoritas transportasi publik, di mana otoritas transportasi publik⁵³ memberikan subsidi kepada operator dengan mempertimbangkan potensi pendapatan yang dapat diterima operator. Berbeda dengan *Gross-Cost Contract (GCC)* di mana otoritas transportasi publik menanggung *demand and revenue risk*, model NCC menyerahkan *demand and revenue risk* ke operator, sehingga pemerintah hanya memberikan subsidi kepada operator sebesar selisih antara total biaya produksi dan potensi pendapatan operator. Walaupun pendapatan daerah/ BLUD UPTD beresiko berkurang karena seluruh pendapatan diterima oleh operator, namun, kebutuhan subsidi yang besarnya lebih pasti juga akan berkurang. Oleh karena itu, dengan model NCC, baik otoritas transportasi publik maupun operator perlu melakukan proyeksi kebutuhan biaya produksi dan pendapatan.

Model NCC pernah diimplementasikan di sejumlah kota di dunia, utamanya di negara berkembang. Sistem BRT di Belo Horizonte dan Rio de Janeiro (Brazil) dan Quito (Meksiko), menggunakan model NCC⁵⁴. Sistem bus di Ulanbator, Mongolia, juga pernah menggunakan sistem NCC⁵⁵. Di India, sistem ini diimplementasikan di sejumlah kota, yaitu Indore, Vadodara, dan Bhopal⁵⁶.

Tabel 33 mendemonstrasikan keunggulan dan kelemahan dari model NCC, berdasarkan evaluasi model kontrak NCC yang telah diimplementasikan di sejumlah kota di dunia.

Tabel 33. Keunggulan dan Kelemahan Model NCC

Keunggulan	Kelemahan
Dorongan kepada operator untuk meningkatkan penumpang, yang dapat meningkatkan pendapatan dan mengurangi subsidi.	Meningkatkan risiko yang dialihkan ke operator dan dapat meningkatkan margin yang diharapkan serta meningkatkan subsidi.
Keterkaitan finansial langsung antara operator dan penumpang dapat meningkatkan kualitas layanan.	Adanya biaya yang dibutuhkan dalam proses transisi.
Risiko jangka pendek dapat dialihkan dari otoritas transportasi publik (dalam hal ini BLUD UPTD)	Terdapat penyesuaian biaya yang diberikan ke operator
	Belum terlalu populer, belum pernah diimplementasikan di Indonesia.
	Variasi kontrak menjadi lebih kompleks.
	Stabilitas finansial operator dapat terpengaruh.
	Berpotensi memunculkan persiangan di lapangan.

⁵³ "Otoritas Transportasi Publik" untuk layanan Batik Solo Trans saat ini adalah Kementerian Perhubungan, sebagai pihak yang berkontrak dengan operator. Jika layanan Batik Solo Trans telah diambil alih oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dan dikelola di bawah BLUD UPTD Transportasi, "otoritas transportasi publik" merujuk pada BLUD UPTD Transportasi Dinas Perhubungan Kota Surakarta.

⁵⁴ BRT Contract Operating Types, BRT Planning Guide, ITDP. Diakses November 2024.

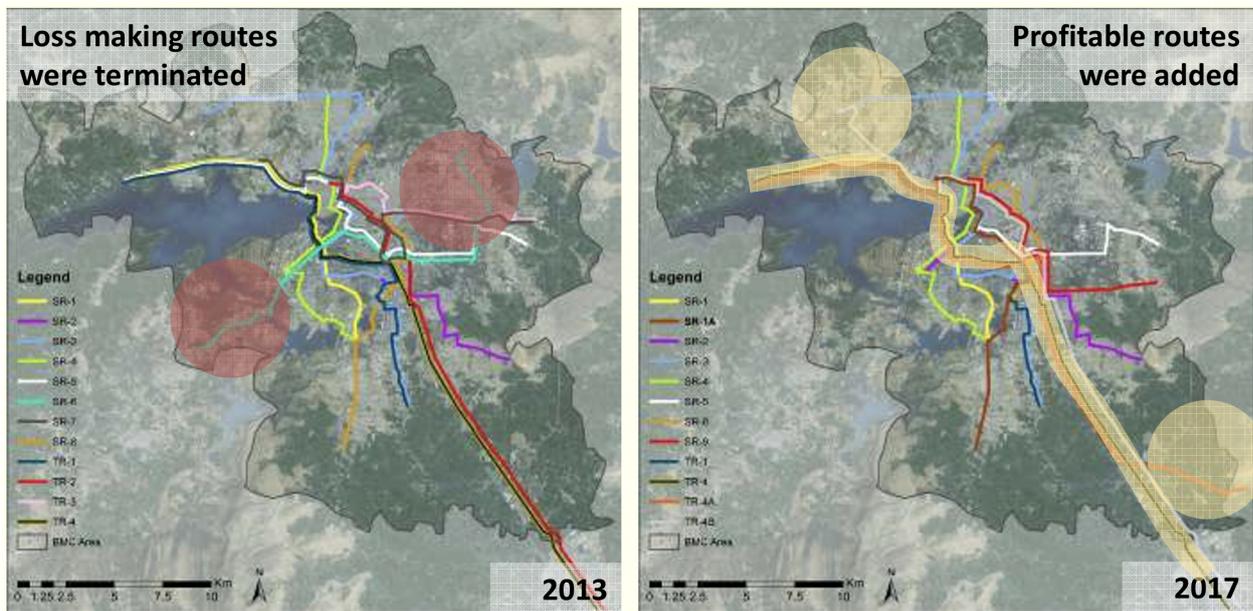
⁵⁵ BRT Plan. Public Private Partnerships in Urban Public Transit Sector in Ulaanbaatar. April 2016.

⁵⁶ Gounder, R. Kanika. Assessment of Bus Contracting Models: A Case Study of Bhopal. Presented in Urban Mobility India Conference & Expo, 2018.

Keunggulan	Kelemahan
	Berpotensi membuat operator lebih fokus ke pemotongan biaya, yang berdampak kepada kualitas layanan pelanggan.

Berdasarkan evaluasi model NCC yang dilakukan terhadap sistem bus kota di Bhopal, terdapat beberapa catatan sebagai berikut:

1. Terdapat perubahan terkait jaringan rute bus kota setelah 4 tahun implementasi model NCC. Rute-rute dengan *low demand* tidak dioperasikan lebih lanjut. Namun, terdapat penambahan rute di segmen yang lebih menguntungkan bagi operator.



Gambar 55. Dampak Implementasi Model NCC Terhadap Jaringan Bus Kota di Bhopal, India

Sumber: Assessment of Bus Contracting Models: A Case Study of Bhopal, 2018.

2. Hampir seluruh rute yang diobservasi memiliki *headway* lebih lama dibanding *headway* yang disepakati. Bahkan, salah satu rute memiliki *headway* 60 menit.

Tabel 34. Hasil Observasi Headway Bus Kota di Bhopal, India

Headways	SR1	SR4	SR8	SR2	SR9	TR4	TR4A	SR5	TR1	SR3
Claimed	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Observed (in Feb 2017)	10	10	10	20	20	10	12	6.5	10	60

Sumber: Assessment of Bus Contracting Models: A Case Study of Bhopal, 2018.

Selain di negara berkembang, model NCC juga diimplementasikan di sejumlah negara maju. Bus kota di London menggunakan model NCC pada Juni 1996 – Juli 1998, dengan kontrak NCC terakhir selesai pada 2002. Namun, karena performa operator yang menurun, Transport for London mengubah model kontrak menjadi GCC.

Jika pemerintah Kota Surakarta hendak melakukan transisi dari model GCC ke model NCC, risiko menurunnya kualitas operator harus memiliki rencana mitigasi yang matang. Selain perlunya memastikan kualitas layanan yang diberikan operator, strategi transisi menuju model kontrak NCC dijabarkan lebih lanjut pada Tabel 35.

Tabel 35. Aspek yang Perlu Diantisipasi dari Implementasi Model Net Cost Contract

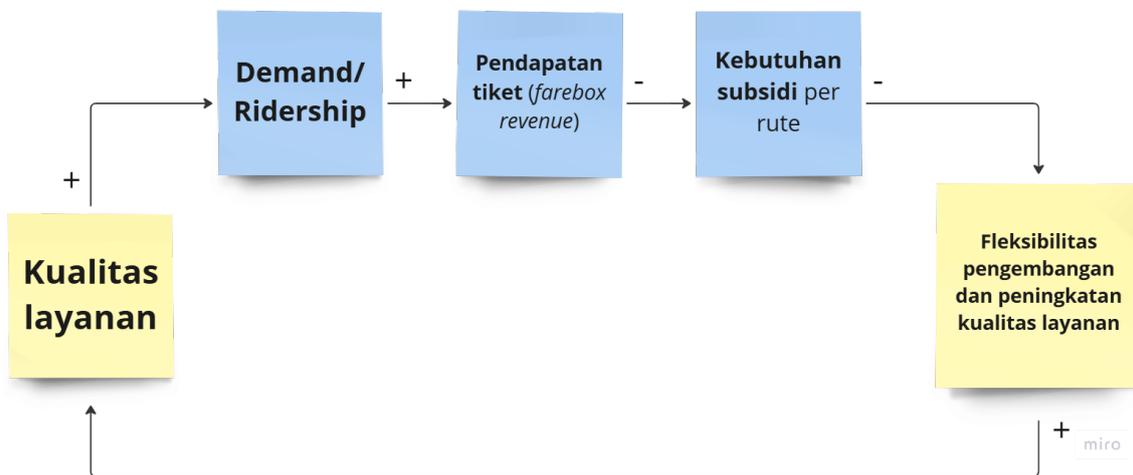
No	Aspek yang Perlu Diantisipasi	Penjelasan
1	Penyusunan atau penyesuaian regulasi dan kebijakan	Perubahan model kontrak menjadi NCC mungkin membutuhkan perubahan regulasi atau kebijakan terkait dengan pemilihan operator, proses tender, penentuan standar layanan, persyaratan kontrak, dan terutama, struktur pembayaran ke operator.
2	Monitoring dan evaluasi SPM	Walaupun risiko <i>demand</i> dipindahkan ke operator, BLUD UPTD harus memastikan kualitas layanan Batik Solo Trans.
3	Pembagian peran pada aspek operasional	Perlu pembagian yang jelas mengenai penentuan rute, pengembangan rencana operasional (termasuk jadwal dan <i>headway</i>), dan standar pelayanan
4	Penentuan besar subsidi	<i>Fare collection</i> yang akan menjadi tanggung jawab operator akan berpengaruh terhadap besar subsidi. Pemerintah dan operator perlu menyepakati besar subsidi yang diberikan ke operator (misal, melalui estimasi <i>cost recovery</i> berdasarkan data historis)
5	Penentuan tarif layanan	Karena risiko <i>demand</i> dipindahalihkan ke operator, besar tarif perlu ditentukan bersama oleh pemerintah dan operator untuk meminimalisir potensi <i>loss</i> dari operator, namun tetap memastikan bahwa tarif layanan tetap terjangkau oleh pengguna transportasi publik.
6	Penentuan paket <i>tender</i> (utamanya rute)	Karena risiko <i>demand</i> dipindahkan ke operator, operator akan cenderung berfokus pada rute yang menguntungkan. Pemerintah perlu memitigasi rute yang tidak menguntungkan namun masih membutuhkan layanan transportasi publik, dan mencegah tidak efisiennya jaringan transportasi publik karena operator terkonsentrasi pada segmen rute tertentu.
7	Penyeragaman standar layanan	Walaupun operasional transportasi publik sudah dipihakketigakan, Pemkot tetap perlu memastikan keseragaman layanan dan keterpenuhannya dengan SPM
8	Mekanisme <i>Non Farebox (NFB) Revenue</i>	Agar operator tidak sepenuhnya bergantung pada <i>revenue</i> dari tiket penumpang, Pemkot perlu menyiapkan mekanisme <i>non farebox revenue</i> yang baik untuk mendukung keberlanjutan bisnis operator, yang juga berpengaruh terhadap keberlanjutan layanan yang diberikan.
9	<i>Push and pull policies</i> pendukung	Selain melalui NFB, untuk meminimalisir potensi <i>loss</i> operator, Pemkot perlu menetapkan kebijakan <i>push and pull</i> pendukung agar <i>demand</i> transportasi publik semakin meningkat, yang berpotensi meningkatkan <i>farebox revenue</i> .

Modifikasi model kontrak menjadi *Net Cost Contract* merupakan salah satu solusi untuk mempertahankan layanan eksisting jika terdapat kendala mengenai kapasitas finansial pemerintah daerah. Pemerintah Kota Surakarta perlu memastikan bahwa layanan yang diberikan tetap dalam kondisi baik, sembari melakukan usaha peningkatan *demand* untuk meminimalisir potensi *loss* dari operator. Jika dalam keberjalanannya ditemukan bahwa kualitas layanan mengalami penurunan yang signifikan karena transisi kontrak, Pemerintah Kota Surakarta perlu melakukan evaluasi lebih lanjut terhadap model NCC.

3.4. Strategi Peningkatan *Ridership* Melalui Peningkatan Layanan Transportasi Publik Kota Surakarta

Selain dengan modifikasi model kontrak, peningkatan pendapatan juga merupakan upaya yang dapat dilakukan Pemerintah Kota Surakarta menurunkan kebutuhan subsidi operasional transportasi publik. Saat ini, sebagian besar pendapatan di luar subsidi yang diterima oleh BLUD UPTD Transportasi berasal dari tiket (*farebox revenue*). Sebenarnya, pendapatan bisa meningkat dengan tarif yang lebih tinggi. Namun, kenaikan tarif cenderung menjadi salah satu alasan masyarakat enggan menggunakan transportasi publik. Oleh karena itu, peningkatan *ridership* perlu menjadi target agar terjadi peningkatan pendapatan. Pendapatan yang meningkat akan meningkatkan pengembalian biaya operasional (*cost recovery*) sehingga mengurangi kebutuhan subsidi yang harus dikeluarkan oleh pemerintah.

Peningkatan *ridership* dapat dicapai dengan meningkatkan kualitas layanan transportasi publik sehingga lebih unggul, terutama dari segi keandalan dan kenyamanan, daripada kendaraan pribadi. Pendapatan yang lebih besar dari *ridership* yang terus bertambah selanjutnya dapat digunakan kembali untuk meningkatkan kualitas layanan. Memastikan layanan transportasi publik yang berkualitas adalah memastikan keberlanjutan operasional layanan tersebut.



Gambar 56. Diagram Hubungan Kualitas Layanan Transportasi Publik dan Kebutuhan Subsidi Per Route

Bagian ini akan menganalisis strategi peningkatan *ridership* layanan transportasi publik di Kota Surakarta melalui daftar panjang inisiatif peningkatan layanan yang dibutuhkan, termasuk daftar pendek inisiatif berupa solusi *quick win* yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta. Namun, daftar inisiatif peningkatan layanan ini tidak disusun berdasarkan survei persepsi mengenai hambatan penggunaan layanan transportasi publik di Kota Surakarta. Oleh karena itu, butuh dilakukan survei persepsi lebih lanjut untuk memverifikasi daftar inisiatif yang disusun dan mengetahui peningkatan kualitas layanan terpenting yang paling dibutuhkan pengguna & masyarakat secara umum, agar *ridership* transportasi publik di Kota Surakarta dapat meningkat.

3.4.1. Pengaruh Peningkatan Layanan terhadap Peningkatan *Ridership* Transportasi Publik

Kualitas layanan transportasi publik yang diselenggarakan berpengaruh terhadap keinginan masyarakat untuk beralih menggunakan transportasi publik. Untuk itu, penting bagi Pemerintah Kota Surakarta untuk memahami kebutuhan dan keluhan masyarakat pengguna layanan transportasi publik di Kota Surakarta, bahkan alasan masyarakat pengguna kendaraan pribadi belum memilih menggunakan transportasi publik.

Tahun 2023, ITDP menyoroti hambatan-hambatan yang dihadapi oleh pengguna transportasi publik dan alasan belum beralihnya pengguna kendaraan pribadi di Jabodetabek. Berdasarkan studi tersebut, 3 (tiga) hambatan yang paling banyak disebutkan oleh pengguna transportasi publik di Jabodetabek meliputi ketidaknyamanan (23%), ketidakandalan (22,9%), dan kebutuhan untuk berpindah antarmoda/antarrute (20,2%). Sementara itu, 2 (dua) hambatan yang paling banyak disebutkan oleh nonpengguna transportasi publik adalah kenyamanan (37,6%) dan waktu tempuh perjalanan (27%). Kenyamanan dan keandalan layanan transportasi publik menjadi kunci dalam memastikan transportasi publik unggul dari kendaraan pribadi.

Hal ini pun dibuktikan dalam riset-riset yang dilakukan di negara berkembang lainnya, seperti India, Mesir, dan Kolombia. Dari riset-riset tersebut, dikumpulkan beberapa variabel peningkatan layanan transportasi publik yang dipelajari serta pengaruhnya terhadap peningkatan *ridership* transportasi publik. Pengaruh tersebut dinilai dari angka sensitivitas intervensi setiap aspek terhadap keinginan masyarakat untuk beralih moda sebagaimana ditampilkan pada Tabel 36 berikut.

Tabel 36. Potensi Peningkatan *Ridership* Transportasi Publik Berdasarkan Variabel Peningkatan Layanan

Variabel Peningkatan Layanan	Rentang Sensitivitas
Pengurangan waktu perjalanan (termasuk peningkatan kecepatan perjalanan)	0,4 – 0,81
Peningkatan frekuensi bus	0,32 – 1,13
Peningkatan tarif	-0,68
Peningkatan kapasitas bus	0,1 – 0,15
Aspek kenyamanan lain: Aksesibilitas, kesetaraan (inklusivitas), dan keamanan/keselamatan	0,5 – 1,1

Sumber: Marco, dkk. (2015); Satiennam, dkk. (2016); Darwish, dkk. (2019); Toro-Gonzales, dkk. (2020); Kamar, dkk. (2022)

Dari tabel di atas, terlihat bahwa variabel peningkatan layanan yang banyak disebutkan dalam riset adalah terkait keandalan dan kenyamanan layanan transportasi publik. Dari segi keandalan, sensitivitas yang tinggi terhadap peningkatan *ridership* transportasi publik adalah dari peningkatan frekuensi bus dan pengurangan waktu perjalanan. Pengaruh yang tinggi juga berasal dari aspek kenyamanan, yang terdiri dari aksesibilitas, kesetaraan (inklusivitas), serta keamanan dan/atau keselamatan.

Namun, perlu dicatat bahwa sensitivitas di atas berupa rentang. Tingkat sensitivitas dari variabel peningkatan layanan tersebut dipengaruhi oleh kondisi dan seberapa besar intervensi yang diterapkan oleh pemerintah di masing-masing kota. Untuk itu, perlu ditelaah lebih jauh kondisi dan level intervensi pada kota-kota yang mencatat tingkat sensitivitas tinggi dari intervensi tersebut terhadap *ridership* transportasi publiknya, sehingga bisa dicontoh oleh Kota Surakarta. Studi lebih lanjut untuk menganalisis sensitivitas intervensi peningkatan kualitas layanan transportasi di Kota Surakarta perlu dilakukan.

3.4.2. Daftar Panjang Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi Publik

3.4.2.1. Kompilasi Daftar Panjang Inisiatif

Daftar panjang inisiatif peningkatan kualitas layanan transportasi publik dilakukan dengan mengkompilasi komponen pemenuhan kualitas layanan dalam Standar Pelayanan Minimal (SPM) dan standar lainnya. SPM yang dimaksud utamanya mengacu pada Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 27 Tahun 2015 (“Permenhub 27/2015”) dan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 10 Tahun 2012 (“Permenhub 10/2012”), yang menjadi dasar dalam penyusunan SPM di kota-kota di Indonesia. Sumber lainnya seperti SPM Transjakarta (Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 2 Tahun 2024) dan “*The BRT Standard: 2024*

Edition” juga ditinjau untuk melengkapi komponen kualitas layanan yang tidak disebutkan dalam SPM pada kedua Permenhub tersebut.

Tabel di bawah merupakan hasil kompilasi komponen kualitas layanan dari sumber-sumber di atas.

Tabel 37. Kompilasi Komponen Kualitas Layanan Transportasi Publik

No	Aspek	Komponen dalam SPM Permenhub 27/2015 dan Permenhub 10/2012	Komponen Tambahan dari SPM Transjakarta dan BRT Standard 2024
1	Keteraturan	a. Waktu tunggu b. Kecepatan perjalanan c. Waktu berhenti di halte d. Informasi (pelayanan dan waktu kedatangan bus) e. Akses keluar-masuk halte f. Ketepatan dan kepastian jadwal g. Informasi gangguan perjalanan mobil	a. Jumlah minimum <i>gate</i> pembayaran b. Sistem pembayaran yang praktis, mudah, dan transparan c. Ketertiban lingkungan di sekitar halte d. Lokasi pengaturan waktu keberangkatan (pengendapan)
2	Keselamatan	a. Manusia: <ul style="list-style-type: none"> • SOP pengoperasian kendaraan • SOP penanganan keadaan darurat • Jam istirahat pengemudi b. Bus: <ul style="list-style-type: none"> • Kelaikan kendaraan • Peralatan keselamatan • Fasilitas kesehatan • Informasi tanggap darurat • Fasilitas pada bus⁵⁷ c. Prasarana: <ul style="list-style-type: none"> • Perlengkapan lalu lintas jalan • Fasilitas penyimpanan kendaraan 	a. Pintu darurat
3	Kenyamanan	a. Halte: <ul style="list-style-type: none"> • Lampu penerangan • Fasilitas pengatur suhu ruangan • Fasilitas kebersihan • Luas lantai per orang • Fasilitas kemudahan naik/turun penumpang (celah peron dan lantai bus) b. Bus: <ul style="list-style-type: none"> • Lampu penerangan • Kapasitas angkut • Fasilitas pengatur suhu ruangan • Fasilitas kebersihan • Luas lantai untuk berdiri per orang 	a. Antrean penumpang memasuki bus (<i>boarding indicator</i>) b. Area beristirahat/tempat duduk di halte (kelompok prioritas) c. Toilet d. Jumlah pintu pada bus e. Jam operasional layanan f. Perlindungan halte dari cuaca g. Ketersediaan fasilitas pendukung seperti
4	Keamanan	a. Halte: <ul style="list-style-type: none"> • Lampu penerangan • Petugas keamanan 	a. CCTV b. Ruang khusus perempuan di dalam bus c. SOP penanganan keamanan

⁵⁷ Fasilitas di dalam bus terdiri dari fasilitas pegangan penumpang berdiri, pintu keluar dan/atau masuk penumpang, ban, rel korden di jendela, alat pembatas kecepatan, pegangan tangan (*hand grip*), pintu keluar masuk pengemudi (sekurang-kurangnya untuk bus medium), kelistrikan untuk audio visual, dan sabuk keselamatan.

No	Aspek	Komponen dalam SPM Permenhub 27/2015 dan Permenhub 10/2012	Komponen Tambahan dari SPM Transjakarta dan BRT Standard 2024
		<ul style="list-style-type: none"> • Informasi gangguan keamanan <p>b. Bus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identitas kendaraan • Tanda pengenal pengemudi • Lampu isyarat tanda bahaya • Lampu Penerangan • Petugas keamanan • Kaca film 	<p>d. Penerangan di akses menuju halte</p> <p>e. Parkir sepeda yang aman di halte</p> <p>f. Mekanisme pengaduan penumpang</p>
5	Kesetaraan	<p>a. Penyediaan kursi prioritas</p> <p>b. Kemiringan lantai (<i>ramp</i>)</p>	<p>a. SOP inklusivitas di halte dan bus</p> <p>b. Dimensi <i>gate</i> pembayaran umum dan khusus</p> <p>c. Jalur pemandu</p> <p>d. Informasi audio kedatangan bus</p> <p>e. Kelandaian dermaga halte (celah antara peron halte dan lantai bus)</p> <p>f. <i>Ramp</i> portabel</p> <p>g. Ragam jenis kartu <i>top-up</i> untuk pembayaran</p> <p>h. Tombol berhenti bus untuk kelompok prioritas</p>
6	Keterjangkauan	<p>a. Kemudahan perpindahan penumpang antarkoridor</p> <p>b. Ketersediaan integrasi jaringan trayek pengumpan</p> <p>c. Tarif</p>	<p>a. Sistem informasi menuju moda angkutan <i>feeder</i></p> <p>b. Akses menuju angkutan lanjutan (jarak)</p> <p>c. Akses transit antarhalte (jarak)</p> <p>d. Sistem informasi transit antarhalte</p> <p>e. Akses pejalan kaki yang baik di sekitar halte</p> <p>f. Integrasi dengan parkir sepeda dan layanan sepeda sewa</p> <p>g. Ketersediaan jalur sepeda</p>

Sumber: Peraturan Menteri Perhubungan No. 27 Tahun 2015, Peraturan Menteri Perhubungan No. 10 Tahun 2012, Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 2 Tahun 2024, dan The BRT Standard: 2024 Edition (ITDP, 2024)

3.4.2.2. Daftar Panjang Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi Publik

Berdasarkan riset mengenai variabel peningkatan layanan yang memiliki pengaruh besar terhadap peningkatan *ridership*, serta kompilasi komponen kualitas layanan dari SPM Permenhub 27/2015, SPM Permenhub 10/2012, SPM Transjakarta, dan “*The BRT Standard: 2024 Edition*”, inisiatif-inisiatif yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta dikategorikan ke dalam 2 (dua) kategori berikut. Setiap kategori memiliki beberapa sub-kategori.

1. Peningkatan keandalan layanan, terdiri dari sub-kategori:
 - a. Waktu perjalanan
 - b. Frekuensi bus dan kepadatan penumpang
2. Peningkatan kenyamanan perjalanan, terdiri dari sub-kategori:
 - a. Aksesibilitas
 - b. Kesetaraan (inklusivitas)
 - c. Keselamatan dan keamanan

Setiap sub-kategori memiliki inisiatif-inisiatif peningkatan kualitas layanan. Inisiatif yang dimaksud merupakan hal-hal yang dapat dilakukan untuk memastikan ketercapaian sub-kategori dan kategori. Daftar panjang inisiatif peningkatan layanan transportasi publik yang dapat dilakukan oleh Pemerintah

Kota Surakarta dalam jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang dijabarkan pada Tabel 38 berikut.

Tabel 38. Daftar Panjang Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi Publik

Kategori	Sub-Kategori	Inisiatif	Kode	Detail Inisiatif	
Keandalan Layanan	1. Waktu tempuh perjalanan	Membangun jalur khusus bus	1a	Jalur khusus bus dengan pemisah fisik	
			1b	Jalur khusus bus lawan arah tanpa pemisah fisik	
			1c	Jalur khusus bus yang ditandai dengan marka berwarna	
		Mengembangkan sistem pembayaran yang andal	1d	Menambahkan opsi pembayaran serta asistensi dalam penerapan sistem pembayaran elektronik (dengan Kartu Uang Elektronik dan/atau kode QR)	
			1e	Sistem tiket manual	
			1f	Penutupan arus yang berpotongan dengan jalur bus	
	2. Frekuensi bus dan kepadatan penumpang	Memberikan prioritas untuk bus di perismpangan	1h	Pemasangan sinyal prioritas dan pengaturan siklus khusus untuk bus	
			Menambah kapasitas layanan	2a	Penambahan jumlah bus
				2b	Optimalisasi alokasi jumlah bus antarrute
				2c	Penggantian ukuran bus menjadi lebih besar (menyesuaikan <i>demand</i> penumpang)
Kenyamanan perjalanan	3. Aksesibilitas	Meningkatkan jangkauan dan integrasi rute	3a	Modifikasi rute sehingga lebih terintegrasi dan mengurangi kebutuhan berpindah rute	
			3b	Penambahan rute baru untuk menjangkau lebih banyak penduduk	
		Meningkatkan sistem informasi layanan	3c	<i>Online trip planning: Up-to-date GTFS data</i>	
	3d		<i>Online trip planning: Apps using GTFS data</i>		
	3e		<i>Online cust. engagement: Kanal sosial media dan aduan, baik daring maupun luring, yang aktif</i>		
	3f		Informasi audiovisual terkait layanan di halte		
	3g		Informasi audiovisual terkait layanan di bus		
	Memastikan akses yang universal di halte dan bus	3h	Menutup celah vertikal dan horizontal antara lantai halte dan peron		

Kategori	Sub-Kategori	Inisiatif	Kode	Detail Inisiatif	
			3i	Area prioritas bagi kelompok rentan di halte dan bus	
			3j	Peningkatan kapasitas untuk staf terkait penanganan kelompok rentan di halte dan bus	
			3k	Penyeberangan pejalan kaki sebidang dengan atau tanpa sinyal	
			3l	Jembatan/terowongan penyeberangan orang ⁵⁸	
			3m	Jalur pejalan kaki yang baik ⁵⁹ di sepanjang koridor	
		Memastikan akses menuju halte yang selamat	3n	Parkir sepeda yang aman	
			3o	Penyediaan layanan sepeda sewa	
			3p	Integrasi dengan infrastruktur sepeda	
		4. Kenyamanan	Meningkatkan sirkulasi udara di bus dan halte	4a	AC (<i>air conditioning</i>) yang bekerja optimal di dalam bus
				4b	Ventilasi udara yang baik di halte
	Menjaga kebersihan bus dan halte		4c	Tempat sampah daur ulang	
			4d	Pembersihan secara berkala	
	Mengurangi kepadatan penumpang di halte		4e	Peningkatan kapasitas halte dengan ruang yang memadai (lebar minimum 3 meter)	
	Menyediakan fasilitas pendukung lainnya di halte		4f	Indikator menaiki bus (<i>boarding</i>)	
			4g	<i>Hand sanitizer</i>	
			4h	Kursi untuk menunggu	
			4i	Toilet untuk penumpang dan staf	
			4j	Dispenser air minum	
			4k	Halte berpeneduh (terlindung dari cuaca)	
	5. Keamanan dan Keselamatan		Meningkatkan penerangan di halte dan bus	4l	Wi-Fi
				5a	Penerangan yang baik di dalam bus
			5b	Penerangan yang baik di halte	

⁵⁸ Penyeberangan pejalan kaki sebidang tetap diutamakan sebagai infrastruktur utama untuk mengakses layanan transportasi publik. Namun, dalam kasus-kasus tertentu, jembatan/terowongan penyeberangan orang tetap dibutuhkan, mengacu pada Permen PU No. 03/PRT/M/2014 tentang Pedoman Perencanaan, Penyediaan, dan Pemanfaatan Prasarana dan Sarana Jaringan Pejalan Kaki di Kawasan Perkotaan.

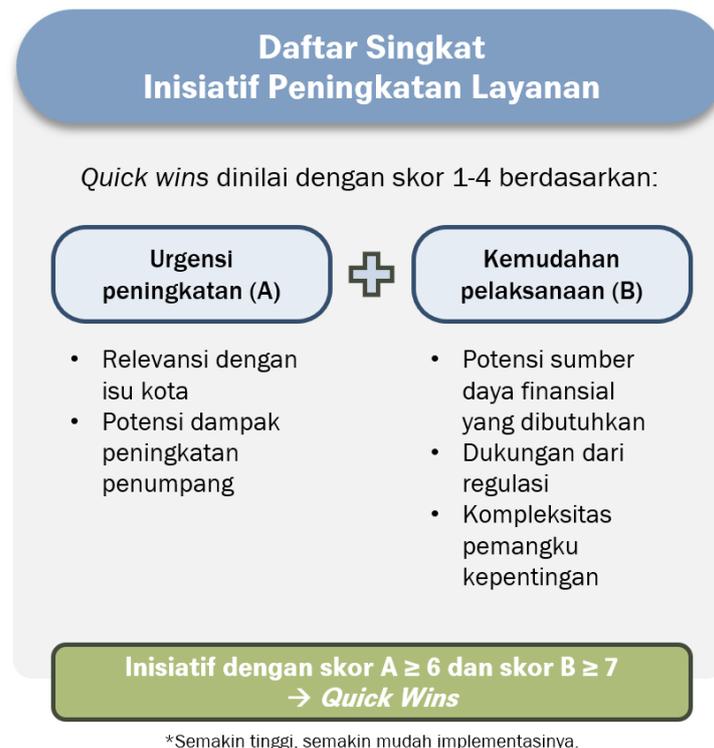
⁵⁹ Jalur pejalan kaki yang baik setidaknya memiliki lebar tidak kurang dari 1,85 meter dan tidak terhalang oleh benda lainnya seperti pohon dan tiang listrik. Jalur pejalan kaki juga perlu dilengkapi dengan ubin pemandu (*guiding block*) untuk membantu navigasi penyandang disabilitas Netra. Pada penyeberangan sebidang, jalur pejalan kaki harus memiliki ramp (*bidang miring*) dengan kemiringan tidak lebih curam dari 1:8 untuk dapat diakses dengan mudah oleh pengguna kursi roda.

Kategori	Sub-Kategori	Inisiatif	Kode	Detail Inisiatif
		Meningkatkan respon terhadap kondisi keamanan dan keselamatan	6a	CCTV di dalam bus dan halte
			6b	SOP keadaan darurat di dalam bus dan halte
			6c	Peralatan darurat dan P3K di dalam bus dan halte

3.4.3. Daftar Pendek Inisiatif/Solusi *Quick-Win* Peningkatan Layanan Transportasi Publik

3.4.3.1. Kriteria Pemilihan Solusi *Quick-Win*

Daftar panjang inisiatif peningkatan layanan transportasi publik kemudian disortir dengan beberapa kriteria untuk menentukan daftar pendek inisiatif yang dapat dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta dalam jangka pendek (*quick-win*). Terdapat 2 (dua) kategori kriteria, yakni A) Urgensi peningkatan layanan, dan B) Kemudahan pelaksanaan inisiatif. Setiap kriteria diberikan nilai 1 (terendah) hingga 4 (tertinggi) berdasarkan asesmen terhadap kondisi saat ini di Kota Surakarta.



Gambar 57. Metode Pemilihan Solusi *Quick-Win* Peningkatan Layanan Transportasi Publik Kota Surakarta

Urgensi peningkatan layanan transportasi publik dinilai dari relevansi dengan isu kota dan potensi dampak peningkatan penumpang. Langkah asesmen yang dilakukan untuk kedua kriteria tersebut adalah sebagai berikut.

- Relevansi dengan isu kota, dinilai dari permasalahan yang dihadapi oleh pengguna transportasi publik di Kota Surakarta. Isu-isu layanan transportasi publik di kota diidentifikasi melalui survei lapangan dan pemetaan melalui media sosial. Nilai tertinggi diberikan jika inisiatif yang dinilai

dapat menjawab isu yang paling banyak dikeluhkan oleh pengguna. Nilai terendah diberikan jika inisiatif yang dinilai tidak menjawab isu yang disoroti.

- Potensi dampak peningkatan penumpang, dinilai dari pengaruhnya terhadap peningkatan penumpang (*ridership*) transportasi publik. Hal ini mengacu pada tingkat sensitivitas variabel peningkatan layanan yang sebelumnya dijelaskan pada Bagian 0. Nilai tertinggi diberikan jika inisiatif memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap peningkatan *ridership*, sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Nilai terendah diberikan jika inisiatif tidak memiliki kaitan dengan inisiatif yang memiliki sensitivitas tinggi. Selain itu, nilai kebermanfaatannya atas dampak yang signifikan terhadap kelompok rentan, dapat menjadi pertimbangan.

Kemudahan pelaksanaan inisiatif dinilai dari potensi biaya yang dibutuhkan oleh pemerintah, dukungan atau urgensi dari regulasi, serta kompleksitas pemangku kepentingan yang terlibat. Langkah asesmen yang dilakukan untuk ketiga kriteria tersebut adalah sebagai berikut.

- Potensi biaya yang dibutuhkan, dinilai dari asumsi komponen biaya yang berpotensi dikeluarkan untuk setiap inisiatif. Nilai tertinggi diberikan untuk inisiatif dengan komponen biaya yang banyak dan/atau biaya yang relatif tinggi. Nilai terendah diberikan untuk inisiatif dengan komponen biaya yang sedikit dan/atau biaya yang relatif rendah.
- Dukungan dari regulasi, dinilai dari apakah inisiatif tersebut masuk ke dalam peraturan dan dokumen rencana Pemerintah Kota Surakarta lainnya, misalnya target cakupan layanan transportasi publik, serta seberapa detail inisiatif tersebut dijelaskan. Hal ini mengindikasikan urgensi implementasi inisiatif tersebut. Nilai tertinggi diberikan untuk inisiatif yang tercantum dalam peraturan secara detail. Nilai terendah diberikan untuk inisiatif yang tidak disebutkan sama sekali dalam peraturan.
- Kompleksitas pemangku kepentingan, dinilai dari jumlah pemangku kepentingan yang terlibat dan peran yang dibutuhkan dari setiap pemangku kepentingan. Berdasarkan pemetaan yang dilakukan, untuk sebuah inisiatif, jumlah pemangku kepentingan paling banyak adalah 3, sementara jumlah total aktivitas yang dilakukan (mengindikasikan banyaknya kebutuhan koordinasi) paling banyak adalah 10. Nilai tertinggi diberikan jika kompleksitas pemangku kepentingan tinggi dan nilai terendah diberikan jika kompleksitas pemangku kepentingan rendah.

Tabel 39. Matriks Penilaian Kompleksitas Pemangku Kepentingan

Jumlah Aktivitas	Jumlah Pemangku Kepentingan		
	1	2	3
1	Rendah	Rendah-Sedang	Sedang-Tinggi
2	Rendah	Rendah-Sedang	Sedang-Tinggi
3	Rendah	Sedang-Tinggi	Tinggi
4	Rendah	Sedang-Tinggi	Tinggi
5	Rendah	Sedang-Tinggi	Tinggi
6	Rendah	Sedang-Tinggi	Tinggi
7	Rendah-Sedang	Tinggi	Tinggi
8	Rendah-Sedang	Tinggi	Tinggi
9	Rendah-Sedang	Tinggi	Tinggi
10	Rendah-Sedang	Tinggi	Tinggi

3.4.3.2. Solusi *Quick-Win* untuk Kota Surakarta

Berdasarkan penilaian yang dilakukan, daftar pendek inisiatif atau solusi *quick-win* untuk peningkatan layanan transportasi publik di Kota Surakarta terdiri dari inisiatif yang bersifat:

- Relevan dengan isu yang dihadapi penumpang saat ini;
- Berpotensi meningkatkan jumlah penumpang;
- Potensi biaya implementasi yang relatif rendah;
- Didukung oleh regulasi atau terdapat urgensi untuk dilaksanakan; dan/atau
- Membutuhkan peran dan koordinasi pemangku kepentingan yang tidak kompleks.

Inisiatif-inisiatif yang direkomendasikan untuk diimplementasi dalam jangka pendek oleh Pemerintah Kota Surakarta guna meningkatkan kualitas layanan transportasi publik di Kota Surakarta adalah sebagai berikut.

Tabel 40. Rekomendasi Inisiatif Peningkatan Layanan Transportasi dalam Jangka Pendek (Solusi *Quick-Win*)

Skor A	Skor B	Inisiatif/Detail Inisiatif Jangka Pendek (<i>Quick-Win</i>)	Variabel Peningkatan Layanan yang Diakomodasi*
7	11	Peningkatan kepastian lokasi naik-turun penumpang di halte	Keandalan (kepastian waktu), kenyamanan (aksesibilitas)
6	11	Perbaikan sistem informasi di halte, sistem audio/visual <i>signage</i> dan peta	Kenyamanan (inklusivitas)
6	10	Perbaikan sistem informasi di bus, sistem audio/visual navigasi	Kenyamanan (inklusivitas)
6	10	Fasilitas kesetaraan untuk aksesibilitas di bus dan halte	Kenyamanan (inklusivitas)
7	8	Pembangunan penyeberangan jalan <i>pelican crossing</i>	Kenyamanan (aksesibilitas) dan keselamatan
6	9	Pemasangan sinyal prioritas dan pengaturan siklus khusus untuk bus	Keandalan (waktu tempuh)
7	7	Pemastian kualitas perawatan dan pemeliharaan bus oleh operator	Keandalan (waktu tempuh), kenyamanan
6	7	Penutupan arus yang berpotongan dengan jalur bus di persimpangan	Keandalan (waktu tempuh)
Keterangan: A = Kategori Urgensi Peningkatan Layanan B = Kategori Kemudahan Pelaksanaan Inisiatif *Variabel peningkatan layanan yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap <i>ridership</i> transportasi publik			

Sumber: Analisis ITDP (2024)

3.5. Rekomendasi Rencana Aksi Solusi *Quick-Win* Peningkatan Layanan Transportasi Publik

Berdasarkan kondisi-kondisi yang ditemui saat ini di Kota Surakarta, untuk setiap inisiatif jangka pendek, direkomendasikan rencana aksi yang perlu dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta untuk meningkatkan kualitas layanan transportasi publik di Kota Surakarta. Rekomendasi ini bersifat konseptual

dan kemudian perlu ditindaklanjuti dengan studi/kajian dan penyusunan peraturan (apabila dibutuhkan) untuk dapat diimplementasi. BLUD UPTD Transportasi menjadi aktor kunci dalam mewujudkan rencana aksi ini. Dalam seluruh tahapan menuju implementasinya, BLUD UPTD Transportasi perlu berkoordinasi dengan pemangku kepentingan lain yang diperlukan keterlibatannya.

Daftar rekomendasi rencana aksi untuk setiap inisiatif jangka pendek peningkatan layanan transportasi publik di Kota Surakarta, serta pemangku kepentingan yang terlibat, dirincikan pada Tabel 41 berikut.

Tabel 41. Detail Inisiatif/Rencana Aksi Jangka Pendek Peningkatan Layanan Transportasi Publik di Kota Surakarta

Inisiatif/Detail Inisiatif	Kondisi Saat Ini	Rencana Aksi	Pemangku Kepentingan Terlibat
Keandalan Layanan			
Pemasangan sinyal prioritas dan pengaturan siklus khusus untuk bus	<ul style="list-style-type: none"> Lalu lintas bus masih bergabung dengan kendaraan bermotor lainnya, termasuk pada simpang. 	<ul style="list-style-type: none"> Merancang ulang siklus simpang berdampak pada rute yang menjadi prioritas uji coba rencana jalur BRT Melakukan analisis dampak lalu lintas dari pengaturan ulang siklus simpang Menyusun strategi penegakan hukum di simpang 	<ul style="list-style-type: none"> Dinas Perhubungan – Bidang Lalu Lintas Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi Satuan Lalu Lintas Polri
Peningkatan kepastian naik-turun penumpang	<ul style="list-style-type: none"> Pramudi hampir tidak akan berhenti jika tidak ada penumpang yang menyampaikan akan turun Pada kasus tertentu, pintu tengah bus (<i>high-entry</i>) tidak terbuka padahal penumpang sudah menunggu di halte dengan lantai tinggi, sehingga tidak dianggap akan naik bus Bus tidak menepi ke halte, sehingga penumpang turun di badan jalan melalui pintu depan (<i>low-entry</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> Penyusunan atau penegakan SPM/SOP pengoperasian, termasuk yang berkaitan dengan kepastian naik-turun penumpang. Pemantauan ketercapaian SPM/SOP, disertai dengan pemberian sanksi untuk kondisi ketidaktercapaian tertentu 	<ul style="list-style-type: none"> Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi Pihak ketiga yang berlaku sebagai manajemen pengelola (jika ada)
Pemastian kualitas perawatan dan pemeliharaan bus oleh operator	Pintu pada bus-bus di rute tertentu tidak dapat dibuka secara otomatis, sehingga harus dibuka secara manual. Hal ini membutuhkan waktu yang cukup lama untuk naik-turun penumpang dan berpengaruh pada waktu tempuh perjalanan.	<ul style="list-style-type: none"> Pengecekan kondisi bus Siap Operasi (SO) sesuai dengan kondisi yang ditentukan dalam SOP atau SPM. 	<ul style="list-style-type: none"> Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi (dapat diwakili oleh pihak ketiga yang berlaku sebagai manajemen pengelola)
Kenyamanan Layanan			
Perbaikan sistem informasi di halte, sistem audio/visual <i>signage</i> dan peta	<ul style="list-style-type: none"> Beberapa halte tidak memiliki <i>signage</i> atau rambu yang jelas sebagai penanda titik pemberhentian bus <i>Signage</i> atau rambu bus stop terletak berjarak dengan halte, 	<ul style="list-style-type: none"> Perencanaan dan perancangan sistem informasi audiovisual yang terdiri dari penunjuk arah, peta lokalitas di sekitar halte, peta jaringan layanan transportasi publik di Kota Surakarta, informasi rute 	<ul style="list-style-type: none"> Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi Dinas Penataan Ruang

Inisiatif/Detail Inisiatif	Kondisi Saat Ini	Rencana Aksi	Pemangku Kepentingan Terlibat
	<p>menyebabkan bingungnya penumpang terkait titik naik/turun bus</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada informasi rute dan layanan eksisting yang berhenti di halte/ bus stop, termasuk di Terminal Kartasura • Informasi jaringan layanan Batik Solo Trans tidak tersedia sehingga penumpang, terutama penumpang baru dan lansia, harus bergantung pada informasi dari pramudi • Tidak ada informasi penunjuk arah di terminal/ halte transit, menyebabkan bingungnya penumpang ketika transit, misalnya di Terminal Tirtonadi 	<p>layanan, estimasi jadwal/ kedatangan bus (statis dan <i>real-time</i>), dan jam operasional layanan</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penyesuaian letak <i>signage</i> atau rambu sehingga berdekatan dengan bangunan halte • Penyesuaian desain memastikan keterbacaan dan akses terhadap informasi yang disediakan • Penyesuaian atau pengajuan penyesuaian informasi lokasi halte pada aplikasi peta (misal: Google Maps) atau aplikasi <i>tracking</i> lokasi bus (misal: Mitra Darat) 	
Perbaikan sistem informasi di bus, sistem audio/visual navigasi	Tidak ada informasi layanan di dalam bus, baik audio maupun visual, misalnya di Koridor 1, Koridor 3, dan Rute F11	<ul style="list-style-type: none"> • Penyusunan rekomendasi penyediaan sistem informasi audiovisual pada bus (termasuk informasi integrasi layanan di halte-halte transit) • Penyediaan sistem informasi audiovisual pada seluruh armada 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi • Operator bus
Fasilitas kesetaraan untuk aksesibilitas di bus dan halte	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Ramp</i> masih terlalu curam untuk dilalui oleh pengguna kursi roda. Halte-halte di Koridor 3 dan Koridor 4 tidak memiliki <i>ramp</i> (Pranata, 2021)⁶⁰. • Jalur pejalan kaki di sekitar halte tidak ada atau tidak memadai, dan tidak dilengkapi dengan jalur pemandu (<i>tactile</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemetaan halte dengan <i>demand</i> penumpang tinggi di setiap rute untuk prioritas dan pentahapan pembangunan atau revitalisasi • Penerapan prinsip desain universal dalam penyediaan fasilitas halte dan tempat pemberhentian bus (TPB) inklusif, termasuk di antaranya <i>ramp</i>, peneduh, kursi, jalur pemandu, dan sistem informasi audiovisual yang disesuaikan dengan tipologi halte⁶¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi
Pembangunan penyeberangan jalan <i>pelican crossing</i>	Sebagian besar ruas jalan di Kota Surakarta tidak dilengkapi dengan penyeberangan yang selamat untuk pejalan kaki, sehingga sulit untuk mengakses halte.	<ul style="list-style-type: none"> • Memetakan halte-halte yang belum memiliki penyeberangan sebidang • Menyediakan fasilitas penyeberangan sebidang bersinyal (<i>pelican crossing</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dinas Perhubungan – Bidang Lalu Lintas • Dinas Perhubungan – BLUD UPTD Transportasi

⁶⁰ Pranata. 2021. Keberlanjutan Sosial dan Persepsi Masyarakat terhadap Transportasi Umum di Kota Surakarta (Studi Kasus Bus BST Tahun 2021). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

⁶¹ Halte di Kota Surakarta terdiri dari bus stop (titik pemberhentian yang hanya ditandai oleh rambu), halte dengan kanopi, dan sub-terminal (halte dengan ruang tunggu tertutup dengan banyak kursi).

Inisiatif/Detail Inisiatif	Kondisi Saat Ini	Rencana Aksi	Pemangku Kepentingan Terlibat
	<p>Penyeberangan utamanya tersedia di persimpangan, tetapi tidak di tengah-tengah segmen jalan (<i>midblock</i>). Hal ini salah satunya ditemukan di Jalan Slamet Riyadi, di mana menyeberang menjadi lebih sulit karena jumlah lajur lalu lintas yang banyak (4 lajur).</p>	<p>dengan waktu penyeberangan mempertimbangkan kecepatan berjalan kelompok rentan</p>	

Bagian 4. Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Elektrifikasi transportasi publik perkotaan di Indonesia menunjukkan tren yang menjanjikan dari segi kelayakan finansial, regulasi, dan teknologi. Berdasarkan analisis ITDP untuk elektrifikasi Transjakarta (2022), penggunaan bus listrik semakin layak secara ekonomi, walaupun masih memerlukan dukungan kebijakan yang lebih komprehensif untuk mempercepat adopsinya. Selain itu, perkembangan teknologi ekosistem bus listrik juga menunjukkan tren yang menunjukkan kelayakan yang semakin baik. Lebih dari 20 model bus listrik sudah beroperasi dan diuji coba di sejumlah layanan transportasi publik perkotaan di Indonesia, termasuk di Jakarta, Medan, Bogor, Surabaya, dan Yogyakarta, membuat kota-kota lain memiliki gambaran terkait performa bus listrik untuk transportasi publik perkotaan di Indonesia. Isu dan peluang dari elektrifikasi transportasi publik perkotaan di Indonesia pada aspek pembiayaan, kebijakan, serta teknologi & operasional terangkum pada Tabel 33.

Tabel 42 Isu dan Peluang Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia

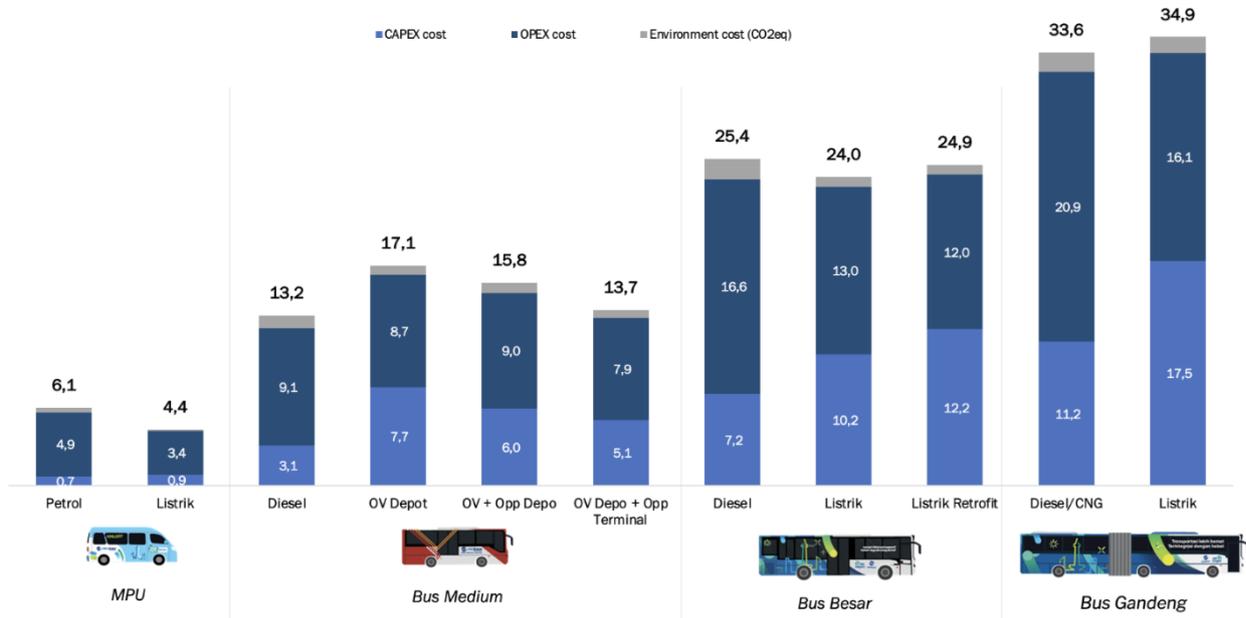
	Isu	Peluang
 <p>Investasi, Biaya, dan Pendanaan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Investasi awal lebih tinggi: <ul style="list-style-type: none"> - CAPEX 45% - 300% lebih tinggi dari pada bus konvensional. - Selain biaya pembelian armada, terdapat biaya fasilitas pengisian daya dan infrastruktur kelektrikan tambahan - Harga baterai 40% - 60% dari biaya pembelian bus listrik 2) Proporsi pembiayaan melalui equity (biaya modal) cenderung lebih tinggi karena akses ke pembiayaan lebih terbatas 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Life cycle cost & biaya operasional lebih rendah: <ul style="list-style-type: none"> - BOK/km bus kecil listrik lebih rendah 28% daripada bus kecil konvensional - Biaya energi berpotensi 4x lebih rendah dari kendaraan konvensional dengan tarif listrik curah - Biaya pemeliharaan berpotensi 40% lebih rendah - Sumber pendanaan dan pembiayaan alternatif <i>green projects</i>
 <p>Dukungan Kebijakan dan Peraturan</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dasar hukum yang masih belum lengkap untuk elektrifikasi transportasi publik: <ul style="list-style-type: none"> - Penyelenggaraan transportasi publik merupakan tanggung jawab Pemda, namun elektrifikasi merupakan program yang dicanangkan pemerintah pusat - Butuh dasar hukum perpanjangan durasi kontrak untuk penyesuaian waktu pengembalian pinjaman CAPEX 2) Insentif yang ada hanya berpotensi menurunkan kebutuhan CAPEX hingga ~4%, belum cukup untuk mengatasi tingginya biaya investasi bus listrik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Dukungan hukum untuk mendukung KBLBB: <ul style="list-style-type: none"> - Sudah ada cantolan kebijakan KBLBB secara umum, pada Perpres 79/2023 - Sudah ada <i>best practices</i> terkait kerangka hukum durasi kontrak untuk waktu pengembalian pinjaman CAPEX 2) Peluang memaksimalkan pagu anggaran hingga 5% untuk transportasi publik di Kota Pekanbaru (saat ini baru 1,5%) 3) Potensi earmarking dari PKB/opsen PKB
 <p>Teknologi dan Operasi</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Inkonsistensi program pengalihan teknologi dan dukungan dari pemerintah pusat untuk armada transportasi publik (misal, program CNG pemerintah pusat pada tahun 2010an) 2) Ketidakpastian resale value dan resale options karena teknologi yang masih baru 3) Ketidakpastian performa teknologi di kondisi lokal 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Harga baterai cenderung menurun 2) Penggunaan SPKLU, utamanya untuk MPU dengan kebutuhan energi seperti mobil penumpang 3) Sudah ada pilot project dan operasional bus listrik di sejumlah kota lain, sebagai best practices roadmap, teknologi, dan estimasi BOK

Jika dianalisis lebih lanjut untuk tiap model bus yang dipakai di layanan Transjakarta, model MPU (Model Penumpang Umum, sering juga disebut dengan “feeder” atau “angkot”) berbasis listrik menunjukkan potensi penghematan BOK/bus/km yang cukup besar dibandingkan MPU konvensional. Bus besar berbasis listrik juga telah memiliki TCO parity dengan bus besar konvensional. Bus medium berbasis listrik dapat memiliki TCO parity dengan bus medium konvensional, asalkan fasilitas pengisian daya tidak hanya terpusat di depo, namun juga di terminus untuk kebutuhan *opportunity charging*. Hal ini umumnya disebabkan karena jangkauan tempuh bus medium berbasis listrik yang dapat beroperasi di Indonesia lebih kecil dari jarak tempuh harian bus medium untuk transportasi publik perkotaan.

Perbandingan BOK/bus/km antara bus listrik dan bus konvensional untuk tiap model bus diilustrasikan pada Gambar 26⁶². Karena besar perbandingan BOK/km/bus tergantung dengan asumsi-asumsi yang digunakan, termasuk asumsi biaya kapital (CAPEX), biaya operasional (OPEX), usia pakai bus listrik dan bus konvensional, serta strategi pengisian daya, perhitungan serupa akan dilakukan untuk Kota Surakarta untuk mengetahui lebih pasti perbandingan antara BOK/km/bus antara bus konvensional dan bus listrik

⁶² Beberapa asumsi yang digunakan: 1. Usia pakai bus listrik ditetapkan 10 tahun berdasarkan Perda DKI No. 5/2014. Usia pakai bus konvensional menyesuaikan durasi kontrak maksimum armada Transjakarta; 2. Pada bus medium, “OV depot” adalah bus listrik dengan pengisian daya *overnight* di depo, “OV + opp depo” berarti pengisian daya *overnight* dan *opportunity* pada depo, “OV depo + opp terminal” berarti pengisian daya *overnight* di depo, namun *opportunity charging* di terminal. Strategi pengisian daya “OV depot” memiliki *replacement ratio* tertinggi karena jumlah bus yang dibutuhkan lebih banyak untuk mempertahankan pola operasional eksisting; 3. *Environment cost* menggambarkan nilai moneter dari dampak emisi karbon yang dihasilkan oleh setiap jenis kendaraan. Biaya ini merupakan konversi kuantitatif dari volume emisi GRK yang dihasilkan selama operasional kendaraan.

yang telah disesuaikan dengan asumsi-asumsi yang digunakan untuk perencanaan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta.



Gambar 58 Perbandingan BOK/bus/km Antara Bus Bistrik dan Bus Konvensional untuk Tiap Model Bus

Melalui Studi Tahap 1 “Peta Jalan dan Program Insentif untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Perkotaan di Tingkat Nasional”, ITDP Indonesia telah merumuskan peta jalan elektrifikasi transportasi publik perkotaan secara nasional. Dokumen ini menilai 11 kota prioritas, namun belum mencakup Kota Surakarta. Surakarta dipilih sebagai lokasi penyusunan peta jalan tingkat subnasional—bersama Pekanbaru dan Surabaya—karena keberhasilannya, sebagai kota berukuran sedang, dalam melakukan reformasi transportasi publik. Reformasi tersebut mencakup konsolidasi koperasi angkot dan bus kota menjadi konsorsium pengelola Batik Solo Trans. Peta jalan elektrifikasi Surakarta diharapkan menjadi model replikasi bagi kota lain dengan karakteristik serupa. Analisis dalam laporan ini merinci kebutuhan armada bus listrik dengan mempertimbangkan jaringan rute yang ada, rencana pengembangan rute, serta karakteristik operasional dan geografis Kota Surakarta.

4.1 Framework dan Metodologi Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik

Untuk memastikan bahwa penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta telah mempertimbangkan konteks lokal, metodologi penyusunan tahap implementasi elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta mengikuti pendekatan sistematis yang terdiri dari empat langkah utama.

Proses penyusunan dimulai dengan identifikasi komponen peta jalan elektrifikasi transportasi publik yang akan masuk ke dalam bagian analisis dan penjaringan masukan awal dari pemerintah kota. Langkah ini mencakup pengumpulan informasi dasar tentang kebutuhan dan karakteristik transportasi publik lokal serta prioritas pemerintah kota.

Langkah kedua berfokus pada identifikasi basis data dan informasi yang tersedia untuk menentukan metodologi dan pendekatan yang tepat. Data yang dianalisis meliputi data transportasi eksisting dan rencana transportasi yang ada di Kota Surakarta.

Pada langkah ketiga, dilakukan penentuan pendekatan teknis yang dipilih. Pendekatan ini bisa berupa:

Penyusunan tahap implementasi bus listrik berdasarkan kebutuhan bus per rute, yang mempertimbangkan karakteristik dan prioritas masing-masing rute secara spesifik, atau Penyusunan tahap implementasi bus listrik berdasarkan jumlah bus keseluruhan yang dibutuhkan, yang melihat kebutuhan armada secara agregat dan bertahap.

Langkah terakhir adalah detail penyusunan peta jalan yang mengintegrasikan komponen teknis dan nonteknis.



Gambar 59 Metodologi Penyusunan Tahap Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

4.1.1 Komponen Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik

Komponen peta jalan elektrifikasi yang akan dianalisis pada studi ini secara garis besar dapat dibagi menjadi dua aspek, yaitu aspek teknis dan aspek nonteknis, dengan pembagian sebagai berikut:

- Teknis
 - Jumlah dan jenis bus listrik yang masuk ke dalam analisis, serta pentahapannya, mempertimbangkan kondisi eksisting & rencana operasional transportasi publik
 - Pemilihan teknologi bus listrik dan fasilitas pengisian daya
 - Pentahapan lokasi, jumlah, dan strategi pengisian daya
- Nonteknis
 - Dukungan kebijakan di pusat dan daerah yang dibutuhkan
 - Integrasi dengan strategi FMLM (*First Mile & Last Mile*) untuk meningkatkan cakupan layanan transportasi publik dan memaksimalkan dampak elektrifikasi.

Peta jalan yang disusun juga akan mempertimbangkan rekomendasi modal kontrak, pada Bagian Strategi Reformasi Transportasi Publik yang telah disusun dan aspek GEDSI (*Gender Equality, Disability, and Social Inclusion*), untuk memastikan elektrifikasi transportasi publik yang inklusif.

Selain aspek teknis dan nonteknis, analisis peta jalan elektrifikasi transportasi publik pada laporan ini juga mencakup *impact analysis* dalam hal:

- Estimasi kebutuhan biaya investasi sesuai dengan tahap implementasi yang telah disusun
- Estimasi dampak elektrifikasi, berupa:
 - Dampak penurunan GRK dan polusi udara
 - Dampak terhadap kebutuhan BOK/km/bus
 - Dampak ekonomi dan finansial, melalui Analisis Biaya – Manfaat (*Cost-Benefit Analysis* atau CBA).

- Estimasi besar kebutuhan subsidi per tahun dan persinya terhadap total APBD Kota Surakarta.

4.1.2 *Framework* Penentuan Target dalam Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik

Penetapan target memegang peranan penting dalam penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta. Target yang jelas dan terukur menjadi landasan untuk menentukan kebutuhan *resources* (sumber daya) secara efektif dan efisien. Tanpa target yang spesifik, sulit untuk mengukur kemajuan implementasi dan mengevaluasi keberhasilan program.

Dalam penyusunan peta jalan elektrifikasi, beberapa target perlu diidentifikasi:

Target *Ultimate* yang Ingin Dicapai

Target *ultimate* merupakan tujuan akhir yang hendak dicapai melalui elektrifikasi transportasi publik. Hal ini mencakup:

- Persentase armada yang terelektifikasi
- Jumlah armada transportasi publik yang perlu dielektifikasi
- Target yang terkait dengan dampak lingkungan dan kesehatan, seperti penurunan GRK, reduksi polusi udara, serta penurunan kasus/kematian akibat Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), atau Indeks Kualitas Udara (IKU)

Target Tahun Mulai dan Tahun Tercapai

Penetapan kerangka waktu implementasi yang perlu ditetapkan adalah:

- Tahun dimulainya program elektrifikasi
- Tahun target tercapainya target *ultimate* elektrifikasi
- Target-target antara pada tahun-tahun tertentu sebagai *milestone* ketercapaian target dan untuk memantau progres

Target Pendukung

Target pendukung berfungsi sebagai indikator operasional yang mendukung pencapaian target *ultimate*, misalnya:

- Target *replacement ratio* antara bus diesel dan bus listrik
- Rasio jumlah penduduk dan jumlah bus yang mengacu pada studi tahap sebelumnya
- Jumlah rute yang dapat diturunkan menjadi kebutuhan jumlah dan jenis bus

Beberapa faktor penting yang perlu dipertimbangkan dalam penetapan target adalah sebagai berikut:

Data Operasional yang Tersedia

Data operasional yang tersedia dibutuhkan khususnya untuk menentukan target *ultimate* yang bersifat teknis, misalnya terkait jumlah armada transportasi publik yang perlu dielektifikasi.

Rencana dan Target Pemerintah Daerah

Prioritas utama dalam penetapan target adalah mempertimbangkan rencana atau target yang telah ditetapkan oleh pemerintah Kota Surakarta. Jika belum ada target spesifik di tingkat daerah, penetapan target dapat mengacu pada rencana atau target dari pemerintah pusat.

Rekomendasi dari Studi Tahap Sebelumnya

Rasio antara jumlah penduduk dan jumlah bus yang direkomendasikan dari studi tahap sebelumnya menjadi acuan penting dalam penetapan target kuantitatif.

Dukungan dari Pemerintah Pusat

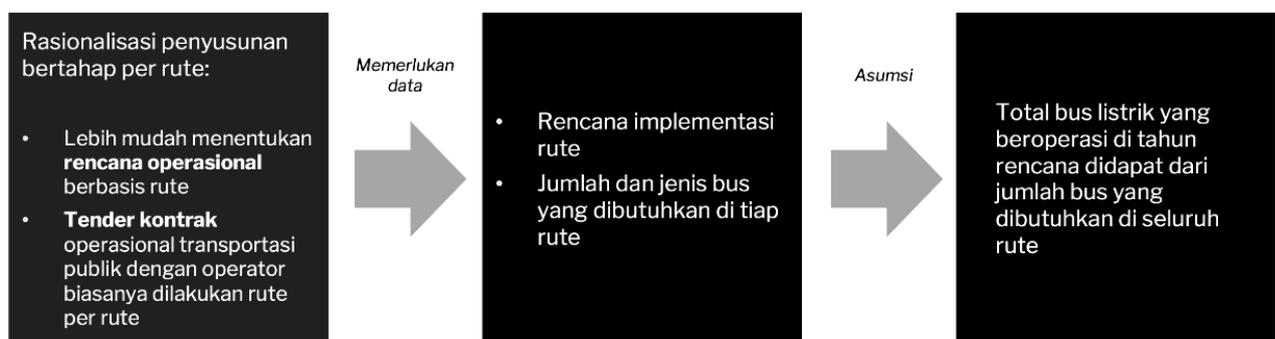
Dukungan dari pemerintah pusat, baik berupa kebijakan, regulasi, maupun pendanaan, perlu dipertimbangkan dalam menetapkan target yang realistis. Jika pemerintah pusat belum memiliki dukungan konkret terkait elektrifikasi transportasi publik perkotaan di tingkat daerah, potensi-potensi dukungan perlu teridentifikasi.

Lini Masa Perencanaan dan Kapasitas Fiskal Daerah

Target yang ditetapkan harus diselaraskan dengan lini masa perencanaan daerah dan mempertimbangkan kapasitas fiskal Kota Surakarta untuk memastikan keberlanjutan implementasi.

Jika Kota Surakarta belum memiliki target spesifik terkait elektrifikasi transportasi publik, penyusunan target akan dilakukan berdasarkan analisis terhadap data-data yang tersedia. Pendekatan ini memastikan bahwa target yang disusun bersifat realistis, terukur, dan sesuai dengan konteks lokal.

4.1.3 Penentuan Pendekatan Teknis dalam Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik



Gambar 60 Penentuan pendekatan teknis yang tepat terkait penentuan jumlah dan jenis bus

Dalam menyusun peta jalan elektrifikasi transportasi publik untuk Kota Surakarta, penentuan pendekatan teknis yang tepat terkait penentuan jumlah dan jenis bus merupakan faktor krusial yang akan mempengaruhi efektivitas implementasi. Terdapat dua pendekatan utama yang dapat dipertimbangkan dalam penentuan jumlah dan jenis bus yang akan dielektifikasi, yaitu pendekatan *bulk/agregat* dan pendekatan *rute per rute*.

- Pendekatan *bulk/agregat*: pendekatan ini berfokus pada penentuan jumlah total bus yang akan dielektifikasi, seperti yang diterapkan di Transjakarta, di mana rute ditentukan belakangan menyesuaikan jumlah bus yang kontraknya akan berakhir.
- Pendekatan *rute per rute*: pendekatan ini memetakan kebutuhan elektrifikasi berdasarkan rute-rute spesifik, dengan mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan masing-masing rute.

Pemilihan pendekatan teknis perlu mempertimbangkan berbagai faktor kontekstual. Pertimbangan utama mencakup model perencanaan operasional, di mana pendekatan rute per rute memiliki keunggulan dalam mengidentifikasi kebutuhan jumlah dan jenis bus yang spesifik di tiap rute. Pendekatan ini memungkinkan penentuan kebutuhan bus yang lebih presisi, yang telah mempertimbangkan frekuensi layanan, kapasitas armada, dan infrastruktur pengisian yang dibutuhkan pada setiap rute. Kecuali pada layanan Transjakarta, umumnya kontrak operasional transportasi publik melalui pembelian layanan dilaksanakan rute per rute.

Faktor penting lainnya adalah fleksibilitas penempatan armada bus. Pendekatan *bulk* atau agregat memiliki keunggulan dalam memberikan fleksibilitas alokasi bus listrik, memungkinkan penyesuaian cepat terhadap perubahan kebutuhan atau prioritas layanan. Di sisi lain, pendekatan rute per rute, meskipun kurang fleksibel, menawarkan perencanaan yang lebih terstruktur dan terarah dengan mempertimbangkan karakteristik setiap rute, seperti panjang rute, topografi, pola permintaan, dan kebutuhan infrastruktur pendukung.

Penyusunan tahap implementasi bus listrik untuk Kota Surakarta pada studi ini, pendekatan rute per rute dipilih sebagai pendekatan teknis dalam penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik. Pemilihan ini didasarkan pada beberapa pertimbangan:

1. Keunggulan dalam perencanaan operasional: pendekatan rute per rute memungkinkan perencanaan operasional yang lebih terstruktur dan dapat disesuaikan dengan karakteristik spesifik tiap rute.
2. Kesesuaian dengan proses pengadaan: tender kontrak operasional transportasi publik dengan operator biasanya dilakukan rute per rute, sehingga pendekatan ini lebih selaras dengan praktik pengadaan.
3. Penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik pada studi tahap sebelumnya: studi tahap sebelumnya telah merekomendasikan jumlah *ultimate* armada transportasi publik yang dibutuhkan untuk Kota Surakarta secara *bulk/agregat* dan pentahapannya, yang telah disesuaikan dengan kategori wilayah perkotaan Surakarta. Pentahapan yang lebih detail, yang telah mempertimbangkan karakteristik rute eksisting mendetailkan tahap implementasi secara *bulk/agregat* yang telah disusun.

Pendekatan teknis yang dipilih memerlukan:

- Data eksisting dan rencana implementasi rute
- Informasi jumlah dan jenis bus yang dibutuhkan di setiap rute

Dengan pendekatan ini, total bus listrik yang beroperasi di tahun rencana akan diperoleh dari akumulasi jumlah bus yang dibutuhkan di seluruh rute yang akan dilayani.

4.1.4. Analisis Basis Data dan Informasi yang Tersedia untuk Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Analisis basis data dan informasi yang tersedia dibutuhkan untuk mengembangkan peta jalan elektrifikasi transportasi publik yang komprehensif bagi Kota Surakarta. Tingkat kedetailan peta jalan yang disusun juga turut dipengaruhi basis data dan informasi yang dapat diberikan oleh Pemerintah Kota Surakarta. Dengan mempertimbangkan data historis dan proyeksi ke depan, analisis ini menjadi landasan untuk menyusun target dan rencana teknis yang dapat diimplementasikan. Terdapat tiga tipe basis data dan informasi yang diperlukan untuk penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, yaitu basis data dan informasi terkait:

- Perencanaan tahun target, mencakup:
 - Tahun kritis terkait adopsi bus listrik maupun pengembangan transportasi publik;
 - Jangka waktu kritis yang perlu dipertimbangkan;

- Rencana Pemerintah Kota Surakarta maupun pemerintah pusat terkait operasional maupun elektrifikasi transportasi publik perkotaan—khususnya untuk Kota Surakarta di 2025 sebagai rencana tahun berjalan;
- Perencanaan teknis, mencakup:
 - Jumlah dan jenis bus yang akan dielektifikasi, didapat dari jumlah dan jenis bus listrik yang dibutuhkan di tiap rute;
 - Profil depo dan terminus, untuk mengidentifikasi lokasi pengisian daya untuk *overnight* dan *opportunity charging*; dan
- Informasi lainnya, mencakup:
 - Kerangka regulasi atau kebijakan terkait pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik yang dimiliki Pemerintah Kota Surakarta, maupun kerangka regulasi, kebijakan, atau dukungan dari pemerintah pusat terkait pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik perkotaan—khususnya untuk Kota Surakarta;
 - Karakteristik rute yang berhubungan dengan kelayakan elektrifikasi, misalnya *slope* rute; dan
 - Informasi lain terkait dengan pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik di Surakarta.

Untuk setiap basis data dan informasi, akan diidentifikasi:

- Data dan informasi yang tersedia;
- Data dan informasi yang kurang; dan
- Pendekatan yang dilakukan untuk memitigasi kekurangan data/informasi eksisting

4.1.4.1. Perencanaan Tahun Target

Dalam penyusunan peta jalan elektrifikasi transportasi di Kota Surakarta, penetapan tahun kritikal menjadi elemen penting dalam menentukan tahapan implementasi yang realistis dan sesuai dengan kondisi lokal. Berdasarkan kebijakan yang ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan, target elektrifikasi angkutan umum massal perkotaan ditetapkan dalam tiga tahap utama. Pada tahun 2030, ditargetkan bahwa 90% angkutan umum massal perkotaan di Kota Surakarta telah menggunakan kendaraan listrik. Tahap ini menjadi langkah awal yang signifikan dalam upaya mengurangi emisi GRK serta ketergantungan pada bahan bakar fosil. Pada tahun 2040, target ini diperluas menjadi 100% elektrifikasi untuk seluruh angkutan umum massal perkotaan, sehingga pada titik ini, semua bus kota dan moda transportasi utama lainnya telah beralih ke sistem listrik. Kemudian, pada tahun 2045, elektrifikasi diharapkan sudah mencakup 100% seluruh angkutan umum, termasuk MPU yang melayani perjalanan dalam skala lebih kecil.

Dalam menentukan tahapan elektrifikasi ini, data mengenai usia dan kepemilikan armada pada masing-masing koridor transportasi menjadi faktor penting. Usia kendaraan dan pola kepemilikan akan menjadi dasar bagi perencanaan pengadaan armada baru, sehingga elektrifikasi dapat dilakukan dengan pendekatan yang lebih terstruktur dan efisien. Peremajaan kendaraan harus mempertimbangkan usia armada dan efisiensi operasional, sehingga transisi ke kendaraan listrik dapat berjalan secara bertahap tanpa mengganggu layanan transportasi publik yang sudah ada.

Meskipun tahun kritikal (2030, 2040, dan 2045) digunakan sebagai acuan dalam penentuan target, konsep ini tidak bersifat mengikat dalam implementasi. Tahun-tahun yang telah ditetapkan berfungsi sebagai kerangka analisis untuk mensimulasikan tahapan elektrifikasi secara bertahap. Oleh karena itu, pada setiap tahun kritikal akan dilakukan evaluasi menyeluruh untuk menilai apakah target yang telah ditetapkan masih realistis untuk dicapai, atau perlu disesuaikan dengan kondisi aktual. Pendekatan ini memungkinkan adanya fleksibilitas dalam perencanaan, sehingga keputusan yang diambil tetap mempertimbangkan aspek teknis, kebijakan, serta kesiapan infrastruktur dan sumber daya.

Saat ini, Pemerintah Kota Surakarta belum memiliki target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, sehingga tahun akhir tercapainya target elektrifikasi transportasi publik harus ditentukan berdasarkan pendekatan lain. Informasi yang menunjang rasionalisasi penetapan target elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta adalah sebagai berikut:

- Target elektrifikasi transportasi publik perkotaan dari Kementerian Perhubungan dan dari studi tahap selanjutnya, berupa:
 - 90% elektrifikasi transportasi publik perkotaan untuk angkutan umum massal (bus) tercapai pada 2030 untuk 42 kota yang ditargetkan oleh Kementerian Perhubungan.
 - 100% elektrifikasi angkutan umum massal perkotaan tercapai di 2040.
 - 100% elektrifikasi angkutan umum massal dan MPU perkotaan tercapai di 2045.
 - Target elektrifikasi untuk Kota Surakarta direncanakan untuk dapat memenuhi target 100% elektrifikasi angkutan umum massal perkotaan tercapai pada 2040 dan 100% keseluruhan angkutan perkotaan pada 2045, bahkan lebih cepat, yang disesuaikan dengan jadwal pergantian armada sesuai usia pakai maksimum, dimana armada konvensional diganti oleh armada berbasis listrik setelah usia pakainya habis.

Pemerintah Kota Surakarta sudah memiliki peraturan daerah yang mengatur batas usia pakai maksimum armada transportasi publik perkotaan. Batas usia pakai maksimum armada transportasi publik perkotaan di Kota Surakarta diatur dalam Peraturan Walikota Surakarta Nomor 8A Tahun 2017 Tentang Standar Pelayanan Minimal Badan Layanan Umum Daerah Unit Pelaksana Teknis Transportasi. Standar Pelayanan Minimal untuk Bus Batik Solo Trans dan angkutan kota atau *feeder* paling tinggi adalah 10 tahun atau ditetapkan pemberi izin sesuai dengan kondisi daerah.

- Informasi terkait tahun awal dan tahun akhir operasional bus-bus eksisting Batik Solo Trans:

Tabel 43 Jumlah Armada, Tahun Pengadaan, dan Tahun Akhir Usia Layanan Armada BST 2025

Rute	Type	Jumlah Armada		Tahun Pengadaan	Tahun Akhir Usia Layanan
		SO	SGO		
K01	Mitsubishi Canter FE84	15	17	2020	2030
FD02 (K02)	Suzuki Futura	11	12	2019	2029
K03	Mitsubishi Canter FE84	12	13	2016	2026
K04	Mitsubishi Canter FE84	12	13	2016	2026
K05	Isuzu NQR 71	15	17	2021	2031
K06	Isuzu NQR 71	8	9	2021	2031
FD07	Daihatsu Luxio	7	8	2023	2033
FD08	Daihatsu Luxio	9	10	2023	2033
FD09	Daihatsu Luxio	8	9	2023	2033
FD10	Daihatsu Luxio	6	7	2023	2033
FD11	Suzuki Futura	9	10	2019	2029
FD12	Daihatsu Luxio	7	8	2023	2033

- Permenhub No. 98/2013 mengatur maksimum usia pakai armada transportasi publik perkotaan, maksimum 20 tahun.
- Berdasarkan informasi dari salah satu operator transportasi publik di Indonesia, umumnya, bus layak pakai dan masih memiliki nilai ekonomi yang baik selama maksimal 15 tahun.

Berdasarkan sejumlah informasi di atas, maka, target elektrifikasi transportasi publik untuk Kota Surakarta ditetapkan sebagai berikut:

- Pemerintah Kota Surakarta memiliki peraturan di tingkat daerah yang mengatur usia pakai armada transportasi publik yaitu selama 10 tahun, dan pada 2026 sudah ada armada bus medium yang berusia 10 tahun. Pergantian armada menggunakan bus listrik untuk 2026 tidak feasible untuk dilakukan mengingat belum adanya landasan regulasi, tidak adanya anggaran, serta belum
- dilaksanakannya uji coba (*pilot implementation*) bus listrik. Sehingga, elektrifikasi baru dapat diimplementasikan secara realistik secepat-cepatnya pada 2027. Armada transportasi publik yang sudah habis masa pakainya sebelum 2027 tetap diganti dengan kendaraan konvensional. Selain pergantian dengan menggunakan armada kendaraan listrik, elektrifikasi dapat dimulai secepat-cepatnya untuk memaksimalkan dampak positifnya dengan penambahan kendaraan listrik agar masing-masing rute dapat beroperasi sesuai SPM. Mempertimbangkan hal tersebut, elektrifikasi dapat dimulai di 2027, dengan catatan bahwa perencanaan anggaran yang memasukkan rencana elektrifikasi harus mulai dibahas pada tahun 2026.
- Implementasi elektrifikasi 100% direncanakan untuk dapat tercapai dalam 10 tahun sejak tahun ditetapkannya target⁶³, dengan catatan Pemerintah Kota Surakarta perlu segera menetapkan komitmen elektrifikasi dan landasan regulasinya pada 2025. Bukti penerapan jangka waktu 10 tahun ini berkaca pada komitmen Provinsi DKI Jakarta yang menetapkan 100% elektrifikasi Transjakarta pada 2030. Dengan target jumlah bus terelektifikasi dan kapasitas fiskal jauh lebih kecil dibandingkan Transjakarta, target ini dinilai masih rasional. Dengan asumsi komitmen elektrifikasi dapat ditetapkan dalam regulasi selambat-lambatnya pada 2026, target elektrifikasi 100% transportasi publik dapat tercapai di 2036.

Basis data dan informasi yang tersedia terkait penetapan tahun target, data dan informasi yang kurang, serta pendekatan yang dilakukan, dirangkum pada Tabel 37.

Tabel 44 Basis Data & Informasi yang Tersedia untuk Penyusunan Peta Jalan, terkait Tahun Kritis dan Rencana di 2025

Basis Data	Data dan Informasi yang Tersedia	Data dan Informasi yang Kurang	Pendekatan yang Dilakukan
Tahun Kritis	<p>2016: tahun pertama operasional 51 bus medium 7 meter di bawah layanan Batik Solo Trans (BST)</p> <p>2026: tahun akhir operasional bus medium baru di bawah layanan BST</p> <p>2030: target 90% elektrifikasi angkutan umum massal perkotaan dari Kemenhub;</p> <p>2040: target 100% elektrifikasi angkutan umum massal perkotaan dari Kemenhub</p> <p>2045: target 100% elektrifikasi angkutan umum (termasuk MPU) dari Kemenhub</p> <p>8 tahun: <i>benchmark</i> jangka waktu antara penetapan regulasi</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Target (tahun) untuk diimplementasikan penyesuaian pola operasi BST 2025 kembali ke pola operasi 2024 (pra-pemotongan anggaran). • Target (tahun) implementasi bus listrik (mulai dan target tahun akhir) dari pemerintah daerah 	<ul style="list-style-type: none"> • Target tahun <i>ultimate</i> dari target Kemhub, dengan penilaian realistik untuk keterpenuhan target di 2030, 2040, dan 2045. • Tahun realistis untuk elektrifikasi seluruh armada BST (selain 2030, 2040, dan 2045) • menggunakan <i>benchmark</i> antara penetapan regulasi yang mengatur target dan ketercapaian

⁶³ N+10 tahun, dimana N adalah tahun ditetapkan target 100% elektrifikasi. Misalnya, apabila target 100% ditetapkan dalam regulasi daerah (Perda, Perwali, atau serupa) pada 2026 maka N+10 atau target elektrifikasi 100% tercapai pada 2036 (2026+10).

	terkati target komitmen elektrifikasi 10.047 armada Transjakarta (pada 2022, diatur pada Kepgub DKI Jakarta No. 1053/2022) dan rencana 100% elektrifikasi tercapai (2030)		target 100% elektrifikasi
Rencana di 2026	Belum ada kepastian besar alokasi anggaran untuk operasional BST di 2026.	Target waktu implementasi untuk mengembalikan ke pola operasi BST 2024 setelah pola operasi BST 2025 berubah dikarenakan pengurangan anggaran, untuk rute <i>trunk line</i> .	Penyusunan <i>roadmap</i> menggunakan pola operasi 2024, bukan menggunakan pola operasi saat ini (2025)

4.1.4.2. Basis Data dan Informasi untuk Perencanaan Teknis

Terdapat dua basis data terkait perencanaan teknis yang akan dianalisis lebih lanjut ketersediaannya, yaitu:

- Jumlah dan jenis bus listrik yang akan dielektifikasi.
- Lokasi dan profil terminus, terminal, dan depo.

Identifikasi data & informasi yang tersedia terhadap dua basis data untuk perencanaan teknis, data & informasi yang kurang, serta pendekatan yang akan dilakukan terangkum pada Tabel 38, dan akan dijabarkan lebih lanjut pada subbab ini.

Tabel 45 Ketersediaan Basis Data Perencanaan Teknis dan Pendekatan yang Akan Dilakukan

Basis Data	Data dan Informasi yang Tersedia	Data dan Informasi yang Kurang	Pendekatan yang Dilakukan
Jumlah dan Jenis Bus Listrik yang dibutuhkan di tiap rute <i>Tujuan: basis utama penyusunan tahap implementasi</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Data operasional BST 2025 • Data operasional BST 2024 & estimasi kebutuhan bus sesuai usulan modifikasi layanan dari ITDP 	<ul style="list-style-type: none"> • Data <i>demand</i> atau proyeksi <i>demand</i> penumpang pada layanan BST 2025. • Konfirmasi terkait rencana melanjutkan rute layanan 2025 untuk tahun kedepannya atau ini hanya sementara karena terdapat pengurangan anggaran 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendefinisikan kondisi 2025 sebagai skenario <i>baseline</i> • Mendefinisikan usulan modifikasi ITDP terhadap kondisi layanan BST 2024 sebagai kondisi pola operasi yang ditargetkan pada tahun 100% elektrifikasi
Lokasi Terminal, Terminus, dan Depo <i>Tujuan: mengidentifikasi potensi lokasi pengisian daya untuk overnight dan opportunity charging</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat depo milik operator bus dan <i>feeder</i> • Terdapat beberapa terminal dan sub-terminal sebagai lokasi terminus maupun titik henti layanan BST 	<ul style="list-style-type: none"> • Informasi terkait perizinan pemasangan charger di luar depo milik operator (terminal, sub-terminal, dan lain-lain) • Informasi terkait kapasitas ruang pada setiap potensi lokasi pengisian daya • Rekomendasi atau masukan lainnya 	Identifikasi koordinat lokasi dan profil terminus melalui <i>Google Earth (aerial profile)</i> dan <i>Google Street View (at-grade condition)</i> .

		terkait penentuan lokasi pengisian daya oleh Dishub	
--	--	---	--

Jumlah dan Jenis Bus Listrik yang Akan Dielektifikasi

Pada Subbab 4.1.3, pendekatan rute per rute dipilih sebagai pendekatan teknis yang digunakan untuk penyusunan tahap implementasi bus listrik di Kota Surakarta. Oleh karena itu, jumlah dan jenis bus listrik yang akan dielektifikasi akan ditentukan berdasarkan kebutuhan bus di tiap rute.

Penentuan jumlah dan jenis bus listrik didasarkan pada keinginan Dishub Kota Surakarta untuk dapat mengembalikan pola operasi BST seperti pada 2024 dari pola operasi saat ini, dengan mengikuti jumlah kebutuhan bus optimal untuk dapat memenuhi operasional sesuai SPM. Dengan demikian, jumlah dan jenis bus listrik yang akan dielektifikasi mengikuti rekomendasi ITDP dengan rute layanan mengikuti rute layanan eksisting. Oleh karena itu, jumlah bus pada BST 2025 digunakan sebagai *baseline* dan diperlukan penambahan bus hingga tercapai elektrifikasi 100% pada 2036.

Rangkuman rute yang dipakai untuk penyusunan peta jalan elektrifikasi, serta analisis lebih lanjut untuk tiap rute, didemonstrasikan pada Tabel 39.

Tabel 46 Rute yang Dianalisis untuk Penyusunan Peta Jalan Elektrifikasi dan Kebutuhan Analisis Lebih Lanjut

Kode Rute	Terminus 1	Terminus 2	Jenis Bus (2024)	Jenis Bus Eksisting (2025)	Rencana Jenis Bus Listrik (2036)	Jumlah Bus SO & SGO (2024)	Jumlah Bus SO & SGO (2025)	Rencana Jumlah Bus SO & SGO (2036)	Keterangan perubahan pola operasi BST 2024 ke BST 2025	Ketersediaan Data untuk Analisis Lebih Lanjut		
										Panjang Rute	Jenis Bus	Jumlah Bus
K01	Terminal Palur	Bandara Adi Soemarmo	Besar	Bus medium	Bus besar	23/25	23/25	23/25	Terjadi penyesuaian jenis armada di tahun 2025	✓	✓	✓
K02	Terminal Palur	Sub-terminal Kerten	Bus medium	Feeder	Bus medium	14/15	11/12	14/15	Terjadi penyesuaian jenis armada di tahun 2025	✓	✓	✓
K03	Terminal Kartasura	Tugu Cembengan / Taman Lansia	Bus medium	Bus medium	Bus medium	13/14	12/13	13/14	Terjadi perubahan terminus di tahun 2025 (Taman Lansia)	✓	✓	✓
K04	Terminal Kartasura	Terminal Palur	Bus medium	Bus medium	Bus medium	16/18	12/13	16/18	Terjadi penyesuaian jumlah armada di tahun 2025	✓	✓	✓
K05	Terminal Tirtonadi	Simpang Sidan	Bus medium	Bus medium	Bus medium	22/24	22/24	22/24		✓	✓	✓
K06	Pasar Klewer	RS Indriyanti	Bus medium	Bus medium	Bus medium	10/11	10/11	10/11		✓	✓	✓
FD07	Sub Terminal Pelangi	RSUD Ngipang	Feeder	Feeder	Feeder	12/13	12/13	12/13		✓	✓	✓
FD08	Sub Terminal Pelangi / Taman Jaya Wijaya	Lotte Grosir	Feeder	Feeder	Feeder	12/13	9/10	12/13	Terjadi perubahan terminus di tahun 2025 (Taman Jaya Wijaya)	✓	✓	✓
FD09	Sub Terminal Pelangi	Sub-terminal semanggi	Feeder	Feeder	Feeder	13/14	8/9	13/14	Terjadi penyesuaian jumlah armada di tahun 2025	✓	✓	✓

FD10	Terminal Palur	Pasar Klewer	Feeder	Feeder	Feeder	12/13	6/7	12/13	Terjadi penyesuaian jumlah armada di tahun 2025	✓	✓	✓
FD11	Pasar Klewer	Terminal Tirtonadi	Feeder	Feeder	Feeder	13/14	9/10	13/14	Terjadi penyesuaian jumlah armada di tahun 2025	✓	✓	✓
FD12	Pasar Klewer	Gentan / Pasar Jongke	Feeder	Feeder	Feeder	11/12	7/8	11/12	Terjadi perubahan terminus di tahun 2025 (Pasar Jongke)	✓	✓	✓

Lokasi dan Profil Terminus, Terminal, dan Depo

Selain mengidentifikasi rencana jumlah dan jenis bus listrik yang beroperasi di tiap rute, penentuan lokasi pengisian daya menjadi aspek krusial dalam elektrifikasi transportasi publik. Beberapa lokasi yang dipertimbangkan meliputi depo operator bus dan *feeder* yang dapat digunakan untuk pengisian daya saat bus tidak beroperasi (*overnight charging*), terminal dan sub-terminal yang berpotensi menjadi lokasi *overnight* dan *opportunity charging* selama jam operasional, serta terminus dan titik henti akhir rute yang dapat dimanfaatkan untuk pengisian daya. Saat ini, telah tersedia data terkait kepemilikan depo operator dan beberapa terminal dan sub-terminal sehingga dapat diestimasi daya tampung untuk parkir dan melakukan pengisian daya pada masing-masing lokasi. Sedangkan data mengenai kapasitas daya di setiap depo dan terminal, perizinan untuk pengembangan infrastruktur pengisian daya, serta potensi integrasi dengan jaringan listrik eksisting masih dibutuhkan. Dalam pendekatan yang dilakukan, identifikasi koordinat lokasi terminus dan evaluasi kondisi permukaannya melalui Google Earth dan Google Street View menjadi langkah awal dalam menentukan kelayakan lokasi pengisian daya. Dengan demikian, perencanaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa elektrifikasi transportasi publik Surakarta dapat berjalan secara efisien dan berkelanjutan.

Tabel 47 Informasi Lokasi dan Profil Terminal / Depo

Nama Depo	Koordinat Depo	Luas lahan (ha)	Estimasi Kapasitas Tampung untuk Pengisian Daya Bus	Rute Operasional yang Dilayani
Depo PT Bengawan Solo Trans	-7.5327, 110.7687	0.25	10 unit bus besar & 15 unit bus medium	Rute Trunk K01, K02
Depo PT Transportasi Global Mandiri	-7.537984, 110.8594	0.21	39 unit MPU	Semua rute feeder
Garasi PT ATMO	-7.5747, 110.7457	0.21	23 unit bus medium	Rute trunk K03, K04, K06
Garasi SKA Jaya	-7.571297, 110.7350	0.41	26 unit bus sedang	Rute trunk K05

Tabel 48 Lokasi dan Profil Terminus Rute yang Dianalisis

No	Jenis Terminus	Nama Terminus	Koordinat Terminus	Luas Terminus (Ha)	Jenis Bus yang Dilayani	Rute Operasional Eksisting
1	Off-street	Terminal Palur	-7.56607, 110.87227	0,8	Bus besar, bus medium, feeder	K01, K02, K03, FD10
2	Off-street	Terminal Kartasura	-7.54427, 110.73559	6,4	Bus medium	K03, K04, K05
3	Off-street	Terminal Tirtonadi	-7.55261, 110.82088	5	Bus medium, feeder	K06, FD11
4	Off-street	Sub-terminal Pelangi	-7.53435, 110.84772	0,1	Feeder	FD08, FD09
5	Off-street	Sub-terminal Semanggi	-7.58947, 110.83508	0,22	Feeder	FD09
6	Off-street	Pasar Klewer	-7.57506, 110.82771	0,08	Feeder	FD07, FD10, FD11, FD12
7	On-street	Gentan	-7.58371, 110.78356	N/A	Feeder	FD12
8	On-street	Taman Lansia	-7.5571, 110.8606	N/A	Bus medium	K03
9	On-street	Lotte Grosir	-7.57743, 110.80901	N/A	Feeder	FD09
10	Off-street	Sub-terminal Kerten	-7.5605, 110.78969	N/A	Bus medium	K02
11	On-Street	RSUD Ngipang	-7.526, 110.81193	N/A	Feeder	FD07
12	On-street	Bandara Adi Soemarmo	-7.51256, 110.74947	N/A	Bus besar	K01
13	On-street	Tugu Cembengan	-7.55778, 110.84756	N/A	Bus medium	K03

4.2. Perencanaan Aspek Teknis Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Perencanaan aspek teknis mencakup penentuan jumlah dan jenis bus yang akan dielektrifikasi, pemilihan teknologi bus dan pengisian daya, penentuan strategi pengisian daya, serta perankingan kelayakan rute untuk dielektrifikasi.

4.2.1. Penentuan Jumlah dan Jenis Bus yang Akan Dielektrifikasi

Total jumlah bus yang akan dielektrifikasi untuk Batik Solo Trans mencapai 186 unit, dengan komposisi 25 bus besar, 82 bus medium, dan 79 MPU. Ini merupakan peningkatan jumlah bus dari kondisi saat ini (2025) dimana terdapat 133 bus dengan 69 unit bus medium dan 64 unit MPU. Jumlah bus yang akan dielektrifikasi merupakan optimalisasi dari jumlah bus yang ada pada pola operasi BST 2024 (212 bus), dengan meningkatkan efisiensi agar biaya produksi layanan dapat dikurangi tetapi pola operasi dapat memenuhi SPM. Tindakan-tindakan yang diambil untuk melakukan efisiensi sehingga pengurangan jumlah bus dapat tercapai dapat dilihat kembali secara detail pada Subbab 3.3. Rekapitulasi perubahan jumlah dan jenis bus dari pola operasi 2024 saat pra-efisiensi anggaran BST, pola operasi saat ini (2025), dan rencana pola operasi saat 100% elektrifikasi pada 2036 terdapat pada Tabel 39. Detail kendaraan armada BST pada kondisi 2025 ditetapkan sebagai *baseline* untuk analisis dengan komposisi tertera pada Tabel 36 pada subbab 4.1.4.1.

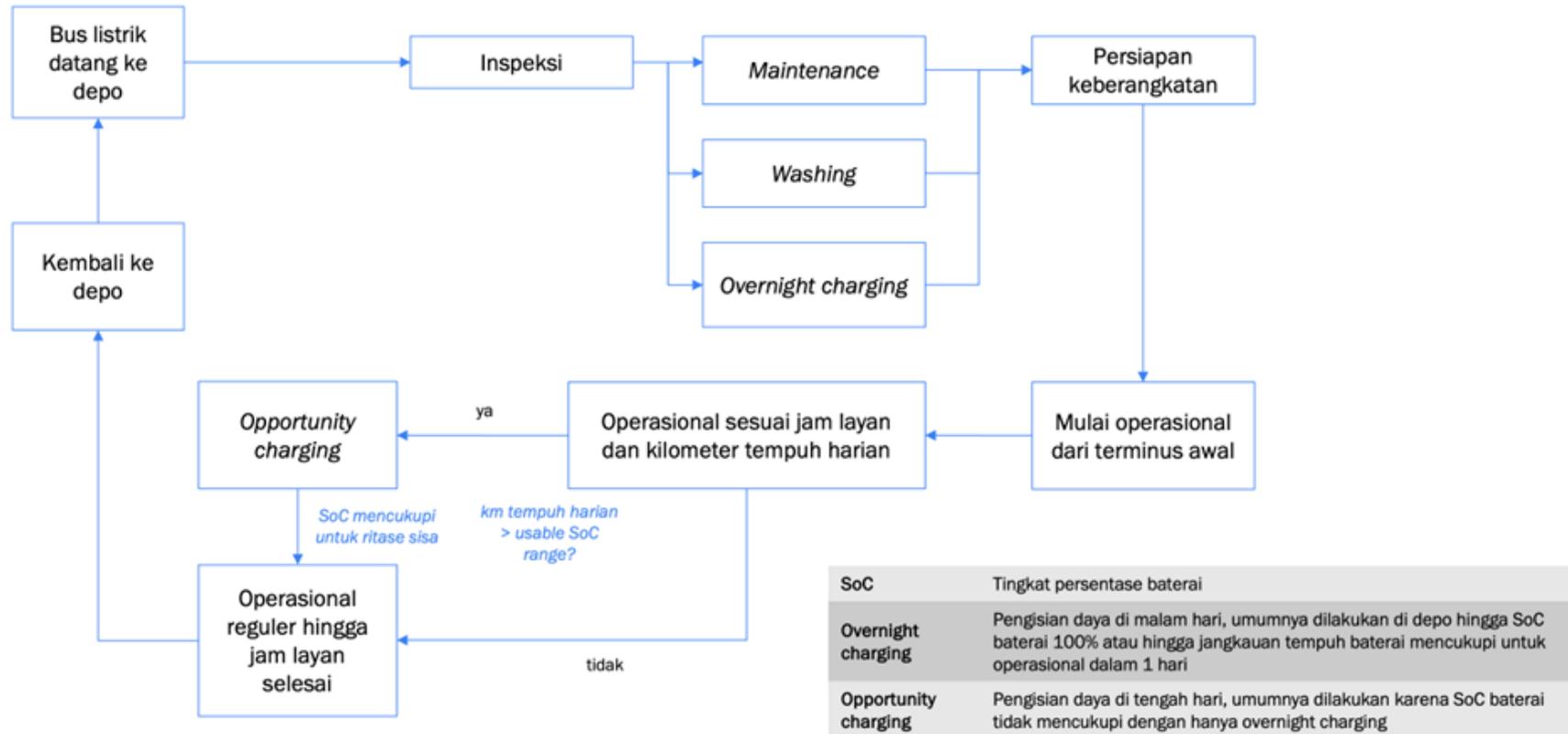
Analisis elektrifikasi dilakukan dengan menerapkan implementasi bertahap untuk menambahkan bus agar jumlah bus SGO terpenuhi pada tahun 2036 bersamaan dengan jadwal pergantian armada kendaraan sesuai pada usia layanan maksimum mulai dari tahun 2027.

4.2.2. Penentuan Tipologi Teknologi Bus Listrik dan Fasilitas Pengisian Daya

Analisis kondisi eksisting dan tren pasar (*market trend*) teknologi ekosistem bus listrik penting untuk dilakukan sebagai dasar pemilihan teknologi yang akan dipilih untuk elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta. Teknologi dalam ekosistem bus listrik terdiri dari model bus listrik, baterai bus listrik, dan fasilitas pengisian daya untuk bus listrik. Tren pasar yang dianalisis mencakup pasar global dan nasional sehingga dapat diidentifikasi model-model yang digunakan yang telah diimplementasi di Indonesia, dengan tetap memperhatikan tren global terkait perkembangan teknologi bus listrik.

Sebelum tipologi teknologi ekosistem bus listrik yang diperlukan diidentifikasi, terlebih dahulu, perlu diidentifikasi pola operasional bus listrik untuk transportasi publik perkotaan secara general. Bus listrik yang datang ke depo akan melalui inspeksi untuk memeriksa kondisi bus, lalu akan dilakukan pemeliharaan (*maintenance*), pencucian bus (*washing*), dan *overnight charging* untuk mengisi kembali daya bus. Setelah itu, dilakukan persiapan keberangkatan sebelum bus menuju terminus awal dan melayani penumpang sesuai jam operasional dan kilometer tempuh harian. Apabila kilometer tempuh harian bus melampaui batas jangkauan tempuh operasional, perlu dilakukan *opportunity charging* agar memiliki daya yang cukup selama jam layan. Kemudian, bus listrik akan kembali ke depo dan pola operasional berlangsung kembali secara berulang.

Alur Operasional Bus Listrik

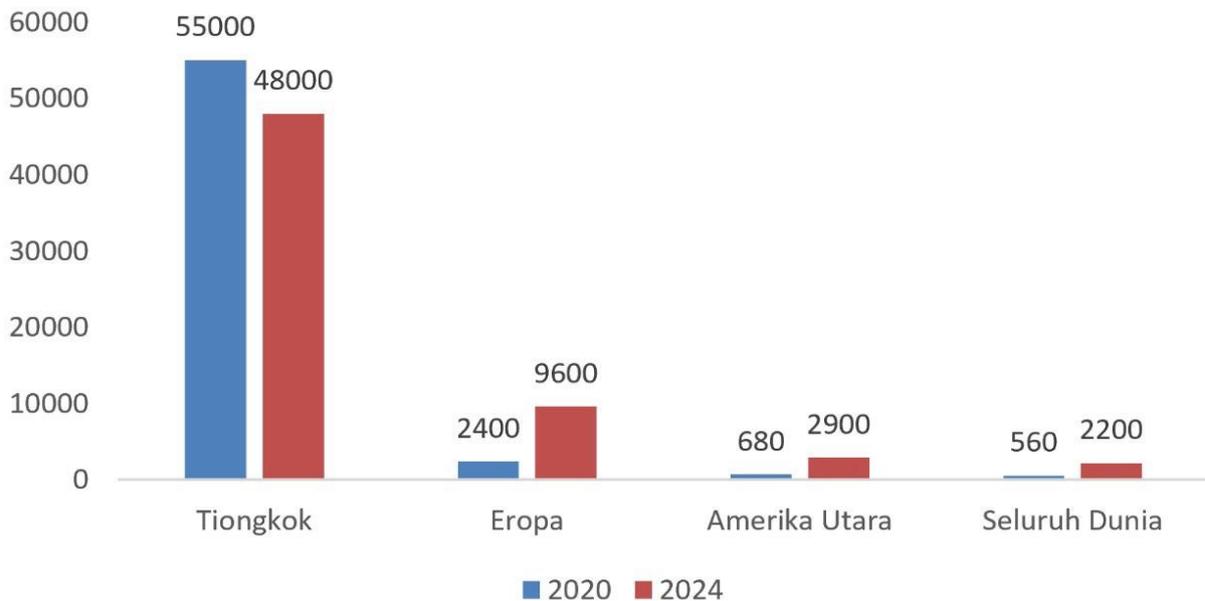


Gambar 62 Alur Operasional Bus Listrik

Ikhtisar Perkembangan Teknologi Bus Listrik, Baterai, dan Fasilitas Pengisian Daya di Lanskap Global

Secara global, pasar bus listrik tumbuh secara signifikan. Beberapa negara di dunia melakukan transisi ke bus listrik untuk mencapai target emisi GRK. Pada 2024, terdapat sekitar 70.000 bus listrik yang terjual, atau 6% *market share* total bus yang terjual secara global⁶⁴. Kini, Tiongkok mendominasi pasar bus listrik, di mana bus listrik mencakup 64% penjualan bus di Tiongkok. Angka penjualan tersebut berkontribusi pada 69% penjualan global. Namun, angka ini merupakan sebuah penurunan dari kontribusi penjualan Tiongkok yang mencapai 80% dari total penjualan global. Hal ini menandakan mulainya pertumbuhan pasar bus listrik di negara lain. Sejumlah bus listrik yang terjual ke Eropa, Amerika Latin, dan Amerika Utara merupakan bus asal Tiongkok.

Tren Penjualan Bus Listrik Dunia



Gambar 63 Tren Penjualan Bus Listrik Secara Global

Sumber: IEA, 2025

Umumnya, baterai yang digunakan pada bus listrik di Asia adalah baterai LFP (*lithium ferro-phosphate*) dan LTO (*lithium titanium oxide*). Sementara itu, baterai NMC (*nickel manganese cobalt oxide*) ditemukan pada pasar Tiongkok, Amerika, dan Eropa. Baterai LFP dan LTO memiliki sebanyak 130-140 Wh/kg energi dan 50-100 Wh/kg energi, sedangkan baterai NMC mengandung 160-220 Wh/kg energi. Kapasitas baterai NMC yang lebih tinggi memberikan jarak tempuh bus yang lebih lama untuk berat kilogram baterai yang sama. Baterai LTO memiliki biaya tertinggi, sedangkan LFP memiliki biaya terendah.

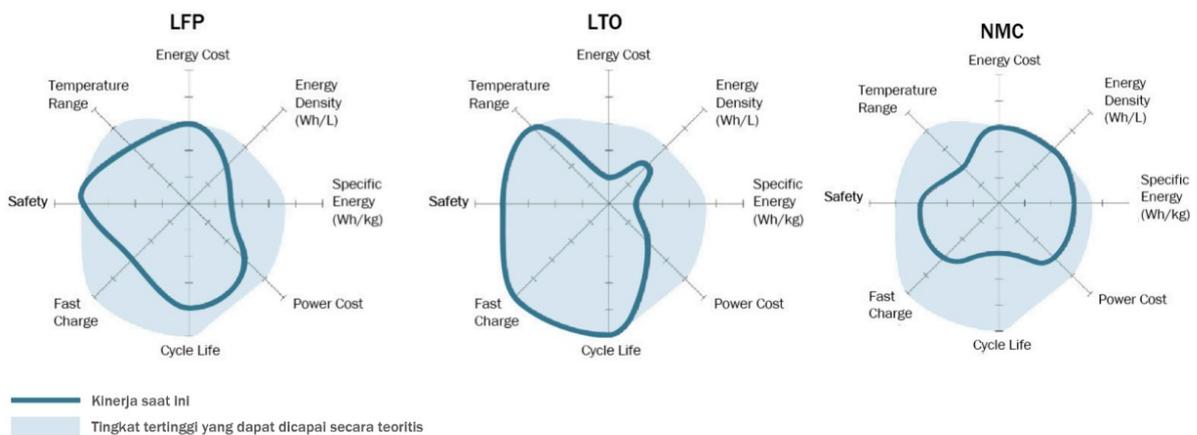
Tabel 49 Spesifikasi Teknologi Baterai Bus Listrik

Aspek Teknologi	LFP (<i>Lithium Iron Phosphate</i>)	LTO (<i>Lithium Titanium Oxide</i>)	NMC (<i>Nickel Manganese Cobalt Oxide</i>)
Kapasitas Sel Baterai	14-45 Ah	165-175 Ah	165-175 Ah

⁶⁴ International Energy Agency. 2025. Global EV Outlook 2025: Expanding sales in diverse markets.

Kapasitas Baterai/ <i>Pack</i>	180 kWh	350 kWh	350 kWh
Kepadatan Energi	130-140 Wh/kg	50-100 Wh/kg	160-220 Wh/kg
Jumlah Siklus	2.000-5.000	1.000-3.000	800-2.000
Keamanan Termal	Tinggi	Tinggi	Sedang
Pemakaian	<i>Overnight charging</i>	<i>Opportunity charging</i>	<i>Overnight dan opportunity charging</i>
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> Kapasitas baterai tinggi SoC yang tinggi Keamanan termal tinggi Toksistas lebih rendah daripada NMC Siklus hidup tertinggi 	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menangani pengisian daya tertinggi (<i>ultra-fast/flash</i>) Siklus hidup tinggi Performa baik pada musim dingin 	<ul style="list-style-type: none"> Lebih ringan dan kecil untuk kapasitas serupa Menangani pengisian daya lebih tinggi daripada LFP Memiliki nilai daur ulang lebih tinggi karena berbahan kobalt
Kekurangan	Daya <i>charging</i> paling rendah	<ul style="list-style-type: none"> Lebih berat dan berukuran lebih besar akibat kepadatan energi lebih rendah Biaya mahal, mencapai 3-4 kali biaya LFP 	<ul style="list-style-type: none"> Risiko kebocoran bahan beracun dan mudah terbakar Siklus hidup lebih pendek SoC lebih rendah, segera membutuhkan pengisian ulang

Secara garis besar, baterai LFP dan LTO memiliki siklus hidup yang lebih tinggi dan keamanan termal yang lebih baik daripada baterai NMC. Baterai LFP sendiri memiliki keunggulan yang lebih tinggi dalam aspek keselamatan dan biaya energi. Di sisi lain, baterai LTO menunjukkan kecocokan dalam aplikasi dengan siklus tinggi karena tingkat masa pakai yang lebih panjang.



Source: Tyson M. and Charlie Bloch. 2019. Breakthrough Batteries Powering the Era of Clean Electrification. Rocky Mountain Institute. <http://www.rmi.org/breakthrough-batteries>

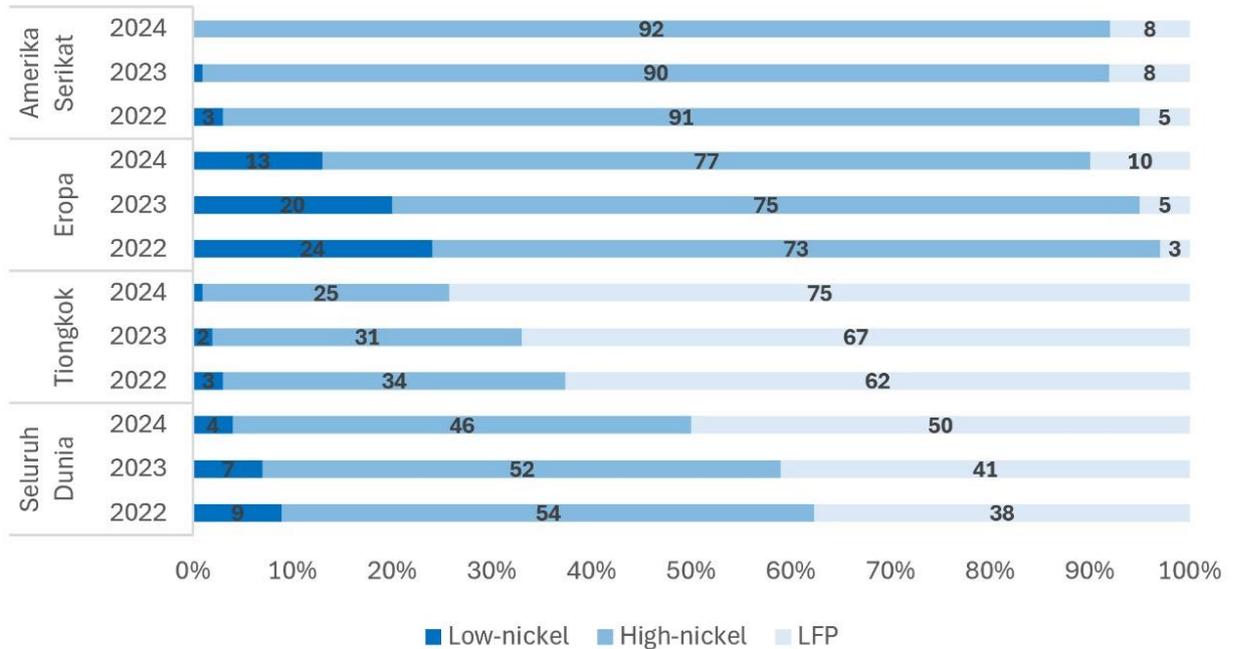
Gambar 64 Perbandingan Spesifikasi Teknologi Baterai

Sumber: World Bank dan ITDP, 2022

Pertumbuhan KBLBB dan bus listrik secara global mendorong peningkatan permintaan terhadap baterai secara signifikan, yaitu sebesar 25% pada 2023-2024. Pertumbuhan ini didorong oleh penjualan kendaraan listrik dari Tiongkok. Pertumbuhan tren baterai untuk KBLBB adalah sebesar 30% di Tiongkok dan 20% di Amerika Serikat. Saat ini, bahan baterai untuk KBLBB dan bus listrik menjadi lebih beragam. Pada 2024, baterai LFP sudah mencakup sekitar 50% pangsa penjualan baterai di dunia, meningkat dari

proporsi yang mencakup 30% dari *market share* dunia di tahun 2022. Tren ini didorong oleh penjualan kendaraan listrik berbasis baterai LFP yang mencapai sekitar 70% di Tiongkok pada tahun 2024. Di sisi lain, penggunaan baterai jenis NMC masih mendominasi pasar kendaraan listrik di Eropa dan Amerika Serikat dengan proporsi yang melampaui 80% di kedua daerah.

Tren Pasar Teknologi Baterai untuk *Light-Duty Vehicles* Secara Global

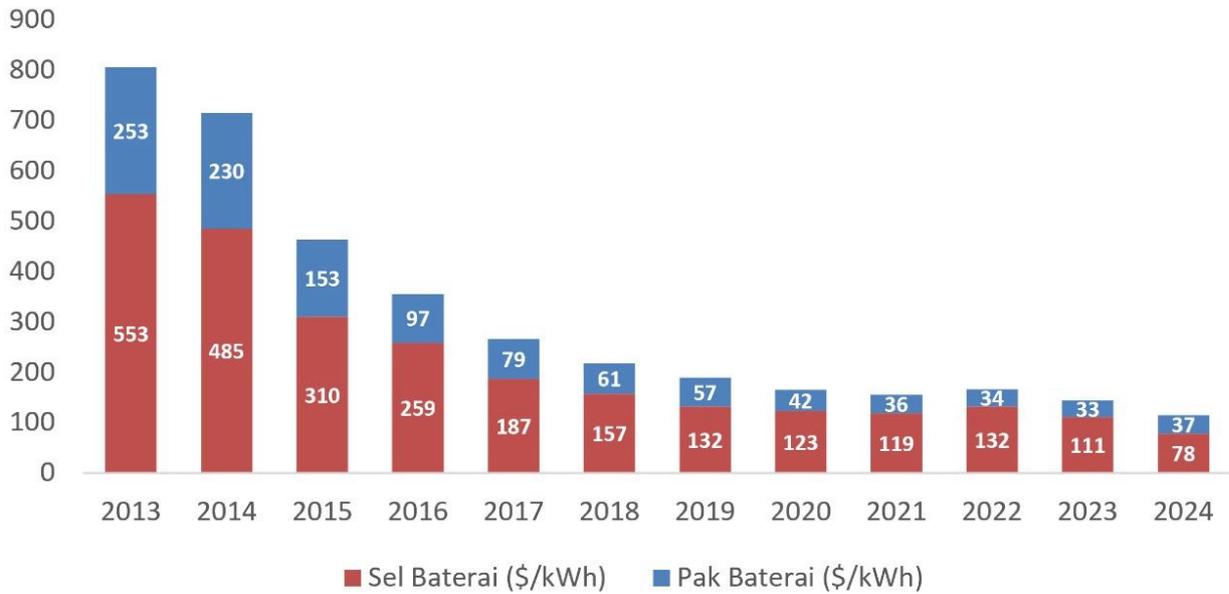


Gambar 65 Tren Pasar Teknologi Baterai untuk *Light-Duty Vehicles* Secara Global

Sumber: IEA, 2025

Berdasarkan tren harga baterai bus listrik dalam sepuluh tahun ke belakang, harga baterai mengalami penurunan signifikan pada periode 2013-2024, yaitu sebesar 85%, dengan tingkat penurunan yang stagnan pada lima tahun terakhir. Namun demikian, harga baterai untuk kendaraan listrik masih tergolong tinggi, di mana harga tersebut masih mencakup sekitar 40% dari total harga bus listrik. Oleh karena itu, untuk perkembangan ke depannya, diperlukan baterai dengan densitas yang lebih tinggi untuk jangkauan yang lebih jauh agar nilai ekonomi baterai meningkat. Lebih lanjut, peningkatan nilai keekonomian baterai untuk kendaraan listrik di Indonesia dapat didorong oleh produksi baterai secara lokal.

Tren Harga Baterai Kendaraan Listrik Tipe Li-Ion 2024



Gambar 66 Tren Harga Baterai Kendaraan Listrik Tipe Li-Ion (dalam \$/kWh), dalam nominal \$ tahun 2024
Sumber: BloombergNEF, 2024

Fasilitas pengisian daya untuk baterai bus listrik beragam dan dipengaruhi oleh strategi pengisian daya yang dipilih. Secara umum, terdapat dua jenis fasilitas pengisian daya, yaitu pengisian konduktif dan pengisian induktif. Pengisian konduktif terbagi menjadi dua subtipe, yaitu pengisian daya *plug-in (plug-in charging)* dan pengisian daya pantograf (*pantograph*). Beberapa bentuk fasilitas pengisian daya digunakan dalam ekosistem bus listrik secara global sebagai berikut.

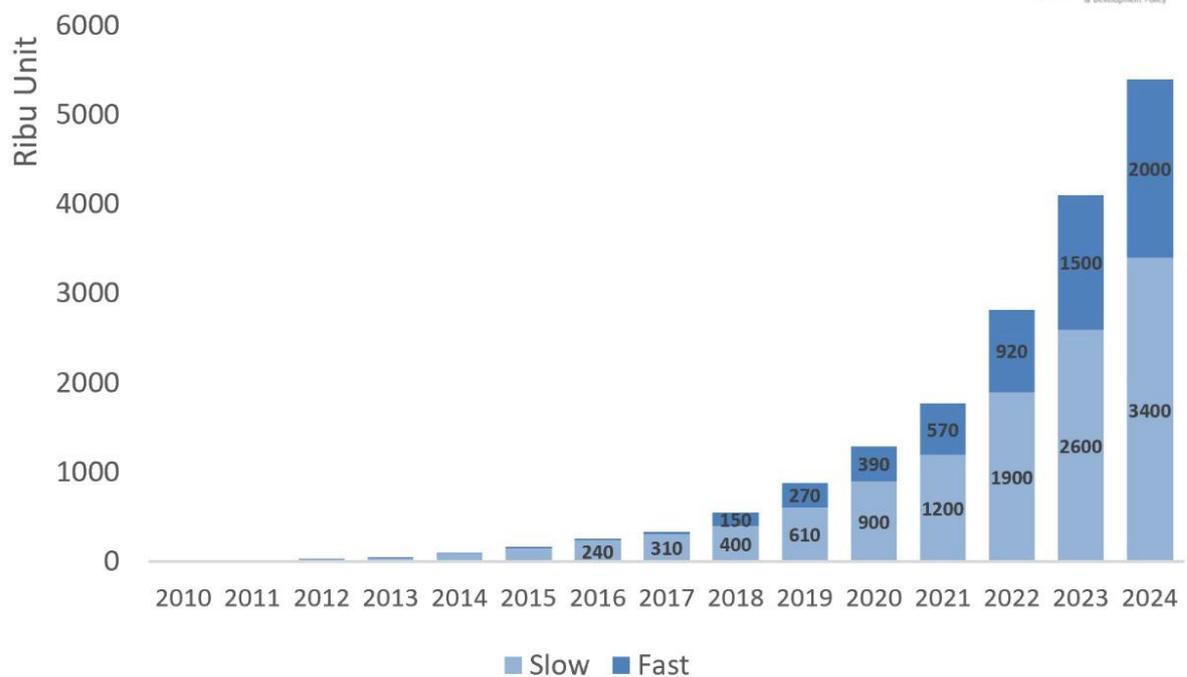
Tabel 50 Spesifikasi Teknologi Pengisian Daya

Aspek Teknologi	Plug-in Charging	Pantograph	Wireless/Inductive Charging
Kecepatan pengisian daya	Slow-fast charging	Fast charging	Fast charging
Lokasi	Depo	Depo, stasiun/dalam rute	Depo, dalam rute, akhir rute
Pemakaian	Overnight dan opportunity charging	Overnight dan opportunity charging	Overnight dan opportunity charging
Daya	40 – 125 kW (slow charging), 150 – 500 kW (fast charging)	125 – 500 kW (dalam rute), ≤ 600 kW (depot)	200 – 300 kW
Kapasitas baterai	≥ 300 – 600 kWh	≥ 60 – 250 kWh	≥ 60 – 125 kWh
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> Biaya investasi lebih rendah Persyaratan lebih sedikit untuk power grid Slow charging berdampak paling rendah pada masa pakai baterai Layout infrastruktur lebih fleksibel 	<ul style="list-style-type: none"> Memungkinkan operasi bus listrik lebih lama Baterai lebih kecil Durasi pengisian daya lebih singkat Membutuhkan lebih sedikit area untuk infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> Memungkinkan operasi bus listrik lebih lama Baterai lebih kecil Seamless charging

Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> • Durasi lebih lama dan efisiensi pengisian daya lebih rendah • <i>Fast charging</i> mengurangi masa pakai baterai dan membutuhkan kapasitas <i>power grid</i> lebih besar • <i>Layout scattered</i> dan lebih banyak area untuk infrastruktur 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya kapital yang lebih tinggi • <i>Fast charging</i> mengurangi masa pakai baterai dan membutuhkan kapasitas <i>power grid</i> lebih besar 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya lebih mahal dibandingkan <i>plug-in</i> dan <i>pantograph</i> • Membutuhkan konstruksi yang signifikan untuk seluruh rute yang ditetapkan pengisian daya dan waktu pemasangannya
Market	Tiongkok, Amerika Latin, Eropa, AS, Selandia Baru	Korea Selatan, Eropa, AS, Kanada, Tiongkok (walaupun tidak umum)	Eropa, AS, Korea Selatan
Ilustrasi			

Tren fasilitas pengisian daya publik untuk kendaraan listrik secara global meningkat sebesar 71% dari 2023-2024 dengan 5,4 juta fasilitas pengisian daya publik yang telah tersedia per akhir 2024. Pasar fasilitas pengisian daya publik, untuk *fast charging* dan *slow charging*, didominasi oleh Tiongkok dengan 3,5 juta unit dan disusul oleh Eropa dengan 990 ribu unit.

Tren Pasar Fasilitas Pengisian Daya Secara Global



Gambar 67 Tren Pasar Fasilitas Pengisian Daya Secara Global

Sumber: IEA, 2024

Selain fasilitas pengisian daya, penggantian baterai (*battery swap*) juga digunakan sebagai sarana pengisian daya, umumnya untuk kendaraan roda dua. Penggunaan stasiun penggantian baterai untuk transportasi publik masih belum umum. Namun, saat ini, Pemerintah India sedang merencanakan standarisasi sarana penggantian baterai untuk bus listrik.

Jenis pengisi daya memiliki yang ada di pasar global dibedakan oleh soket (*socket*) keluaran, steker (*plug*) yang digunakan, serta tingkat daya yang dapat disediakan. Secara umum, berdasarkan tingkat daya, jenis pengisi daya terbagi menjadi tiga kategori, yaitu:

- Level 1 memiliki keluaran daya < 3,3 kW;
- Level 2 memiliki keluaran daya antara 3,3 dan 22 kW; dan
- Level 3 memiliki keluaran daya 22 kW.

Tabel 51 Jenis Pengisi Daya yang Umum Digunakan untuk Bus Listrik

Jenis Pengisi Daya	Ilustrasi Steker dan Soket	Spesifikasi	AC atau DC
CCS Tipe 1	 ⁶⁵	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga maksimal 80 – 350 kW Sebagian besar digunakan di Amerika Serikat	AC dan DC
CCS Tipe 2	 ⁶⁶	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga maksimal 80 – 350 kW Sebagian besar digunakan di Eropa	AC dan DC
CHadeMO	 ⁶⁷	<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga maksimal 400 kW Digunakan di Jepang	AC
GB/T		<ul style="list-style-type: none"> • Tenaga maksimal 80 – 350 kW Sebagian besar digunakan di Eropa	AC

Tabel 52 Keluaran Daya Maksimum dari Jenis Pengisi Daya

Jenis Pengisi Daya	Arus Listrik	Tegangan Listrik	Keluaran Daya
AC Type 2 (Mennekes)	250 V – 400 V	63 A <i>three phase</i> , 70 A <i>single phase</i>	43 kW (arus maksimum)
CCS2	200 V DC – 850 V DC	200 A	13 kW – 170 kW (arus maksimum)
CHadeMO	500 V DC	100 A – 120 A	60 kW (arus maksimum)
GB/T (DC)	400 V DC – 750 V DC	250 A	50 kW – 187,5 kW (arus maksimum)

⁶⁵ Howell, D. (2013). Current Fiscal Year (2012 – 2013) status of the hybrid and Electric Systems R&D at the U.S. – doe. World Electric Vehicle Journal, 6(3), 502–513. <https://doi.org/10.3390/wevj6030502>

⁶⁶ The Driven. Australian electric vehicle plug war is over, Tesla picks a side. <https://thedriven.io/2018/11/19/australian-electric-vehicle-plug-war-is-over-tesla-picks-a-side/>

⁶⁷ Joosup. What is a CHAdEMO Charger? <https://www.ioosup.com/what-is-chademo-charger/>

Soket pengisian CCS menyediakan saluran masuk AC dan DC dengan menggunakan pin komunikasi yang digunakan bersamaan. Dengan demikian, soket pengisian untuk kendaraan listrik yang dilengkapi CCS berukuran lebih kecil daripada soket untuk CHaDeMo atau GB/T DC ditambah soket AC.

Ikhtisar Perkembangan Teknologi Bus Listrik, Baterai, dan Fasilitas Pengisian Daya di Lanskap Lokal

Berdasarkan klasifikasi dimensinya, terdapat enam tipe bus yang dapat digunakan untuk angkutan umum perkotaan di Indonesia, mengacu pada Permenhub No. 15/2019 tentang Penyelenggaraan Angkutan Orang dengan Kendaraan Bermotor Umum dalam Trayek. Keenam tipe bus memiliki spesifikasi dalam Jumlah Berat Bruto (JBB) atau *Gross Vehicle Weight (GVW)*, panjang, lebar, dan tinggi bus.

Tabel 53 Spesifikasi Armada Bus di Indonesia Berdasarkan Permenhub No. 15/2019

Jenis Bus	Spesifikasi Armada Bus			
	Gross Vehicle Weight (GVW)	Panjang	Lebar	Tinggi
Bus kecil (MPU)	> 3.500 - 5.000 kg	≤ 6 m	≤ 2,1 m	≤ 1,7 kali lipat lebar kendaraan
Bus medium	> 5.000 - 8.000 kg	≤ 6 m	≤ 2,1 m	≤ 1,7 kali lipat lebar kendaraan
Bus besar	> 8.000 - 16.000 kg	> 9 - 12 m	≤ 2,1 m	≤ 4,2 m dan ≤ 1,7 kali lipat lebar kendaraan
Bus maxi	> 16.000 - 24.000 kg	> 12 - 13,5 m	≤ 2,1 m	≤ 4,2 m dan ≤ 1,7 kali lipat lebar kendaraan
Articulated bus	≥ 22.000 - 26.000 kg*	> 13,5 - 18 m	≤ 2,1 m	≤ 4,2 m dan ≤ 1,7 kali lipat lebar kendaraan
Double-decker bus	≥ 21.000 - 24.000 kg	≥ 9 - 13,5 m	≤ 2,1 m	≤ 4,2 m

Bus listrik yang diimpor dan digunakan di Indonesia harus memenuhi spesifikasi di atas, terutama untuk persyaratan GVW karena beban baterai umumnya membuat bus listrik memiliki massa yang lebih berat dari pada bus konvensional. Pemilihan tipologi bus didasarkan pada ukuran bus yang umum dan bus eksisting digunakan di kota-kota Indonesia, khususnya Surakarta. Saat ini, layanan Batik Solo Trans untuk *trunk line* bus medium 7 meter berkapasitas 40 penumpang. Sebelumnya, pada pola operasi 2024, BST juga menggunakan bus besar 9-meter berkapasitas 60 penumpang. Sedangkan, layanan *feeder* menggunakan mobil penumpang umum (MPU) 4 meter berkapasitas 12 penumpang.

Tabel 54 Model Bus Konvensional Eksisting yang Beroperasi pada Layanan Batik Solo Trans

Jenis	Merek Bus	Panjang Bus (meter)	Kapasitas Penumpang (orang)	Rute	Jarak Tempuh (km/hari)
Bus Besar	Hino FC 180	9 meter	60	K01	188
Bus Medium	Mitsubishi Canter FE84	7 meter	40	K02*, K03, K04, K06	145 - 227
	Isuzu NQR 71	7 meter	40	K05	160
MPU	Suzuki Futura	4 meter	12	K02**, FD11**, FD10	131 - 207
	Mitsubishi TS 120SS	4 meter	12	FD08, FD11*,	143 - 207

	Daihatsu Luxio	4 meter	12	FD07, FD09, FD12	164 - 215
--	----------------	---------	----	---------------------	-----------

*Pola operasi BST 2024, **Pola operasi BST saat ini (2025)

Saat ini, sebagian besar bus listrik yang beroperasi di Indonesia merupakan tipe bus besar (12 meter). Bus listrik yang tersedia di Indonesia diproduksi/didistribusi oleh beberapa manufaktur/distributor lokal yang terdaftar di Kementerian Perindustrian, di antaranya adalah PT MABI, PT INKA, PT Kendaraan Listrik Indonesia (distributor bus listrik Skywell asal Tiongkok), PT SAG (distributor bus listrik Golden Dragon asal Tiongkok), VKTR (distributor bus BYD asal Tiongkok), dan INVI, anak Perusahaan PT Indika Energy (distributor bus Hyundai asal Korea Selatan).

Pada 2019 - 2021, beberapa tahun pertama sejak Presiden Republik Indonesia mengumumkan Perpres No. 55/2019, pasar bus listrik mayoritas dipenuhi oleh bus listrik asal Tiongkok yang diimpor dengan metode *Completely Built-Up* (CBU). Sejak 2022, BYD mengenalkan bus listrik lantai tinggi (*high deck*) yang karoserinya disediakan oleh Laksana, perusahaan lokal asal Indonesia. Bus tersebut beroperasi untuk transportasi publik perkotaan di bawah layanan Transjakarta sejak akhir 2024. Sejumlah model bus listrik, sejak saat itu, banyak disediakan secara IKD (*Incompletely Knocked-Down*) atau CKD (*Compelety Knocked-Down*), tidak secara CBU, yang karoserinya dirancang oleh perusahaan lokal.

Sejumlah model bus listrik lainnya yang sudah beroperasi secara komersial atau melalui uji coba untuk transportasi publik perkotaan di Indonesia, secara lengkap terdapat pada Tabel 48.

Tabel 55 Model Bus Listrik yang Telah Diuji Coba atau Beroperasi untuk Transportasi Publik Perkotaan di Indonesia⁶⁸

Jenis Bus	Merek Bus	Panjang (meter)	Kapasitas Baterai (kWh)	Jangkauan Tempuh Maksimum (km) ⁶⁹	Jangkauan Tempuh (km)	GVW (kg)	Jenis Fasilitas Pengisian Daya yang Digunakan	Durasi Pengisian Daya (menit)	Status Operasional Terakhir
Bus besar 9 – 12 m	BYD K9	12	324	295	236	18.000	Plug-in, 2 x 100 kW	80 – 90 (20% - 100%)	Operasional Transjakarta
	Skywell NJL6129BEV	12	322	250	200	19.500	Plug-in, 2 x 100 kW	80 – 90 (20% - 100%)	Operasional Transjakarta
	Higer Azure KLQ6125GEV2	12	326	320	256	18.000	N/A	N/A	Operasional Medan, uji coba Transjakarta
	SSAG Golden Dragon Pivot E12	12	326	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Operasional Transjakarta
	Zhongtong LCK6125EV	12	350	~250	~200	19.500	N/A	N/A	Operasional Transjakarta
Bus medium 6 – 9 m	Hyundai Elec County	8	128	~200	190	N/A	Plug-in, 2 x 65 kW	80 (0% - 80%), 40 (80% - 100%)	Operasional Surabaya
	INKA E-Inobus	8	172	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Operasional Bandung dan Surabaya (tidak beroperasi lagi)
	BYD C6	7	135	225	180	7.255	N/A	N/A	Uji coba Transjakarta
	Mobil Anak Bangsa MD 8E LE	8	128	160	128	N/A	N/A	N/A	Operasional Yogyakarta
	Skywell NJL6730BEV	7	114	N/A	180	8.000	N/A	N/A	Operasional Surabaya dan Bumi Serpong Damai (BSD)
MPU ≤ 6 m	Gelora DFSK E	4	42	175	140	2.600	Plug-in	80 (0% - 80%)	Uji coba Bogor, Surakarta, dan Surabaya
	Foton eTruckMate	4	38,64	220	176	N/A	Fast charging	60	Uji coba terbatas Jakarta

⁶⁸ Diperoleh dari wawancara dengan Agen Pemegang Merek (APM), hasil observasi lapangan, serta studi pustaka dari sejumlah media kredibel.

⁶⁹ Jarak tempuh operasional aktual dapat dikurangi atau berbeda dari jarak tempuh maksimum yang diklaim oleh produsen

Strategi pengisian daya yang umum digunakan dalam ekosistem bus listrik Indonesia adalah *overnight charging* di depo dengan menggunakan fasilitas pengisian daya *plug-in*. Fasilitas pengisian daya *plug-in* menggunakan metode transfer daya melalui kabel yang menghubungkan unit fasilitas pengisian daya (*Electric Vehicle Supply Equipment/EVSE*) dengan bus listrik. Keluaran daya *plug-in charger* dapat mencapai 50-350 kW. Selain pengisian daya *overnight charging* di depo, armada transportasi publik berbasis listrik di Indonesia juga ada yang menggunakan strategi pengisian daya *opportunity charging* yang berlokasi di terminus dan dilakukan diantara jam operasional transportasi publik, misalnya pengisian daya untuk rute R4 Suroboyo Bus (UNAIR Kampus C – Terminal Purabaya) yang melakukan pengisian daya di Terminal Purabaya, di sela-sela waktu operasional.

Ekosistem bus listrik Indonesia saat ini memanfaatkan fasilitas pengisian daya *plug-in*. Tren ini kedepannya dapat terus meningkat, terutama karena fasilitas pengisian daya *plug-in* lebih mudah dikembangkan dan membutuhkan biaya investasi yang lebih rendah dibandingkan dengan pantograf. Pengembangan ekosistem bus listrik di kota-kota Indonesia membutuhkan *power grid* yang besar dan handal apabila ingin menggunakan pantograf untuk pengisian daya bus listrik.

Pada awal tahun 2024 Dinas Perhubungan Kota Surabaya melakukan uji coba bus listrik bersama KALISTA, anak perusahaan PT Indika Energy. Uji coba tersebut mencakup MPU berbasis listrik dengan menggunakan model Gelora DFSK⁷⁰, yang memiliki konsumsi energi harian sebesar 43 kWh dengan laju pengisian 0,42 kWh/menit⁷¹. Model tersebut juga turut digunakan untuk uji coba di Kota Bogor dan Surakarta pada tahun yang sama, serta umumnya menggunakan fasilitas pengisian daya *plug-in AC 22 kW*.

Secara keseluruhan, pada analisis ini teknologi bus listrik dan pengisian daya dipilih berdasarkan *market research* dengan prinsip:

- *Reliability and safety*
Model bus listrik dan fasilitas pengisian daya (*charger*) telah diketahui performanya ketika digunakan sesuai kondisi aktual di Indonesia. Apabila bus listrik atau charger belum pernah digunakan untuk layanan operasional transportasi publik di Indonesia, setidaknya performanya pernah melalui uji coba.
- *Generality*
Model bus listrik memiliki dimensi dan kapasitas penumpang yang serupa dengan dimensi bus konvensional eksisting, yang umumnya digunakan di kota-kota Indonesia, terutama di Surakarta. Hal ini agar kinerja operasional bus listrik serupa dengan kinerja eksisting yang telah memenuhi SPM.
- *Regulatory compliance*
Model bus listrik harus memenuhi batasan GVW dan pengelompokan dimensi pada Permenhub No. 15/2019. Keberadaan baterai membuat bus listrik memiliki massa yang lebih berat daripada bus konvensional sehingga perlu dipertimbangkan secara khusus agar tidak memberikan beban yang berlebihan kepada jalan yang dilalui.
- *Compatibility*
Model bus listrik, baterai, dan *output* maksimum dari charger harus kompatibel dengan satu sama lain agar dapat mendukung kelancaran operasional bus listrik dan memaksimalkan dampak implementasi elektrifikasi transportasi publik.
- *Fit to operational purpose*
Kapasitas baterai yang dipilih untuk setiap jenis bus listrik sesuai dengan keumuman di pasar dan kebutuhan operasional. Pemilihan diprioritaskan untuk kapasitas baterai yang memungkinkan bus listrik untuk hanya membutuhkan *overnight charging*.

⁷⁰ kalista.co.id, 2024. KALISTA Hadir Sebagai Solusi Kendaraan Ramah Lingkungan di Surabaya.

<https://www.kalista.co.id/id/news/kalista-hadir-sebagai-solusi-kendaraan-ramah-lingkungan-di-surabaya/>. Diakses Juni 2025.

⁷¹ Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2024. Transisi Implementasi Bus Listrik di Kota Surabaya.

Model *charger* yang dipilih memiliki laju pengisian daya yang memadai untuk jenis bus listrik terkait, dengan durasi yang cukup agar bus listrik hanya perlu memerlukan *overnight charging*, dan dapat mengisi daya pada *window time* yang ada apabila memerlukan *opportunity charging*.

Seluruh rute yang dielektrifikasi diasumsikan menggunakan jenis bus yang sama dengan jenis bus konvensional yang kini sedang beroperasi di Surakarta dan yang umumnya digunakan di Indonesia. Oleh karena itu, spesifikasi bus listrik dan fasilitas pengisian daya yang dipilih untuk analisis lebih lanjut memiliki tipologi sebagai berikut.

Tabel 56 Spesifikasi Bus Listrik dan Fasilitas Pengisian Daya Terpilih untuk Analisis Lebih Lanjut

Jenis Bus	Panjang (meter)	Kapasitas Baterai (kWh)	Efisiensi Energi (kWh/km)	Jangkauan Tempuh Maksimum (km)	Jangkauan Tempuh (km)	GVW (kg)	Jenis Fasilitas Pengisian Daya yang Digunakan	Durasi Pengisian Daya (menit)
Bus besar	12	324	0,24	294,5	235,6	19.500	Plug-in DC 200 kW	0% - 80% = 80 menit (1%/menit)
Bus medium	7	135	0,6	225	180	7.255	Plug-in DC 100 kW	81% - 100% = 40 menit (1%/2 menit)
MPU	4	42	1,1	175	140	2.135	Plug-in DC 50 kW	0% - 100% = 100 menit (1%/menit)

Jangkauan tempuh diasumsikan hanya 80% dari total jangkauan tempuh maksimum yang dapat ditempuh oleh bus listrik. Angka 80% dipilih untuk mengakomodasi ketidakpastian kondisi operasional (misalnya, *load factor* yang tinggi, penggunaan baterai lebih boros karena cuaca panas, dan kemacetan), mencegah *range anxiety*, mengantisipasi degradasi kapasitas baterai selama masa pakai, serta untuk memperpanjang usia baterai. Keluaran fasilitas pengisian daya (*charger output*) untuk fasilitas pengisian daya yang digunakan untuk *overnight* dan *opportunity charging* diasumsikan sama.

Untuk analisis selanjutnya pada studi, digunakan harga umum pasar bus listrik 12 meter dan 7 meter, serta MPU listrik 4 meter, yaitu Rp 4,5 miliar, Rp 3 miliar, dan Rp 399 juta secara berturut-turut, yang bersumber dari harga sejumlah model, pada Tabel 47.

Tabel 57 Rata-rata Harga Bus Listrik pada Beberapa Model

Model yang Dipilih	Harga (Nilai 2025)		Manufaktur	Model
	USD	Rupiah		
Bus besar	\$363.014	Rp5.894.230.250	BYD	K9
	\$244.559	Rp3.775.739.762	Skywell	NJL6129BEV
Bus medium	\$176.443	Rp2.886.658.220	BYD	C6
MPU	-	Rp399.000.000	Gelora	DFSK E

Kemudian, digunakan harga umum pasar *plug-in charger* 200 kW, 100 kW, dan 50 kW, yaitu Rp 800 juta, Rp 350 juta, dan Rp 149 juta secara berturut-turut, yang bersumber dari harga sejumlah fasilitas pengisian daya, pada Tabel 48.

Tabel 58 Rata-rata Harga Fasilitas Pengisian Daya pada Beberapa Model

Model yang Dipilih	Referensi	Harga (Nilai 2025)	
		USD	Rupiah
DC 2 x 100 kW	Riset pasar oleh ITDP	\$49,514	Rp800,000,000
DC 2 x 60 kW	Riset pasar oleh ITDP	\$35,279	Rp570,000,000
DC 2 x 100 kW	Riset pasar oleh ITDP	\$66,842	Rp994,000,000
150 kW	Riset pasar oleh ITDP	\$111,784	Rp1,617,000,000
150 kW	Riset pasar oleh ITDP	\$56,479	Rp817,000,000
DC 150 kW (OCPP 1.6J with CCS and CHAdeMO)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$54,324	Rp877,712,572
160 kW (CE approved, CCS160 kW)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$43,459	Rp702,170,058
120 kW (CE approved, CCS120 kW)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$21,730	Rp351,085,029
DC 130 kW (for overnight charging)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$61,929	Rp1,000,592,332
DC 150 kW (Tri Energi Berkarya)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$113,770	Rp1,838,175,886
DC 150 kW (ABB Plugin)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$57,460	Rp928,374,142
DC 150 kW (ABB Pantodown)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$74,880	Rp1,209,839,010
DC 180 kW (ABB)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$96,853	Rp1,564,856,191
DC 350 kW (ABB)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$237,461	Rp3,836,657,196
350 kW Mode 4	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$107,561	Rp1,737,870,893
DC 300 kW (ABB Pantodown)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$168,560	Rp2,723,419,232
DC 450 kW (ABB Pantodown)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$374,718	Rp6,054,320,889
300 kW	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$59,756	Rp965,483,829

Model yang Dipilih	Referensi	Harga (Nilai 2025)	
		USD	Rupiah
300 kW (Double Gun)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$65,189	Rp1,053,255,087
250 kW (for overnight charging)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$119,513	Rp1,930,967,659
400 kW	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$86,918	Rp1,404,340,115
600 kW	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$130,378	Rp2,106,510,173
60 kW (CCS Fast)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$9,235	Rp149,211,137
60 kW (CCS Single)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$7,062	Rp114,102,634
DC 60 kW (OCPP 1.6J Fast with CCS and CHAdeMO)	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$5,432	Rp87,771,257
30 kW	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021)	\$6,519	Rp105,325,509
30 kW (Starvo California 30)	Riset pasar oleh ITDP	\$15,212	Rp245,787,000
60 kW (EVLink Pro DC CCS 2)	Riset pasar oleh ITDP	\$37,648	Rp608,280,000
120 kW (EVLink Pro DC CCS 2)	Riset pasar oleh ITDP	\$64,282	Rp1,038,604,800
180 kW (EVLink Pro DC CCS 2)	Riset pasar oleh ITDP	\$79,358	Rp1,282,183,200
50 kW (ABB Terra 54)	Riset pasar oleh ITDP	\$29,503	Rp476,679,150
60 kW (B&D DC)	Riset pasar oleh ITDP	\$29,215	Rp472,027,500
120 kW (B&D DC)	Riset pasar oleh ITDP	\$48,692	Rp786,712,500
180 kW (B&D DC)	Riset pasar oleh ITDP	\$56,266	Rp909,090,000
100 kW (TonHe CCS1/CHAdeMo, 2 x 50 kW)	Riset pasar oleh ITDP	\$18,180	Rp293,734,260
60 kW (OCPP 4G GB/T CCS DC Fast)	Riset pasar oleh ITDP	\$5,435	Rp87,813,295
90 kW (OCPP 4G GB/T CCS DC Fast)	Riset pasar oleh ITDP	\$6,980	Rp112,775,860
120 kW (OCPP 4G GB/T CCS DC Fast)	Riset pasar oleh ITDP	\$8,040	Rp129,902,280
150 kW (OCPP 4G GB/T CCS DC Fast)	Riset pasar oleh ITDP	\$9,100	Rp147,028,700
180 kW (OCPP 4G GB/T CCS DC Fast)	Riset pasar oleh ITDP	\$10,400	Rp168,032,800

4.2.3. Penentuan Strategi Pengisian Daya

Penentuan strategi pengisian daya perlu dilakukan untuk menentukan kebutuhan fasilitas pengisian daya di tiap lokasi pengisian daya yang mempertimbangkan keterbatasan jangkauan tempuh bus listrik, keterbatasan durasi pengisian daya bus listrik, dan keterbatasan biaya. Pertama, perlu ditentukan kompatibilitas keluaran daya dari fasilitas pengisian daya dengan mengacu pada data terkait jenis bus dan kapasitas baterai yang digunakan. Pada analisis ini, penentuan strategi pengisian daya dilakukan terhadap kapasitas baterai 324 kWh untuk bus besar, 135 kWh untuk bus medium, dan 42 kWh untuk MPU, sesuai tipologi yang telah dipilih pada Subbab 4.2.2.

Umumnya, terdapat tiga strategi pengisian daya bus listrik:

- *Overnight/depot charging* dilakukan dengan mengisi daya baterai semalaman, yang umumnya menggunakan *plug-in charger* dengan arus AC atau DC. *Overnight charging* biasa digunakan oleh bus listrik dengan kapasitas baterai yang lebih besar dan lalu digunakan untuk operasi sehari penuh.
- *Opportunity/fast-charging* adalah pengisian daya yang dilakukan ketika bus listrik beroperasi pada siang hari, umumnya menggunakan arus DC. *Opportunity charging* biasa digunakan oleh bus listrik dengan kapasitas baterai yang lebih kecil. Umumnya *opportunity charging* ditemukan pada terminus yang terletak pada rute bus listrik.
- *In-motion charging* digunakan oleh trem atau bus listrik yang terhubung dengan sistem kabel di atas kepala bus. Jangkauan *in-motion charging* terbatas pada kendaraan yang terhubung pada sistem kabel pengisian daya selagi berjalan mengoperasikan layanannya. Umumnya, strategi pengisian daya dengan *in-motion charging* ini memiliki tantangan infrastruktur yang lebih kompleks dari pada strategi pengisian daya dengan *plug-in charger*. Selain itu, teknologi ini belum umum digunakan di Indonesia.

Pada prinsipnya, untuk simplifikasi strategi pengisian daya, seluruh rute akan melakukan pengisian daya secara *overnight charging*. Pengisian daya secara *opportunity charging* dilakukan untuk rute yang membutuhkan, dalam hal ini merupakan rute yang jangkauan tempuhnya lebih kecil dari jarak tempuh harian. Setelah strategi pengisian daya yang dibutuhkan untuk tiap rute ditentukan, perlu dilakukan penentuan lokasi pengisian daya untuk kedua strategi pengisian daya. *Overnight charging* umumnya dilakukan di depo. Sementara itu, *opportunity charging* dapat dilakukan pada depo, *terminus off-street*, atau lahan lainnya di dekat *terminus on-street* dengan jarak yang dekat. Semakin dekat jarak terminus menuju lokasi fasilitas pengisian daya, semakin rendah konsumsi daya bus listrik. Dengan demikian, akan digunakan hasil identifikasi titik dan profil depo dan terminus yang telah dilakukan pada Subbab 4.1.4.2.

Penentuan lokasi pengisian daya dilakukan dengan mengacu ke matriks kesiapan, yang terdiri atas 8 (delapan) komponen berikut.

1. Peruntukan lahan.
2. Kepemilikan lahan.
3. Luas lahan.
4. Fleksibilitas pengembangan lahan.
5. Risiko sosial dan lingkungan.
6. Jarak ke gardu induk (GI).
7. Kapasitas GI terdekat.
8. Akses ke lokasi pengisian daya.

Matriks kesiapan lokasi pengisian daya dan rinciannya adalah sebagai berikut.

Tabel 59 Matriks Kesiapan Lokasi Pengisian Daya Bus Listrik

Kriteria	Prioritasi	
----------	------------	--

	Sangat Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah	Metode Penentuan
Peruntukan lahan	Depo eksisting	Terminal/ subterminal	Lahan lain, <i>off-street</i>	<i>On-street</i>	Konfirmasi stakeholder/cek pada layanan BHUMI ATR/BPN
Kepemilikan lahan	Milik operator eksisting/pemda, dan sudah menjadi depo	Milik operator eksisting/pemda, dan belum menjadi depo			
Luas lahan	Mencukupi	Tidak mencukupi			Cek luas area pengisian daya setiap jenis bus
Fleksibilitas pengembangan lahan	Masih dapat dikembangkan	Tidak dapat dikembangkan			Cek guna lahan sekitar
Risiko sosial dan lingkungan	Tidak berlokasi di lokasi rawan banjir, rawan ledakan api/kebakaran, berdebu/bergas korosif, bergetaran tinggi	Berlokasi di lokasi rawan banjir, rawan ledakan api/kebakaran, berdebu/bergas korosif, bergetaran tinggi			
Jarak ke Gardu Induk (GI)	< 2 km	> 2 km			Cek GI terdekat, konfirmasi ke PT PLN
Kapasitas GI terdekat	Mencukupi, margin <i>peak demand</i> > 20%	Margin <i>peak demand</i> < 20%			
Akses ke lokasi pengisian daya	ROW mencukupi	ROW tidak mencukupi			Cek jalan akses melalui Google Maps/Earth, konfirmasi kondisi lapangan

Pada analisis ini, penilaian kesiapan lokasi akan berfokus pada peruntukan lahan, luas lahan, dan kepemilikan lahan, dan fleksibilitas pengembangan lahan. Peninjauan untuk kriteria risiko sosial dan lingkungan, jarak ke GI, kapasitas GI terdekat, serta akses ke lokasi pengisian daya akan dilakukan secara makro.

Overnight charging

Selain berdasarkan matriks kesiapan, penentuan lokasi *overnight charging* perlu memperhatikan konsumsi daya bus listrik pada kilometer kosong untuk perjalanan menuju terminus dan kembali ke depo. Pada analisis ini konsumsi daya bus listrik tidak boleh melebihi 10% dari SoC, sehingga kilometer kosong dibatasi pada 10% dari jangkauan tempuh maksimum setiap jenis bus.

Tabel 60 Threshold Konsumsi Daya dan Kilometer Kosong untuk Opportunity Charging

Jenis Bus	Batas Konsumsi Daya	Jangkauan Tempuh Maksimum (km)	Batas Kilometer Kosong (km)	Waktu Tempuh (menit)
Bus besar	10%	294,50	29,45	35
Bus medium	10%	225,00	22,50	45
MPU	10%	175,00	17,50	59

Overnight charging umumnya dilakukan di depo, dimana saat ini Surakarta memiliki beberapa depo eksisting yang telah dijelaskan pada Subbab 4.1.4.2. Depo eksisting saat ini merupakan depo yang dikelola oleh operator.

Luas lahan yang tersedia harus mampu mengakomodasi kebutuhan luas untuk setiap jenis bus. Kebutuhan luas pada depo untuk setiap bus ditentukan dengan menggunakan *rule of thumb* untuk kondisi ideal dan *at capacity*, yaitu 350% dan 260% dari luas bus untuk *overnight charging*. Luas bus ditentukan berdasarkan dimensi dari model bus listrik terpilih pada Subbab 4.2.2.

Tabel 61 Rule of Thumb Kebutuhan Luas pada Depo untuk Setiap Jenis Bus

Jenis Bus	Panjang (meter)	Lebar (meter)	Luas (m ²)	Kebutuhan Luas per Unit Bus pada Depo (m ²)	
				Kondisi Ideal	Kondisi At Capacity
Bus besar	12,20	2,55	31,11	108,89	80,89
Bus medium	7,00	2,14	14,98	52,43	38,95
MPU	4,5	1,68	7,56	26,46	19,66

Pada analisis ini kebutuhan luas mengacu pada kondisi *at capacity* agar diperoleh nilai yang realistis untuk diimplementasikan pada depo, serta digunakan jumlah bus Siap Guna Operasi (SGO) karena diasumsikan semua bus pada suatu rute akan diparkirkan pada depo yang sama.

Kebutuhan luas pada depo lalu dikalikan dengan jumlah bus SGO, sesuai dengan jenis bus dari setiap rute tinjauan. Kebutuhan luas depo total akan dibandingkan dengan luas lahan yang tersedia di masing-masing depo. Setelah melakukan perbandingan itu, dilakukan identifikasi apakah tersedia kapasitas pada depo untuk melakukan *overnight charging* yang ditunjukkan oleh Tabel 52.

Tabel 62 Perbandingan Kebutuhan Luas Overnight Charging terhadap Luas Depo

Lokasi Depo	Jumlah bus yang dapat melakukan <i>overnight charging</i>				Jumlah armada yang perlu melakukan <i>overnight charging</i>				Selisih
	Bus Besar	Bus medium	MPU	Total	Bus Besar	Bus medium	MPU	Total	
Depo PT Bengawan Solo Trans	10	15	-	25	25	15	-	40	-15
Depo PT Transportasi Global Mandiri	-	-	39	39	-	-	79	79	-40
Garasi SKA Jaya	-	23	-	23	-	24	-	24	-1
Garasi ATMO	-	26	-	26	-	44	-	44	-12

Hasil analisis menunjukkan bahwa masing-masing depo eksisting tidak mencukupi untuk digunakan sebagai lokasi *overnight charging*.

Kemudian, dilakukan penentuan jumlah *charger* yang dibutuhkan untuk *overnight charging* pada depo. Penentuan jumlah bus yang akan melakukan *overnight charging* dalam satu waktu yang bersamaan dilakukan berdasarkan *benchmarking* terhadap Transjakarta, Medan, dan Surabaya, sebagai tiga kota yang telah mengimplementasikan bus listrik untuk transportasi publik perkotaan di Indonesia. Transjakarta memiliki waktu operasional 17 jam, sehingga terdapat *window time* sebanyak 7 jam untuk melakukan pengisian daya (*charging*), *maintenance*, dan *washing*. Berdasarkan laju pengisian daya dari model bus listrik terpilih, diketahui bahwa model bus listrik memiliki durasi pengisian daya pada rentang 100 – 120 menit, atau 1,67 – 2 jam.

Tabel 63 Spesifikasi Pengisian Daya dari Setiap Jenis Bus Listrik

Jenis Bus	Laju Pengisian Daya				Durasi Pengisian Daya (menit)
	0% – 80%		80% - 100%		
	menit	%/menit	menit	%/menit	
Bus besar	80	1%	40	0,5%	120
Bus medium	80	1%	40	0,5%	120
MPU	80	1%	20	1%	100

Jika diasumsikan ketiga aktivitas tersebut dilakukan untuk durasi waktu yang sama (maksimal 2 jam untuk tiap bus), diperoleh perbandingan kebutuhan unit fasilitas pengisian daya sebesar 1 : 3 dari total jumlah bus yang Siap Operasi (SO).

Batik Solo Trans sendiri memiliki waktu operasional 13,5 jam dengan keberangkatan pertama pada terminus awal pada jam 4.30 dan keberangkatan terakhir pada 18.00. Bus terakhir kembali pada depo setelah menyelesaikan *trip* terakhir di sekitar pukul 21.00 tergantung rute yang dilayani. Dengan demikian, *window time* sekitar 10,5 jam. Jam operasional ini lebih serupa dengan layanan bus di Surabaya yang telah mengoperasikan bus listrik. Sehingga, digunakan perbandingan *charger* terhadap bus yang sama dengan Surabaya, yaitu 1 : 4, untuk melakukan *overnight charging* pada waktu yang bersamaan. Durasi untuk satu kali aktivitas pengisian daya adalah sekitar 20% dari total *window time* yang tersedia, sehingga perbandingan 1 : 4 dapat digunakan. Tabel 54 merangkum jumlah *charger* yang dibutuhkan untuk *overnight charging* setiap jenis bus.

Tabel 64 Kebutuhan Charger untuk Overnight Charging

Jenis Charger	Jumlah Bus SO	Jumlah Charger
Plug-in DC 200 kW, untuk bus besar	25	6
Plug-in DC 100 kW, untuk bus medium	82	21
Plug-in DC 50 kW, untuk MPU	73	20

Dengan kekurangan kapasitas untuk melakukan *overnight charging*, ITDP bersama Dishub Kota Surakarta mengidentifikasi Terminal Tirtonadi sebagai lokasi yang ideal untuk depo tambahan dengan catatan perlu ada koordinasi dengan Kementerian Perhubungan terkait penggunaannya. Dengan penambahan Terminal Tirtonadi sebagai depo untuk melakukan *overnight charging*, kebutuhan kapasitas terpenuhi. Rincian lokasi depo beserta kapasitas jumlah bus untuk melakukan charging dan alokasi depo dengan rute sebagai berikut:

Tabel 65 Lokasi depo, jumlah bus yang dapat melakukan charging & rute yang menggunakan

Lokasi Depo	Jumlah bus yang dapat melakukan <i>overnight charging</i>				Rute Operasional yang dapat dilayani	Jumlah Armada Bus
	Bus Besar	Bus medium	MPU	Total		
Depo PT Bengawan Solo Trans	-	25	-	25	K02	15
Depo PT Transportasi Global Mandiri	-	-	38	38	FD08, FD10, FD12	38
Garasi SKA Jaya	-	24	-	24	K05	24
Garasi ATMO	-	36	-	36	K03, K04	32

Terminal Tirtonadi	25	20	45	90	K01, K06, FD07, FD09, FD11	77
--------------------	----	----	----	----	----------------------------	----

Opportunity charging

Sementara itu, *opportunity charging* dilakukan sesuai dengan kebutuhan dari setiap rute tinjauan. Suatu rute memerlukan *opportunity charging* apabila jarak tempuh harian bus melebihi jangkauan tempuh operasional dari jenis bus. Perlu diperhatikan pula bahwa bus-bus pada suatu rute yang sama belum tentu memiliki jumlah ritase yang sama, sehingga jarak tempuh harian dan jumlah ritasi dioptimasi dengan *scheduling*. *Scheduling* pada analisis ini dilakukan melalui *timetabling*, yaitu penjadwalan operasional setiap bus terhadap kedua terminus yang terdapat dalam suatu rute berdasarkan kinerja operasional yang ingin dicapai.

Timetabling akan memperkirakan waktu kedatangan, *idle time*, dan waktu keberangkatan setiap bus selama waktu operasional, dengan memastikan kesesuaian dari keberangkatan pertama dan terakhir di setiap terminus terhadap batasan jam operasional. Jangkauan tempuh bus listrik yang dapat digunakan selama operasional (*usable range*) adalah 80% dari jangkauan tempuh maksimum setiap jenis bus listrik, sebagaimana telah ditentukan pada Subsubbab 4.2.2.

Penentuan kebutuhan *opportunity charging* suatu rute dilakukan terhadap bus dengan ritase terbanyak pada rute tersebut, serta dibedakan berdasarkan jenis bus dan set rute yang ditinjau. Untuk BST, *opportunity charging* dibutuhkan untuk rute K04, FD07, FD09, FD11, dan FD12. Jumlah kebutuhan dan jenis *charger* beserta lokasi yang optimal untuk *opportunity charging* yang dibutuhkan masing-masing rute sebagai berikut:

Tabel 66 Lokasi *opportunity charging*, jumlah *charger*, jenis *charger*, dan rute yang menggunakan

Lokasi <i>opportunity charging</i>	Jumlah <i>charging</i>	Jenis <i>charging</i>	Rute yang menggunakan <i>charging</i>
Terminal Kartasura	1	Plug-in DC 100 kW	K04
Pasar Klewer (Parkir Alun-alun Utara)	1	Plug-in DC 50 kW	FD07, FD11, FD12
Sub Terminal Pelangi	1	Plug-in DC 50 kW	FD08

4.2.4. Perankingan Kelayakan Elektrifikasi Rute

Pemeringkatan kelayakan rute merupakan komponen strategis dalam penyusunan tahapan peta jalan elektrifikasi, yang dirancang untuk diimplementasikan secara bertahap berdasarkan rute. Hasil pemeringkatan ini akan menjadi salah satu dasar dalam penentuan rute-rute prioritas untuk elektrifikasi transportasi publik. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi rute-rute yang paling layak dan memiliki prioritas tinggi untuk dielektifikasi terlebih dahulu, guna mengoptimalkan manfaat dari program elektrifikasi transportasi publik. Di Kota Surakarta, proses ini juga mempertimbangkan rute-rute yang direncanakan ke depan, sehingga total jumlah rute yang dianalisis untuk elektrifikasi melebihi jumlah rute operasional yang saat ini beroperasi.

Perankingan kelayakan elektrifikasi rute dilakukan secara terpisah melalui dua tinjauan, yaitu tinjauan umum dan tinjauan kelayakan elektrifikasi. Tinjauan umum dilakukan untuk mengetahui rute-rute yang secara umum memiliki kelayakan yang baik untuk diimplementasi, sedangkan tinjauan kelayakan elektrifikasi digunakan untuk mengetahui rute-rute yang secara teknis memiliki kelayakan yang baik untuk dielektifikasi. Kedua tinjauan ini dianalisis secara terpisah untuk mengidentifikasi rute dengan kelayakan umum yang baik, tetapi belum layak secara teknis untuk dielektifikasi, sehingga dapat dirumuskan intervensi yang diperlukan guna meningkatkan kesiapan teknis dan memaksimalkan dampak positif elektrifikasi. Tinjauan umum beserta penilaiannya telah dibahas sebelumnya pada subbab 3.3 yang termasuk dalam strategi keberlanjutan finansial untuk Batik Solo Trans.

Tinjauan kelayakan elektrifikasi mencakup kriteria kesiapan dan kebutuhan infrastruktur pengisian daya, serta kriteria efisiensi penggunaan energi. Kriteria kesiapan dan kebutuhan infrastruktur pengisian daya berbobot 80% dan terdiri atas kebutuhan *opportunity charging* (30%) dan kesiapan *overnight charging* (50%). Kebutuhan *opportunity charging* diperoleh dari rasio (%) jarak tempuh harian pada suatu rute terhadap jangkauan tempuh bus. Semakin rendah kebutuhan *opportunity charging*, semakin layak suatu rute untuk dielektifikasi. Sementara itu, kesiapan lokasi *overnight charging* ditinjau dari hasil evaluasi kesiapan suatu lokasi *overnight charging* berdasarkan matriks kesiapan lokasi pengisian daya.

Kriteria efisiensi penggunaan energi ditentukan berdasarkan kilometer kosong untuk *overnight charging* (20%). Kilometer kosong merupakan jarak rerata antara depo dengan terminus setiap rute, yang ditempuh oleh bus sebelum memulai dan setelah menyelesaikan ritase layanannya. Semakin rendah kilometer kosong, semakin rendah konsumsi daya yang diperlukan dan penggunaan energi lebih efisien.

Tabel 67 Kriteria Perankingan Tinjauan Kelayakan Elektrifikasi Rute

Kriteria	Subkriteria	Satuan	Bobot	
			Kriteria	Subkriteria
Kesiapan dan kebutuhan <i>charging</i>	Kesiapan lokasi <i>overnight charging</i>	Siap/tidaknya lokasi <i>overnight charging</i> , berdasarkan matriks kesiapan lokasi <i>charging</i>	80%	50%
	Kebutuhan <i>opportunity charging</i>	Selisih (%) antara usable battery range dengan km tempuh harian		30%
Efisiensi penggunaan energi	Kilometer kosong untuk <i>overnight charging</i>	Jarak rerata antara depo dengan terminus tiap rute	20%	20%

Bobot perankingan rute untuk tinjauan kelayakan elektrifikasi rute *trunk line* dan rute *feeder* ditetapkan sama. Namun, perankingan untuk rute *trunk line* dan *feeder* akan ditinjau secara terpisah.

Hasil pemeringkatan rute untuk tinjauan kelayakan elektrifikasi sebagai berikut:

Tabel 68 Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi Rute Trunk

Rute BST	Kesiapan dan Kebutuhan <i>Charging</i>		Efisiensi Penggunaan Energi	Total Skor Kelayakan Elektrifikasi	Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi
	Kesiapan Lokasi <i>Overnight Charging</i> (50%)	Kebutuhan <i>Opportunity Charging</i> (30%)	Kilometer Kosong (20%)		
K01	0.5	1.5	0.6	2.6	3
K02	2	1.2	0.2	3.4	1
K03	0.5	0.9	0.8	2.2	5
K04	0.5	0.3	0.8	1.6	6
K05	0.5	1.2	0.8	2.5	4
K06	0.5	1.2	1	2.7	2

Tabel 69 Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi Rute Feeder

Rute BST	Kesiapan dan Kebutuhan <i>Charging</i>		Efisiensi Penggunaan Energi	Total Skor Kelayakan Elektrifikasi	Peringkat Prioritas Kelayakan Elektrifikasi
	Kesiapan Lokasi <i>Overnight Charging</i> (50%)	Kebutuhan <i>Opportunity Charging</i> (30%)	Kilometer Kosong (20%)		
FD07	0.5	0.6	0.8	1.9	4
FD08	2.5	0.9	1	4.4	1
FD09	0.5	0.6	0.8	1.9	4
FD10	2.5	0.9	0.8	4.2	2
FD11	0.5	0.6	0.8	1.9	4
FD12	2.5	0.3	0.6	3.4	3

Berdasarkan pemeringkatan rute dari dua tinjauan: tinjauan umum dan tinjauan kelayakan elektrifikasi, terdapat rute yang layak diimplementasikan secara umum karena memiliki subsidi yang rendah, *ridership* dan cakupan layanan yang tinggi, melewati banyak POI, *overlap* dengan layanan transportasi publik lainnya, berada di dalam kota, serta terintegrasi dengan baik dengan rute/moda lain, namun belum layak untuk dielektifikasi. Sebagai contoh, Koridor 1 yang merupakan koridor tulang punggung jaringan BST dengan kelayakan aspek umum tertinggi belum mendapatkan prioritas (ranking) tertinggi untuk elektrifikasi dikarenakan perlunya perubahan lokasi depo (pindah ke Terminal Tirtonadi) untuk melakukan *overnight charging* dan perlu ditingkatkan efisiensi energi dengan mengurangi kilometer kosong. Rekomendasi intervensi yang dapat dilakukan adalah memastikan ketersediaan lokasi *overnight charging* dan mengoptimalkan rute dengan mendekatkan terminus awal dengan lokasi *overnight charging* atau sebaliknya. Dengan mendekatkan terminus awal keberangkatan bus pada lokasi *overnight charging*, dapat mengurangi kilometer kosong dan meningkatkan efisiensi penggunaan energi.

4.2.5. Penentuan Skenario Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik

Seperti yang telah disebutkan pada bagian-bagian sebelumnya, berdasarkan hasil konsultasi dengan Dishub Kota Surakarta skenario elektrifikasi transportasi publik di Surakarta dirancang untuk mengembalikan Batik Solo Trans pada pola operasi 2024 yang dimodifikasi untuk meningkatkan efisiensi bersamaan dengan jadwal menggantikan armada yang telah mencapai akhir usia layanan. Jadwal pergantian ini selaras dengan ketentuan Peraturan Walikota Surakarta Nomor 8A Tahun 2017 tentang Standar Pelayanan Minimal Badan Layanan Umum Daerah Unit Pelaksana Teknis Transportasi. Dalam skenario ini, target elektrifikasi 100% dirancang untuk ditetapkan pada tahun 2026 dalam Peraturan Daerah dan untuk tercapai dalam 10 tahun. Dengan demikian, target-target elektrifikasi angkutan umum perkotaan yang ditetapkan oleh Kementerian Perhubungan juga dapat tercapai.

4.2.6 Penentuan Tahap Implementasi Bus Listrik untuk Batik Solo Trans

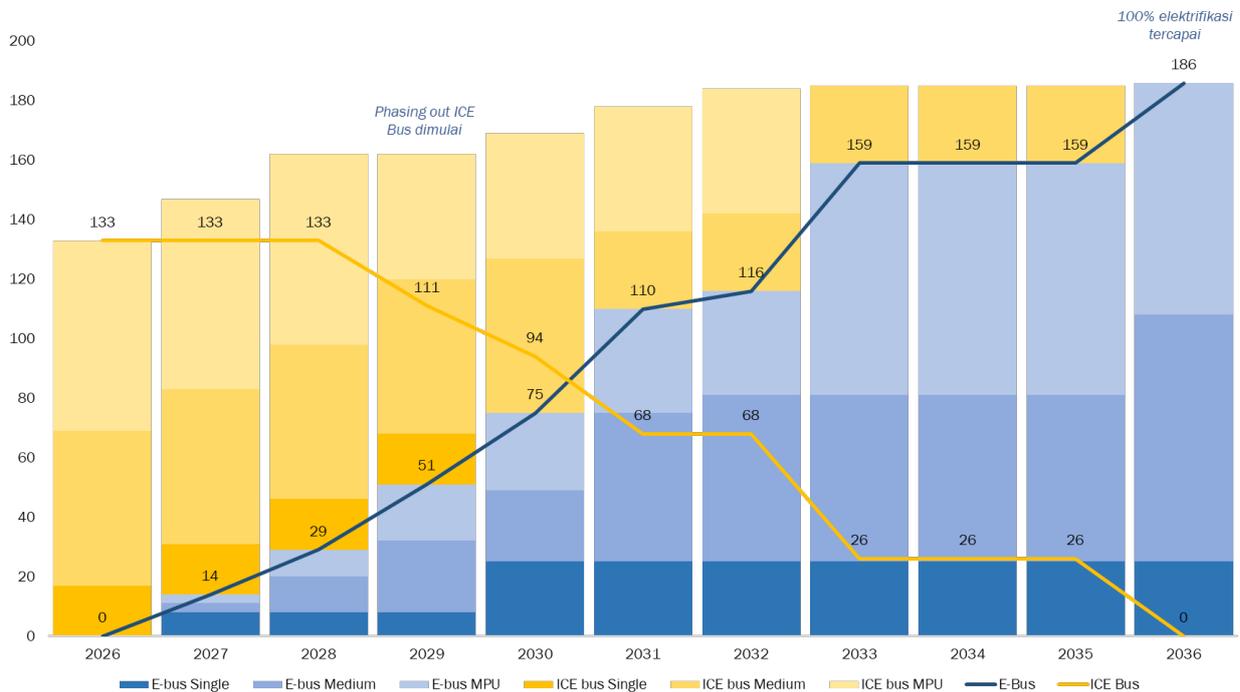
Penyusunan tahap implementasi bus listrik, yang akan dilakukan secara rute per rute, disusun dengan mempertimbangkan beberapa aspek, yaitu:

1. Prioritasi rute berdasarkan hasil pemeringkatan tinjauan umum dan tinjauan kelayakan elektrifikasi (Tabel 58 dan Tabel 59)
2. Kebutuhan untuk penambahan bus sehingga tercapai jumlah bus minimal untuk pola operasi sesuai dengan SPM
3. Jadwal pergantian armada yang telah mencapai usia layanan maksimal

Mempertimbangkan aspek-aspek di atas, maka, tahap implementasi rute bus listrik per tahun serta kebutuhan infrastruktur pengisian daya, terdapat pada Tabel 60.

Tabel 70 Pentahapan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Keterangan	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Jumlah unit pengadaan bus dan MPU listrik (SGO)	0	14	15	22	24	35	6	38	0	0	27
Jumlah unit pengadaan bus besar (SGO)	0	8	0	0	17	0	0	0	0	0	0
Jumlah unit pengadaan bus medium (SGO)	0	3	9	12	0	26	6	0	0	0	27
Jumlah unit pengadaan MPU listrik (SGO)	0	3	6	10	7	9	0	38	0	0	0
Jumlah total bus dan MPU listrik (SGO)	0	14	29	51	75	110	116	159	159	159	186
Rute bus listrik		K01, K02, FD8	K05, K06, FD10	K02, FD8	K01, FD10	K05, K06, FD07, FD12	K03, K04	FD07, FD09, FD11, FD12			K03, K04
Lokasi depo overnight charging											
Depo PT Bengawan Solo Trans		1 x 100 kW		3 x 100 kW							
Depo PT Transportasi Global Mandiri		1 x 50 kW	2 x 50 kW	2 x 50 kW	2 x 50 kW	1 x 50 kW		2 x 50 kW			
Garasi SKA Jaya			2 x 100 kW			4 x 100 kW					
Garasi ATMO							2 x 100 kW				7 x 100 kW
Terminal Tirtonadi		2 x 200 kW	1 x 100 kW		4 x 200 kW	2 x 100 kW, 1 x 50 kW		9 x 50 kW			
Lokasi opportunity charging											
Terminal Kartasura							1 x 100 kW				
Pasar Klewer (Parkir Alun-alun Utara)						1 x 50 kW					
Sub Terminal Pelangi		1 x 50 kW									



Gambar 68 Grafik Pentahapan Elektrifikasi Batik Solo Trans

Rute K01, K02, dan K08 direkomendasikan sebagai rute transportasi publik Kota Surakarta yang dielektrifikasi terlebih dahulu karena memiliki kelayakan umum dan elektrifikasi yang baik. Elektrifikasi untuk K02 dan K08 dilakukan sesuai dengan kebutuhan untuk menggantikan armada Suzuki Futura yang digunakan pada K02 dan FD11 yang telah mencapai batas usia layanan (). Kendaraan yang digunakan untuk F008 dilakukan realokasi ke FD11 dan kendaraan baru MPU listrik dialokasikan penggunaannya pada K08 sesuai dengan prioritas pada feeder. Sehingga, Suzuki Futura yang digunakan digantikan bus listrik medium untuk K02 dan MPU listrik untuk FD08. Sedangkan, bus listrik yang ditambahkan untuk K01 merupakan tambahan suplementer sehingga K01 dapat memenuhi kebutuhan bus minimal secepat-cepatnya. Elektrifikasi rute K01, K02, dan FD08 dapat dilakukan di tahun 2027 dan memerlukan penyediaan 8 unit bus besar, 3 unit bus medium, dan 3 unit MPU berbasis listrik. Pola implementasi ini dilanjutkan hingga tercapai elektrifikasi 100% pada tahun 2033 untuk feeder dan 2036 untuk trunk line.

4.3. Estimasi Penurunan Gas Rumah Kaca dan Polusi Udara Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Estimasi penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dan polusi udara dilakukan untuk mengevaluasi dampak elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta, dengan membandingkan skenario rencana elektrifikasi terhadap skenario *Business-as-Usual* (BaU). Dalam skenario BaU, seluruh pengadaan bus selama periode kajian diasumsikan menggunakan bus konvensional dalam jumlah yang sama dengan rencana elektrifikasi. Sementara itu, perhitungan emisi pada skenario elektrifikasi mempertimbangkan kombinasi antara penambahan bus listrik dan keberadaan armada konvensional eksisting yang masih beroperasi.

4.4.1 Metode dan Input Data

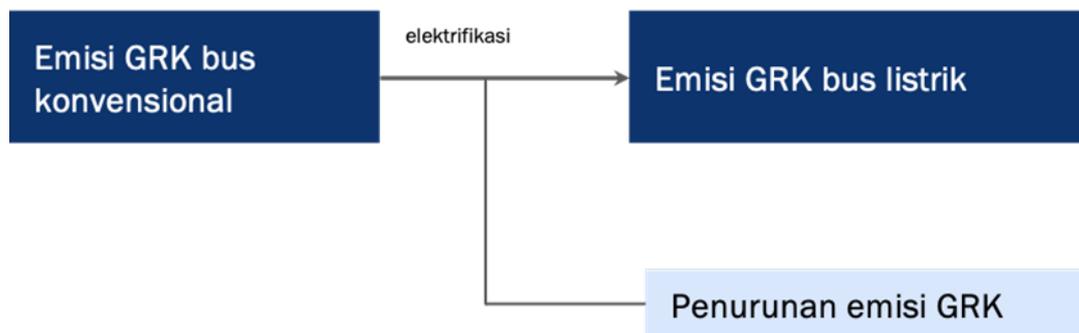
Estimasi emisi GRK dilakukan dengan pendekatan WtW (*Well-to-Wheel*) yang mencakup jumlah energi yang digunakan dan emisi yang dihasilkan dari produksi bahan bakar (*WtT/Well-to-Tank*) dan operasional kendaraan (*TtW/Tank-to-Wheel*). Bus listrik sendiri tidak memiliki emisi gas buang GRK (*TtW*) selama operasionalnya, tetapi mayoritas pembangkit listrik di Indonesia masih menggunakan bahan bakar fosil untuk memproduksi listrik yang digunakan untuk mengisi daya bus listrik. Penggunaan sumber energi tidak terbarukan ini menghasilkan emisi CO₂ yang penting untuk turut dipertimbangkan. Dengan demikian, penurunan emisi GRK dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Penurunan GRK} = (\text{Total Emisi GRK WtW Bus Konvensional Skenario BaU}) - (\text{Total Emisi GRK WtW Bus Konvensional Skenario Elektrifikasi} + \text{Total Emisi GRK WtW Bus Listrik})$$

di mana,

$$\text{Total Emisi GRK WtW Bus Konvensional} = \text{Faktor Emisi GRK WtW} \times \text{Jarak Perjalanan Tahunan} \times \text{Populasi Bus Konvensional}$$

$$\text{Total Emisi GRK WtW Bus Listrik} = \text{Intensitas Karbon Grid Pembangkit} \times \text{Jarak Perjalanan Tahunan} \times \text{Konsumsi Daya Listrik per km} \times \text{Populasi Bus Listrik}$$



Gambar 69 Metode Perhitungan Penurunan Emisi GRK

Parameter perhitungan penurunan emisi GRK yang digunakan pada persamaan ditunjukkan pada Tabel 64.

Tabel 71 Parameter perhitungan penurunan emisi GRK

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Komponen perhitungan emisi GRK WtW bus konvensional			
Faktor emisi GRK WtW bus konvensional	Bus besar: 0,001473 ton CO ₂ eq/km Bus medium: 0,000939 ton CO ₂ eq/km MPU: 0,000348 ton CO ₂ eq/km	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021) dan Studi UK PACT-ITDP Building a Regulatory and Financial Basis for	Bus besar dan bus medium diasumsikan menggunakan Biodiesel B30, MPU menggunakan Peralite

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
		Transjakarta's First Phase E-Bus Deployment (2023)	
Rata-rata jarak perjalanan tahunan	Bus besar: 84.558 km Bus medium: 402.400 km MPU: 427.342 km	Perhitungan ITDP	Jumlah rata-rata jarak perjalanan harian x 365 hari
Populasi bus konvensional skenario BaU	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP	Perhitungan ITDP	Populasi bus konvensional skenario BaU merupakan hasil penjumlahan populasi bus listrik dan bus konvensional yang beroperasi pada tiap tahun
Populasi bus konvensional skenario elektrifikasi	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP	Perhitungan ITDP	Populasi bus konvensional skenario elektrifikasi menggunakan jumlah bus konvensional SO (Siap Operasional) untuk tahun awal dan berkurang secara proporsional seiring dengan penambahan bus listrik. 100% bus konvensional akan berhenti beroperasi pada tahun akhir tinjauan
Komponen perhitungan emisi GRK WtW bus listrik			
Intensitas karbon <i>grid</i> pembangkit (gram CO ₂ eq/kWh)	Jamali: 846,9	Diolah dari RUPTL 2021 - 2030 PLN	Kota Surakarta menggunakan nilai intensitas karbon <i>grid</i> pembangkit untuk Wilayah Jawa, Madura, dan Bali (Jamali). Besar intensitas karbon <i>grid</i> pembangkit hingga 2030 akan menggunakan proyeksi pada RUPTL 2021 - 2030. Asumsi intensitas karbon <i>grid</i> pembangkit setelah 2030 akan menggunakan ekstrapolasi linear dari RUPTL 2021 - 2030.
Jarak perjalanan tahunan bus listrik	Menyesuaikan dengan peta jalan yang telah disusun	Perhitungan ITDP	Jumlah jarak perjalanan harian x 365 hari, di mana jarak perjalanan harian disesuaikan dengan ritase untuk setiap rute dan bus SO, serta pentahapan implementasi rute
Konsumsi daya listrik bus listrik per km (kWh per km)	Bus besar: 1,10 kWh/km Bus medium: 0,60 kWh/km	Market research ITDP	Nilai efisiensi energi tipikal, menggabungkan informasi dari riset pasar dan evaluasi

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
	MPU: 0,24 kWh/km		operasional, untuk tipologi model bus listrik yang dipilih pada Subbab 4.2.2
Populasi bus listrik	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP	Perhitungan ITDP	Populasi bus listrik menggunakan asumsi bahwa bus yang beroperasi (bus SO) dan nilai emisinya dihitung merupakan 90% total bus (bus SGO)

Pada perhitungan ini diasumsikan bahwa tidak lagi dilakukan pengadaan bus konvensional pada skenario elektrifikasi sehingga jumlah bus konvensional yang emisinya dihitung pada skenario elektrifikasi merupakan jumlah bus konvensional eksisting, yang akan dikurangi seiring dengan peningkatan jumlah armada bus listrik sesuai pentahapan hingga seluruh bus konvensional berhenti beroperasi pada tahun akhir tinjauan. Selain itu, perhitungan ini tidak mempertimbangkan perpindahan penggunaan kendaraan pribadi ke transportasi publik, sehingga penurunan GRK yang diestimasi berpotensi untuk bernilai lebih kecil dari yang sebenarnya akan terjadi.

Kemudian, diasumsikan bahwa bus besar dan bus medium menggunakan bahan bakar Biodiesel B30 (biosolar), sedangkan MPU menggunakan bahan bakar *pertalite* sehingga digunakan faktor emisi GRK WtW untuk kedua bahan bakar tersebut. Jarak perjalanan tahunan bus konvensional akan menggunakan rata-rata jarak yang ditempuh oleh armada bus eksisting, sedangkan bus listrik akan menggunakan jarak yang telah disesuaikan dengan ritase hasil *scheduling* untuk setiap rute dan bus SO yang diakumulasi untuk setiap tahun implementasi.

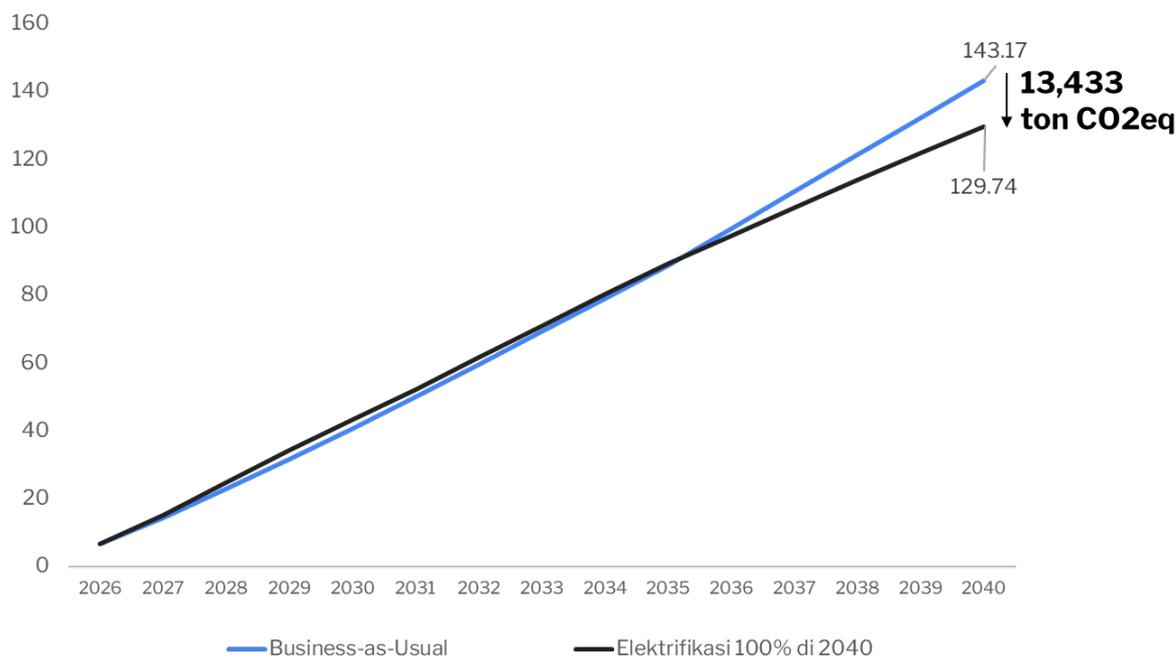
Konsumsi daya listrik per km ditentukan dengan mengacu pada satu model spesifik dari setiap jenis bus. Selain itu, digunakan asumsi bahwa sumber daya yang digunakan oleh bus listrik berasal dari pembangkit tenaga listrik bahan bakar fosil. Besar emisi yang dihasilkan untuk produksi setiap satuan listrik direpresentasikan oleh intensitas karbon *grid* yang merupakan faktor emisi pembangkit yang diolah dari Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2021 - 2030 PLN. Kota Surakarta menggunakan nilai rata-rata faktor emisi pembangkit Wilayah Jamali (Jawa, Madura, dan Bali).

Hasil perhitungan penurunan GRK untuk skenario elektrifikasi ditunjukkan oleh Tabel 65. Pada 2040, penurunan GRK kumulatif dari elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta mencapai 13 ribu ton, atau 9,38% dari kondisi BaU. Penurunan emisi GRK tahunan bernilai ton CO₂eq (penurunan 0,08%) di tahun 2030, 2,5 ribu ton CO₂eq (penurunan 23,23%) di tahun 2036, dan 3,1 ribu ton CO₂eq (penurunan 28,27%) di tahun 2040.

Tabel 72 Hasil Perhitungan Penurunan Emisi GRK (dalam ton CO₂eq)

Skenario Elektrifikasi 100% 2036	Emisi Gas Rumah Kaca (Ton CO ₂ eq)															
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Total
Total emisi bus konvensional	6.597	6.597	6.597	6.076	4.216	2.606	2.606	1.610	1.610	1.610	-	-	-	-	-	40.127
Total emisi grid pembangkit	-	1.876	2.992	3.480	4.830	6.067	7.079	7.707	7.586	7.466	8.381	8.243	8.106	7.968	7.831	89.613
Total emisi skenario elektrifikasi	6.597	8.473	9.590	9.556	9.046	8.674	9.685	9.317	9.197	9.076	8.381	8.243	8.106	7.968	7.831	129.740
Total emisi skenario BaU	6.597	7.729	8.429	8.888	9.054	9.267	9.639	9.662	9.662	9.662	10.916	10.916	10.916	10.916	10.916	143.173
Jumlah penurunan GRK	-	-744	-1.160	-668	7	594	-46	345	466	586	2.535	2.673	2.811	2.948	3.086	13.433
% penurunan GRK	0.00%	-9,62%	-13,77%	-7,52%	0,08%	6,41%	-0,48%	3,57%	4,82%	6,07%	23,23%	24,49%	25,75%	27,01%	28,27%	9,38%

Estimasi penurunan GRK ditunjukkan pada Gambar 4-13.



Gambar 70 Estimasi penurunan GRK

Rangkuman hasil perhitungan penurunan GRK ditunjukkan oleh Tabel 63.

Tabel 73 Hasil perhitungan penurunan GRK

Skenario	Total (ton CO2eq)
Total emisi skenario elektrifikasi	129,740
Total emisi skenario BaU	143,173
Jumlah penurunan GRK	13,433
% penurunan GRK	9,38%

Dengan demikian, elektrifikasi transportasi publik, walaupun masih menggunakan listrik dengan bauran energi eksisting, mampu untuk menurunkan emisi GRK secara signifikan di Kota Surakarta. Penurunan ini dapat menjadi semakin optimal apabila digunakan sumber listrik yang lebih hijau dan berkelanjutan sehingga diperoleh faktor emisi pembangkit yang lebih rendah.

Sebagaimana yang disebutkan sebelumnya, perhitungan ini belum mempertimbangkan perpindahan kendaraan pribadi ke transportasi publik sehingga penurunan emisi GRK yang akan terjadi berpotensi untuk bernilai lebih besar dari estimasi saat ini. Semakin tinggi perpindahan yang terjadi ke transportasi publik, semakin berkurang penggunaan kendaraan pribadi konvensional dan emisi GRK yang dihasilkan.

Sementara itu, estimasi polusi udara dilakukan untuk tiga komponen polutan yang umumnya dihasilkan oleh kendaraan berat berbahan bakar minyak, seperti bus konvensional, yaitu emisi *Particulate Matter* (PM), emisi NO_x, dan emisi SO₂. Ketiga komponen ini dipertimbangkan karena tercerminkan dalam Indeks Kualitas Udara (IKU), yang merupakan bagian dari Indeks Kualitas Lingkungan Hidup (IKLH) yang diterbitkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. IKU digunakan untuk menilai tingkat polusi di suatu wilayah, di mana semakin tinggi nilai IKU suatu wilayah, semakin baik kualitas udara di wilayah tersebut. Komponen polusi udara lainnya, seperti karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC),

tidak dipertimbangkan dalam analisis ini. Selain itu, digunakan asumsi dan batasan yang sama dengan perhitungan penurunan emisi GRK, yaitu terkait pengadaan bus konvensional, belum dipertimbangkannya perpindahan penggunaan kendaraan pribadi ke transportasi publik, penggunaan bahan bakar, serta jarak perjalanan tahunan.

Dengan demikian, penurunan emisi polusi udara dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Penurunan Polusi Udara} = (\text{Total Emisi Polusi Udara Skenario BaU}) - (\text{Total Emisi Polusi Udara Skenario Elektrifikasi})$$

di mana,

$$\text{Total Emisi Polusi Udara} = \text{Emisi Polusi per km} \times \text{Jarak Perjalanan Tahunan (km)} \times \text{Populasi Bus Konvensional}$$

dan perhitungan hanya dilakukan terhadap bus konvensional pada setiap skenario dan secara terpisah untuk setiap komponen polutan.

Parameter perhitungan penurunan emisi polusi udara yang digunakan pada persamaan ditunjukkan pada Tabel 67.

Tabel 74 Parameter Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara

Parameter*	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Emisi PM _{2.5} bus konvensional (g/km)	Bus besar dan bus medium: 0,630 g/km MPU: 0,015 g/km	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021) dan Studi UK PACT-ITDP Building a Regulatory and Financial Basis for Transjakarta First Phase E-Bus Deployment (2023)	Diasumsikan menggunakan Biodiesel B30 untuk bus besar dan bus medium, serta <i>petralite</i> untuk MPU
Emisi NO _x bus konvensional (g/km)	Bus besar dan bus medium: 10,212 g/km MPU: 0,085 g/km		
Emisi SO ₂ bus konvensional (g/km)	Bus besar dan bus medium: 0,005 g/km MPU: 0,118 g/km		
Jarak perjalanan tahunan bus konvensional	Bus besar: 84.558 km Bus medium: 402.400 km MPU: 427.342 km	Perhitungan ITDP	Jumlah rata-rata jarak perjalanan harian x 365 hari
Komponen perhitungan emisi polusi skenario BaU			
Populasi bus konvensional skenario BaU	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP	Perhitungan ITDP	Populasi bus konvensional skenario BaU merupakan hasil penjumlahan populasi bus listrik dan bus konvensional yang beroperasi pada suatu tahun
Komponen perhitungan emisi polusi skenario elektrifikasi			
Populasi bus konvensional skenario elektrifikasi	Menyesuaikan dengan peta jalan yang telah disusun	Perhitungan ITDP	Populasi bus konvensional skenario elektrifikasi menggunakan jumlah bus konvensional SO (Siap Operasional) untuk tahun

Parameter*	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
			awal dan diasumsikan 100% bus berhenti beroperasi pada tahun akhir tinjauan

**perlu peninjauan lebih lanjut mengenai faktor emisi yang digunakan*

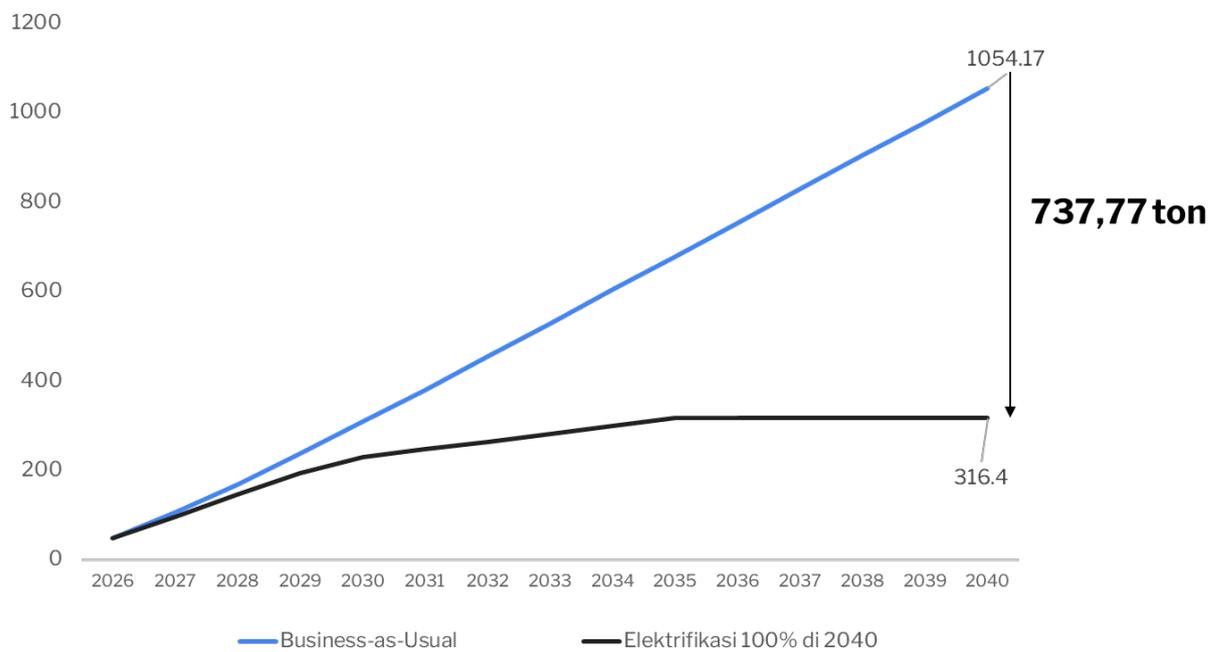
Hasil perhitungan penurunan polusi udara ditunjukkan oleh Tabel 65.

Tabel 75 Hasil Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara (dalam ton)

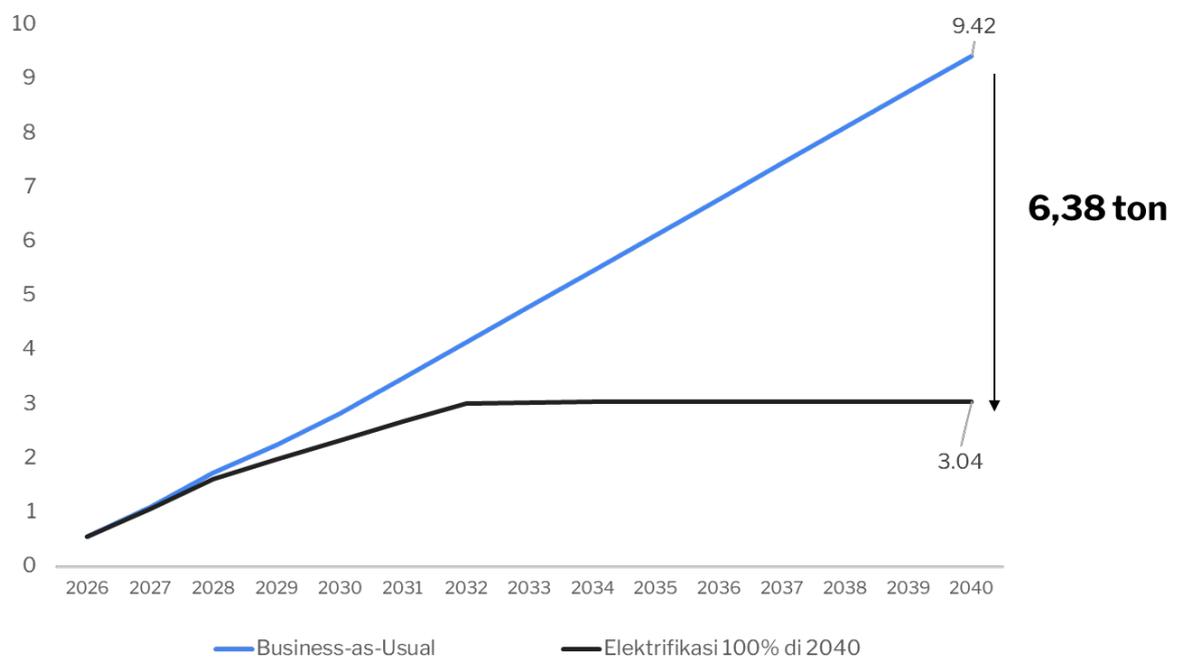
Skenario Elekterifikasi 100% 2036	Emisi Polusi (Ton)															
	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	Total
Total penurunan PM _{2.5}	-	0,50	0,88	1,39	2,19	3,28	3,53	3,58	3,58	3,58	4,70	4,70	4,70	4,70	4,70	46
% penurunan PM _{2.5}	0%	14,2%	22,6%	31,7%	49,9%	74,5%	75,8%	76,8%	76,8%	76,8%	100%	100%	100%	100%	100%	70%
Total penurunan NO _x	-	8,11	14,2	22,35	35,28	52,85	56,89	57,14	57,14	57,14	75,33	75,33	75,33	75,33	75,33	738
% penurunan NO _x	0%	14,4%	22,7%	31,7%	50%	74,8%	76,2%	76,5%	76,5%	76,5%	100%	100%	100%	100%	100%	70%
Total penurunan SO ₂	-	0,03	0,08	0,16	0,23	0,31	0,31	0,65	0,65	0,65	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	6
% penurunan SO ₂	0%	4,9%	12,8%	31,8%	38,9%	47%	47,8%	98,7%	98,7%	98,7%	100%	100%	100%	100%	100%	68%

Estimasi penurunan polusi udara ditunjukkan pada Gambar 4-14, Gambar 4-15, dan Gambar 4-16.

Gambar 71 Estimasi Penurunan Emisi PM_{2.5}



Gambar 72 Estimasi Penurunan Emisi NO_x



Gambar 73 Estimasi Penurunan Emisi SO₂

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh bahwa elektrifikasi transportasi publik dapat menurunkan total emisi PM_{2.5} sebesar 60 ton atau sebesar 56,27%, total emisi NO_x sebesar 618 ton atau sebesar 57,05%, dan total emisi SO₂ sebesar 255 ton atau sebesar 54,9% pada 2040. Jumlah polutan PM_{2.5} mengalami penurunan sebesar 0,72 ton (penurunan 9%) di tahun awal elektrifikasi, yaitu tahun

2027. Pada tahun akhir di mana bus konvensional sudah tidak ada yang beroperasi, penurunan ini mencapai 100%, yaitu sebesar 10.49 ton pada tahun 2036. Jumlah polutan NO_x mengalami penurunan sebesar 9.53 ton (penurunan 11%) di tahun awal elektrifikasi. Pada tahun akhir, penurunan ini mencapai 100%, yaitu sebesar 107.64 ton. Sementara itu, jumlah polutan SO₂ mengalami penurunan sebesar 1.74 ton (penurunan 4%) di tahun awal elektrifikasi. Pada tahun di mana bus konvensional sudah tidak ada yang beroperasi, penurunan ini mencapai 100%, yaitu sebesar ton.

Rangkuman hasil perhitungan penurunan polusi udara ditunjukkan oleh Tabel 69.

Tabel 76 Rangkuman Hasil Perhitungan Penurunan Emisi Polusi Udara (dalam ton)

Penurunan Emisi Polusi Udara	Total (Ton)
Total penurunan PM _{2.5}	46
% penurunan PM _{2.5}	70%
Total penurunan NO _x	738
% penurunan NO _x	70%
Total penurunan SO ₂	6
% penurunan SO ₂	67,7%

Elektrifikasi transportasi publik mampu untuk menurunkan total emisi gas buang kendaraan secara signifikan sehingga meningkatkan kualitas udara di Kota Surakarta. Sebagaimana yang disebutkan sebelumnya, perhitungan ini belum mempertimbangkan perpindahan kendaraan pribadi ke transportasi publik sehingga penurunan emisi polusi udara yang akan terjadi berpotensi untuk bernilai lebih besar dari estimasi. Semakin tinggi perpindahan yang terjadi ke transportasi publik, semakin berkurang penggunaan kendaraan pribadi konvensional dan emisi polutan yang dihasilkan, sehingga nilai IKU dan kualitas udara semakin meningkat.

4.4. Analisis Ekonomi dan Finansial Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Analisis ekonomi dan finansial terkait elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta akan mencakup sejumlah hal, yaitu:

- Estimasi kebutuhan investasi. Analisis ini dilakukan untuk memberikan gambaran terkait kebutuhan investasi per tahun & kebutuhan investasi total yang dibutuhkan dari tahap implementasi bus listrik yang telah disusun. Kebutuhan investasi akan diestimasi secara umum, dan belum mempertimbangkan pihak mana yang akan melakukan investasi/pengadaan untuk sarana/prasarana terkait.
- Estimasi BOK/km/bus untuk tiap jenis bus. BOK/km/bus akan dianalisis untuk bus besar, bus medium, dan MPU, sebagai jenis-jenis bus yang masuk ke dalam peta jalan elektrifikasi yang telah disusun. Besar BOK/km/bus bus listrik akan dibandingkan dengan bus konvensional. Perbandingan tersebut dilakukan untuk mengetahui apakah bus listrik—untuk tiap jenis bus—telah mencapai TCO *parity* dibandingkan dengan bus konvensional, serta untuk mengetahui perbandingan kebutuhan subsidi per bus antara bus konvensional dan bus listrik, yang dapat tergambarkan dari besaran BOK/km/bus untuk masing-masing tipe teknologi bus.
- Karena Bagian Strategi Reformasi Transportasi Publik Menuju Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta telah merekomendasikan modifikasi model kontrak untuk layanan transportasi publik di Kota Surakarta, besar BOK/km/bus bus listrik akan dianalisis sesuai dengan model kontrak yang telah direkomendasikan.

- Analisis Kelayakan Ekonomi melalui Analisis Biaya Manfaat, dengan parameter:
 - Rasio Manfaat-Biaya (*Benefit-Cost Ratio* atau BCR);
 - ENPV (*Economic Net Present Value*); dan
 - EIRR (*Economic Internal Rate of Return*).
- Estimasi besar kebutuhan subsidi per tahun dan perbandingannya dengan skenario pagu anggaran 5% per tahun untuk pengembangan angkutan umum massal. Meskipun Surakarta belum memiliki Peraturan Daerah yang menetapkan alokasi APBD 5% per tahun, kebijakan ini telah diimplementasikan di berbagai kota termasuk Pekanbaru dan Semarang (7%). Perbandingan ini digunakan untuk memetakan apakah kebutuhan subsidi untuk mencapai elektrifikasi 100% dapat tercapai apabila Surakarta menerapkan peraturan alokasi anggaran minimal APBD untuk pengembangan transportasi publik massal.

Sejumlah poin analisis ekonomi dan finansial di atas memiliki hubungan satu sama lain, baik terkait alur kerja, maupun terkait data yang akan digunakan untuk beberapa poin analisis. Metodologi dalam melakukan analisis ekonomi dan finansial untuk elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, untuk memastikan analisis dan identifikasi data dilakukan sesuai sekuens, serta data yang digunakan untuk lebih dari satu bagian analisis sesuai satu sama lain, adalah sebagai berikut:

- Komponen biaya investasi (CAPEX) digunakan untuk estimasi kebutuhan investasi, BOK/km/bus, analisis kelayakan ekonomi, dan estimasi besar kebutuhan subsidi.
- Parameter ekonomi, seperti inflasi, suku bunga, dan pertumbuhan UMK per tahun digunakan untuk estimasi BOK/km/bus, analisis kelayakan ekonomi, dan estimasi besar kebutuhan subsidi.
- Komponen biaya operasional (OPEX) digunakan untuk estimasi BOK/km/bus, analisis kelayakan ekonomi, dan estimasi besar kebutuhan subsidi.
- Proyeksi besar APBD Kota Surakarta per tahun selama waktu tinjauan penyusunan peta jalan digunakan untuk estimasi kebutuhan subsidi.

4.4.1. Estimasi Kebutuhan Investasi

Terdapat beberapa komponen biaya CAPEX yang dihitung dalam menentukan kebutuhan investasi, yaitu:

- Bus listrik;
- Unit (dispenser) pengisian daya bus listrik dan besar biaya instalasinya; dan
- Infrastruktur penyambungan fasilitas pengisian daya ke jaringan listrik (selanjutnya disebut “infrastruktur penyambungan” saja).

Idealnya, biaya akuisisi lahan untuk lokasi fasilitas pengisian daya tambahan diperhitungkan dalam penentuan besar kebutuhan investasi. Namun, hal tersebut tidak diperhitungkan dalam komponen biaya CAPEX, karena:

- Sebagian besar lahan yang digunakan untuk fasilitas pengisian daya adalah lahan yang dimiliki oleh pemerintah, yang kemungkinan tidak membutuhkan biaya akuisisi lahan;
- Titik-titik lokasi potensial *opportunity charging* yang bukan milik pemerintah dapat diutilisasi sebagai lokasi pengisian daya melalui skema sewa.

Besar komponen biaya CAPEX (*present value*) adalah sebagai berikut:

Tabel 77 Besar Komponen Biaya Investasi (CAPEX) Elektrifikasi Transportasi Publik dalam Present Value

Komponen Biaya CAPEX	Harga (IDR)	Harga (USD)	Sumber/Catatan
Bus listrik			
Bus besar 12 meter	Rp4.590.000.000	\$284.087	

Bus medium 7 meter	Rp3.060.000.000	\$189.392	Market research ITDP, telah mencakup biaya pengiriman sebesar 2%
MPU 4 meter	Rp406.980.000	\$25.189	
Unit pengisian daya			
Plug-in DC 200 kW	Rp800.000.000	\$49.514	Riset pasar oleh ITDP
Plug-in DC 100 kW	Rp351.085.029	\$21.730	
Plug-in DC 50 kW	Rp149.211.137	\$9.235	
Komponen lainnya			
Biaya instalasi unit pengisian daya	10%		10% dari harga unit pengisian daya
Infrastruktur penyambungan	Rp1.000.000	\$61,89	Studi World Bank-ICCT-ITDP E-Bus Implementation in Medan & Bandung (2021), biaya per kW beban listrik tambahan akibat pengisian daya

Analisis pada bagian ini mengasumsikan biaya investasi yang dihitung adalah investasi yang diperoleh secara tunai (*cash*), sehingga tidak memperhitungkan indikator *cost of capital*. Analisis untuk metode pembayaran alternatif, seperti kredit, akan dibahas lebih lanjut dalam perhitungan Biaya Operasional Kendaraan per kilometer per bus (BOK/km/bus), yang akan disesuaikan dengan model kontrak yang diterapkan. Karena pembayaran secara tunai pula, biaya profesi, asuransi kendaraan, dan asuransi kredit juga tidak diperhitungkan dalam analisis ini.

Referensi biaya bus listrik yang diambil adalah harga bus listrik *On The Road* (OTR) Jabodetabek. Biaya OTR kendaraan tiap daerah dapat berbeda, karena % Pajak Kendaraan Bermotor (PKB) dan % Biaya Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB) dapat berbeda di tiap daerah. Selain itu, harga OTR di daerah luar Jabodetabek juga dipengaruhi oleh ongkos kirim dan biaya administrasi di daerah masing-masing.

Karena PKB dan BBNKB kendaraan listrik (KBLBB) ditetapkan 0% menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri No. 8/2024, maka perbedaan harga OTR antara Jabodetabek dan non-Jabodetabek hanya disebabkan oleh ongkos kirim dan biaya administrasi di daerah. Perbedaan harga tersebut diestimasi dari rata-rata perbedaan harga OTR kendaraan di Jabodetabek dan Surakarta. Melalui *desktop research*, perbedaan rata-rata harga kendaraan OTR di Surakarta lebih tinggi 2% daripada harga kendaraan OTR di Jabodetabek.

Infrastruktur penyambungan mencakup kabel tegangan menengah (TM), sekering TM & TR (tegangan rendah), transformator penurun tegangan (*trafo step-down*), kubikel listrik, kabel TR (tegangan rendah), biaya layanan Sertifikasi Laik Operasi (SLO), biaya minimum penggunaan listrik, dan biaya penyediaan sambungan listrik baru. Umumnya, infrastruktur penyambungan diperlukan jika intervensi untuk menaikkan tegangan diperlukan, karena kebutuhan listrik tambahan pada jam puncak *peak demand* yang sangat tinggi akibat aktivitas pengisian daya, yang biasanya terjadi di malam hari pada depo, saat aktivitas *overnight charging* dilakukan. Oleh karena itu, untuk estimasi kebutuhan investasi, infrastruktur penyambungan hanya dilakukan untuk fasilitas pengisian daya pada depo untuk *overnight charging*. Untuk fasilitas pengisian daya untuk *opportunity charging*, hanya dikenakan biaya instalasi sebesar 10% dari biaya unit dispenser pengisian daya.

Berdasarkan analisis ITDP untuk rencana depo BRT berbasis listrik di Gedebage, Bandung (digunakan untuk melakukan pengisian daya 89 bus besar dan 136 bus medium) serta rencana depo BRT berbasis listrik di Amplas, Medan (digunakan untuk melakukan pengisian daya 299 bus besar dan 113 bus medium), estimasi biaya infrastruktur penyambungan untuk 10,4 MVA di Depo Gedebage dan 8,5 MVA di Depo Amplas 2 berturut-turut sebesar Rp 9,989 miliar dan Rp 8,428 miliar. Dengan angka tersebut,

digunakan *rule of thumb* Rp 1.000.000/kW tambahan beban puncak untuk biaya infrastruktur penyambungan di depo.

Beban puncak tambahan diestimasi secara sederhana dengan mengalikan jumlah unit dispenser pengisian daya untuk aktivitas overnight charging di depo dengan besar kilowatt kW, untuk tiap *power output* unit dispenser pengisian daya yang terdapat di depo tersebut.

Diasumsikan bahwa seluruh harga yang tercantum pada Tabel 70 merupakan harga siap pakai (*present value*) di Indonesia yang sudah mencakup PPN dan tarif bea masuk (untuk aset yang diperoleh secara impor), sehingga PPN dan tarif bea masuk tidak dipertimbangkan lagi dalam mengestimasi biaya investasi.

Diasumsikan bahwa harga baterai telah tercakup dalam harga siap pakai bus listrik sehingga biaya investasi baterai telah direpresentasikan dalam biaya investasi sarana bus listrik dan tidak dipertimbangkan secara terpisah dalam estimasi ini.

Nilai sisa (*salvage value*) yang masih dimiliki bus, baterai, maupun unit dispenser pengisian daya di akhir masa pakainya tidak diperhitungkan dalam kalkulasi biaya investasi. Dengan demikian, perhitungan mengasumsikan pembelian penuh sesuai harga yang tertera pada Tabel 70, tanpa memperhitungkan potensi pengembalian dari nilai residu aset.

Tidak terdapat pergantian unit bus listrik dan unit dispenser fasilitas pengisian daya selama *time frame* perhitungan biaya investasi (2027 – 2036), sehingga kebutuhan bus dan unit dispenser pengisian daya hingga 2036 hanya diperhitungkan untuk satu kali siklus pengadaan. Biaya pergantian baterai juga tidak dihitung pada analisis biaya investasi.

Besar *contingencies* dari biaya investasi ditetapkan sebesar 10%, seragam untuk seluruh biaya investasi.

Dalam mengestimasi kebutuhan investasi, perlu ditentukan naik/turunnya komponen biaya CAPEX pada tahun-tahun berikutnya. Untuk tiap komponen CAPEX, naik/turunnya tiap komponen biaya dijelaskan lebih lanjut pada Tabel 33.

Tabel 78 Justifikasi Tren Komponen Biaya Kapital

Komponen	Justifikasi	Pendekatan yang Diambil
Bus listrik	<p>Harga bus listrik dapat naik di tahun-tahun selanjutnya karena inflasi, namun perkembangan teknologi dan penurunan harga baterai menyebabkan harga lebih dominan turun, karena baterai berkontribusi terhadap 40% dari harga kendaraan listrik.</p> <p>Misalnya, harga OTR bus listrik 12 meter Transjakarta (2022) ditaksir sebesar Rp 5 - 6 Miliar, namun harga OTR bus listrik 12 meter di akhir 2024 ditaksir sebesar Rp 4,3 - 4,7 Miliar.</p>	<p>Untuk pendekatan yang konservatif, harga bus listrik untuk tahun-tahun selanjutnya dianggap konstan dengan harga bus listrik OTR di 2025.</p> <p>Dalam tahap perencanaan yang lebih detail, perlu dilakukan <i>research</i> lebih lanjut terkait tren harga bus listrik, karena idealnya, tren harga tersebut tidak hanya dipengaruhi oleh inflasi dan tren teknologi, namun juga pabrikan dan asal bus, nilai tukar mata uang (terutama karena bus listrik sebagian besar masih diimpor secara <i>Completely Built-Up/CBU</i>), volume produksi/pemesanan, dan arsitektur structural kendaraan (<i>monocoque</i> atau <i>body-on-frame</i>)</p>
Unit pengisian daya	<p>Serupa dengan bus listrik, tren perkembangan teknologi menyebabkan harga unit pengisian daya dominan turun di tahun-tahun selanjutnya.</p>	<p>Untuk pendekatan yang konservatif, harga unit pengisian daya untuk tahun-tahun selanjutnya dianggap konstan dengan harga fasilitas pengisian daya di 2025.</p>
Infrastruktur penyambungan	<p>Komponen infrastruktur penyambungan (kabel, sekering, kubikel listrik, trafo, dan lain-lain) lebih dipengaruhi oleh standar harga dan rantai pasok di tingkat nasional.</p>	<p>Biaya infrastruktur penyambungan di tahun-tahun selanjutnya dianggap naik karena inflasi nasional.</p>

Estimasi kebutuhan biaya investasi per tahun didemonstrasikan pada Tabel 71.

Tabel 79 Estimasi Kebutuhan Biaya Investasi (CAPEX) (dalam Rp Miliar)

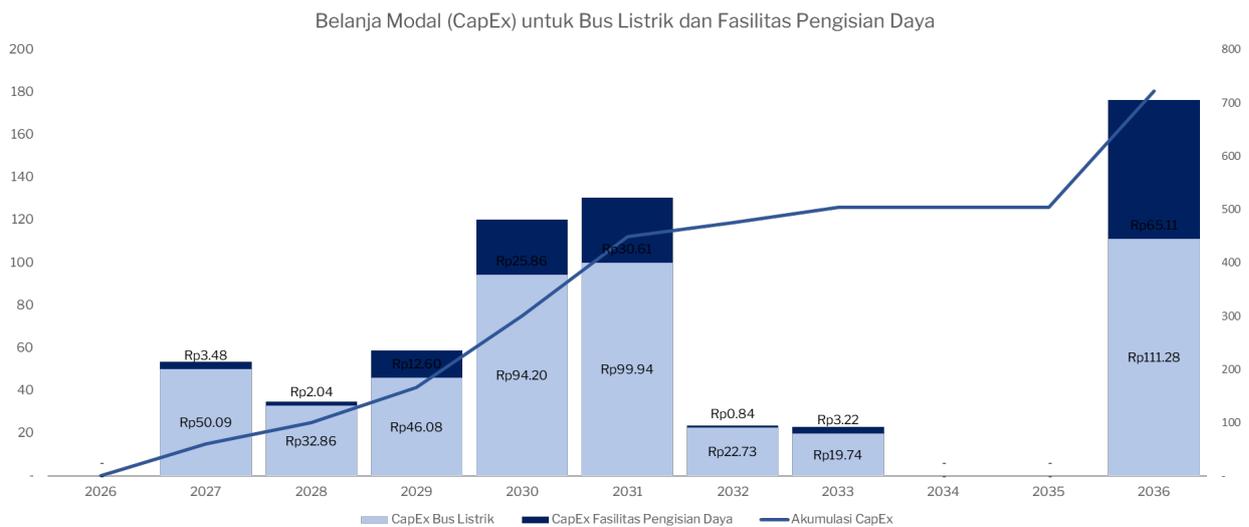
Skenario	Kebutuhan Biaya Investasi (Rp Miliar)										
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	Total
Biaya investasi sarana bus listrik	50,09	32,86	46,08	94,20	99,94	22,73	19,74	-	-	111,28	476,92
Biaya investasi infrastruktur pengisian daya	3,51	2,75	12,91	24,17	30,59	1,52	5,25	-	-	78,85	159,54
Biaya investasi unit pengisian daya	2,90	1,70	10,50	21,55	25,51	0,70	2,69	-	-	54,26	119,81
Biaya investasi instalasi unit pengisian daya	0,29	0,17	1,05	2,15	2,55	0,07	0,27	-	-	5,43	11,98
Biaya investasi infrastruktur penyambungan	0,32	0,88	1,36	0,47	2,52	0,74	2,30	-	-	19,16	27,74
Contingencies	5,33	3,47	5,76	11,79	12,80	2,35	2,27	-	-	17,10	60,87
PPN	0,97	0,68	2,05	3,96	4,77	0,43	0,83	-	-	10,55	24,24
Total kebutuhan biaya investasi	59,89	39,76	66,81	134,12	148,09	27,02	28,09	-	-	217,78	721,57

Hingga tahun 2036, total kebutuhan investasi ditaksir mencapai Rp 217,78 miliar dengan total kebutuhan investasi untuk sarana bus listrik diestimasi sebesar Rp 721,57 miliar. Sementara itu, total kebutuhan investasi untuk infrastruktur pengisian daya– yang mencakup unit pengisian daya dan infrastruktur penyambungan–diestimasi sebesar Rp 159,5 miliar. Besar kebutuhan investasi per tahun tertinggi adalah sebesar Rp 148 miliar pada tahun 2031.

Tabel 80 Rangkuman Estimasi Kebutuhan Biaya Investasi (CAPEX)

Kebutuhan Biaya Investasi	Rp Miliar
Biaya investasi sarana bus listrik	476,92
Biaya investasi infrastruktur pengisian daya	159,54
Biaya investasi unit pengisian daya	119,81
Biaya investasi instalasi unit pengisian daya	11,98
Biaya investasi infrastruktur penyambungan	27,74
Contingencies	60,87
PPN	24,24
Total kebutuhan biaya investasi	721,57

Grafik kebutuhan biaya investasi diilustrasikan pada Gambar 4-17.



Gambar 74 Kebutuhan Biaya Investasi

4.4.2. Perbandingan BOK/km/bus antara Bus Konvensional dan Bus Listrik

Perhitungan BOK/km/bus dilakukan untuk mengetahui besar biaya operasional kendaraan per kilometer untuk model-model bus yang akan digunakan. BOK/km mencakup biaya investasi (CAPEX) dan operasional (OPEX). Perhitungan BOK/km/bus akan dilakukan untuk bus listrik dan bus konvensional, agar nilai BOK/km/bus untuk tiap jenis bus yang diimplementasi dengan bus listrik dan bus konvensional dapat dibandingkan. Hal ini dilakukan agar kedepannya, jika Pemerintah Kota Surakarta akan melakukan pergantian atau penambahan armada transportasi publik eksisting, baik melalui pengadaan langsung (swadaya) maupun melalui skema kontrak lain, Pemerintah Kota Surakarta dapat membandingkan besar kebutuhan biaya operasional per bus antara bus konvensional dan bus listrik.

4.4.2.1. Metode dan Input Data untuk Perbandingan BOK/km/bus

Metode perhitungan BOK/km/bus rute-rute *trunk line* & *feeder* yang telah dilakukan oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta mengacu pada Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat (Kepdirjenhubdat) No. 2752/2021 tentang Pedoman Perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Angkutan Penumpang Umum Perkotaan dengan Skema Pembelian Layanan, sebagaimana diubah dalam Kepdirjenhubdat No. 808/2024. Sejumlah penyesuaian dilakukan untuk melakukan perhitungan BOK/km/bus untuk bus listrik.

Secara garis besar, komponen biaya BOK/km/bus dapat dikategorikan ke dalam 2 jenis, yaitu biaya investasi (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX). Jika mengacu pada Kepdirjenhubdat No. 808/2024, komponen CAPEX mencakup biaya investasi armada. Untuk BOK/km/bus bus listrik, selain biaya investasi armada, biaya pembelian unit (dispenser) pengisian daya dan infrastruktur penyambungan termasuk ke dalam komponen CAPEX, sebagaimana dijelaskan pada Bagian 4.5.1.

Biaya operasional (OPEX) mencakup penggunaan bahan bakar minyak, biaya ban, biaya servis kecil, biaya servis besar, biaya penambahan oli mesin, biaya perawatan dan perbaikan pendingin udara (AC), *overhaul* mesin, *overhaul body*, pemeliharaan *body*, biaya cuci bus, biaya retribusi/tol, biaya awak kendaraan per bus, dan *indirect cost*—termasuk biaya pegawai kantor, depo, dan bengkel, serta biaya pengelolaan (termasuk biaya sewa depo).

Overhead/margin laba sebesar 10% diperhitungkan prorata sesuai besar komponen biaya CAPEX dan OPEX. Biaya investasi system monitoring keselamatan, keamanan, dan perilaku penumpang; biaya peningkatan fasilitas armada dan monitoring; dan biaya asuransi penumpang tidak diperhitungkan pada analisis ini. Komponen CAPEX untuk bus konvensional dan bus listrik yang diperhitungkan pada estimasi BOK/km/bus untuk transportasi publik Kota Surakarta, termasuk asumsi yang digunakan, dijabarkan lebih detail pada Tabel 70. Komponen OPEX dijabarkan lebih detail pada Tabel 71.

Komponen Biaya Investasi (CAPEX)

Bus Konvensional

Tabel 81. Komponen Biaya Investasi (CAPEX) Bus Konvensional

Komponen Biaya CAPEX	Harga (2025)	Harga (USD)	Sumber/Catatan
Bus besar 12 meter	Rp2.936.475.182	\$175.391	Merupakan harga OTR berdasarkan <i>market research</i> ITDP, telah mencakup biaya pengiriman sebesar 2%. Kenaikan harga bus konvensional mengikuti kenaikan inflasi nasional.
Bus medium 7 meter	Rp1.088.589.490	\$67.376	
MPU 4 meter	Rp338.672.286	\$20.961	
Biaya provisi	2,5% harga bus, dibagi masa pinjaman		Biaya provisi kendaraan adalah biaya yang dikenakan saat mengajukan kredit kendaraan untuk membayar jasa bank atas pemberian pinjaman. Jika kendaraan diperoleh tidak dengan kredit, biaya provisi tidak dihitung. Masa pinjaman diasumsikan selama 5 tahun.
Asuransi kendaraan	1,5% harga bus		
Asuransi kredit	1,2% dari besar pinjaman per tahun		Jika kendaraan diperoleh tidak dengan kredit, asuransi kredit tidak dihitung
Biaya uji KIR	Rp0		Pemkot Surakarta menggratiskan Uji KIR untuk kendaraan bermotor, efektif mulai Januari 2024

Biaya PKB per tahun	0,5% harga bus	Dihitung untuk tahun kedua dan seterusnya. PKB tahun pertama telah termasuk ke dalam biaya bus OTR.
Nilai pinjaman	75% harga bus	Diasumsikan <i>debt-to-equity ratio</i> (DER) sebesar 3:1
Biaya bunga atas modal per bus per tahun	Nilai pinjaman x suku bunga	Suku bunga diasumsikan sebesar 12%

Bus Listrik

Komponen CAPEX untuk bus listrik, yang mencakup biaya pembelian armada bus listrik, unit pengisian daya, dan infrastruktur penyambungan, menggunakan nilai dan asumsi-asumsi yang sama dengan perhitungan pada Bagian 4.5.1.

Komponen Biaya Operasional (OPEX)

Komponen biaya (OPEX) bus konvensional mencakup:

- Harga bahan bakar (didetailkan pada Tabel 74);
- Penggantian ban;
- Servis kecil (pergantian oli mesin, oli gardan, oli transmisi, dan gemuk);
- Servis besar (pergantian minyak rem, filter oli, filter udara, filter solar, *overhaul* mesin dan *body*, pergantian suku cadang);
- Biaya awak kendaraan, termasuk tunjangan, asuransi, pakaian dinas, dan pelatihan; serta
- Biaya tidak langsung (biaya pegawai kantor, pool, dan bengkel).

Harga terkait komponen biaya OPEX didapat dari berbagai sumber, termasuk riset pasar yang dilakukan ITDP. Ketentuan terkait interval pemeliharaan dan perhitungan biaya dapat merujuk kepada panduan yang berlaku, yaitu Kepdirjenhubdat No. 808/2024.

Bus Konvensional

Tabel 82. Komponen Biaya Operasional (OPEX) Bus Konvensional

Komponen Biaya OPEX	Harga atau Nilai (2025)	Satuan	Sumber/Catatan
Harga solar per liter	Rp6.800		BBM yang digunakan armada Batik Solo Trans adalah solar subsidi. Digunakan untuk bus besar dan bus medium. Harga asli solar tanpa subsidi adalah Rp11.950/L (terdapat subsidi Rp5.150/L) Walaupun sangat tergantung dengan kebijakan pemerintah dan harga minyak bumi yang volatil, harga solar diasumsikan naik tiap tahun, dengan kenaikan per tahun mengikuti rata-rata kenaikan harga di 10 tahun terakhir (2014 – 2024).
Harga pertalite per liter	Rp10.000		Armada MPU 4 meter diasumsikan menggunakan Pertalite. Perkiraan harga asli pertalite tanpa subsidi adalah Rp13.000/L (terdapat subsidi Rp3.000/L) Walaupun sangat tergantung dengan kebijakan pemerintah dan harga minyak bumi yang volatil, harga Pertalite diasumsikan naik tiap tahun,

			dengan kenaikan per tahun mengikuti rata-rata kenaikan harga di 10 tahun terakhir (2014 – 2024).
Biaya BBM per kilometer bus besar	Rp1.942	liter/km	Berdasarkan hasil evaluasi operasional Batik Solo Trans. Sumber: Estimasi BOK/km rute <i>trunk line</i> dan <i>feeder</i> Batik Solo Trans oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta, 2024
Biaya BBM per kilometer bus medium	Rp1.700	liter/km	
Biaya BBM per kilometer bus kecil	Rp504 - Rp755	liter/km	

Bus Listrik

Tabel 83. Komponen Biaya Operasional (OPEX) Bus Listrik

Komponen Biaya OPEX	Harga (2025) atau Nilai	Satuan	Sumber/Catatan
Tarif listrik per kWh	Rp2.467		Tarif dasar listrik di SPKLU, berdasarkan Peraturan Menteri ESDM No. 1/2023. 2025. Tidak termasuk biaya tambahan per pengisian untuk <i>fast charging</i> . Berlaku untuk pengisian daya bus besar, bus medium, dan MPU.
Efisiensi energi bus besar	1,1	kWh/km	
Efisiensi energi bus medium	0,6	kWh/km	
Efisiensi energi MPU	0,24	kWh/km	
Efisiensi sistem pengisian daya	95%		Diasumsikan terdapat <i>lost energy</i> sebesar 5% dari aktivitas pengisian daya
Biaya operasional dan pemeliharaan, selain untuk pengisian daya	60% dari biaya operasional dan pemeliharaan bus konvensional		<p>Besar 60% mengacu pada selisih BOK/km bus besar diesel dan bus besar listrik Transjakarta untuk aktivitas operasional dan pemeliharaan (~Rp5.400 untuk bus konvensional dan ~Rp3.000 untuk bus listrik), atau hanya 55% dari biaya operasional dan pemeliharaan bus konvensional. Analisis yang dilakukan terhadap <i>King County Metro Fleet</i> juga menunjukkan potensi pengurangan biaya O&M sebesar 30%.</p> <p>Diasumsikan mencakup biaya untuk servis kecil, servis besar, <i>overhaul</i> mesin, <i>overhaul body</i>, oli mesin, perbaikan dan pemeliharaan AC, pemeliharaan <i>body</i>, pergantian ban, dan biaya cuci bus.</p> <p>Kenaikan biaya operasional dan pemeliharaan diasumsikan mengikuti inflasi lokal Surakarta.</p>
Biaya awak kendaraan	Sama dengan biaya awak kendaraan untuk bus konvensional		Memastikan bahwa dampak yang terjadi pada peralihan sistem dan operasional minim terjadi. Memberikan kesempatan partisipasi bagi staff dan awak yang sebelumnya bergabung pada layanan untuk dapat bergabung dengan sistem layanan yang baru. Penyesuaian dilakukan sesuai dengan peraturan yang berlaku. Kemungkinan tambahan biaya diperlukan di awal guna menyesuaikan kebutuhan. Pelatihan dan pendidikan lainnya untuk

			memungkinkan terjadinya serapan kerja yang baik dari pekerja eksisting perlu diselenggarakan.
Biaya tidak langsung	Sama dengan biaya tidak langsung untuk bus konvensional		

Analisis BOK/km untuk Kota Surakarta dilakukan terhadap seluruh rute karena besar BOK/km/bus tiap rute akan digunakan untuk menghitung kebutuhan subsidi yang perlu disediakan oleh Pemerintah Kota Surakarta untuk penyediaan layanan Batik Solo Trans.

Untuk bus konvensional, perhitungan BOK/km akan menggunakan model pembelian layanan (BTS)/ *Gross Cost Contract* (GCC), sesuai pedoman perhitungan pada Kepdirjenhubdat No. 808/2024. Untuk bus listrik, perhitungan BOK/km akan menggunakan model *Net Cost Contract* (NCC) sebagai model kontrak yang direkomendasikan pada Bagian Strategi Reformasi Transportasi Publik.

Asumsi lain yang digunakan dalam perhitungan BOK/km/bus dirangkum pada Tabel 76.

Tabel 84 Asumsi Lainnya untuk Perhitungan BOK/km/bus

Aspek	Nilai	Catatan	Sumber
Usia penggunaan (masa susut) bus konvensional	10 tahun		Estimasi BOK/km rute BST oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dan operator Batik Solo Trans, 2024.
Usia penggunaan (masa susut) bus listrik	10 tahun		<i>Benchmark</i> masa susut bus listrik untuk layanan Transjakarta dan BRT Trans Metro Deli (Medan)
Nilai residu (<i>salvage value</i>) bus konvensional	20%	dari harga armada (OTR)	Estimasi BOK/km rute BST oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dan operator Batik Solo Trans, 2024.
Suku bunga <i>flat</i> per tahun	8,5%	dari harga armada (OTR)	Estimasi BOK/km rute BST oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dan operator Batik Solo Trans, 2024.
Nilai pinjaman	75%	dari harga armada (OTR)	Kepdirjenhubdat No. 808/2024
Margin (<i>overhead</i>) bus konvensional	10%	Dengan model kontrak GCC, terhadap total biaya BOK/km/bus	Estimasi BOK/km rute BST oleh Dinas Perhubungan Kota Surakarta dan operator Batik Solo Trans, 2024.
Margin (<i>overhead</i>) bus listrik	10%	Dengan model kontrak NCC, dari total biaya OPEX pada BOK/km/bus	

4.4.2.2. Hasil Analisis BOK/km/bus

Berdasarkan analisis yang dilakukan, secara umum, BOK/km untuk bus listrik dengan model NCC bernilai lebih rendah dari pada BOK/km bus konvensional dengan model GCC, baik untuk bus besar, bus medium, dan MPU. Hal ini sebagai akibat dari terdapat pengurangan estimasi pendapatan tarif penumpang pada BOK/km yang dibayarkan pemerintah kepada operator pada model kontrak NCC. Sehingga, terdapat pengurangan beban subsidi yang perlu ditanggung oleh pemerintah.

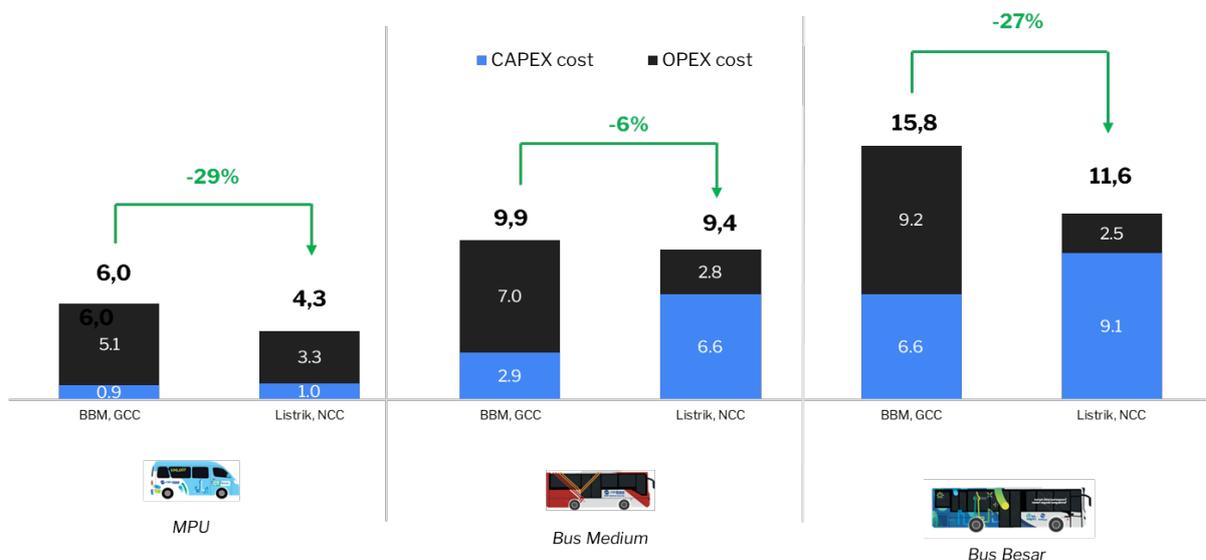
Pada skenario elektrifikasi yang disusun, rata-rata BOK dari bus konvensional untuk bus besar, bus medium, dan MPU adalah sebesar Rp16.339/km/bus, Rp10.149/km/bus, dan Rp6.059/km/bus secara berturut-turut. Sementara itu, besar BOK/km bus listrik nilai tersebut adalah Rp12.422/km/bus,

Rp9.335/km/bus, dan Rp4.273/km/bus untuk bus besar, bus medium, dan MPU; atau berturut-turut lebih rendah 21,8%, 5,9%, dan 20,2% dari BOK/km bus konvensional dengan model yang sama.

Tabel 85 Summary besar rata2 & rute representatif BOK/km bus konvensional dan bus listrik untuk bus besar, bus medium, dan MPU

Parameter	Skenario Elektrifikasi		
	Bus Besar	Bus Medium	MPU
Bus Konvensional			
Biaya CAPEX/km	Rp6.729	Rp2.940	Rp906
Biaya OPEX/km	Rp9.609	Rp7.209	Rp5.152
BOK/km	Rp16.339	Rp10.149	Rp6.058
Bus Listrik			
Biaya CAPEX/km	Rp9.264	Rp6.656	Rp1.013
Biaya OPEX/km	Rp4.912	Rp3.738	Rp3.547
BOK/km	Rp14.176	Rp10.394	Rp4.560
Penurunan BOK/km	24%	8%	29%
Rute representatif	K01	K02	FD07

Rangkuman nilai BOK/km untuk rute representatif ditunjukkan oleh Gambar 75.



Gambar 75 Nilai BOK/km pada Rute Representatif, berupa chart BOK/km bus konv dan bus listrik untuk bus besar, bus medium, dan MPU, pada rute representatif

Beberapa hal yang berperan cukup signifikan terhadap nilai BOK/km/bus adalah:

- Jarak tempuh harian. Semakin tinggi jarak yang ditempuh oleh suatu bus pada suatu rute, semakin rendah nilai BOK/km untuk rute tersebut karena biaya terbagi dengan kilometer tempuh.
- Usia pakai bus. Pada analisis ini digunakan bus memiliki usia penggunaan 10 tahun yang menurunkan biaya investasi per bus per tahun dan biaya asuransi bus listrik. Semakin tinggi usia pakai bus, semakin rendah nilai BOK/km yang diperoleh. Oleh karena itu, usia penggunaan bus dapat ditambah hingga melebihi 10 tahun, tetapi dengan perlunya dilakukan pergantian baterai pada tahun tertentu, seperti pada tahun ke-8.

- Selain itu, harga bus turut berperan dalam besar nilai BOK/km. Penggunaan jenis bus dengan harga pasar yang lebih mahal akan meningkatkan biaya investasi (CAPEX) dan biaya operasional (OPEX) sehingga turut meningkatkan nilai BOK/km/bus. Sebagai contoh, dapat digunakan MPU Skywell 6 meter untuk *feeder*, yang memiliki harga lebih tinggi daripada model yang digunakan pada analisis ini, yaitu DFSK Gelora E.

4.4.3. Analisis Kelayakan Ekonomi

Dalam melakukan analisis kelayakan ekonomi suatu proyek, umumnya, digunakan tiga parameter kelayakan ekonomi, yaitu:

- Rasio Manfaat-Biaya (*Benefit-Cost Ratio* atau BCR);
- ENPV (*Economic Net Present Value*); dan
- EIRR (*Economic Internal Rate of Return*)

Untuk dikatakan sebagai proyek yang layak secara ekonomi, sebuah proyek harus memiliki $BCR > 1$, memiliki $ENPV > 0$, dan memiliki $EIRR > discount\ rate$. Bagian ini akan menganalisis tiga parameter ekonomi tersebut, melalui Analisis Biaya Manfaat atau *Cost and Benefit Analysis* (CBA).

4.4.3.1. Metode dan Input Data untuk Analisis Biaya dan Manfaat

Analisis Biaya Manfaat adalah metodologi evaluasi yang membandingkan dampak ekonomi positif dan negatif dari suatu proyek. Metode ini mengkuantifikasi seluruh potensi manfaat yang diharapkan dapat dihasilkan oleh proyek, kemudian mengurangnya dengan total biaya yang diperlukan untuk implementasi. Dari *Cost-Benefit Analysis*, parameter yang digunakan untuk menentukan kelayakan suatu proyek adalah *Benefit-Cost Ratio* (BCR).

CBA berfungsi sebagai alat pengambilan keputusan yang sistematis, memungkinkan pemangku kepentingan untuk menilai kelayakan ekonomi suatu proyek dengan cara mengidentifikasi, mengukur, dan membandingkan nilai keseluruhan dari keuntungan yang diperoleh terhadap sumber daya yang harus dikeluarkan. Melalui pendekatan ini, dapat ditentukan apakah investasi pada suatu proyek akan memberikan nilai tambah secara ekonomi bagi masyarakat atau pemangku kepentingan lainnya.

Dalam menentukan CBA, perlu diidentifikasi langsung manfaat dan biaya yang terkait dengan elektrifikasi transportasi publik. Manfaat dan biaya, secara garis besar, dapat dibagi menjadi 2 jenis, yaitu langsung dan tidak langsung.

Manfaat Langsung

Manfaat langsung (*direct benefits*) adalah adalah keuntungan atau nilai positif yang timbul sebagai hasil langsung dari pelaksanaan proyek dan dapat diatribusikan secara langsung kepada tujuan utama proyek yang ditinjau. Untuk elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, manfaat langsung merupakan selisih kebutuhan subsidi per bus akibat berkurangnya BOK, yang meliputi:

- Pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan armada; dan
- Pengurangan biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak.

Pengurangan Biaya Operasional & Perawatan (O&M) Kendaraan

Salah satu manfaat langsung dari operasional bus listrik adalah biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang lebih rendah karena pada umumnya kendaraan listrik memiliki bagian bergerak yang lebih sedikit jika dibandingkan kendaraan berbasis bus konvensional. Persamaan yang digunakan untuk menghitung Perubahan Pengeluaran O&M kendaraan adalah sebagai berikut:

$$\Delta \text{Pengeluaran O\&M kendaraan} = (\text{Pengeluaran O\&M Bus Konvensional} - \text{Pengeluaran O\&M Bus Listrik}) \times \text{Populasi Bus Listrik}$$

Pengurangan Biaya untuk Konsumsi Bahan Bakar Minyak

Penerapan bus listrik akan mengurangi jumlah armada bus konvensional yang beroperasi dan selanjutnya akan mengurangi konsumsi bahan bakar yang biasanya dikonsumsi oleh bus konvensional yang kini telah digantikan oleh bus listrik. Persamaan yang digunakan untuk menghitung perubahan konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

$$\Delta \text{Pengeluaran Konsumsi Bahan Bakar} = (\text{Efisiensi Bahan Bakar Rata-rata Bus Konvensional} \times \text{Harga Bahan Bakar} + \text{Subsidi}) \times \text{Populasi Bus Listrik}$$

Pengurangan biaya O&M dan konsumsi bahan bakar minyak, walaupun dapat dianggap sebagai manfaat langsung dari elektrifikasi, namun, merupakan bagian dari Biaya Operasional Kendaraan (BOK) untuk armada transportasi publik. Untuk mencegah redundansi, maka, pengurangan kebutuhan subsidi per bus akibat berkurangnya BOK akan dihitung agar manfaat dari pengurangan biaya O&M dan bahan bakar minyak dapat langsung terakomodir, agar komponen biaya lain di dalam BOK yang juga berkaitan perhitungan analisis biaya-manfaat tetap terakomodir dalam perhitungan.

Selisih Kebutuhan Subsidi per Bus akibat Perbedaan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) antara Bus Konvensional dan Bus Listrik

Berdasarkan analisis pada Subbab 4.4.2, BOK/km/bus untuk jenis bus besar, bus medium, dan MPU berbasis listrik dengan model *Net Cost Contract* (NCC) secara umum sudah lebih rendah BOK/km/bus untuk bus konvensional dengan model *Gross Cost Contract* (GCC). Umumnya, BOK/km/bus menjadi dasar acuan dalam menentukan besar subsidi yang dibutuhkan. Pengurangan BOK/km/bus secara agregat dirumuskan sebagai berikut:

$$\Delta \text{Pengurangan Kebutuhan Subsidi per Bus Akibat Berkurangnya BOK} = \sum[(\text{BOK/km/bus konvensional per rute} \times \text{km tempuh tahunan per rute} \times \text{jumlah bus per rute}) - \text{estimasi farebox revenue per rute}] - \sum[(\text{BOK/km/bus listrik per rute} \times \text{km tempuh tahunan per rute} \times \text{jumlah bus per rute}) - \text{estimasi farebox revenue per rute}]$$

Parameter yang digunakan untuk menentukan manfaat langsung dari elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta adalah sebagai berikut:

Tabel 86. Parameter Perhitungan Manfaat Langsung Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Pengurangan biaya Operasional & Perawatan (O&M) kendaraan			
Pengeluaran O&M bus besar konvensional (12 meter)	Rp9.610 Rp/km	Dasar harga berdasarkan estimasi Dishub Surakarta (2024), disesuaikan dengan inflasi, kenaikan UMK, dan rencana operasional oleh ITDP	Komponen O&M mencakup komponen biaya awak kendaraan, servis besar, servis kecil, suku cadang, dan biaya tidak langsung (biaya pegawai dan pengelolaan)
Pengeluaran O&M bus besar listrik (12 meter)	Rp4.912/km	Estimasi ITDP	Komponen O&M serupa dengan komponen O&M bus konvensional. Namun, untuk komponen biaya servis besar, servis kecil, dan suku cadang,

			besarnya merupakan 60% dari besar komponen bus besar konvensional
Populasi bus besar listrik	Menyesuaikan dengan rekomendasi tahap implementasi	Perhitungan ITDP	
Pengeluaran O&M bus medium konvensional (7 meter)	Rp7.209/km	Dasar harga berdasarkan estimasi Dishub Surakarta (2024), disesuaikan dengan inflasi, kenaikan UMK, dan rencana operasional oleh ITDP	Komponen O&M mencakup komponen biaya awak kendaraan, servis besar, servis kecil, suku cadang, dan biaya tidak langsung (biaya pegawai dan pengelolaan)
Pengeluaran O&M bus medium listrik (7 meter)	Rp3.738/km	Estimasi ITDP	Komponen O&M serupa dengan komponen O&M bus konvensional. Namun, untuk komponen biaya servis besar, servis kecil, dan suku cadang, besarnya merupakan 60% dari besar komponen bus besar konvensional
Populasi bus medium listrik	Menyesuaikan dengan rekomendasi tahap implementasi	Perhitungan ITDP	
Pengeluaran O&M MPU konvensional (4 meter)	Rp5.153/km	Dasar harga berdasarkan estimasi Dishub Surakarta (2024), disesuaikan dengan inflasi, kenaikan UMK, dan rencana operasional oleh ITDP	Komponen O&M mencakup komponen biaya awak kendaraan, servis kecil, suku cadang, dan biaya tidak langsung (biaya pegawai dan pengelolaan) Pada perhitungan Dishub Surakarta, tidak terdapat biaya servis besar. Mempertimbangkan perbandingan biaya/km komponen servis kecil dan servis besar untuk bus besar dan bus medium, ditetapkan biaya/km servis besar sebesar 20% dari biaya/km servis kecil.
Pengeluaran O&M MPU listrik (4 meter)	Rp3.547/km	Estimasi ITDP	Komponen O&M serupa dengan komponen O&M bus konvensional. Namun, untuk komponen biaya servis besar, servis kecil, dan suku cadang, besarnya merupakan 60% dari besar komponen bus besar konvensional
Populasi MPU listrik	Menyesuaikan dengan rekomendasi tahap implementasi	Perhitungan ITDP	
Perubahan pengeluaran konsumsi bahan bakar			
Rata-rata efisiensi bahan bakar bus besar konvensional	0,29 L/km	Data Dishub Surakarta (2024)	
Rata-rata efisiensi bahan bakar bus medium konvensional	0,25 L/km		

Rata-rata efisiensi bahan bakar MPU konvensional	0,07 L/km		
Jarak perjalanan tahunan bus besar	Sesuai dengan rencana operasional per rute	Rekomendasi rencana operasional oleh ITDP	Rata-rata jarak tempuh harian rute yang menggunakan bus besar, dikalikan dengan hari operasional (365 hari)
Jarak perjalanan tahunan bus medium	Sesuai dengan rencana operasional per rute		Rata-rata jarak tempuh harian rute yang menggunakan bus medium, dikalikan dengan hari operasional (365 hari)
Jarak perjalanan tahunan MPU	Sesuai dengan rencana operasional per rute		Rata-rata jarak tempuh harian rute yang menggunakan MPU, dikalikan dengan hari operasional (365 hari)
Harga bahan bakar dan subsidi	Harga solar yang dibebankan konsumen: Rp6.800 Besarnya subsidi solar: Rp5.150 Harga pertalite yang dibebankan konsumen: Rp10.000 Estimasi besarnya subsidi: Rp3.000	Wakil Menteri Keuangan Republik Indonesia, sebagaimana dikutip pada CNBC ⁷² ; detikfinance ⁷³ .	
Pengurangan kebutuhan subsidi akibat berkurangnya BOK			
BOK/km/bus bus konvensional	Sesuai besar BOK/km/bus konvensional untuk tiap rute	Dasar harga berdasarkan estimasi Dishub Surakarta (2024), disesuaikan dengan inflasi, kenaikan UMK, dan rencana operasional oleh ITDP	
BOK/km/bus bus listrik	Sesuai besar BOK/km/bus listrik untuk tiap rute	Perhitungan BOK/km/bus	
Jarak perjalanan tahunan	Sesuai dengan rencana operasional per rute	Rekomendasi rencana operasional oleh ITDP	Rata-rata jarak tempuh harian rute, dikalikan dengan hari operasional (365 hari)
Jumlah bus	Sesuai dengan rencana operasional per rute	Rekomendasi rencana operasional oleh ITDP	Jumlah bus yang diperhitungkan pada pengurangan BOK/km/bus adalah bus SO

Manfaat Langsung yang Tidak Dapat Diperhitungkan (*Nonquantifiable Direct Benefits*)

Untuk menstimulus adopsi kendaraan listrik, Pemerintah Republik Indonesia melalui Peraturan Menteri Dalam Negeri (Permendagri) No. 8/2024 telah menetapkan Dasar Pengenaan (DP) pajak 0% untuk Pajak

⁷² CNBC Indonesia. "Bukan Rp6.800 per Liter, Segini Harga Asli BBM Solar Terbaru". <https://www.cnbcindonesia.com/news/20250217092236-4-611121/bukan-rp6800-per-liter-segini-harga-asli-bbm-solar-terbaru>. Diakses 29 April 2025.

⁷³ Detik Finance. Terungkap! Harga Asli Pertalite Ternyata Bukan Rp 10.000, tapi Rp 13.000 <https://finance.detik.com/energi/d-7072990/terungkap-harga-asli-pertalite-ternyata-bukan-rp-10-000-tapi-rp-13-000>. Diakses 29 April 2025.

Kendaraan Bermotor (PKB) dan Biaya Balik Nama Kendaraan Bermotor (BBNKB). PKB dan BBNKB merupakan bagian dari pajak dan retribusi daerah yang diterima oleh pemerintah provinsi terkait, berdasarkan UU No. 1/2022 tentang Hubungan Keuangan antara Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah. Oleh karena itu, terdapat hal lain yang juga dapat diperhitungkan sebagai manfaat langsung dari elektrifikasi transportasi publik, yaitu potensi pengurangan yang dibebankan kepada operator dan/atau Dinas Perhubungan Kota Surakarta sebagai penyedia layanan transportasi publik. Namun, berkurangnya PKB dan BBNKB juga berdampak kepada berkurangnya Pendapatan Asli Daerah (PAD) Provinsi Jawa Tengah, yang secara tidak langsung juga berpengaruh terhadap ekonomi Kota Surakarta sebagai salah satu pusat kota perekonomian /perdagangan (?Provinsi Jawa Tengah. Oleh karena itu, pada analisis ini, pengurangan PKB dan BBNKB tidak diperhitungkan dalam manfaat langsung elektrifikasi transportasi publik.

Manfaat Tidak Langsung

Manfaat tidak langsung (*indirect benefits*) adalah keuntungan sekunder atau tersier yang timbul sebagai efek lanjutan dari implementasi elektrifikasi transportasi publik. Manfaat ini umumnya terjadi di luar lingkup langsung proyek dan sering mempengaruhi pihak ketiga atau sektor ekonomi lainnya. Untuk elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta, manfaat tidak langsung meliputi:

- Biaya sosial karbon (*social cost of carbon*);
- Penurunan biaya kesehatan; dan
- Dampak positif ekonomi (*positive induced economic effects*).

Penurunan Biaya Sosial Karbon

Berdasarkan perhitungan pada Subbab 4.4, pada tahun 2040, elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta berpotensi menurunkan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) hingga 13.433 ton. Penurunan emisi Gas Rumah Kaca (GRK) ini berpotensi memberikan manfaat terhadap berkurangnya potensi katostropik akibat emisi GRK dan pemanasan global. Salah satu parameter yang digunakan untuk mengestimasi besar manfaat moneter dari penurunan GRK adalah biaya sosial karbon. Parameter ini mengestimasi berapa besaran manfaat yang dapat diperoleh dari suatu intervensi yang menurunkan GRK. Berdasarkan estimasi Asian Development Bank, besar biaya sosial karbon diestimasi mencapai \$36,30/ton CO₂eq pada tahun 2016—atau Rp487.727/ton CO₂eq berdasarkan kurs 2016—dan diproyeksikan naik 2% setiap tahunnya⁷⁴.

Penurunan biaya sosial karbon dari elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta diestimasi sebagai berikut:

Penurunan biaya sosial karbon = Biaya sosial karbon x Penurunan Emisi GRK x Jumlah Bus Listrik

Penurunan Biaya Kesehatan

Polusi udara, seperti PM_{2.5}, NO_x, dan SO_x, berpotensi meningkatkan risiko penyakit pernapasan, seperti pneumonia dan tuberkulosis (TBC). Berdasarkan Subbab 4.3, elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta berpotensi mereduksi polusi udara PM_{2.5}, NO_x, dan SO_x hingga berturut-turut 46 ton, 738 ton, dan 6 ton pada 2040. Persamaan penghematan biaya kesehatan adalah sebagai berikut:

Penghematan Biaya Kesehatan = [(Proyeksi Pengurangan Jumlah Penderita Pneumonia x Biaya Kesehatan Pneumonia) + (Proyeksi Pengurangan Jumlah Penderita TBC x Biaya Kesehatan TBC)]

⁷⁴ Asian Development Bank, 2017. Guidelines for the economic analysis of projects.

Untuk proyeksi penurunan jumlah pasien pneumonia/TBC, persamaan linear diregresikan dari fungsi emisi CO₂eq sehubungan dengan data historis pasien yang dikumpulkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) selama beberapa tahun terakhir. Proksi emisi CO₂eq digunakan untuk persamaan linear, alih-alih PM_{2.5}, NO_x, dan SO_x, karena data historis emisi GRK yang lebih mudah didapatkan dan diolah dibanding polusi udara. Selain itu, karena elektrifikasi transportasi publik sama-sama berpotensi mengurangi emisi GRK dan polusi udara, terdapat korelasi antara penurunan PM_{2.5}, NO_x, dan SO_x terhadap penurunan GRK, sehingga proksi ini dapat dilakukan. Setelah diperoleh rumus linier, maka jumlah total penurunan emisi CO₂eq digunakan sebagai input pada persamaan tersebut untuk mendapatkan potensi pengurangan jumlah pasien penyakit TBC dan pneumonia. Rata-rata biaya kesehatan untuk kasus pneumonia dan TBC diperoleh dari sejumlah studi, yang akan disesuaikan dengan inflasi.

Perbaikan kualitas udara akibat elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta diproyeksikan menurunkan sebanyak 208 kasus penyakit pernapasan pada 2040, yang terdiri atas 121 kasus TBC dan 87 kasus pneumonia. Oleh karena itu, elektrifikasi transportasi publik berdampak positif terhadap kesehatan respiratori masyarakat Kota Surakarta secara keseluruhan.

Dampak Positif Ekonomi

Pengurangan biaya operasional kendaraan, pengurangan biaya perawatan kendaraan, pengurangan subsidi bahan bakar, pengurangan biaya polusi, dan penghematan biaya kesehatan akan mengurangi pengeluaran masyarakat secara keseluruhan dan dengan demikian meningkatkan tabungan masyarakat. Menurut Keynes (1936), untuk tingkat pendapatan berapa pun, masyarakat akan membelanjakan sebagian kecilnya dan menabung/menginvestasikan sisanya. Uang yang ditabung/diinvestasikan kemudian akan menimbulkan manfaat ekonomi terinduksi yang dapat dihitung dengan manfaat pengganda ekonomi (*economic multiplier benefit*). Persamaan untuk menghitung manfaat ekonomi positif adalah sebagai berikut:

$$\text{Dampak Positif Ekonomi} = [(\text{Pengurangan Biaya O\&M} + \text{Pengurangan Biaya Konsumsi BBM} + \text{Social Cost of Carbon} + \text{Penghematan Biaya Kesehatan}) \times \text{Laju Pengembalian Investasi}] + \text{Economic Multiplier} \times [(\text{Perubahan Pengeluaran Pembelian Kendaraan} + \text{Biaya Investasi Infrastruktur Kendaraan Listrik}) \times \text{TKDN Kendaraan Listrik} + \text{Perubahan Belanja Konsumsi Listrik}]$$

Parameter yang digunakan untuk menentukan manfaat tidak langsung dari elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta adalah sebagai berikut:

Tabel 87. Parameter Perhitungan Manfaat Tidak Langsung Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Penurunan biaya sosial karbon			
Biaya sosial karbon	\$36,30 (Rp487.727)/tCO ₂ eq	Asian Development Bank, 2017	\$36,30/tCO ₂ eq pada 2016, mengalami kenaikan 2% per tahun, disesuaikan dengan asumsi kenaikan kurs.
Penurunan emisi GRK	Sesuai penurunan emisi GRK per tahun, berdasarkan rekomendasi pentahapan oleh ITDP	Perhitungan ITDP	
Jumlah bus listrik	Sesuai dengan rekomendasi tahap implementasi bus listrik	Perhitungan ITDP	
Penurunan biaya kesehatan			
Model proyeksi jumlah pasien	TBC: $y = 0,0011x$	Proyeksi dari data BPS	y = potensi jumlah pasien Pneumonia/TBC yang berkurang

	Pneumonia: $y = 0,0008x$		(sehingga menghemat biaya kesehatan) $x =$ jumlah pengurangan emisi CO ₂ eq
Penurunan emisi GRK	Sesuai penurunan emisi GRK per tahun, berdasarkan rekomendasi pentahapan oleh ITDP	Perhitungan ITDP	
Rata-rata biaya kesehatan untuk TBC per pasien (d disesuaikan dengan inflasi)	Rp2.490.298 per pasien	Iswari et al., 2019	D disesuaikan dengan inflasi lokal di tahun-tahun selanjutnya
Potensi pengurangan pasien TBC (total)	121 kasus	Perhitungan model	Perhitungan penurunan biaya kesehatan akan menyesuaikan potensi pengurangan pasien TBC per tahun, berdasarkan penurunan GRK per tahun
Rata-rata biaya kesehatan untuk pneumonia per pasien	Rp233.058 per pasien		D disesuaikan dengan inflasi lokal di tahun-tahun selanjutnya
Potensi pengurangan pasien pneumonia (total)	87 kasus	Perhitungan model	Perhitungan penurunan biaya kesehatan akan menyesuaikan potensi pengurangan pasien pneumonia per tahun, berdasarkan penurunan GRK per tahun
Penurunan biaya transportasi			
Potensi <i>mode shift</i> ke layanan transportasi publik (total)	4.907.419 penumpang BST pada tahun 2024	Estimasi ITDP	<ul style="list-style-type: none"> • Pengguna transportasi publik baru seluruhnya berasal dari pengguna kendaraan pribadi • Jumlah perjalanan 2 kali sehari, selama hari kerja • Terdapat 20 hari kerja dalam 1 bulan • Load factor historis 36% • Total <i>shifting</i> per tahun
Biaya transportasi dengan kendaraan pribadi	Rp1.060.000/orang	<i>Benchmarking</i> dari Kota Pekanbaru	Rp 1.060.000/kendaraan roda dua/orang pada 2023, yang disesuaikan dengan inflasi untuk tahun-tahun selanjutnya. Angka dapat lebih tinggi jika pengguna transportasi publik yang melakukan <i>shifting</i> adalah pengguna kendaraan roda 4.
Biaya transportasi dengan transportasi publik	<ul style="list-style-type: none"> • Umum: Rp3.700 • Khusus: (Pelajar, mahasiswa, dan lansia): Rp2000 	Tarif eksisting layanan Batik Solo Trans, 2025	Karena perubahan tarif bersifat politis dan sulit diprediksi, tarif pada tahun-tahun selanjutnya tidak dikenakan inflasi.
Dampak positif ekonomi			
Komponen perhitungan dampak positif ekonomi	Manfaat langsung: <ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan armada 	Perhitungan tiap komponen manfaat dan biaya	

	<ul style="list-style-type: none"> • Pengurangan biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak <p>Manfaat lainnya yang ikut dihitung pada perhitungan dampak positif ekonomi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penurunan biaya sosial karbon • Penurunan biaya kesehatan <p>Komponen biaya yang diperhitungkan pada perhitungan dampak positif ekonomi:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perubahan pengeluaran pembelian kendaraan • Perubahan belanja konsumsi listrik • Biaya investasi infrastruktur kendaraan listrik 		
Laju pengembalian investasi	4,91%	Deposit Rate BI	Rata-rata 2019-2024
<i>Economic Multiplier</i>	3,88	Perhitungan	<i>Economic Multiplier = 1/Marginal Propensity to Save (MPS)</i>
Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) kendaraan listrik	40%	Peraturan Presiden No.79 Tahun 2023	40% di 2024, dan meningkat sesuai roadmap pada Perpres

Manfaat Tidak Langsung yang Tidak Dihitung

Penurunan Biaya Transportasi

Kebutuhan subsidi per bus yang berkurang akibat berkurangnya BOK bus listrik jika dibandingkan dengan bus konvensional berpotensi membuat subsidi dapat dialokasikan untuk kebutuhan lain di sektor transportasi, misalnya, dibukanya rute baru, sehingga berpotensi meningkatkan cakupan layanan transportasi publik di Kota Surakarta dan masyarakat yang terlayani transportasi publik di Kota Surakarta. Bertambahnya cakupan layanan transportasi publik di Kota Surakarta berpotensi mengurangi biaya transportasi masyarakat Kota Surakarta, yang saat ini ditaksir berkontribusi sebesar 34% dari total pengeluaran masyarakat Kota Surakarta, atau sebesar Rp1.060.000/sepeda motor/bulan pada 2023⁷⁵.

Potensi penurunan biaya transportasi diestimasi dengan formula sebagai berikut:

Penurunan biaya transportasi = [Potensi *Mode Shift* ke Layanan Transportasi Publik x (Biaya Transportasi dengan Kendaraan Pribadi – Biaya Transportasi dengan Transportasi Publik)]

Beberapa asumsi yang digunakan adalah:

- *Mode shift* ke layanan transportasi publik seluruhnya berasal dari pengguna kendaraan pribadi.
- Jumlah perjalanan diasumsikan 2 kali sehari, selama hari kerja.

⁷⁵ Benchmarking untuk Kota Pekanbaru dari Dokumen Ekspose Ranperda Angkutan Umum Massal Kota Pekanbaru, 2023.

- Diasumsikan terdapat 20 hari kerja dalam 1 bulan.
- *Load factor* transportasi publik diasumsikan sebesar 36%, berdasarkan data historis Batik Solo Trans.
- Biaya transportasi dengan kendaraan pribadi diasumsikan sebesar Rp1.060.000/orang pada 2023, yang disesuaikan dengan inflasi untuk tahun-tahun selanjutnya. Angka ini dapat lebih tinggi karena besar biaya transportasi yang ditinjau hanya untuk kendaraan roda dua, tidak termasuk kendaraan roda empat.
- Tarif transportasi publik diasumsikan sebesar Rp3.700 untuk umum, Rp2000 untuk penumpang khusus seperti pelajar, mahasiswa, dan lansia. Tarif tidak dikenakan inflasi.

Walaupun penurunan biaya transportasi tersebut dapat dihitung, namun, penurunan biaya transportasi merupakan manfaat turunan yang langsung berkaitan dengan berkurangnya subsidi akibat berkurangnya BOK/km bus listrik dibandingkan dengan bus konvensional. Oleh karena itu, manfaat ini tidak dimasukkan ke dalam perhitungan Analisis Biaya-Manfaat. Namun, jika Pemerintah Kota Surakarta ingin mengetahui potensi penurunan biaya transportasi dari elektrifikasi transportasi publik, persamaan dan asumsi-asumsi di atas dapat digunakan.

Selain itu, elektrifikasi transportasi publik, selain dapat mengurangi GRK dan polusi udara, juga dapat mengurangi polusi suara. Namun, penurunan polusi suara sulit dihitung, sehingga manfaat moneter dari penurunan polusi suara tidak diperhitungkan pada studi ini.

Biaya Langsung

Biaya langsung terkait elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta mencakup:

- Perubahan biaya pembelian armada;
- Biaya investasi infrastruktur pengisian daya; dan
- Biaya konsumsi energi listrik.

yang seluruhnya telah terhitung pada selisih kebutuhan subsidi karena perbedaan BOK/km bus konvensional dan bus listrik. Namun, sebagai bagian dari komponen BOK/km, akan tetap dijabarkan formula perhitungan perubahan biaya pembelian armada, biaya investasi infrastruktur pengisian daya, dan biaya konsumsi energi listrik.

Perubahan Biaya Pembelian Armada

Harga bus listrik umumnya lebih mahal dibandingkan dengan harga bus konvensional sehingga akan terjadi peningkatan biaya pembelian kendaraan karena adanya perbedaan harga tersebut. Persamaan penghitungan perubahan biaya pembelian armada adalah sebagai berikut:

Perubahan Biaya Pembelian Armada = Penjualan Bus Listrik x (Harga Bus Listrik per unit – Harga Bus Konvensional per unit)

Biaya Investasi Infrastruktur Pengisian Daya

Selain harga armada yang lebih tinggi, umumnya biaya investasi terkait elektrifikasi transportasi publik juga bertambah karena terdapat infrastruktur pengisian daya yang biayanya umumnya dibebankan kepada operator atau penyelenggara transportasi publik. Biaya tersebut tidak hanya mencakup pembelian unit (dispenser) pengisian daya, namun juga infrastruktur penyambung, sebagaimana dijelaskan pada Subbab 4.4.1. Besar biaya karena infrastruktur pengisian daya dihitung sebagai berikut:

Biaya Investasi Infrastruktur Pengisian Daya = [Harga Unit Pengisian Daya x (Jumlah Fasilitas Pengisian Daya yang Dibutuhkan + 10% Biaya Instalasi) + Biaya Infrastruktur Penyambungan]

Biaya Konsumsi Energi Listrik

Peningkatan penggunaan bus listrik akan meningkatkan kebutuhan listrik untuk pengoperasian bus listrik sehingga meningkatkan pengeluaran konsumsi energi listrik. Persamaan penghitungan perubahan pengeluaran konsumsi listrik adalah sebagai berikut:

Biaya Konsumsi Energi Listrik = Rata-rata konsumsi kWh/km x Jarak Perjalanan Tahunan x Biaya Listrik/kWh x Jumlah bus listrik

Parameter yang digunakan untuk perhitungan komponen biaya langsung yang telah dijabarkan sebelumnya ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 89. Parameter Perhitungan Biaya Langsung Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Perubahan pengeluaran pembelian kendaraan			
Harga rata-rata bus konvensional per unit	<ul style="list-style-type: none"> Bus besar konvensional 12 meter: Rp2.702.742.960 per unit Bus medium konvensional 7 meter: Rp1.038.248.820 per unit MPU konvensional 4 meter: Rp323.010.744 per unit 	Market research ITDP	Sesuai dengan estimasi besar CAPEX pada Subbab 4.5.1
Harga rata-rata bus listrik per unit	<ul style="list-style-type: none"> Bus besar listrik 12 meter: Rp4.590.000.000 per unit Bus medium listrik 7 meter: Rp3.060.000.000 per unit MPU listrik 4 meter: Rp406.980.000 per unit 	Market research ITDP	Sesuai dengan estimasi besar CAPEX pada Subbab 4.5.1
Jumlah penjualan bus listrik	Sesuai dengan rekomendasi tahap implementasi bus listrik	Rekomendasi ITDP	
Biaya investasi infrastruktur bus listrik			
Kebutuhan unit (<i>dispenser</i>) pengisian daya untuk <i>overnight charging</i>	Sesuai dengan rekomendasi tahap implementasi bus listrik	Perhitungan ITDP	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP
Kebutuhan unit (<i>dispenser</i>) pengisian daya untuk <i>opportunity charging</i>	Sesuai dengan rekomendasi tahap implementasi bus listrik	Perhitungan ITDP	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP
Harga unit fasilitas pengisian daya	<ul style="list-style-type: none"> <i>Plug-in</i> DC 200 kW: \$49.514 (Rp 800 miliar) <i>Plug-in</i> DC 100 kW: \$21.730 (Rp 351 miliar) 	Market research ITDP	Sesuai dengan estimasi besar CAPEX pada Subbab 4.5.1

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Plug-in</i> DC 50 kW: \$9.235 (Rp 149 miliar) 		
Perubahan belanja konsumsi listrik			
Jarak perjalanan tahunan	Sesuai dengan rencana operasional per rute	Rekomendasi rencana operasional oleh ITDP	Rata-rata jarak tempuh harian rute, dikalikan dengan hari operasional (365 hari)
Rata-rata kWh per km	Bus besar listrik 12 meter, kapasitas baterai 324 kWh: 1,1 kWh/km Bus medium listrik 7 meter, kapasitas baterai 135 kWh: 0,6 kWh/km MPU listrik 4 meter, kapasitas baterai 42 kWh: 0,24 kWh/km	<i>Market research</i> ITDP	Sesuai dengan tipologi bus listrik pada Subbab 4.2.2
Jumlah konsumsi listrik (total)	<ul style="list-style-type: none"> • Bus besar listrik 12 meter: 65.131 kWh • Bus medium listrik 7 meter: 532.932 kWh • MPU listrik 4 meter: 1.663.424 kWh 	Perhitungan ITDP	Jarak perjalanan tahunan dibagi efisiensi Bus Listrik (satuan kWh/km), hingga 2036 Perhitungan dilakukan dengan menyesuaikan terhadap jumlah konsumsi listrik per tahun, tidak hanya nilai total
Jumlah penjualan bus listrik	Sesuai dengan rekomendasi tahap implementasi bus listrik	Rekomendasi ITDP	Menyesuaikan dengan peta jalan ITDP
Biaya listrik/kWh	Rp2.467/kWh Rp707/kWh	PLN	Sesuai dengan komponen OPEX pada Subbab 4.5.2.

Biaya Tidak Langsung: Dampak Negatif Ekonomi

Elektrifikasi transportasi publik memang memberikan manfaat besar, berupa pengurangan emisi, efisiensi biaya operasional dan pemeliharaan, dan manfaat kesehatan. Namun, serupa dengan adanya dampak ekonomi positif yang terinduksi, transisi ini juga bisa menyebabkan dampak ekonomi negatif yang terinduksi (*negative induced economic effects*), terutama pada sektor-sektor ekonomi yang bergantung pada sistem transportasi publik dengan armada konvensional. Contoh dampak negatif pada sektor ekonomi adalah penurunan penjualan armada bus konvensional, penurunan aktivitas ekonomi di sektor perawatan mesin armada konvensional, maupun penurunan aktivitas ekonomi di sektor kesehatan akibat berkurangnya kasus penyakit pernafasan. Dampak ini disebut “*induced*” karena merupakan efek samping dari kebijakan yang sebenarnya bertujuan positif. Konsep “*negative induced economic effects*” serupa dengan konsep *opportunity cost*, namun diturunkan dari perubahan pada struktur industri.

Persamaan untuk menghitung dampak negatif ekonomi adalah sebagai berikut:

$$\text{Dampak Negatif Ekonomi} = [(\text{Biaya Pembelian Bus Konvensional}) \times \text{Laju Pengembalian Investasi}] + \text{Economic Multiplier} \times [(\text{Pengurangan Biaya O\&M} \times \text{TKDN}) + (\text{Pengurangan Biaya Konsumsi BBM}) + (\text{Penghematan Biaya Kesehatan})]$$

Rasionalisasi dari persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1) [(Biaya Pembelian Bus Konvensional) × Laju Pengembalian Investasi]

- Bagian ini menggambarkan hilangnya potensi investasi atau pengembalian ekonomi dari belanja pada pembelian bus konvensional.
- Laju Pengembalian Investasi (4,91%) digunakan untuk memperkirakan berapa besar nilai ekonomi tahunan yang hilang jika dana yang dulu digunakan untuk kendaraan konvensional kini tidak lagi menghasilkan ROI (*Return on Investment*). Laju pengembalian investasi menggunakan proksi rata-rata *discount rate* Bank Indonesia (BI) dalam 5 tahun terakhir karena *discount rate* BI dianggap mencerminkan tingkat risiko sistem minimum dalam perekonomian nasional. Karena elektrifikasi umumnya dibiayai oleh pemerintah (dengan skema publik), maka elektrifikasi transportasi publik menggunakan *social discount rate*. Selain itu, umumnya pedoman CBA di Indonesia menggunakan suku bunga acuan BI sebagai dasar untuk menentukan manfaat dan biaya proyek pbulik jangka panjang.

2) *Economic Multiplier* × [(Pengurangan Biaya O&M × TKDN) + (Pengurangan Biaya Konsumsi BBM) + (Penghematan Biaya Kesehatan)]

- Aktivitas operasional dan pemeliharaan kendaraan tidak seluruhnya memberikan kontribusi langsung terhadap perekonomian domestik. Oleh karena itu, digunakan parameter Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) dari kendaraan konvensional eksisting, untuk memfilter bagian manfaat yang benar-benar mengalir ke dalam ekonomi nasional, yang berpotensi hilang karena elektrifikasi transportasi publik.
- Pengurangan biaya konsumsi BBM dianggap memberikan dampak negatif ekonomi karena adanya aktivitas ekonomi yang berkurang, akibat berkurangnya konsumsi BBM.
- Penghematan biaya kesehatan juga dianggap sebagai “*negative induced impact*” karena adanya aktivitas ekonomi yang berkurang, akibat berkurangnya kasus penyakit saluran pernafasan, dalam hal ini pneumonia dan TBC.
- *Economic Multiplier* digunakan untuk menangkap efek berantai dari pengeluaran di ekonomi domestik. Nilai ini diperoleh dari rumus $1 / MPS$ (*Marginal Propensity to Save*).

Parameter yang digunakan untuk perhitungan dampak negatif ekonomi adalah sebagai berikut:

Tabel 88 Parameter yang digunakan untuk perhitungan dampak negatif ekonomi

Parameter	Nilai (Tahun 2025)	Sumber	Catatan
Laju pengembalian investasi	4,91%	Deposit Rate BI	Rata-rata 2019 - 2024
<i>Economic Multiplier</i>	3,88	Perhitungan	<i>Economic Multiplier</i> = $1/MPS$
Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN)	50%	Rata-rata besar TKDN + Bobot Manfaat Perusahaan (BMP) sejumlah model kendaraan dari Hino ⁷⁶ . Hino dipilih karena Hino merupakan model bus dengan jumlah paling banyak di bawah layanan Trans Metro Surakarta.	a

Tabel 89 Rangkuman Manfaat dan Biaya, Langsung dan Tidak Langsung, yang Ditinjau pada Analisis Biaya Manfaat

Manfaat		Biaya	
Langsung	Tidak Langsung	Langsung	Tidak Langsung

⁷⁶ Hino.co.id. “Komitmen Hino Indonesia Membangun Negeri dengan Penguatan Industri Lokal.” <https://www.hino.co.id/news-detail/407/komitmen-hino-indonesia-membangun-negeri-dengan-penguatan-industri-lokal>. Diakses 24 April 2025.

<p>Selisih kebutuhan subsidi per bus akibat perbedaan BOK/km bus konvensional dan bus listrik, yang mencakup:</p> <ul style="list-style-type: none"> Pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan (O&M) armada Pengurangan biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak 	<ul style="list-style-type: none"> Biaya sosial karbon (<i>social cost of carbon</i>); Penurunan biaya kesehatan; dan Dampak positif ekonomi (<i>positive induced economic effects</i>), berupa laju pengembalian investasi akibat: <ul style="list-style-type: none"> Pengurangan biaya O&M armada Pengurangan biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak Pengurangan biaya sosial karbon (<i>social cost of carbon</i>) Penurunan biaya kesehatan <p>Dampak positif ekonomi (<i>positive induced economic effects</i>), berupa <i>multiplier effect</i> terhadap:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perubahan biaya pembelian armada Biaya investasi infrastruktur pengisian daya Biaya konsumsi energi listrik 	<p>Selisih kebutuhan subsidi per bus akibat perbedaan BOK/km bus konvensional dan bus listrik, yang mencakup:</p> <ul style="list-style-type: none"> Perubahan biaya pembelian armada Biaya investasi infrastruktur pengisian daya Biaya konsumsi energi listrik 	<ul style="list-style-type: none"> Dampak negatif ekonomi (<i>negative induced economic effects</i>) berupa pengurangan pengembalian investasi akibat investasi bus konvensional Dampak negatif ekonomi (<i>negative induced economic effects</i>) berupa <i>multiplier effect</i> terhadap: <ul style="list-style-type: none"> Pengurangan biaya operasional dan pemeliharaan armada Pengurangan biaya untuk konsumsi bahan bakar minyak Penurunan biaya kesehatan
--	--	---	---

Perhitungan CBA

Setelah mempertimbangkan seluruh manfaat dan biaya yang dijelaskan pada bagian sebelumnya, maka dilakukan Hasil evaluasi analisis kelayakan ekonomi melalui metode *Cost-Benefit Analysis* (CBA) dinyatakan dalam parameter *Economic Net Present Value* (ENPV), *Economic Internal Rate of Return* (EIRR), dan *Benefit-Cost Ratio* (BCR). ENPV adalah selisih antara nilai sekarang dari manfaat yang dikuantifikasi dan nilai sekarang dari biaya yang dikuantifikasi selama periode waktu tertentu. ENPV dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$ENPV = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1 + sc)^t}$$

Dimana B_t adalah manfaat yang terkuantifikasi pada waktu t , C_t adalah biaya yang terkuantifikasi pada waktu t , dan sc adalah tingkat diskonto sosial (*social discount rate*). Suatu proyek dikatakan membawa manfaat yang lebih besar bagi masyarakat bila ENPV bernilai lebih besar dari nol.

Economic Internal Rate of Return (EIRR) adalah indikator yang digunakan untuk menilai kelayakan ekonomi suatu investasi. EIRR menunjukkan tingkat pengembalian tahunan di mana seluruh manfaat bersih proyek—yang telah didiskonto—bernilai nol. Dengan kata lain, EIRR adalah tingkat diskonto yang membuat ENPV (Net Present Value Ekonomi) sama dengan nol.

Suatu proyek dinilai memberikan manfaat ekonomi yang layak apabila EIRR melebihi tingkat diskonto sosial (*social discount rate*). EIRR dihitung dengan formula berikut:

$$0 = \sum_{t=0}^T \frac{(B_t - C_t)}{(1 + EIRR)^t}$$

Benefit-Cost Ratio (BCR) memberikan gambaran ringkas tentang perbandingan antara total manfaat dan total biaya suatu proyek. Nilai BCR dapat dinyatakan secara kuantitatif dalam bentuk moneter maupun secara kualitatif.

Proyek dianggap layak secara ekonomi apabila $BCR > 1,0$, yang berarti manfaat yang dihasilkan melebihi biaya yang dikeluarkan dalam nilai kini. Rumus perhitungan BCR disajikan sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+sc)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+sc)^t}}$$

4.4.3.2. Hasil Analisis Biaya Manfaat

Dengan metode, data input, dan formula yang dijelaskan sebelumnya, didapatkan bahwa elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta memiliki $BCR > 1,0$ dan $ENPV > 0$, yang mengindikasikan bahwa elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta layak untuk diimplementasikan.

Hasil perhitungan analisis biaya manfaat memperlihatkan bahwa implementasi proyek elektrifikasi dari tahun 2027 hingga tahun 2036 menghasilkan *net benefit* positif dengan nilai BCR 1,88 dan ENPV Rp 7,684 miliar. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa proyek elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta layak secara ekonomi. Catatan utama yang terdapat pada hasil analisis biaya manfaat secara garis besar, yaitu:

- Kontribusi utama terhadap manfaat ekonomi proyek berasal dari efek tidak langsung melalui penguatan aktivitas ekonomi (*induced economic impact*). Implementasi proyek—meliputi pengadaan bus listrik, pembangunan infrastruktur pengisian daya, serta aktivitas rantai pasok lainnya—menstimulasi pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan konsumsi dan belanja modal. Efek ini menghasilkan *multiplier effect* yang signifikan dan menjadi komponen utama dalam perhitungan manfaat ekonomi, sehingga berkontribusi besar terhadap nilai *Benefit-Cost Ratio* (BCR) yang positif.
- Kebutuhan investasi awal untuk pengadaan armada bus listrik menunjukkan peningkatan yang signifikan, dengan nilai yang hampir dua kali lipat dibandingkan dengan pengadaan bus konvensional. Selisih investasi ini tidak sepenuhnya dapat di-offset melalui efisiensi operasional, termasuk penghematan biaya operasional dan pemeliharaan (O&M), serta pengurangan biaya energi.
- Penghematan biaya bahan bakar dari transisi ke listrik relatif terbatas, terutama jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar yang memiliki harga lebih rendah. Efisiensi energi hanya memberikan keunggulan ekonomis yang kompetitif bila dibandingkan dengan bahan bakar jenis Pertalite. Oleh karena itu, pemilihan bahan bakar acuan (baseline fuel) sangat memengaruhi hasil analisis keekonomian.
- Manfaat eksternal dari sisi kesehatan publik serta potensi pengurangan biaya sosial akibat penurunan GRK relatif kecil dibandingkan dengan komponen manfaat ekonomi lainnya. Meskipun terdapat pengurangan emisi dan peningkatan kualitas udara, nilai ekonomi dari penghematan biaya kesehatan dan pengurangan eksternalitas negatif belum mampu menjadi kontributor utama terhadap total manfaat ekonomi proyek.

4.4.4. Estimasi Besar Kebutuhan Subsidi

Estimasi besar kebutuhan subsidi dilakukan untuk mengetahui besar subsidi yang perlu dialokasikan oleh Pemerintah Kota Surakarta karena elektrifikasi transportasi publik. Besar subsidi yang diestimasi pada bagian ini hanya mencakup komponen-komponen biaya yang tercantum pada perhitungan Biaya Operasional Kendaraan (BOK). Hal-hal lain yang juga termasuk ke dalam alokasi subsidi untuk keberlanjutan

Saat ini belum terdapat komitmen dari Pemerintah Kota (Pemkot) Surakarta untuk penyediaan anggaran penyelenggaraan transportasi publik anggaran yang tertuang dalam Peraturan Daerah. Alokasi APBD untuk penyelenggaraan transportasi publik di Kota Surakarta diestimasi sebesar 1,22% pada 2025. Pemkot Surakarta telah menyediakan anggaran untuk layanan transportasi publik massal perkotaan untuk pengoperasian tiga rute angkutan pengumpan pada layanan BST, yaitu Koridor 7, Koridor 9, dan Koridor 12. Pemkot Surakarta menggelontorkan subsidi sebesar ~15 miliar Rupiah untuk mengoperasikan tiga rute angkutan pengumpan tersebut¹⁶, setara dengan 0,63% dari APBD Kota Surakarta di 2024. Secara bertahap, keseluruhan layanan BST akan diambil alih oleh Pemkot Surakarta

Asumsi lain yang digunakan pada perhitungan estimasi besar kebutuhan subsidi adalah sebagai berikut:

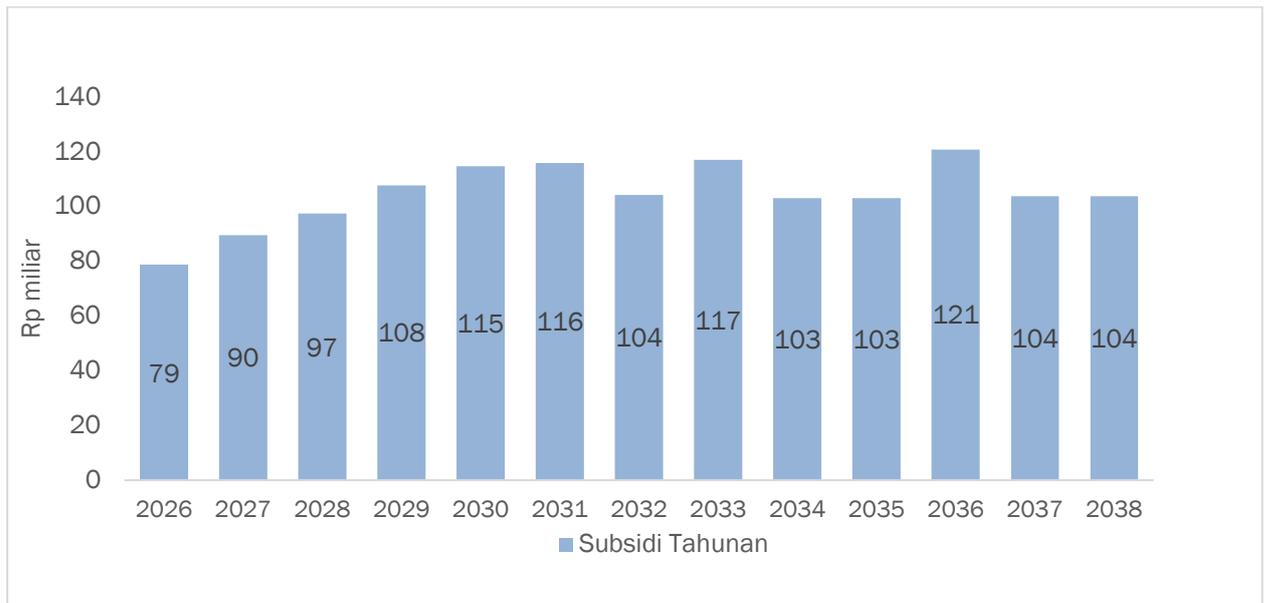
- Estimasi kebutuhan subsidi yang dihitung pada bagian ini merupakan kebutuhan subsidi elektrifikasi transportasi publik yang telah menggunakan skema *Net Cost Contract (NCC)*, yang pentahapannya menyesuaikan tahap implementasi bus listrik yang telah disusun sebelumnya.
- Proyeksi kebutuhan subsidi dilakukan hingga 2038. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besar kebutuhan subsidi setelah target 100% elektrifikasi tercapai pada 2036.
- APBD Kota Surakarta diproyeksikan tumbuh sebesar 2.09% per tahun, berdasarkan kenaikan rata-rata APBD Kota Surakarta pada 2021-2025 (5 tahun terakhir).
- Kebutuhan subsidi untuk Batik Solo Trans di tahun 2027 hingga 2038 seterusnya sebesar Rp1.316 miliar.
- Kebutuhan subsidi dihitung sebagai selisih antara kebutuhan biaya operasional dan proyeksi pendapatan.
- Kebutuhan biaya operasional diperoleh dari perhitungan BOK/km yang telah dihitung pada Subbab 4.4.2.
- Seluruh pembiayaan terkait elektrifikasi transportasi publik dibebankan kepada Pemerintah Kota Surakarta. Alternatif model bisnis dan pendanaan lain, misalnya, penyediaan armada bus listrik oleh pemerintah pusat, belum dipertimbangkan.

Estimasi besar alokasi APBD untuk elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta per tahunnya terdapat pada pada Tabel 89, dan Gambar 76. Perhitungan kebutuhan subsidi memperlihatkan bahwa kebutuhan subsidi/bus/km bus listrik dengan model kontrak NCC lebih rendah dari bus konvensional dengan model kontrak GCC, alokasi anggaran untuk elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta dengan model kontrak NCC masih di bawah rasio 5% terhadap APBD sampai tercapainya elektrifikasi 100%. Oleh karena itu, direkomendasikan Surakarta dapat mengarah ke implementasi alokasi minimal APBD 5% untuk penyelenggaraan transportasi publik agar elektrifikasi segera tercapai.

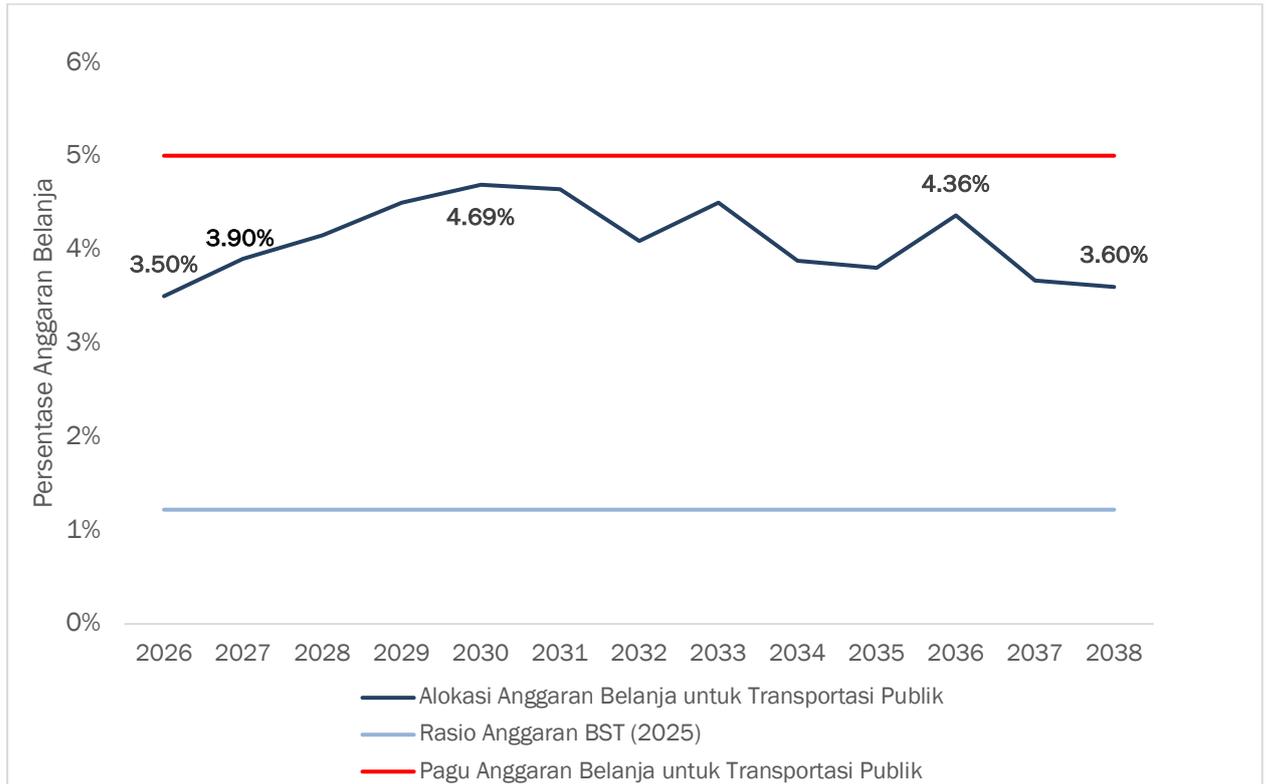
Tabel 90 Estimasi Besar Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Tahun	Proyeksi APBD	Estimasi Kebutuhan Pagu Anggaran untuk Elektrifikasi		Alokasi Anggaran Minimal 5% untuk Transportasi Publik	
	Rp Miliar	Rp Miliar	%	Rp Miliar	%
2026	2.252,35	78,78	3,50%	97,15	5,00%
2027	2.299,49	89,60	3,90%	111,95	5,00%
2028	2.347,61	97,46	4,15%	118,25	5,00%
2029	2.396,74	107,83	4,50%	119,50	5,00%
2030	2.446,89	114,78	4,69%	110,31	5,00%
2031	2.498,10	115,99	4,64%	112,62	5,00%
2032	2.550,38	104,43	4,09%	114,97	5,00%

2033	2.603,75	117,26	4,50%	117,38	5,00%
2034	2.658,24	103,16	3,88%	119,84	5,00%
2035	2.713,86	103,16	3,80%	122,34	5,00%
2036	2.770,66	120,85	4,36%	124,90	5,00%
2037	2.828,64	103,90	3,67%	127,52	5,00%
2038	2.887,83	103,90	3,60%	130,19	5,00%
2039	2.948,27	103,90	3,52%	132,91	5,00%
2040	3.009,97	103,90	3,45%	135,69	5,00%



Gambar 76 Estimasi Besar Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta



Gambar 77 Estimasi Porsi Alokasi APBD untuk Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Dibandingkan dengan tidak melakukan elektrifikasi, yaitu menerapkan penambahan armada menjadi 186 unit dengan kendaraan konvensional berbasis bahan bakar minyak, kebutuhan total subsidi hingga 2040 diestimasikan lebih rendah sekitar Rp57 Miliar. Perhitungan berdasarkan nilai BOK per kilometer pada subbab 3.3.6 dan nilai investasi pada subbab 4.1.1. Tabel 90 menunjukkan perbandingan kebutuhan subsidi.

Tabel 91 Perbandingan Kebutuhan Subsidi: Armada Kendaraan Listrik dengan Armada Kendaraan Konvensional

Tahun	Kebutuhan Subsidi: Skenario Armada Konvensional	Kebutuhan Subsidi: Skenario Armada Elektrifikasi 100% 2036	Selisih Subsidi
	Rp Miliar	Rp Miliar	Rp Miliar
2026	78,78	78,78	0,00
2027	90,92	89,60	1,31
2028	98,17	97,46	0,71
2029	108,75	107,83	0,92
2030	118,81	114,78	4,03
2031	118,03	115,99	2,03
2032	106,58	104,43	2,15
2033	123,50	117,26	6,23
2034	109,39	103,16	6,23
2035	109,39	103,16	6,23
2036	126,34	120,85	5,49

2037	109,39	103,90	5,49
2038	109,39	103,90	5,49
2039	109,39	103,90	5,49
2040	109,39	103,90	5,49

4.5. Perencanaan Aspek Nonteknis Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

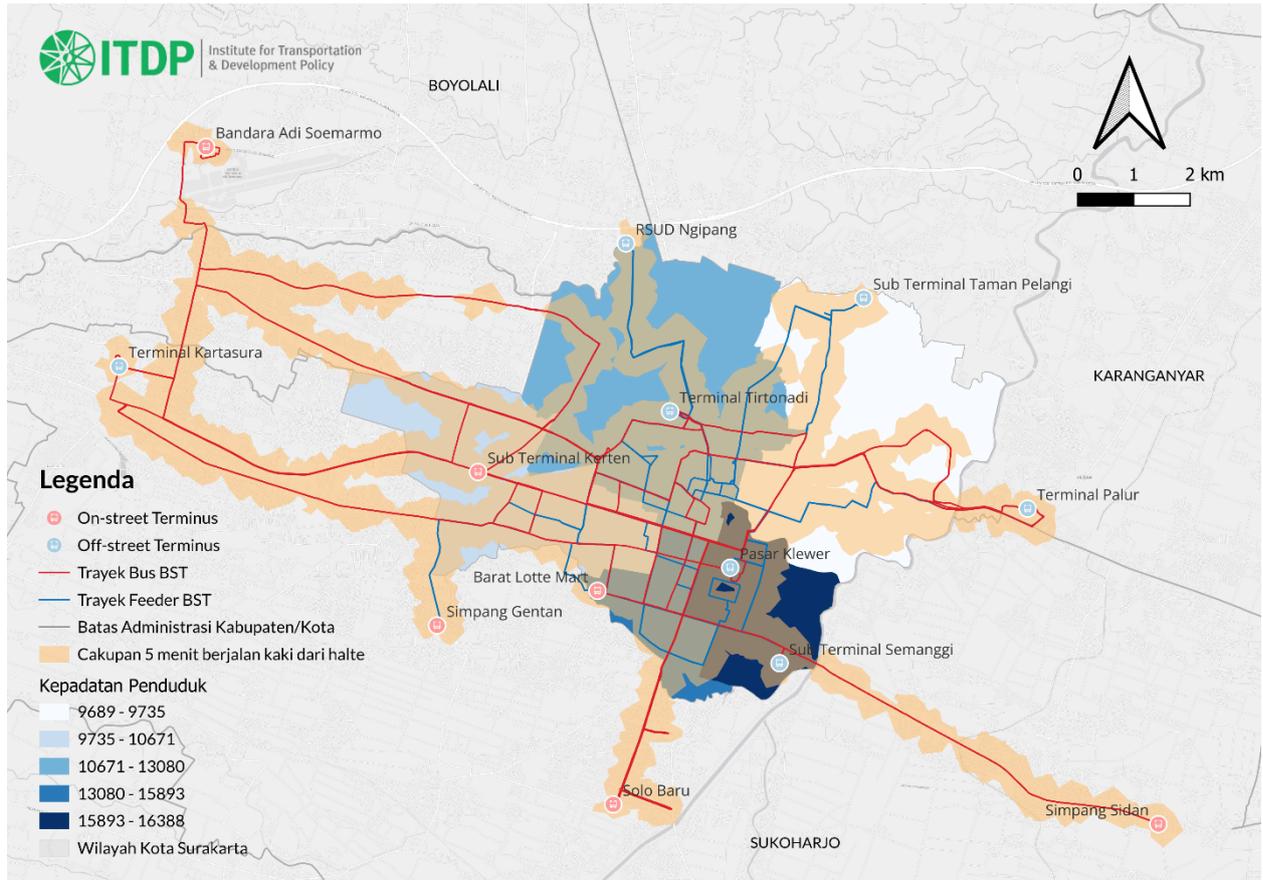
Selain meliputi aspek teknis, peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta juga meliputi aspek nonteknis, yang meliputi rekomendasi strategi *First-Mile & Last-Mile* (FMLM) untuk memaksimalkan dampak penurunan GRK dan polusi udara dari elektrifikasi transportasi publik, serta regulasi pendukung untuk percepatan adopsi bus listrik.

4.5.1. Rekomendasi Strategi *First-Mile Last-Mile*

Perencanaan penyediaan infrastruktur transportasi publik harus dapat dipastikan tingkat aksesibilitasnya. Infrastruktur yang inklusif pada setiap tahapan perjalanan transportasi publik sangat dibutuhkan untuk memberikan kenyamanan, keamanan, dan kepastian akses yang setara bagi pengguna kelompok rentan. Adapun enam tahap perjalanan termasuk di dalamnya yakni perencanaan perjalanan, perjalanan menuju transportasi publik (*first-mile*), akses masuk transportasi publik (misal halte), di dalam halte atau Tempat Pemberhentian Bus (TPB), di dalam armada bus, dan perjalanan dari transportasi publik ke destinasi (*last-mile*).

Kondisi *First-and-Last Mile* Transportasi Publik Kota Surakarta

Jaringan transportasi publik yang ada saat ini di Kota Surakarta, yang diilustrasikan pada Gambar 4-18, baru dapat menjangkau 49% penduduk. Dalam radius 400-800 meter, catatan terkait infrastruktur pendukung *first-* dan *last-miles* pun banyak ditemui. Termasuk di antaranya adalah terbatasnya, jalur pejalan kaki dan sepeda, absennya penyeberangan jalan, hingga minimnya infrastruktur pendukung seperti penerangan jalan.



Gambar 78 Peta Cakupan Layanan BST

Evaluasi Aksesibilitas *First-Mile and Last-Mile* Transportasi Publik Kota Surakarta

Pentingnya FMLM ditekankan dalam pengembangan *transit-oriented development* (kawasan berbasis transit). Dalam Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN No. 16 Tahun 2017, fasilitas transportasi publik harus dapat dijangkau secara nyaman dengan berjalan kaki dalam jarak 0-400 meter, ekuivalen dengan 5 menit berjalan kaki. Pada jarak 400-800 meter (setara dengan 10 menit berjalan kaki), fasilitas transportasi publik harus mendukung sistem *feeder* dan konektivitas antar moda.

Tidak hanya berjalan kaki, sepeda juga dapat menjadi pilihan moda FMLM. Dalam TOD Standard yang dikeluarkan oleh ITDP, sepeda juga memiliki peran penting dalam memastikan keterhubungan, keterjangkauan layanan dengan guna lahan lainnya, dan bagian dari integrasi antarmoda. Sepeda dapat digunakan untuk menjangkau jarak yang lebih jauh, yakni 1,5-3 kilometer, dengan durasi 5-10 menit dari halte atau fasilitas transportasi publik lainnya.

a. Evaluasi Fasilitas Pejalan Kaki

Berdasarkan hasil survei lapangan ITDP tahun 2024, Jaringan jalur pejalan kaki (trotoar) terbangun di Kota Surakarta baru tersedia di sejumlah ruas jalan di pusat kota, khususnya Slamet Riyadi. Kondisi trotoar dengan lebar memadai dan memiliki peneduh saat ini hanya dapat ditemukan di Jalan Slamet Riyadi. Meski demikian, trotoar yang terdapat di Jalan Jenderal Sudirman juga belum sepenuhnya memenuhi kebutuhan dasar desain universal sebagaimana yang diamanatkan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 18/SE/Db/2023 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki. Termasuk di antaranya adalah lebar akses menuju halte, penyeberangan sebidang, dan jarak antar penyeberangan.



Gambar 79. Kondisi Fasilitas Pejalan Kaki di Jalan Slamet Riyadi

Pada sebagian besar Jalan Slamet Riyadi, terdapat trotoar yang cukup baik untuk dapat berjalan kaki pada sisi utara jalan (kiri-atas), tetapi masih terdapat kekurangan fasilitas penyebrangan (kanan-atas) dan area sekitar halte yang belum memprioritaskan kenyamanan dan keselamatan pejalan kaki (bawah).

Jalan Slamet Riyadi merupakan contoh paling baik yang dapat diambil dari Kota Surakarta. Di luar itu, infrastruktur pejalan kaki perlu lebih banyak lagi peningkatan dan perbaikan untuk agar pejalan kaki mendapatkan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan.



Gambar 80 Kondisi Fasilitas Pejalan Kaki di Surakarta (Umum)

Tidak ada trotoar/jalur pejalan kaki di Terminal Kartasura, terminus dari K02, K03, K04, dan K05 (kiri atas). Trotoar pada halte Pasar Klewer tidak memenuhi lebar minimal dan terdapat banyak halangan (kanan atas). Kondisi tepi jalan pada wilayah perbatasan Kota Surakarta bagian utara (bawah).

Berdasarkan Indeks Kelayakan Berjalan Kaki (*Walkability Index*) oleh Kementerian PUPR, penilaian terhadap kondisi infrastruktur pejalan kaki di Kota Surakarta dijabarkan pada Tabel 92 berikut.

Tabel 92. Penilaian Kondisi Infrastruktur First- dan Last-Mile di Kota Surakarta Mengacu pada Parameter Indeks Kelayakan Berjalan Kaki Kementerian PUPR

No	Parameter	Kondisi di Kota Surakarta
1	Kondisi dan kualitas jalur pejalan kaki	Jalur pejalan kaki Kota Surakarta terkonsentrasi di Jalan Slamet Riyadi. Lebar yang cukup serta permukaan yang rata dan rapi belum mencakup keseluruhan segmen jalan. Beberapa segmen jalur jalan kaki bercampur pada pergerakan kendaraan bermotor untuk parkir. Selain itu, terdapat beberapa segmen dengan permukaan tidak merata, yaitu perkerasan trotoar pecah atau berlubang. Jumlah penyeberangan serta jarak antar penyeberangan juga masih sangat kurang. Jalan-jalan utama selain Jalan Slamet Riyadi, serta jalan-jalan kolektor dan lokal masih banyak yang belum dilengkapi dengan trotoar, atau dilengkapi dengan trotoar tetapi sulit dilalui pejalan kaki.
2	Fasilitas pendukung (<i>amenities</i>)	Trotoar di Jalan Slamet Riyadi telah dilengkapi dengan jalur hijau sebagai peneduh dan lampu penerangan. Sebagian jalan-jalan di pusat kota juga memiliki jalur hijau dan lampu penerangan. Lampu penerangan pada sebagian jalan tidak memberikan pencahayaan yang cukup (<i>redup</i>).
3	Infrastruktur penunjang pejalan kaki berkebutuhan khusus	Sebagian besar segmen trotoar di Jalan Slamet Riyadi telah dilengkapi oleh jalur pemandu pengarah dan peringatan, tetapi dimensinya belum sesuai dengan pedoman dan belum seluruhnya menerus. Beberapa segmen jalan di pusat-pusat kegiatan di Kota Surakarta juga telah dilengkapi jalur pemandu pengarah dan peringatan. Permasalahan

No	Parameter	Kondisi di Kota Surakarta
		yang sama dijumpai, yaitu jalur pemandu yang pecah atau bergelombang, disertai dengan halangan-halangan dan lebar trotoar yang kurang.
4	Penghalang	Trotoar di jalan-jalan utama biasanya terhalang oleh pohon, akses jembatan, kursi, <i>bollard</i> , atau kelengkapan jalan lainnya. Pada sirip jalan-jalan utama, trotoar terhalang oleh aktivitas-aktivitas temporer seperti pedagang kaki lima. Di sejumlah ruas jalan, halte mengokupansi lebar trotoar dengan cukup signifikan.
5	Ketersediaan dan kondisi penyeberangan	Secara umum, jumlah penyeberangan jalan masih kurang. Sebagai contoh, pada Jalan Slamet Riyadi jarak antar penyeberangan masih sangat kurang. Penyeberangan yang ada juga tidak terintegrasi dengan baik pada trotoar, sehingga pejalan kaki tidak mudah berjalan melewati penyeberangan. Selain itu, belum terdapat penyeberangan dengan persinyalan prioritas untuk pejalan kaki (<i>pelican crossing</i>).
6	Konflik pejalan kaki dengan moda transportasi lainnya	Pada ruas-ruas jalan yang tidak dilengkapi dengan trotoar, konflik pejalan kaki dengan moda transportasi lainnya terjadi karena pejalan kaki terpaksa berjalan pada bahu jalan. Keamanan, kenyamanan, dan keselamatan pejalan kaki perlu diprioritaskan. Untuk konteks khusus pada Jalan Slamet Riyadi, area pejalan kaki bercampur dengan parkir untuk kendaraan bermotor sehingga terjadi konflik karena pergerakan kendaraan bermotor manuver untuk masuk-keluar parkir.
7	Keamanan dari kejahatan	Pada kondisi umum di pusat kegiatan Surakarta, persepsi keamanan di siang hari lebih baik daripada malam hari yang dipengaruhi oleh pencahayaan yang cukup dan adanya keramaian. Pada malam hari, kurangnya penerangan jalan dan aktivitas masyarakat yang menurun mengakibatkan penurunan rasa aman dan perlunya waspada. Rasa aman pada terminal-terminal di Surakarta dapat ditingkatkan. Di Terminal Tirtonadi, bangunan terminal yang luas, pencahayaan yang redup, dan sepiunya kegiatan menimbulkan rasa waswas. Hal yang sama ditemukan di Terminal Kartasura dengan tidak adanya fasilitas pejalan kaki sama sekali dan sepiunya kegiatan. Beberapa TPB dan terminus (seperti Gentan) sangat sepi, sehingga persepsi aman kurang.

b. Evaluasi Fasilitas Pesepeda

Infrastruktur pesepeda di Kota Surakarta masih sangat terbatas. Pada Jalan Slamet Riyadi, jalur lambat dimanfaatkan sebagai jalur sepeda tetapi tidak secara menerus dari ujung ke ujung. Pemanfaatan jalur lambat untuk jalur sepeda juga ditemukan pada Jalan Adi Sucipto. Pada kedua kasus, jalur lambat masih bercampur dengan lalu lintas kendaraan bermotor yang mengakses bangunan-bangunan pada jalan. Sedikit berbeda dengan Jalan Slamet Riyadi dan Jalan Adi Sucipto, terdapat lajur sepeda tidak terproteksi pada Jalan Jendral Sudirman yaitu dari Patung Brigjend Slamet Riyadi sampai ke depan Balai Kota Surakarta (Simpang Jalan Jendral Sudirman – Urip Sumoharjo).

Kondisi fasilitas sepeda tersebut pun belum sesuai dengan Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 05/SE/Db/2021 tentang Perancangan Fasilitas Pesepeda. Termasuk di dalamnya terkait dengan penentuan lebar lajur dan jalur, penempatan lajur dan jalur, hingga jenis proteksi serta rambu dan marka pendukung.

Di Surakarta, sepeda lebih cocok sebagai moda transportasi utama mengingat ukuran kota serta kepadatan pusat kegiatannya, bukan sebagai moda transportasi penghubung Batik Solo Trans. Namun, sepeda dapat dijadikan sebagai moda transportasi penghubung jika dikembangkan

dalam bentuk jaringan sepeda sewa (*bikesharing*) dimana titik tambat sepeda terintegrasi dengan TPU Batik Solo Trans serta tersedia pada titik-titik pusat kegiatan atau atraksi.



Gambar 81 Lajur sepeda tidak terproteksi pada Jalan Jenderal Sudirman

Evaluasi Aksesibilitas Halte

Halte dan tempat pemberhentian bus harus didesain dengan inklusif sehingga dapat diakses oleh masyarakat dengan ragam abilitas dan usia. Berdasarkan observasi, sebagian halte eksisting pada jalan-jalan yang akan dilalui oleh rute yang akan dielektrifikasi paling awal telah dilengkapi dengan kanopi, kursi, dan peta rute transportasi publik. Namun, tidak seluruh halte menyediakan informasi terkait rute yang dilayani oleh halte tersebut. Sebagian titik pemberhentian bus lainnya hanya dilengkapi dengan tiang bus (*bus pole*) tanpa peneduh, serta tidak seluruhnya memiliki informasi layanan.



Gambar 82 Tipologi dan kondisi halte Batik Solo Trans

Sumber: ITDP (2024)

Adapun unsur-unsur yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan desain halte adalah sebagai berikut:

- a. Akses dan informasi menuju halte (termasuk jalur pemandu, ramp, dan akses menuju halte);
- b. Informasi identitas halte;
- c. Informasi layanan rute;
- d. Informasi kedatangan armada layanan di titik tersebut secara audio dan visual;
- e. Pemasangan papan informasi *emergency*;
- f. Ketersediaan ruang tunggu yang aksesibel; dan
- g. Ketersediaan penerangan.

Sementara pada Tempat Pemberhentian Bus (TPB) yang berupa tiang penanda (*pole*) beberapa penambahan dan intervensi termasuk di dalamnya memastikan ketersediaan unsur berikut ini:

- a. Selain rambu berhenti bus, tiang dilengkapi dengan informasi rute dan waktu operasional layanan rute;
- b. Kepastian keterbacaan informasi di papan rute;
- c. Penambahan braille sebagai informasi bagi disabilitas netra;
- d. Penambahan informasi layanan *emergency*; dan
- e. Di masa mendatang, informasi audio juga dapat dipertimbangkan untuk dapat ditambahkan, sebagai informasi kedatangan dan rute yang tiba di titik pemberhentian tersebut.

Temuan ITDP pada beberapa halte dan titik pemberhentian bus sebagai berikut:



Gambar 83 Temuan kondisi aksesibilitas halte

1. Terjadi ketidaksesuaian antara tinggi halte/TPB dengan tinggi pintu masuk bus, sehingga menunggu kedatangan dan proses naik-turun bus tidak memberi kenyamanan dan kemudahan bagi penumpang.
2. Ruang bus untuk berhenti menaikkan dan menurunkan penumpang sering disalahgunakan oleh kendaraan bermotor lainnya, sehingga naik-turun penumpang dilakukan pada badan jalan.
3. Tidak adanya fasilitas penyebrangan pada area halte/TPB membahayakan penumpang.

Strategi dan Rekomendasi

Strategi peningkatan infrastruktur *first-* dan *last-mile* yang direkomendasikan untuk diimplementasikan oleh Pemerintah Kota Surakarta meliputi:

1. Penyediaan jalur khusus pejalan kaki (trotoar) pada kedua sisi jalan arteri (terutama apabila kedua sisi memiliki aktivitas guna lahan) dengan memperhatikan prinsip *complete street*, salah satunya pengaturan ulang alokasi ruang untuk lajur kendaraan bermotor, termasuk pertimbangan jalur lambat yang dapat dikonversi menjadi jalur pejalan kaki yang lebih luas untuk menyediakan halte dengan peneduh, serta jalur sepeda;
2. Penyediaan atau peningkatan kualitas trotoar pada jalan utama (lokasi halte) serta jalan-jalan dalam radius 5 menit berjalan kaki di sekitar halte, dengan setidaknya memenuhi ketentuan⁷⁷:
 - a. Memiliki lebar tidak kurang dari 1,85 meter;
 - b. Memiliki lebar tidak kurang dari 3 meter untuk dapat menyediakan zona fasilitas, yang dapat digunakan untuk menempatkan peneduh (pohon atau kanopi), *buffer* tanaman, papan informasi dan penunjuk arah, kursi untuk beristirahat, dll.;
 - c. Dilengkapi dengan jalur pemandu (*tactile*);
 - d. Dilengkapi dengan *ramp* dengan kemiringan 1:12 pada penyeberangan jalan;
 - e. Menerus pada akses keluar-masuk bangunan; dan
 - f. Dilengkapi dengan penerangan jalan.
3. Penambahan intervensi perlambatan kendaraan bermotor hingga batas kecepatan 15 km/jam pada jalan-jalan lokal dan lingkungan dengan lebar kurang dari 9 meter, di mana pejalan kaki dan sepeda dapat berbagi ruang dengan kendaraan bermotor (tidak perlu jalur khusus),
4. Penyediaan penyeberangan jalan berupa *zebra cross* dengan APILL (terutama pada jalan 3 lajur atau lebih) atau tanpa APILL, dilengkapi dengan pelengkap jalan seperti pita penggaduh;
5. Pembangunan halte inklusif atau peningkatan kualitas halte eksisting⁷⁸ sehingga lebih mudah diakses oleh masyarakat dengan ragam abilitas, menggunakan tipologi yang sesuai dengan mengutamakan halte berkanopi pada jalur pejalan kaki dengan lebar yang besar⁷⁹, serta dilengkapi dengan sistem informasi audio dan visual.

Halte-halte yang dilalui oleh Koridor 1, Koridor 2, dan Koridor 8 Batik Solo Trans dan dapat diprioritaskan untuk peningkatan infrastruktur *first-* dan *last-mile* ditinjau dari jumlah rute dan fasilitas publik yang dilayani. Pada Koridor 1 dan 2, terdapat halte yang melayani 5 rute, tetapi mayoritas jumlah rute terbanyak yang dilayani halte di sepanjang koridor tersebut adalah 4 rute. Sementara itu, pada Koridor 8 yang merupakan rute *feeder*, mayoritas jumlah rute terbanyak yang dilayani halte adalah 3 rute, meski terdapat pula halte yang melayani 4 rute. Fasilitas publik dimaksud terdiri dari fasilitas pendidikan, kesehatan, rekreasi, komersial, dan pelayanan publik. Halte-halte terpilih meliputi:

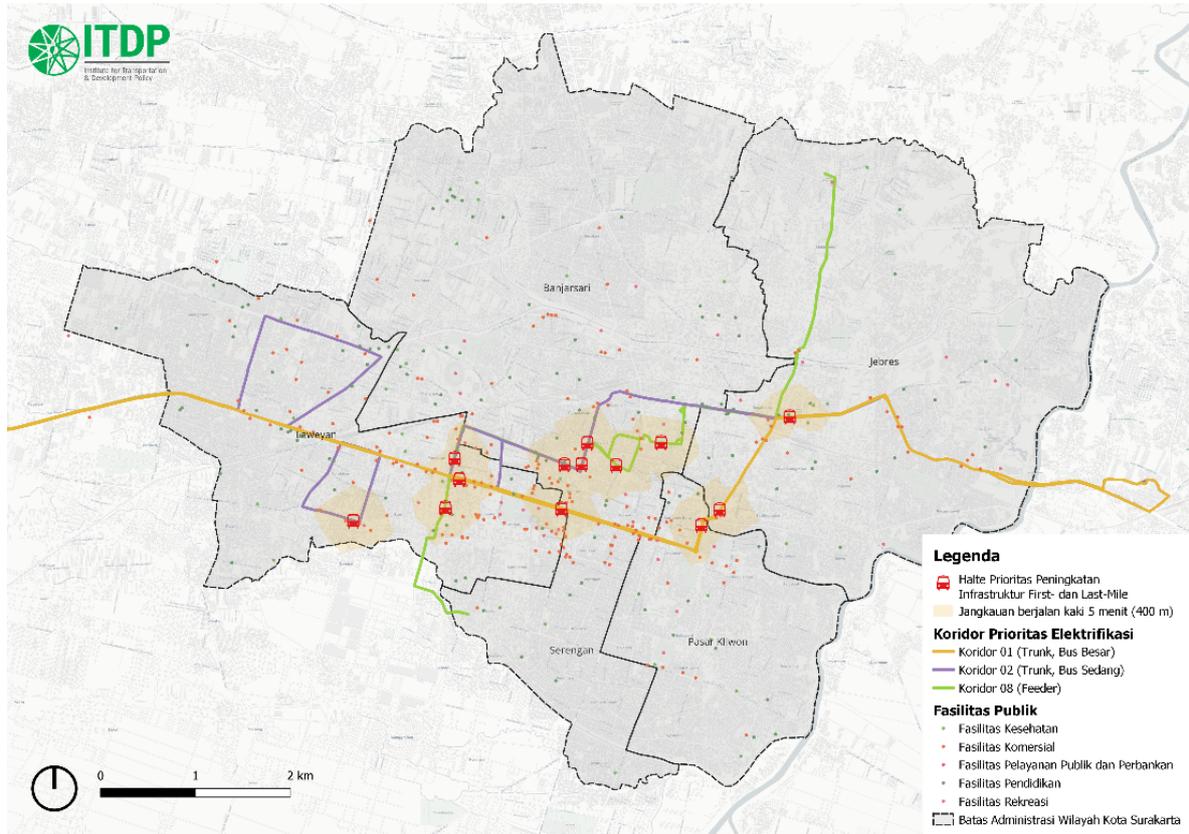
1. Halte Gendengan;
2. Halte Ngapeman;
3. Halte Balai Kota;
4. Halte Panggung;
5. Halte Masjid Sholihin;
6. Halte Pasar Gede;
7. Halte SMK Murni;
8. Halte RS PKU;
9. Halte SMP 25 dan 25;
10. Halte Monumen Pers;
11. Halte SMP Widya Wacana;
12. Halte Kelurahan Laweyan; dan

⁷⁷ Ketentuan lebih lanjut mengenai rancangan fasilitas pejalan kaki dapat mengacu pada Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Kementerian PUPR Nomor: 18/SE/Db/2023.

⁷⁸ Ketentuan lebih lanjut dan detail mengenai perancangan halte inklusif mengacu pada dokumen "Rekomendasi Menuju Halte Inklusif Transjakarta" oleh ITDP (2022).

⁷⁹ Tipologi halte berdasarkan ruang yang tersedia pada jalur pejalan kaki mengacu pada Pedoman Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Kementerian PUPR Nomor: 18/SE/Db/2023.

13. Halte SMA Muhammadiyah 1.



Gambar 84. Sebaran Halte Prioritas Peningkatan Infrastruktur First- dan Last-Mile serta Jangkauannya terhadap Fasilitas Publik dalam Radius 400 meter Berjalan Kaki

Rincian dari ketiga belas halte yang diprioritaskan untuk peningkatan *first-* dan *last-mile* seiring dengan elektrifikasi Koridor 1, Koridor 2, dan Koridor 8 Batik Solo Trans pada tahun 2027 disampaikan pada tabel berikut.

Tabel 93. Fasilitas Publik yang Dilayani Rute BST

No	Nama Halte	Lokasi (Jalan)	Jumlah Rute yang Dilayani	Jumlah Fasilitas Publik yang Dilayani
1	Halte Gendengan	Jalan Slamet Riyadi	5 rute	Total: 24 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 12 • Pelayanan: 7 • Pendidikan: 4
2	Halte Ngapeman	Jalan Slamet Riyadi	4 rute	Total: 26 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 19 • Pelayanan: 3 • Pendidikan: 1 • Rekreasi: 2
3	Halte Balai Kota	Jalan Panglima Besar Soedirman	4 rute	Total: 15 titik <ul style="list-style-type: none"> • Komersial: 6 • Pelayanan: 7 • Pendidikan: 1 • Rekreasi: 1
4	Halte Panggung	Jalan Kolonel Sutarto	4 rute	Total: 10 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 2 • Komersial: 4 • Pelayanan: 1 • Pendidikan: 3

5	Halte Masjid Sholihin	Jalan Gajah Mada	4 rute	Total: 9 titik <ul style="list-style-type: none"> • Komersial: 5 • Pelayanan: 2 • Pendidikan: 2
6	Halte Pasar Gede	Jalan Urip Sumoharjo	4 rute	Total: 9 titik <ul style="list-style-type: none"> • Komersial: 2 • Pelayanan: 6 • Rekreasi: 1
7	Halte SMK Murni	Jalan Dr. Wahidin Sudirohusodo	3 rute	Total: 22 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 13 • Pelayanan: 3 • Pendidikan: 4 • Rekreasi: 1
8	Halte RS PKU	Jalan Yosodipuro	3 rute	Total: 19 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 11 • Pelayanan: 1 • Pendidikan: 6
9	Halte SMP 24 dan 25	Jalan Dr. Moewardi	3 rute	Total: 17 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 9 • Pelayanan: 3 • Pendidikan: 3 • Rekreasi: 1
10	Halte Monumen Pers	Jalan Gajah Mada	3 rute	Total: 11 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: 1 • Komersial: 7 • Pelayanan: 2 • Pendidikan: 1
11	Halte SMP Widya Wacana	Jalan Lumban Tobing	3 rute	Total: 10 titik <ul style="list-style-type: none"> • Komersial: 3 • Pelayanan: 5 • Pendidikan: 1 • Rekreasi: 1
12	Halte Kelurahan Laweyan	Jalan Dr. Rajiman Widiodyaningrat	3 rute	Total: 8 titik <ul style="list-style-type: none"> • Kesehatan: • Komersial: • Pelayanan: • Pendidikan:
13	Halte SMA Muhammadiyah 1	Jalan R. M. Said	3 rute	Total: 6 titik <ul style="list-style-type: none"> • Komersial: 2 • Pelayanan: 2 • Pendidikan: 2

4.5.2. Rekomendasi Regulasi Pendukung

Regulasi yang diperlukan untuk mendukung elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta diidentifikasi melalui beberapa aspek, yaitu:

- Analisis kesiapan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta dan permasalahan utama kondisi transportasi publik Kota Surakarta terkait pengembangan dan elektrifikasi transportasi publik (telah dijelaskan pada Bab 2);
- Rekomendasi alternatif model kontrak dan kelembagaan transportasi publik di Kota Surakarta (telah dijelaskan pada Subbab 3.3);
- Tantangan elektrifikasi transportasi publik (telah dijelaskan pada pendahuluan Bab 4);
- Aspek teknis peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta (telah dijelaskan pada Subbab 4.2); serta

- Hasil analisis ekonomi dan finansial terkait peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta (telah dijelaskan pada Subbab 4.4).

Permasalahan, isu, dan tantangan terkait elektrifikasi transportasi publik Surakarta, berdasarkan poin-poin di atas, terangkum pada Tabel 94.

Setelah isu-isu tersebut diidentifikasi, dilakukan analisis terhadap potensi penanganan melalui tataran regulasi. Regulasi dimaksud mencakup dukungan terhadap isu-isu kesiapan dan kondisi eksisting transportasi publik di Kota Surakarta, tantangan elektrifikasi, serta aspek teknis dari peta jalan elektrifikasi yang telah disusun. Intervensi regulasi ini dapat dilakukan pada level nasional oleh pemerintah pusat maupun pada level lokal oleh Pemerintah Kota Surakarta.

Tabel 94 Permasalahan, Isu, dan Tantangan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

No	Kategori	Uraian	Bisa Diatasi melalui Regulasi?	Tingkat Regulasi	Keterkaitan dengan Elektrifikasi
1.1	Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik	Belum adanya target atau komitmen elektrifikasi transportasi publik perkotaan	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
1.2	Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik	Insentif fiskal dari pemerintah sudah ada, namun belum cukup efektif untuk menurunkan kesenjangan biaya (<i>cost parity</i>)	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
1.3	Kriteria Kesiapan Elektrifikasi Transportasi Publik	Belum tersedia fasilitas uji KIR untuk bus listrik di Kota Surakarta	Tidak bisa/sulit	-	Langsung
2.1	Cakupan Layanan	Pertumbuhan kota yang cenderung menyebar (<i>urban sprawl</i>) menyebabkan rendahnya cakupan layanan	Tidak bisa/sulit	-	Tidak langsung
2.2	Cakupan & Model Bisnis	Belum ada model bisnis yang dipilih untuk pengembangan layanan dan keterbatasan pendanaan daerah	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
2.3	Kualitas Layanan	Kualitas layanan transportasi publik masih perlu ditingkatkan secara menyeluruh	Tidak bisa/sulit	-	Tidak langsung
2.4	Kapasitas SDM	Pemerintah daerah belum familiar dengan teknologi bus listrik, yang menyebabkan ketidakpastian dalam perencanaan dan implementasi	Tidak bisa/sulit	-	Tidak langsung
2.5	Perencanaan Elektrifikasi	Rencana elektrifikasi masih belum detail; idealnya diselesaikan melalui penyusunan studi teknis,	Tidak bisa/sulit	- (perlu studi)	Langsung

No	Kategori	Uraian	Bisa Diatasi melalui Regulasi?	Tingkat Regulasi	Keterkaitan dengan Elektrifikasi
		namun juga bergantung pada kejelasan regulasi dan target yang dibahas di poin 1.1			
3.1	Kelembagaan & Kontrak	Perlu regulasi yang mengatur model <i>Net Cost Contract</i>	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
4.1	Tantangan Umum	Investasi awal bus listrik relatif tinggi, sehingga membutuhkan dukungan fiskal dan regulasi kebijakan pembiayaan yang mendukung	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
4.2	Tantangan Umum	Pembiayaan masih mengandalkan modal sendiri (<i>equity</i>) karena akses ke pinjaman masih terbatas	Tidak bisa/sulit	-	Langsung
4.3	Tantangan Umum	Ketiadaan dasar hukum nasional dan daerah yang menetapkan target elektrifikasi menyebabkan rencana sulit dieksekusi	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
4.4	Tantangan Umum	Belum ada dasar hukum yang memungkinkan kontrak diperpanjang untuk menyesuaikan kebutuhan pengembalian investasi (CAPEX) jangka panjang dan kepastian pendanaan <i>multiyears</i> dari pemerintah daerah	Bisa	Daerah	Langsung
4.5	Tantangan Umum	Ketidakkonsistenan program transisi teknologi antara pusat dan daerah menghambat perencanaan	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
4.6	Tantangan Umum	Nilai jual kembali (<i>resale value</i>) dan opsi penjualan kembali belum pasti karena teknologi masih baru	Tidak bisa/sulit	-	Langsung

No	Kategori	Uraian	Bisa Diatasi melalui Regulasi?	Tingkat Regulasi	Keterkaitan dengan Elektrifikasi
4.7	Tantangan Umum	Performa teknologi bus listrik di kondisi lokal belum teruji sepenuhnya, menciptakan risiko implementasi	Tidak bisa/sulit	-	Langsung
5.1	Aspek teknis peta jalan	Belum ada panduan pemilihan teknologi bus listrik & pengisian daya untuk pemerintah daerah, termasuk penentuan spesifikasi bus agar inklusif	Bisa	Pusat (panduan) & Daerah (spesifikasi teknis)	Langsung
5.2	Aspek teknis peta jalan	Belum ada panduan penentuan strategi pengisian daya untuk pemerintah daerah	Bisa	Pusat	Langsung
5.3	Aspek teknis peta jalan	Target ketercapaian 100% elektrifikasi pada 2036 belum memiliki dasar hukum	Bisa	Pusat	Langsung
5.4	Aspek teknis peta jalan	Rencana implementasi bus listrik pada 2027 perlu masuk ke dalam rencana kerja Dinas Perhubungan	Bisa	Daerah	Langsung
6.1	Dampak lingkungan elektrifikasi	Target penurunan Gas Rumah Kaca (GRK) dan polusi udara dari sektor transportasi darat, sehubungan dengan elektrifikasi transportasi publik, belum ditetapkan dalam satu regulasi	Bisa	Daerah	Langsung
7.1	Hasil analisis keuangan elektrifikasi	Perlunya insentif fiskal dari pemerintah pusat untuk menekan kebutuhan besar subsidi per tahun untuk elektrifikasi transportasi publik agar sesuai dengan pagu anggaran untuk elektrifikasi transportasi publik berdasarkan Perda Angkutan Umum Massal Kota Surakarta	Bisa	Pusat	Langsung

No	Kategori	Uraian	Bisa Diatasi melalui Regulasi?	Tingkat Regulasi	Keterkaitan dengan Elektrifikasi
7.2	Hasil analisis keuangan elektrifikasi	Belum ada panduan penentuan tier tarif listrik, termasuk kaitannya dengan ketentuan mendapatkan tarif listrik curah untuk transportasi publik	Bisa	Pusat	Langsung
8.1	Aspek nonteknis peta jalan	Perlu regulasi yang mengatur implementasi <i>Net Cost Contract</i> sebagai model kontrak yang direkomendasikan, serta kaitannya dengan elektrifikasi	Bisa	Pusat & Daerah	Langsung
8.2	Aspek nonteknis peta jalan	Perlunya prioritas lokasi peningkatan aksesibilitas first-mile & last-mile untuk meningkatkan cakupan layanan transportasi publik, serta memastikan tempat pemberhentian bus dalam kondisi baik	Bisa	Daerah	Tidak langsung

Setelah hambatan-hambatan yang dapat diintervensi melalui tataran regulasi telah diidentifikasi di tingkat pusat maupun daerah, analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengidentifikasi bentuk regulasi (indikatif), *champion* yang akan mengeluarkan/ mengesahkan regulasi, contoh *benchmark* regulasi setipe—jika ada, serta urgensi dari regulasi tersebut terhadap implementasi bus listrik untuk layanan transportasi publik di Kota Surakarta.

Tabel 95 Identifikasi Potensi Intervensi Melalui Regulasi

No	Kebutuhan Dukungan Regulasi	Tingkat Regulasi		Indikatif Bentuk Regulasi	Indikatif <i>Champion</i> Regulasi	<i>Benchmark</i> Regulasi	Urgensi
		Pusat	Daerah				
1	Target elektrifikasi transportasi publik perkotaan di tingkat nasional	✔		Target elektrifikasi transportasi publik perlu disusun oleh dalam peraturan di tingkat kementerian teknis, dalam hal ini Kementerian Perhubungan, sebagai acuan bagi pemerintah daerah untuk melakukan elektrifikasi transportasi publik. Adanya target juga dapat memberikan kapasitas bagi pemerintah daerah terkait transisi ke penggunaan KBLBB untuk transportasi publik perkotaan	Kementerian Perhubungan		Sedang
2	Target dan komitmen elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah		✔	Target dan komitmen elektrifikasi transportasi publik tercantum pada Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD), sebagai acuan utama implementasi bus listrik di tingkat daerah dan rencana strategis di tiap tahunnya. Mencantumkan penggunaan bus listrik (dalam hal ini KBLBB) dalam RPJMD merupakan hal kritical yang perlu dilakukan, agar setidaknya dalam 5 tahun ke depan, bus listrik dapat diimplementasikan.	Wali Kota Surakarta, Bappeda Kota Surakarta, Dinas Perhubungan Kota Surakarta		Tinggi

3			✓	Peraturan di tingkat daerah, misalnya melalui Peraturan atau Keputusan Wali Kota, yang menetapkan target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, sesuai dengan peta jalan elektrifikasi yang telah disusun	Wali Kota Surakarta, Bappeda Kota Surakarta, Dinas Perhubungan Kota Surakarta	Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 1053/2022 tentang Pedoman Percepatan Program Penggunaan KBLBB untuk Armada Dalam Layanan Angkutan Transjakarta	Tinggi
4	Rencana implementasi bus listrik, yang dapat dimulai pada 2027, dengan lokasi pengisian daya di depo operator BST		✓	Rencana strategi Dinas Perhubungan untuk Tahun Anggaran 2027, termasuk Rencana Kerja Anggaran (RKA) yang telah mencantumkan rencana implementasi bus listrik, detail rencana <i>retrofitting</i> depo eksisting untuk keperluan pengisian daya, dan pemanfaatan Terminal Tirtonadi untuk lokasi depo <i>overnight charging</i>	Dinas Perhubungan Kota Surakarta		Tinggi
5	Pedoman umum penggunaan model kontrak selain BTS/GCC untuk operasional transportasi publik perkotaan, khususnya untuk model kontrak NCC	✓		Kementerian Perhubungan dapat memberikan pedoman umum terkait implementasi model kontrak selain BTS/GCC, misalnya melalui Permenhub (untuk pedoman umum) dan Keputusan Dirjen Perhubungan Darat (untuk pedoman teknis yang lebih khusus), yang dapat digunakan oleh pemerintah daerah	Kementerian Perhubungan	Peraturan Menteri Perhubungan No. 9/2020 (diubah oleh Permenhub 2/2022) tentang Pemberian Subsidi Angkutan Penumpang Umum Perkotaan	Sedang
6	Ketentuan pelaksanaan implementasi model kontrak NCC yang lebih detail di tingkat	✓	✓	Ketentuan pelaksanaan dapat mempedomani pedoman umum yang perlu disusun oleh Kementerian Perhubungan, misalnya	Direktorat Jenderal Perhubungan Darat/ Wali Kota Surakarta	Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 96/2018 tentang Integrasi Angkutan Pengumpan ke dalam Sistem Bus Rapid Transit,	Sedang

	daerah, misalnya terkait pedoman penentuan besaran estimasi pendapatan yang akan dikurangi dari BOK/km yang dibayarkan Pemerintah kepada Operator serta regulasi terkait pengelolaan pendapatan oleh Operator			melalui Keputusan Dirjen Perhubungan Darat. Dalam hal Kementerian Perhubungan belum menyusun pedoman namun pemerintah daerah hendak menggunakan model kontrak selain BTS/GCC, pemerintah daerah dapat menyusun ketentuan pelaksanaan lebih lanjut di tingkat daerah, misalnya melalui Peraturan Wali Kota, yang menetapkan skema kontrak penyelenggaraan transportasi publik		sebagaimana diubah pada Pergub No. 74/2021	
7	Perpanjangan durasi kontrak (saat ini umumnya maksimum 5 tahun, kecuali diatur dalam peraturan khusus) untuk operasional transportasi publik		✓	Peraturan Wali Kota, yang menetapkan skema kontrak penyelenggaraan transportasi publik (termasuk durasinya), dapat diakomodir dalam satu kerangka regulasi yang sama dengan poin (6)			Tinggi
8	Insentif fiskal dari pemerintah pusat untuk menekan tingginya kebutuhan investasi bus listrik, utamanya di fase awal implementasi bus listrik	✓		Peraturan di tingkat Kementerian teknis, dalam hal ini Kementerian Perindustrian dan Kementerian Keuangan	Kementerian Perindustrian dan Kementerian Keuangan	Peraturan Menteri Perhubungan No. 6/2023 tentang Pedoman Pemberian Bantuan Pemerintah untuk Pembelian KBLBB Roda Dua	Sedang
9	Panduan pemilihan teknologi bus listrik dan fasilitas pengisian daya untuk armada transportasi publik perkotaan	✓		Pedoman teknis oleh Kementerian Perhubungan, misalnya melalui Keputusan Dirjen Perhubungan Darat	Direktorat Jenderal Perhubungan Darat		Rendah

10	Spesifikasi teknis bus listrik yang digunakan untuk armada transportasi publik perkotaan, termasuk pertimbangan aspek inklusivitasnya		✓	Surat Keputusan Kepala Dinas Perhubungan terkait spesifikasi teknis bus listrik dan fasilitas pengisian daya yang dapat digunakan untuk armada transportasi publik perkotaan	Dinas Perhubungan		Sedang
11	Panduan penentuan strategi pengisian daya untuk penyelenggaraan transportasi publik perkotaan dengan bus listrik	✓		Pedoman teknis oleh Kementerian Perhubungan, misalnya melalui Keputusan Dirjen Perhubungan Darat	Direktorat Jenderal Perhubungan Darat	Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 2/2024 tentang SPM Layanan Transjakarta	Rendah
12	Daftar rute transportasi publik Kota Surakarta, termasuk jumlah armada yang dibutuhkan		✓	Rencana Umum Jaringan Trayek	Wali Kota Surakarta, Dinas Perhubungan		Sedang
13	Standar Pelayanan Minimal (SPM) layanan transportasi publik di tingkat Kota Surakarta, yang mengatur <i>headway</i> untuk mengestimasi kebutuhan armada bus listrik di tiap rute, juga turut mengatur terkait aspek inklusivitas layanan transportasi publik		✓	Peraturan Wali Kota Surakarta terkait SPM. Dalam hal peraturan belum dapat ditetapkan, standar pelayanan dapat mengacu pada Permenhub No. 10/2012	Wali Kota Surakarta, Dinas Perhubungan	Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 2/2024 tentang SPM Layanan Transjakarta, Peraturan Wali Kota Surakarta No. 8A/2017 tentang SPM BLU UPTD Transportasi	Rendah
14	Komitmen penurunan Gas Rumah Kaca (GRK) dan polusi udara dari subsektor transportasi darat di Kota Surakarta, sehubungan dengan		✓	Rencana Aksi Daerah Penurunan Gas Rumah Kaca, Rencana Pembangunan Rendah Karbon Daerah, maupun Strategi Pengendalian Pencemaran Udara, melalui	Wali Kota Surakarta, Dinas Lingkungan Hidup Kota Surakarta	Peraturan Gubernur DKI Jakarta No. 90/2021 tentang Rencana Pembangunan Rendah Karbon Daerah Provinsi DKI Jakarta; Keputusan Gubernur DKI Jakarta No. 576/2023 tentang Strategi Pengendalian Pencemaran Udara (SPPU)	Rendah

	elektrifikasi transportasi publik			Peraturan atau Keputusan Wali Kota Surakarta			
15	Panduan penentuan <i>tier</i> tarif listrik, termasuk kaitannya dengan ketentuan mendapatkan tarif listrik curah untuk transportasi publik	✓		Pedoman teknis oleh Kementerian Perhubungan, misalnya melalui Keputusan Dirjen Perhubungan Darat, bekerja sama dengan Kementerian ESDM	Direktorat Jenderal Perhubungan Darat		Sedang

Terdapat beberapa kebutuhan dukungan regulasi dengan prioritas tinggi untuk elektrifikasi transportasi publik di Kota Surakarta, yaitu:

- Target dan komitmen elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah.
- Rencana implementasi bus listrik pada 2027, dengan lokasi pengisian daya di depo eksisting milik operator serta Terminal Tirtonadi
- Perpanjangan durasi kontrak (> 5 tahun) untuk operasional transportasi publik dan panduan pelaksanaan model kontrak NCC yang didukung melalui Peraturan Wali Kota
- Target dan komitmen elektrifikasi didukung dengan adanya Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) terbaru dan peraturan di tingkat daerah terkait target elektrifikasi, untuk memastikan bahwa implementasi elektrifikasi dilakukan dalam 5 tahun ke depan sesuai dengan peta jalan yang telah disusun. Pada RPJMD, rencana elektrifikasi transportasi publik dapat secara eksplisit ditetapkan oleh pemerintah daerah, maupun diintegrasikan ke dalam rencana lain, misalnya pengembangan transportasi berkelanjutan, penggunaan moda transportasi publik rendah/nol emisi, atau penurunan GRK/polusi udara.
- Sementara itu, rencana implementasi bus listrik untuk armada feeder/MPU akan didukung oleh Dishub Surakarta melalui rencana strategi Dinas Perhubungan untuk Tahun Anggaran 2027. Rencana strategi tersebut telah mencakup Rencana Kerja Anggaran (RKA) yang berisi rencana detail teknis berupa studi *Detailed-Engineering Design* (DED).

4.6. Rekomendasi Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

Peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta dirangkum pada Tabel 96.

Tabel 96 Peta Jalan Elektrifikasi Transportasi Publik Kota Surakarta

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
# total bus dan MPU konvensional	133	133	133	111	94	68	68	26	26	26	0
Bus besar	17	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0
Bus medium	52	52	52	52	52	26	26	26	26	26	0
MPU	64	64	64	42	42	42	42	0	0	0	0
# pengadaan bus dan MPU listrik (SGO)	0	14	15	22	24	35	6	43	0	0	27
Bus besar		8			17						
Bus medium		3	9	12		26	6				27
MPU		3	6	10	7	9		43			
# total bus dan MPU listrik (SGO)	0	14	29	51	75	110	116	159	159	159	186
Bus besar		8	8	8	25	25	25	25	25	25	25
Bus medium		3	12	24	24	50	56	56	56	56	83
MPU		3	9	19	26	35	35	78	78	78	78
# bus dan MPU listrik operasional (SO)	0	14	15	20	23	33	6	39	0	0	25
Bus besar		8			16						
Bus medium		3	9	11		24	6				25
MPU		3	6	9	7	9		39			
# total bus dan MPU listrik operasional (SO)		14	29	49	72	105	111	150	150	150	175

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Bus besar		8	8	8	24	24	24	24	24	24	24
Bus medium		3	12	23	23	47	53	53	53	53	78
MPU		3	9	18	25	34	34	73	73	73	73
Rute bus listrik		K1, K2, K8	K5, K6, K10	K2, K8	K1, K10	K5, K6, K7, K12	K3, K4	K7, K9, K11, K12			K3, K4
Jumlah penambahan unit charger <i>overnight charging</i>	0	6	5	6	7	11	2	11	0	0	7
200 kW	0	4	0	0	5	0	0	0	0	0	0
100 kW	0	1	3	3	0	8	2	0	0	0	7
50 kW	0	1	2	3	2	3	0	11	0	0	0
Lokasi <i>opportunity charging</i>		Subterminal Pelangi				Pasar Klewer	Terminal Kartasura				
Jumlah penambahan unit <i>opportunity charging</i>	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
200 kW	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100 kW	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
50 kW	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	
Dukungan kebijakan dari pemerintah pusat		Panduan penentuan tarif listrik untuk pengisian daya, Dukungan atau kerja sama dengan pemerintah									

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
		Pusat terkait penggunaan Terminal Tirtonadi sebagai depo untuk <i>overnight charging</i>									
Dukungan kebijakan dari pemerintah daerah							Dukungan provisi/kerja sama dengan pihak terkait terkait penggunaan Terminal Kartasura (Kabupaten Sukorharjo) sebagai lokasi <i>opportunity charging</i>				
Aspek kontraktual	Pilot implementasi model kontrak NCC	Implementasi model kontrak NCC									
Aspek GEDSI	Pelibatan operator pada model kontrak NCC	Spesifikasi teknis bus/MPU yang turut memastikan konsep desain inklusif & universal; Pelibatan operator pada model kontrak NCC									
Estimasi penurunan GRK tahunan	0.00%	-9.62%	-13.77%	-7.52%	0.08%	6.41%	-0.48%	3.57%	4.82%	6.07%	23.23%

	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Estimasi penurunan GRK kumulatif	0.00%	-9.62%	-23.39%	-21.28%	-7.43%	6.49%	5.92%	3.09%	8.40%	10.89%	29.30%
Estimasi kebutuhan subsidi tahunan (Rp Miliar)	78.78	89.60	97.46	107.83	114.78	115.99	104.43	117.26	103.16	103.16	120.85
Estimasi kebutuhan subsidi kumulatif (Rp Miliar)	78.78	168.38	265.84	373.66	488.45	604.44	708.87	826.13	929.29	1032.44	1153.29

Peta jalan elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta yang dirumuskan pada Tabel 96 termasuk kebutuhan dukungan kebijakan dari pemerintah pusat dan pemerintah daerah, aspek kontraktual, aspek GEDSI, dan strategi *First-Mile Last-Mile* merupakan peta jalan jangka menengah – panjang, hingga 8 tahun ke depan. Namun, sebelum elektrifikasi transportasi publik Kota Surakarta diimplementasi sesuai peta jalan yang disusun, terdapat beberapa rencana aksi prioritas yang perlu dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta, sebagai berikut:

- Pemerintah Kota Surakarta harus memastikan bahwa elektrifikasi transportasi publik (penggunaan KBLBB untuk angkutan umum berbasis jalan) telah masuk ke dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Surakarta 2026 – 2030. Hal ini diperlukan untuk memastikan bahwa penggunaan KBLBB untuk angkutan umum di Kota Surakarta memiliki kepastian alokasi sumber daya dan penganggaran *multiyears*, dan sebagai landasan hukum bagi Dinas Perhubungan Kota Surakarta untuk menyusun rencana strategis setiap tahun yang turut memasukkan rencana penggunaan bus listrik untuk transportasi publik perkotaan. Pada RPJMD, rencana elektrifikasi transportasi publik dapat secara eksplisit ditetapkan oleh pemerintah daerah, maupun diintegrasikan ke dalam rencana lain, misalnya pengembangan transportasi berkelanjutan, penggunaan moda transportasi publik rendah/nol emisi, atau penurunan GRK/polusi udara.
- Pemerintah Kota Surakarta perlu menyusun peraturan di tingkat daerah, misalnya melalui Peraturan atau Keputusan Wali Kota, yang menetapkan target elektrifikasi transportasi publik di tingkat daerah, sesuai dengan peta jalan elektrifikasi yang telah disusun.
- Untuk Pemerintah Kota Surakarta dapat segera memulai elektrifikasi sesuai peta jalan yang direkomendasikan, beberapa hal perlu disiapkan antara lain:
 - Penggunaan KBLBB untuk layanan transportasi publik di Kota Surakarta perlu tercantum pada Rencana Strategis (Renstra) Kota Surakarta 2027.
 - Anggaran untuk penggunaan kendaraan listrik harus masuk ke Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA) Dinas Perhubungan tahun 2027.
 - Penyusunan dokumen *Detailed Engineering Design* (DED) sebagai acuan detail desain untuk retrofit Depo PT Bengawan Solo Trans dan Depo PT Transportasi Global Mandiri sebagai depo *overnight charging* untuk rute K02 dan FD08, serta pemanfaat Terminal Tirtonadi sebagai depo baru dan lokasi *overnight charging* K01.
 - Memastikan bahwa operator BST membangun infrastruktur pengisian daya pada 2026.
 - Untuk memperkaya referensi mengenai model-model bus dan MPU listrik yang ada saat ini (tidak terbatas hanya pada satu model), Pemerintah Kota Surakarta perlu melakukan uji coba model-model yang tersedia di Indonesia. Uji coba dapat dilakukan di 2026, secara terbatas selama beberapa bulan.
 - Pemerintah Kota Surakarta perlu menetapkan spesifikasi teknis bus dan MPU berbasis listrik yang akan digunakan. Penyusunan spesifikasi teknis perlu mempertimbangkan desain armada yang universal dan inklusif.
 - Pemerintah Kota Surakarta menentukan kebutuhan model dan fasilitas pengisian daya lebih lanjut dengan calon APM terpilih.
 - Memastikan bahwa tenaga kerja eksisting tetap terserap pada transisi menuju elektrifikasi, dengan:
 1. Pendataan dan pemetaan kebutuhan pelatihan dan pendidikan tenaga kerja eksisting.
 2. Pelatihan dan uji kompetensi tenaga kerja eksisting.
 - Uji coba model kontrak NCC dilakukan oleh Pemerintah Kota Surakarta secara terbatas pada kontrak baru pengoperasian BST.

Pemerintah Kota Surakarta perlu memulai peningkatan kualitas infrastruktur *first-* dan *last mile* pada halte-halte prioritas sedini mungkin, paralel dengan tahun pertama elektrifikasi, untuk mengoptimalkan penggunaan bus listrik. Untuk mendorong hal tersebut, diperlukan:

- Peraturan tingkat daerah, seperti Peraturan atau Keputusan Wali Kota terkait rancangan halte inklusif, penataan ruang jalan dengan pendekatan *complete street*, serta kewajiban menata kawasan di sekitar halte.
- Penataan kawasan halte, serta halte-halte yang diprioritaskan untuk peningkatan infrastruktur *first-* dan *last-mile* masuk dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) atau Rencana Detail Tata Ruang (RDTR).
- Penataan kawasan di sekitar halte, dalam hal ini pembangunan dan/atau revitalisasi jalur pejalan kaki dan jalur sepeda, masuk ke dalam Rencana Strategis (Renstra) Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Surakarta 2026, serta dianggarkan dalam Dokumen Pelaksanaan Anggaran (DPA) 2026.
- *Detailed Engineering Design* (DED) penataan ruang jalan pada kawasan di sekitar halte yang dilakukan pada tahun 2025 atau awal tahun 2026 untuk dapat terlaksana pembangunannya pada tahun 2026.

