

EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS PEGANGSAAN DUA–VELODROME

KERTAS KERJA WAJIB

Diajukan Dalam Rangka Penyelesaian Program Studi Diploma III
Guna Memperoleh Sebutan Ahli Madya Manajemen Transportasi
Perkeretaapian (A.Md.Tra)



Diajukan Oleh:

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR: 1803068

**POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD
PROGRAM STUDI DIPLOMA III MANAJEMEN
TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
BEKASI
2021**

KERTAS KERJA WAJIB

**EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS
PEGANGSAAN DUA-VELODROME**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Ahli Madya pada jurusan Diploma III Manajemen
Transportasi Perkeretaapian (A.Md.Tra)**



Diajukan oleh:

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR: 18.03.068

**PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD
BEKASI
2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam KKW ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Nama : Tsurayya Zahirah

Notar : 18.03.068

Tanda Tangan :

Tanggal :

**KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS
PEGANGSAAN DUA – VELODROME**

Yang Dipersiapkan dan Disusun oleh :

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR : 18.03.068

Telah Disetujui oleh :

PEMBIMBING



Drs. Uned Supriadi

Tanggal :

PEMBIMBING



Sugita, SE., MM

NIP. 195912241982031002

Tanggal : 18 Agustus 2021

**JURUSAN DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI
PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA - STTD
2021**

KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS
PEGANGSAAN DUA-VELODROME

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan
Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian

Oleh:

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR : 18.03.068

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

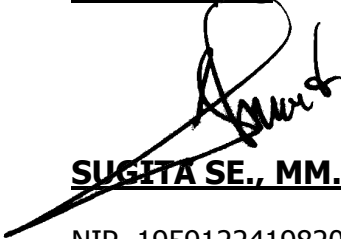
Pembimbing



DRS. UNED SUPRIADI

Tanggal: 2 September 2021

Pembimbing



SUGITA SE., MM.

Tanggal: 2 September 2021

NIP. 195912241982031002

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN
POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA-STTD
BEKASI, 2021

KERTAS KERJA WAJIB
EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS
PEGANGSAAN DUA-VELODROME

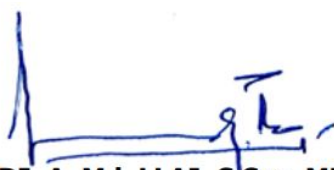
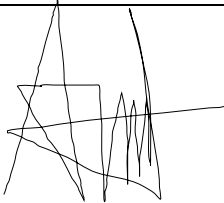
Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR : 18.03.068

TELAH DIPERTAHANKAN DI DEPAN DEWAN PENGUJI
PADA TANGGAL
DAN DINYATAKAN TELAH LULUS DAN MEMENUHI SYARAT

DEWAN PENGUJI

 <u>DR. NICO DJAJASINGA, M. Sc.</u> NIP. 195711181983031002	 <u>EDDI, A. Md. LLAJ, S.Sos, MM.</u> NIP. 19610409 198703 1 002
 <u>SUDIRMAN ANGGADA, S.SiT, MT</u> NIP. 198810052010121003	 <u>Ir. THERESIA FAJAR PURBOSARI,</u> <u>ST, MT, MSc, IPP</u> NIP. 19851128 200812 2 001

MENGETAHUI,
KETUA PROGRAM STUDI
MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN

Ir. BAMBANG DRAJAT, MM
NIP. 195812281989031002

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : TSURAYYA ZAHIRAH
Notar : 18.03.068
Program Studi : Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian
Jenis karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD. **Hak Bebas Royalti Non eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS

PEGANGSAAN DUA-VELODROME

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di: Bekasi

Pada tanggal: Agustus 2021

Yang menyatakan

TSURAYYA ZAHIRAH

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas kasih karunia serta berkat yang berlimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas untuk menyusun KKW ini tepat pada waktunya. KKW yang berjudul "EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS PEGANGSAAN DUA-VELODROME" ini disusun guna memenuhi sebagian persyaratan untuk mencapai derajat Ahli Madya Perkeretaapian (A.Md.Tra) pada Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat. Penyelesaian KKW ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan semua pihak. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa
2. Bapak Hindro Surahmat. ATD, M.Si selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD;
3. Ketua Jurusan DIII Perkeretaapian, Bapak Ir. Bambang Drajat, MM;
4. Bapak Ismanto, S.T, M.Si selaku Kepala Bidang Perkeretaapian Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta beserta Kepala Seksi dan staffnya yang membantu perijinan untuk pengambilan data ke PT MRT Jakarta;
5. Bapak Wijanarko selaku Direktur Utama PT LRT Jakarta yang mengizinkan untuk pengambilan data yang berkaitan dengan Kertas Kerja Wajib ini;
6. Bapak Drs. Uned Supriadi selaku Dosen Pembimbing;
7. Bapak Sugita SE., MM. selaku Dosen Pembimbing;
8. Segenap pengelola, staf dan karyawan Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Perkeretaapian Sekolah Tinggi Transportasi Darat atas bantuan dan kerjasamanya;
9. Orang Tua tercinta, Bapak Suparmin dan Ibu Ayunda Suyatni, serta adik dan kakak atas kasih sayang dan pengorbanannya;
10. Teman-teman Angkatan XL khususnya jurusan Perkeretaapian yang telah mendukung secara moril dalam penyusunan KKW ini.
11. Rekan-rekan Tim PKL Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta yang telah membantu saya;

12. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan materiil maupun non materiil sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan tepat waktu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa KKW ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Semoga KKW ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Bekasi, Juli 2021

Penulis

TSURAYYA ZAHIRAH

NOTAR: 18.03.068

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II GAMBARAN UMUM	4
2.1. Kondisi <i>Light Rail Transit</i> Jakarta	4
2.1.1. Kondisi Umum	4
2.1.2. Kondisi Prasarana	5
2.1.3. Kondisi Sarana	10
2.1.4. Kondisi Lalu Lintas	12
2.2. Kondisi Wilayah <i>Light Rail Transit</i> Jakarta	12
2.2.1. Kondisi Geografis	12
2.2.2. Kondisi Demografis	13
BAB III KAJIAN PUSTAKA	15
3.1. Perkeretaapian	15
3.2. Grafik Perjalanan Kereta Api	17
3.3. Pola Operasi	18
3.4. Okupansi	24

3.5. Metode Peramalan (<i>Forecasting Method</i>).....	25
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....	27
4.1. Alur Pikir.....	27
4.2. Bagan Alir Penelitian	28
4.3. Teknik Pengumpulan Data	30
4.4. Teknik Analisis Data	31
4.5. Lokasi dan Jadwal Penelitian	32
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	33
5.1. Analisis Okupansi LRT Jakarta	33
5.1.1. Jumlah Penumpang KA LRT Jakarta	33
5.1.2. Okupansi Penumpang LRT Jakarta	34
5.1.3. Analisis Hasil Penelitian.....	34
5.1.4. Perbandingan LRT Jakarta dengan transportasi DKI Jakarta	39
5.2. Analisis Pola Operasi Eksisting.....	40
5.2.1. Kecepatan	40
5.2.2. Jarak antar Petak Blok	41
5.2.3. Headway	42
5.2.4. Kapasitas Lintas	43
5.2.5. Waktu Tunggu Terminal (WTT).....	44
5.2.6. Waktu Peredaran Sarana.....	44
5.2.7. Jumlah Sarana.....	45
5.3. Pembahasan Pola Operasi Usulan.....	46
5.3.1. Analisis Waktu Peredaran Sarana.....	46
5.3.2. Analisis Headway pada Periode Operasi LRT Jakarta	48
5.3.3. Pembahasan Proyeksi Okupansi Penumpang.....	52
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
6.1. Kesimpulan	62
6.2. Saran	63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rute LRT Jakarta	4
Gambar 2. 2 Kondisi Sarana Eksisting	11
Gambar 2. 3 Peta Wilayah Penelitian	13
Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 5. 1 Grafik Pekerjaan Penumpang	35
Gambar 5. 2 Grafik Usia Penumpang	36
Gambar 5. 3 Grafik Maksud Perjalanan.....	36
Gambar 5. 4 Grafik Alasan memilih LRT Jakarta	37
Gambar 5. 5 Grafik Alasan keinginan waktu tunggu penumpang.....	38
Gambar 5. 6 Rekapitulasi Hasil Survei.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jarak dan Fungsi stasiun LRT Jakarta.....	7
Tabel 2. 2 Data Jumlah Armada Kereta di Depo LRT Jakarta	10
Tabel 2. 3 Spesifikasi Teknis Sarana	11
Tabel 2. 4 Kondisi Demografi DKI Jakarta	14
Tabel 2. 5 Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Penduduk DKI Jakarta	14
Tabel 5. 1 Jumlah Penumpang KA LRT Jakarta	33
Tabel 5. 2 Okupansi Penumpang LRT Jakarta Bulan Desember 2019-Februari 2021.....	34
Tabel 5. 4 Perbandingan LRT Jakarta dengan transportasi DKI Jakarta	40
Tabel 5. 5 Waktu Tempuh Perjalanan KA.....	41
Tabel 5. 6 Jarak Antar Petak Blok.....	42
Tabel 5. 7 Kapasitas Lintas per periode operasi	44
Tabel 5. 8 Waktu Tunggu Terminal LRT Jakarta	44
Tabel 5. 9 Jumlah Sarana Eksisting	45
Tabel 5. 10 Hasil Analisis Waktu Tempuh.....	47
Tabel 5. 11 Usulan Pola Operasi per Periode Operasi	51
Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Least Square	54
Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan Metode Aritmatik, Geometrik, <i>Least Square</i>	55
Tabel 5. 14 Hasil Prediksi Penumpang LRT Jakarta dengan Metode Least Square	56
Tabel 5. 15 Hasil Prediksi Penumpang LRT Jakarta per tahun dengan Metode <i>Least Square</i>	60
Tabel 5. 16 Hasil Prediksi Okupansi Penumpang LRT Jakarta.....	61

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi telah berkembang seiring dengan perkembangan teknologi, sebagai metode transportasi massal yang dapat mengangkut penumpang dan barang secara ekonomis dalam jumlah besar, kereta api menjadi alternatif transportasi darat. DKI Jakarta merupakan provinsi yang padat penduduk. Jika jumlah penduduk bertambah dari tahun ke tahun, tanpa dukungan perluasan transportasi umum, masalah kemacetan akan terjadi di mana-mana. LRT Jakarta bertujuan untuk memberikan solusi dari masalah tersebut.

Light Rail Transit yang dapat disingkat sebagai LRT merupakan salah satu dari beberapa transportasi perkeretaapian yang beroperasi di DKI Jakarta dengan total panjang lintas mencapai 5,4 kilometer, menghubungkan stasiun Pegangsaan Dua hingga Stasiun Velodrome. LRT Jakarta mulai beroperasi pukul 05.30 – 23.30 WIB dengan lama headway 10 menit antar angkutan baik pada *Weekday* maupun *Weekend*. *Weekday* merupakan waktu operasional yang berlaku pada hari kerja, dimulai pada hari Senin sampai dengan Jumat sedangkan *Weekend* adalah waktu operasional yang berlaku pada hari Sabtu dan Minggu atau Akhir Pekan.

Berdasarkan data realisasi volume penumpang KA LRT Jakarta pada tahun 2020, jumlah volume penumpang tertinggi berada pada stasiun Velodrome dengan persentase mencapai 38% disusul dengan stasiun Boulevard Utara sebanyak 32%. Capaian penumpang tersebut disebabkan karena dua stasiun tersebut merupakan stasiun yang terintegrasi dengan pusat keramaian masyarakat yaitu, Velodrome dan Summarecon Mall Kelapa Gading. Beberapa pusat keramaian masyarakat seperti Mall Kelapa Gading dan Velodrome merupakan tempat dengan mobilitas yang tinggi karena banyaknya aktifitas yang dapat masyarakat lakukan dan LRT Jakarta merupakan salah satu moda transportasi yang melintasi pusat keramaian tersebut. Aktifitas yang padat dan mobilitas yang tinggi tidak jarang menyebabkan kemacetan karena banyaknya jumlah kendaraan yang melintas melebihi kapasitas jalan yang dilalui, khususnya kendaraan pribadi. Oleh karena itu pengoptimalan kinerja kendaraan umum perlu

ditingkatkan untuk menanggulangi masalah tersebut. Karena tingkat mobilitas yang tinggi diperlukan moda transportasi yang efektif dan efisien dalam mengimbangi kecepatan perpindahan pada pusat keramaian tersebut.

Menurut hasil *survey* kepuasan penumpang KA LRT Jakarta, mayoritas penumpang yang naik dan turun di stasiun Velodrome dan stasiun Boulevard Utara memiliki tujuan untuk berekreasi dan berolahraga. Sebanyak 51% penumpang menyatakan bahwa waktu tunggu di stasiun selama 11-13 menit yang masih terbilang cukup panjang dengan waktu tempuh selama 13 menit untuk jarak 5,4 km.

Berdasarkan pengamatan tersebut, kendala-kendala yang ada pada LRT Jakarta adalah waktu tempuh dan waktu tunggu yang masih tinggi dengan jarak yang masih sangat pendek, sehingga perlunya dilakukan kajian terhadap pola operasi pada LRT Jakarta. maka dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini dapat diambil judul "EVALUASI POLA OPERASI LRT JAKARTA LINTAS PEGANGSAAN DUA-VELODROME"

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, identifikasi permasalahan yang dapat disimpulkan bahwa:

1. Waktu tunggu eksisting KA LRT Jakarta yang cukup lama di tempat pusat keramaian masyarakat.
2. Perlunya memperkecil headway KA LRT Jakarta untuk mempersingkat waktu tunggu.

1.3. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat diketahui permasalahan yang ada, yaitu:

1. Bagaimana pola operasi eksisting LRT Jakarta?
2. Bagaimana cara memperkecil headway LRT Jakarta?

1.4. Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui pola operasi eksisting LRT Jakarta
2. Memberikan usulan cara memperkecil headway LRT Jakarta

1.5. Batasan Masalah

Dengan luasnya permasalahan dalam pengkajian penulisan penelitian ini serta keterbatasan yang mana penelitian dilakukan terhadap pola operasi LRT Jakarta. Dengan batasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada lintas *Light Rail Transit* Jakarta fase 1 yaitu lintas Pegangsaan Dua – Velodrome dan hanya membahas tentang pola operasi LRT Jakarta.
2. Tidak memperhitungkan biaya operasional LRT Jakarta.
3. Tidak memperhitungkan pendapatan LRT Jakarta.

BAB II

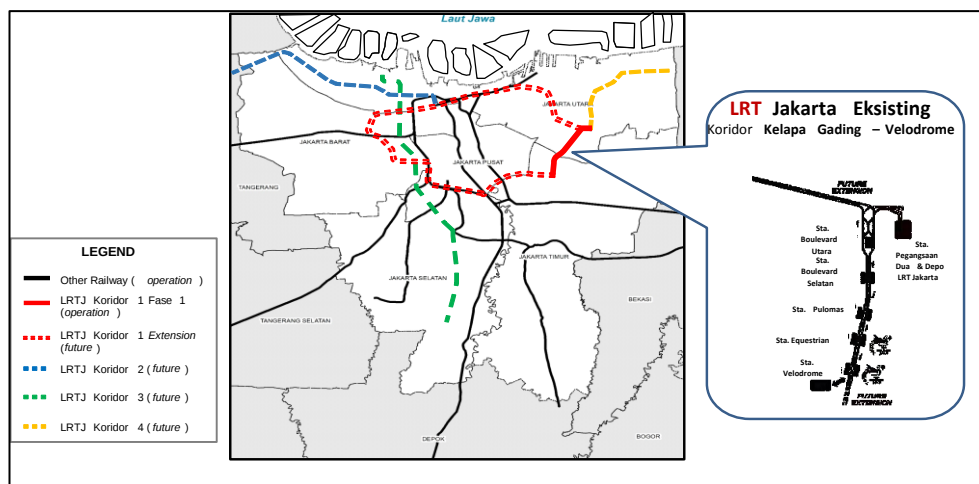
GAMBARAN UMUM

2.1. Kondisi *Light Rail Transit* Jakarta

2.1.1. Kondisi Umum

Light Rail Transit atau LRT Jakarta merupakan moda transportasi berbasis rel yang akan digunakan untuk daerah perkotaan Jakarta. LRT merupakan moda transportasi berbasis rel yang dikategorikan sebagai kereta ringan. Kereta ringan yang dimaksud adalah kereta yang mempunyai beban gandar kurang dari 12 ton. LRT merupakan kereta api perkotaan yang mempunyai bentuk fisik lebih kecil jika dibandingkan dengan kereta konvensional sekarang yang beroperasi. LRT memiliki lintas utama sepanjang 5.746 km pada fase pertama yang melintasi stasiun Pegangsaan Dua sampai dengan stasiun Velodrome. Wilayah *Light Rail Transit* Jakarta pada fase I ini berada di provinsi DKI Jakarta, Kota Administrasi Jakarta Timur dan Jakarta Utara.

Provinsi	: DKI Jakarta
Kota Administrasi Jakarta Timur	: Kecamatan Pulo Gadung
Kota Administrasi Jakarta Utara	: Kecamatan Kelapa Gading



Sumber: Divisi Sarana Depo LRT Jakarta, 2021

Gambar 2. 1 Rute LRT Jakarta

Stasiun *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta fase 1 terdapat 6 stasiun layang yang terdiri dari Stasiun Pegangsaan Dua, Stasiun Boulevard Utara, Stasiun

Boulevard Selatan, Stasiun Pulomas, Stasiun Equestrian dan Stasiun Velodrome. Stasiun Pegangsaan Dua-Stasiun Boulevard Selatan termasuk pada kawasan Kota Jakarta Utara dan Stasiun Pulomas – Stasiun Velodrome termasuk kawasan Kota Jakarta Timur. Sedangkan fase kedua masih dalam tahap perencanaan yang akan menghubungkan stasiun Pegangsaan Dua dengan *Jakarta International Stadium* (JIS).

2.1.2. Kondisi Prasarana

2.1.2.1. Prasarana Jalan dan Bangunan

1. Jalur Kereta Api

LRT Jakarta memiliki jalur sepanjang 5,4 km yang melayani enam stasiun. Jalur ini yang menghubungkan Stasiun Pegangsaan Dua di daerah Kelapa Gading dengan Stasiun Velodrome di Pulo Gadung. Jalur LRT ini sepenuhnya berbentuk layang yang melayani enam stasiun. Stasiun Pegangsaan Dua selain menjadi terminus jalur ini, juga menjadi depo penyimpanan rangkaian LRV. Berikut ini adalah daftar asset track PT LRT Jakarta lintas Pegangsaan Dua – Veldrome:

a. Rel

Jalan rel merupakan satu kesatuan konstruksi yang terbuat dari baja, beton, atau konstruksi lainnya yang terletak di permukaan, di bawah dan di atas tanah atau bergantung beserta perangkatnya yang mengarahkan jalannya kereta api (UU No. 23 Tahun 2007). Kontruksi jalan rel yang digunakan di LRT Jakarta:

1) Jalur Kereta Api

Menurut PM 24 Tahun 2015, Jalur kereta api atau track adalah jalur yang terdiri atas rangkaian petak jalan rel yang meliputi ruang manfaat jalur kereta api, ruang milik jalur kereta api, dan ruang pengawasan jalur kereta api, termasuk bagian atas dan bawahnya yang diperuntukkan bagi lalu lintas kereta api. Jalur kereta api yang digunakan di LRT Jakarta adalah jalur layang/*elevated*.

2) Lebar Sepur

Lebar sepur adalah lebar antara sisi dalam kepala rel pada lebar sepur kereta api. Lebar sepur dibagi menjadi tiga, yaitu sepur sempit (*narrow gauge*), sepur standar (*standard gauge*), dan sepur lebar (*broad gauge*). Lebar sepur yang digunakan di LRT Jakarta adalah sepur standar (*standard gauge*) yg besarnya 1435 mm.

3) Sistem Elektrifikasi

Elektrifikasi adalah suatu proses pemberian tenaga listrik kepada mesin-mesin listrik (Saputra, 2019). Transmisi tenaga listrik pada kereta api dibagi menjadi dua, yaitu tenaga Listrik Aliran Atas (LAA) dan tenaga listrik aliran bawah (rel ketiga/*third rail*). Tenaga listrik yang digunakan di LRT Jakarta adalah tenaga listrik aliran bawah (rel ketiga/*third rail*) dengan besar tegangan 750 volt.

b. Bantalan

Bantalan adalah landasan tempat rel bertumpu dan diikat dengan penambat rel. Bantalan digunakan sebagai tumpuan rel tempat berjalannya kereta api. Oleh karena itu harus cukup kuat dalam menahan moda beban di atasnya dan juga seluruh komponen penyusun jalan rel itu sendiri (Herdianto, 2018). Jenis bantalan terdiri dari bantalan kayu, bantalan besi, dan bantalan beton. Bantalan yang digunakan di LRT Jakarta adalah bantalan beton.

2. Stasiun

Menurut (Setiawan, 2018) Stasiun adalah tempat KA berhenti, berangkat, bersilang, menyusul atau disusul dan langsir, serta dapat berfungsi untuk naik turun penumpang dan/atau memuat bongkar barang, yang dikuasai oleh seorang kepala yang bertanggung jawab penuh atas urusan perjalanan KA dan langsiran, yang dilengkapi dengan fasilitas pengoperasian.

Light Rail Transit atau LRT Jakarta memiliki 6 stasiun yang dikelompokkan menjadi dua jenis stasiun, yaitu: Stasiun Operasi dan Stasiun Non-operasi. Stasiun Operasi atau stasiun *Turn-out* merupakan stasiun yang mempunyai peralatan *Interlocking* berupa wesel yang digunakan untuk kegiatan langsir kereta. Stasiun operasi terdiri dari dua stasiun akhir yaitu stasiun Pegangsaan

Dua dan stasiun Velodrome. Stasiun Non-operasi merupakan stasiun yang hanya memiliki jalur tanpa wesel yang terdiri dari stasiun Boulevard Utara, stasiun Boulevard Selatan, stasiun Pulomas dan stasiun Equestrian. Berikut tabel stasiun LRT Jakarta beserta jarak dan fungsi stasiun:

Tabel 2. 1 Jarak dan Fungsi stasiun LRT Jakarta

No.	Nama Stasiun	Singkatan	Titik Kilometer	Jarak (m)		Fungsi Stasiun	Letak stasiun
1	Pengangsaan Dua	PGD	0+000	1.338		Operasi	Elevated
2	Boulevard Utara	BLU	1+338		784	Non-Operasi	Elevated
3	Boulevard Selatan	BLS	2+122	1040		Non-Operasi	Elevated
4	Pulomas	PLM	3+162		950	Non-Operasi	Elevated
5	Equestrian	EQS	4+112	1313		Non-Operasi	Elevated
6	Velodrome	VLD	5+425			Operasi	Elevated

Sumber: Divisi Prasarana Depo LRT Jakarta, 2021

2.1.2.2. Fasilitas Operasi

1. Persinyalan

Angkutan kereta api mempunyai karakteristik khusus, dibandingkan dengan angkutan darat lainnya, yaitu bergerak diatas jalan rel dan dalam satu petak jalan bebas hanya diperbolehkan dilewati oleh satu kereta api. Untuk menjaga agar dalam satu petak jalan bebas hanya dilewati satu kereta, maka diperlukanlah suatu sistem persinyalan (Darmawan, 2017)

LRT Jakarta menggunakan sistem persinyalan *fix block* yang di design khusus sehingga dapat memenuhi headway sesuai dengan kebutuhan dan membuat fleksibilitas dalam waktu tempuh KA, penggunaan bantalan, lengkung, rel, dan wesel yang sesuai dengan perkeretaapian perkotaan sehingga mendukung performa sarana LRT

Jakarta, stasiun LRT Jakarta juga telah dirancang khusus untuk mendukung pengoperasian kereta api perkotaan.

Menurut PM 11 tahun 2011 tentang persyaratan teknis peralatan telekomunikasi perkeretaapian bahwa peralatan telekomunikasi perkeretaapian merupakan fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi menyampaikan informasi dan/atau komunikasi bagi kepentingan operasi perkeretaapian yang dipasang pada tempat tertentu, yang terdiri dari pesawat telepon, perekam suara, transmisi, catu daya, sistem proteksi dan peralatan pendukung.

Pada lintas operasi Pegangsaan Dua – Velodrome peralatan telekomunikasi yang terpasang di semua stasiun adalah *PID System dan PA System* yang dapat memberikan informasi waktu kedatangan kereta api yang terhubung dengan sistem persinyalan serta sistem yang dapat memberikan informasi berupa suara secara terpusat ke seluruh wilayah yang dijangkau oleh LRT Jakarta yang disediakan oleh akses terbuka.

2. Peralatan Persinyalan

Peralatan persinyalan perkeretaapian merupakan fasilitas pengoperasian kereta api yang berfungsi memberi petunjuk atau isyarat yang berupa warna atau cahaya dengan arti tertentu yang dipasang pada tempat tertentu (PM No.10 tahun 2011). Untuk menunjang penyelenggaraan LRT Jakarta berikut adalah fasilitas operasi yang akan digunakan pada prasarana LRT Jakarta:

a. Sistem persinyalan

- 1) *Fixed block* dengan sinyal kabin yang dilengkapi dengan *Automatic Train Stop*
- 2) *Train mangement system*
- 3) *Interlocking*

b. Sistem perlindungan keamanan

c. Sistem telekomunikasi, kendali dan informasi

- 1) Sistem jaringan *backbone*

- 2) Penggunaan fiber optik pada media transmisi
 - 3) Sistem jaringan dual ring
 - 4) Teknologi jaringan gigabit ethernet
 - 5) Sistem radio menggunakan Terrestrial Traunked Radio (TETRA)
 - 6) Aplikasi SCADA
 - 7) Jaringan telepon LAN/WAN
- d. Daya traksi dan sistem konduksi
- 1) Catu daya utama sebesar 150 KV
 - 2) Catu daya cadangan berupa genset
 - 3) Tegangan transmisi sebesar 20 KV AC
 - 4) Tegangan pada traksi 750 V DC
 - 5) Tegangan pada auxiliary system sebesar 380 V/220 V AC
 - 6) Sistem rel ketiga
- e. Platform *Screen Door* (PSD)
- 1) Sistem deteksi halangan
 - 2) *Emergency exit door panel*
 - 3) Monitoring pintu
 - 4) *Door-set isolation*
- f. *Automatic fare colection*
- 1) Level sistem AFC
 - 2) Pintu masuk tempat pembayaran
 - 3) Pintu keluar Paid Area
 - 4) Mesin pelayanan penumpang
 - 5) *Passenger Enquire Machine* (PEM)
 - 6) Sistem komputer stasiun
 - 7) Sistem komputer pusat

8) Redudansi dan keamanan data

2.1.3. Kondisi Sarana

Sarana LRT Jakarta saat ini memiliki 16 kereta atau 8 *trainset* kereta yang siap digunakan. Dengan susunan 2 *cars/trainset*. Tersedia 6 *trainset* kereta yang siap guna operasi (SGO), 1 *trainset* kereta di cadangkan (Cad) hal ini terjadi dikarenakan pada PT LRT Jakarta terdapat 1 kereta dengan perawatan harian atau di rawat setiap hari di depo kereta LRT Jakarta untuk kereta Siap operasi (SO) terdapat 8 *trainset* serta 1 kereta cadangan (CAD) yang hanya digunakan pada *peak hour* atau jam sibuk. Berikut jumlah data armada kereta yang ada di Depo Pegangsaan Dua LRT Jakarta:

Tabel 2. 2 Data Jumlah Armada Kereta di Depo LRT Jakarta

JENIS KERETA	A/SG (Trainset)	TSGO (Trainset)	SGO (Trainset)	TSO (Trainset)	SO (Trainset)
K1	8	1	7	1	6
JUMLAH	8	1	7	1	6

Sumber: Divisi Sarana Depo LRT Jakarta, 2021

Keterangan:

- A : Armada adalah jumlah keseluruhan sarana yang dimiliki Depo
- K : Konservasi adalah jumlah sarana yang sudah tidak dapat dioperasikan
- SG : Siap Guna adalah jumlah sarana baik dalam kondisi siap operasi atau tidak siap operasi
- TSGO : Tidak Siap Guna Operasi adalah jumlah sarana yang dirawat di Balai Yasa (workshop)
- SGO : Siap Guna Operasi adalah jumlah sarana selain sarana yang dirawat di Balai Yasa (workshop)
- TSO : Tidak Siap Operasi adalah yang sedang diperiksa harian atau dirawat/perawatan bulanan di Depo
- SO : Siap Operasi adalah jumlah sarana yang laik operasi

K1 : Kereta kelas 1 (Eksekutif) yang dioperasikan oleh LRT Jakarta.



Sumber: Divisi Sarana LRT Jakarta, 2021

Gambar 2. 2 Kondisi Sarana Eksisting

Spesifikasi teknis merupakan informasi-informasi dari suatu barang. Adapun data spesifikasi umum sarana LRT Jakarta yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Spesifikasi Teknis Sarana

Item	Keterangan
Jumlah sarana (unit)	16
jumlah kereta per set	2
Jumlah trainset	8
Stamformasi Susunan Kereta	Mca-Mcb
Dimensi kereta	Panjang: 28000 mm (dengan ujung perangkai) Lebar: 2650 mm Tinggi: 3692 mm (permukaan rel-AC)
Kapasitas satu trainset	270 penumpang duduk: 40 pnp berdiri: 230 pnp
kecepatan	desain maksimal: 90 km/jam operasi maksimal: 80 km/jam
percepatan	1.0 m/s ² (0 ~ 30 km/jam)
perlambatan	rem pelayanan: 1.0 m/s ² rem darurat: 1.0 m/s ²
Gradien maksimal	60 per mil

Sumber: Divisi Sarana Depo LRT Jakarta, 2021

2.1.4. Kondisi Lalu Lintas

2.1.4.1. Sistem Jalur

Jenis jalur yang digunakan di LRT Jakarta untuk saat ini adalah menggunakan jalur ganda yang semuanya berada pada jalur layang sepanjang 5,4 km secara berdampingan yang menggunakan jenis rel *Third rail* atau rel ketiga adalah metode penyediaan tenaga listrik untuk kereta, melalui konduktor kaku semi – kontinyu yang ditempatkan disamping atau diantara rel dari jalur kereta api. Kereta memiliki sebuah kontak logam yang disebut shoes yang bersentuhan langsung dengan rel konduktor. Traksi listrik dikembalikan langsung ke stasiun pembangkit melalui jalur kereta.

2.1.4.2. Frekuensi KA

Berdasarkan Gapeka LRT Jakarta, pada lintasan Pegangsaan Dua – Velodrome memiliki frekuensi KA pada Weekday maupun Weekend sebanyak 204 KA dengan jadwal operasi yang dimulai pukul 05.30 – 23.30 WIB, LRT Jakarta menggunakan sistem persinyalan *fix block* sehingga frekuensi perjalanan KA per harinya sama dan tidak berubah dengan headway 10 menit *flat* ke semua relasi LRT Jakarta. Frekuensi KA LRT menyesuaikan jam operasional yang menyesuaikan keadaan saat pandemi.

2.2. Kondisi Wilayah *Light Rail Transit* Jakarta

2.2.1. Kondisi Geografis

Light Rail Transit Jakarta adalah salah satu dari berbagai jenis moda transportasi perkeretaapian yang berada di Provinsi DKI Jakarta. *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta pada fase pertama beroperasi mulai bulan Desember 2019 dengan lintas dari Pegangsaan Dua sampai dengan Velodrome. Terletak di Provinsi DKI Jakarta dengan jumlah penduduk terpadat di Indonesia. Provinsi DKI Jakarta terletak di provinsi yang strategis dan ramai dengan lalu lintas perekonomian. Namun pada fase 1 LRT Jakarta hanya memiliki lintas dari Pegangsaan Dua-Velodrome.

903.199 jiwa penduduk laki – laki dan 924.532 jiwa penduduk perempuan.

Berikut tabel kondisi demografi DKI Jakarta:

Tabel 2. 4 Kondisi Demografi DKI Jakarta

Kecamatan	Laki Laki (Jiwa)	Perempuan (Jiwa)	Jumlah Penduduk (Jiwa)
Jakarta Timur			
Pasar Rebo	110.942	110.216	221.158
Ciracas	150.764	149.581	300.345
Cipayung	141.699	140.661	282.360
Makasar	101.968	102.627	204.595
Kramat Jati	148.637	149.484	298.121
Jatinegara	142.323	133.580	275.903
Duren Sawit	197.478	202.117	399.595
Cakung	275.537	262.219	537.756
Pulogadung	132.152	134.047	266.199
Matraman	75.994	75.833	151.827
Jakarta Utara			
Penjaringan	174.775	180.627	355.402
Pademangan	85.264	83.001	168.265
Tanjung Priok	196.746	198.294	395.040
Koja	160.003	159.112	319.115
Kelapa Gading	75.186	84.187	159.373
Cilincing	211.225	219.311	430.536

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021

Tabel 2. 5 Kepadatan dan Laju Pertumbuhan Penduduk DKI Jakarta

Kabupaten/Kota Administrasi	Luas Wilayah (km ²)	Kepadatan Penduduk (Jiwa/km ²)	Laju Pertumbuhan (%)
Kota Jakarta Timur	182,70	16.080	0,37
Kota Jakarta Utara	139,99	12.362	1,23

Sumber: BPS Provinsi DKI Jakarta, 2021

BAB III

KAJIAN PUSTAKA

3.1. Perkeretaapian

1. Menurut UU No. 23 Tahun 2007 Tentang Perkeretaapian

a. Lalu Lintas Kereta Api

Adalah gerak sarana perkeretaapian di jalan rel.

b. Pengguna Jasa

Adalah setiap orang dan/atau badan hukum yang menggunakan jasa angkutan kereta api, baik untuk angkutan orang maupun barang.

c. Angkutan Kereta Api

Adalah kegiatan pemindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain dengan menggunakan kereta api.

d. Grafik perjalanan kereta api sebagaimana dimaksud pada ayat (a) dibuat oleh pemilik prasarana perkeretaapian sekurang-kurangnya berdasarkan:

- 1) Jumlah kereta api;
- 2) Kecepatan yang diizinkan;
- 3) Relasi asal tujuan; dan
- 4) Rencana persilangan dan penyusulan.

e. Grafik perjalanan kereta api sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dapat diubah apabila terjadi perubahan pada:

- 1) Prasarana perkeretaapian;
- 2) Jumlah sarana perkeretaapian;
- 3) Kecepatan kereta api;
- 4) Kebutuhan angkutan; dan
- 5) Keadaan memaksa.

2. Menurut PP No. 72 tahun 2009 menjelaskan tentang lalu lintas dan angkutan kereta api

a. Stasiun Operasi

Adalah stasiun kereta api yang memiliki fasilitas untuk bersilang, menyusul kereta api dan/atau langsir, dan dapat berfungsi untuk naik/turun penumpang dan/atau bongkar muat barang.

b. Grafik Perjalanan Kereta Api

Adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan kereta api yang digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukkan stasiun, waktu, jarak, kecepatan dan posisi perjalanan kereta api mulai dari berangkat, bersilang, bersusulan dan berhenti yang digambarkan secara grafis untuk pengendalian perjalanan kereta api.

3. Menurut PM 121 tahun 2017 menjelaskan tentang lalu lintas perkeretaapian

a. Perjalanan kereta api sebagaimana dimaksud dalam Pasal 16 ayat (2), harus sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan dalam Gapeka.

b. Perjalanan kereta api sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas :

- 1) pemberangkatan kereta api dari stabling/depo;
- 2) perjalanan kereta api dari stabling/depo ke stasiun keberangkatan;
- 3) pemberangkatan kereta api dari stasiun keberangkatan;
- 4) perjalanan kereta api dari stasiun keberangkatan ke stasiun tujuan atau stasiun akhir;
- 5) kedatangan kereta api di stasiun tujuan atau stasiun akhir;
- 6) Perjalanan dari stasiun akhir ke stabling/depo;
- 7) Kedatangan kereta api di stabling/depo.

4. Menurut PM No.63 tahun 2019 menjelaskan tentang standar pelayanan minimum angkutan orang dengan kereta api.

a. Standar Pelayanan Minimum

Adalah ukuran minimum pelayanan yang harus di penuhi oleh penyedia layanan dalam memberikan pelayanan kepada pengguna jasa, yang harus dilengkapi dengan tolok ukur yang dipergunakan sebagai pedoman penyelenggaraan pelayanan dan acuan penilaian kualitas

pelayanan sebagai kewajiban dan janji penyedia layanan masyarakat dalam rangka pelayanan yang berkualitas, cepat, mudah, terjangkau dan terukur.

b. SPM Angkutan Orang Dengan Kereta Api

Adalah standar pelayanan minimum yang diperuntukan bagi pelayanan penumpang Kereta Api.

c. *Light Rail Transit*

Adalah angkutan Perkeretaapian menggunakan Kereta Api ringan, sistem pengoperasian elektrik, beroperasi pada jalurnya sendiri yang tidak dapat diakses oleh pejalan kaki dan kendaraan apapun lainnya.

d. SPM dalam perjalanan sebagaimana dimaksud pada Ayat (1) paling sedikit meliputi aspek:

- 1) keselamatan;
- 2) keamanan;
- 3) kehandalan;
- 4) kenyamanan;
- 5) kemudahan; dan
- 6) kesetaraan.

3.2. Grafik Perjalanan Kereta Api

Menurut PM Nomor 35 Tahun 2011 yang diundangkan pada Pasal 1, Grafik Perjalanan Kereta Api atau GAPEKA adalah pedoman pengaturan pelaksanaan perjalanan yang digambarkan dalam bentuk garis yang menunjukan stasiun, waktu, jarak, kecepatan, dan posisi perjalanan kereta api pada saat berangkat, bersilang, bersusulan dan berhenti yang digambarkan secara grafis untuk pengendalian perencanaan perjalanan kereta.

Bentuk Gapeka adalah berupa suatu grafik 2 dimensi yang terdiri dari waktu sebagai sumbu X dan stasiun sebagai sumbu Y. Dalam Gapeka, perjalanan dari suatu rangkaian kereta api dimodelkan sebagai garis linier dengan kemiringan tertentu dan bentuk tertentu untuk setiap perjalanan kereta api. Kemiringan ini

dipengaruhi oleh kecepatan dari suatu perjalanan kereta api, semakin besar sudut kemiringan yang dibentuk menunjukkan bahwa kecepatan kereta api semakin tinggi.

3.3. Pola Operasi

Perencanaan pola operasi KA adalah penyusunan konsep rencana operasi yang akan menjadi pedoman dalam merencanakan operasi KA selengkapya (Setiawan, 2016). Pola operasi setiap lintas atau daerah akan selalu berbeda baik dari segi waktu maupun dari segi jumlah kereta api yang beroperasi di lintas atau daerah tersebut, hal ini dikarenakan pada umumnya beroperasi bukan hanya bergerak atau berjalan di lintas atau daerah tersebut namun sebelum dan sesudahnya sudah berjalan dengan trayek kereta api tersebut (Supriadi, 2008).

1. Menurut PP No. 72 tahun 2009 menjelaskan tentang lalu lintas dan angkutan kereta api

Penyelenggaraan sarana kereta api ringan yang akan di bahas pada penelitian ini adalah rencana pola pergerakan sarana kereta api ringan tersebut, yang telah di atur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 72 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api.

a. Jaringan pelayanan perkeretaapian perkotaan

Berdasarkan peraturan tersebut yang di jelaskan pada Pasal 2 bahwa angkutan kereta api dilaksanakan pada jaringan jalur kereta api dalam lintas pelayanan kereta api yang membentuk jaringan pelayanan perkeretaapian. Dalam penelitian ini jaringan pelayanan perkeretaapian yang sesuai ruang lingkup penelitian adalah jaringan pelayanan perkeretaapian perkotaan.

Jaringan pelayanan perkeretaapian perkotaan yang sebagaimana dimaksud pada Pasal 2 berada dalam suatu wilayah perkotaan dapat:

- 1) Melampaui 1 (satu) provinsi;
- 2) Melampaui 1 (satu) kabupaten/kota dalam 1 (satu) provinsi; dan
- 3) Berada dalam 1 (satu) kabupaten/kota

- b. Jaringan pelayanan perkeretaapian perkotaan Berdasarkan Pasal 15, diselenggarakan dengan ciri-ciri pelayanan:
- 1) Menghubungkan beberapa stasiun di wilayah perkotaan;
 - 2) Melayani banyak penumpang berdiri;
 - 3) Memiliki sifat perjalanan ulang alik/komuter;
 - 4) Melayani penumpang tetap;
 - 5) Memiliki jarak dan/atau waktu tempuh pendek;
 - 6) Melayani kebutuhan angkutan penumpang di dalam kota dan dari daerah sub-urban menuju pusat kota atau sebaliknya.
- c. Pasal 17 ayat 1 tentang pengoperasiannya jalur kereta api. Untuk kepentingan perjalanan kereta api dibagi dalam beberapa petak blok.
- d. Pasal 21 tentang dasar kecepatan maksimum kereta api. Penentuan pengoperasian kereta api dalam Gapeka ditentukan oleh kecepatan dan frekuensi kereta api. Dalam penentuan kecepatan maksimum dalam Gapeka ditentukan oleh:
- 1) Kecepatan maksimum yang paling rendah antara kecepatan maksimum jalur dan kecepatan maksimum sarana perkeretaapian.
 - 2) Sifat barang yang diangkut.
- e. Pasal 22 tentang kepentingan pengoperasian kereta api dan menjamin keselamatan perjalanan kereta api, frekuensi kereta api didasarkan pada:
- 1) Kemampuan jalur kereta api yang dapat dilewati kereta api sesuai dengan kecepatan sarana perkeretaapian;
 - 2) Jarak antara dua stasiun atau petak blok;
 - 3) Fasilitas operasi.
- f. Pasal 24 ayat 1 tentang Gapeka.

Pelaksanaan perjalanan kereta api mulai dari stasiun keberangkatan, bersilang, bersusulan dan berhenti di stasiun tujuan diatur berdasarkan Gapeka. Didalam sebuah Gapeka memuat sebuah diagram yang mewakili

perjalanan kereta api yang dibuat membentuk sebuah pola diagram yang disesuaikan dengan kebutuhan perjalanan penumpang setiap jam.

Dalam membuat sebuah grafik tersebut perlu mencari beberapa komponen yang berpengaruh dari sebuah perjalanan kereta api, meliputi:

1) Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan kemampuan suatu benda untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain dengan jarak tertentu pada waktu tertentu.

Rumus:

$$V = S/T$$

Sumber: Supriadi, 2008

Satuan = km/h; m/s; mil/h

2) Jarak

Jarak adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh antara benda satu dengan yang lainnya atau seberapa jauh benda berpindah tempat.

Rumus:

$$S = V \times T$$

Sumber: Supriadi, 2008

Satuan = meter, mil, depa, feet, yard

3) Headway

Menurut (Supriadi, 2008) headway dapat didefinisikan yaitu interval atau selang waktu antara saat dimana bagian depan kereta api melalui satu titik (umumnya stasiun) sampai dengan saat bagian depan kereta api berikutnya melalui titik yang sama dengan satuan menit/KA. Semakin kecil nilai headway menunjukkan frekuensi kendaraan semakin tinggi sehingga akan menyebabkan waktu tunggu

yang rendah, ini merupakan kondisi yang menguntungkan bagi penumpang (Mutakaliman, 2015)

Perhitungan headway antar kereta api LRT Jakarta di tiap petak jalan dengan menggunakan rumus perhitungan Hubungan Blok Otomatik Tertutup dengan Pelayanan Sinyal Terdekat Terlebih Dahulu dan sudah dipasang sinyal blok:

$$H = \frac{60 \times B + 30}{V} + 0,25$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

H = Headway

V = Kecepatan Grafis (m/s)

0,25 = 0,25 menit, waktu yang diperlukan untuk hubungan blok otomatis tertutup.

B = Jarak petak blok yang paling jauh

30 = Jarak tampak 60 x 0,5 km (jarak tampak dan Panjang rangkaian pada kecepatan rata2 rendah

4) Kapasitas Lintas

Kapasitas lintas adalah banyaknya kereta yang dapat dioperasikan pada satu petak jalan per satuan waktu, dapat diambil dalam kurun waktu satu hari (Supriadi, 2008).

$$C = \frac{1440}{H} \times 0,9 \times 2$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

C = kapasitas Lintas

H = Headway

1440 = Total waktu selama 24 jam (24x60)

0,9 = Faktor pengali setelah dikurangi faktor waktu perawatan dan waktu karena pola operasi perjalanan kereta api pada jalur ganda untuk kereta komuter yang tidak beroperasi selama 24 jam penuh.

5) Waktu Tempuh

Menurut (Hastuti, 2020) Waktu tempuh adalah waktu yang dibutuhkan oleh kereta api untuk menempuh suatu perjalanan dari stasiun awal keberangkatan sampai stasiun akhir tujuan. Dalam waktu tempuh juga termasuk waktu berjalan, waktu berhenti untuk menaikkan/ menurunkan penumpang, waktu berhenti karena sinyal tidak aman dan waktu penundaan karena hal teknis.

$$\text{Waktu tempuh} = \text{jarak/kecepatan}$$

Sumber: Supriadi, 2008

6) Waktu Tunggu Terminal

Waktu tunggu terminal adalah suatu siklus dari perjalanan kereta api terhitung dari waktu yang dibutuhkan saat naik/turun penumpang sekaligus pemeriksaan pada sarana dan awak sarana yang dilaksanakan di stasiun awal dan stasiun akhir.

7) Waktu Tunggu Penumpang

Menurut Ceder, (dalam Rahmadiensyah, 2014) Waktu tunggu penumpang dipengaruhi oleh headway atau waktu antara.

Waktu tunggu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas pelayanan sistem transportasi. Semakin lama waktu tunggu yang dialami oleh penumpang, maka semakin rendah tingkat kepuasan penumpang (Rahmadiensyah, 2014).

8) Waktu Peredaran Sarana

Waktu peredaran sarana merupakan siklus peredaran sarana mulai berangkat sampai berangkat lagi di suatu tempat atau stasiun,

yaitu jumlah waktu tempuh perjalanan pulang pergi dengan waktu tunggu terminal pada stasiun keberangkatan dan stasiun akhir.

9) Akselerasi dan Deselerasi

Menurut (Rompis, 2019) Akselerasi pada kendaraan merupakan kemampuan kendaraan untuk merubah kecepatan persatuan waktu. Jadi akselerasi kendaraan sangat tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan tertentu. Akselerasi dan deselerasi memiliki sifat yang berbeda, namun memiliki hubungan yang sama dimana setiap terjadi percepatan disitu juga akan terjadi perlambatan. Berikut formula Akselerasi dan Deselerasi menurut (Supriadi, 2008).

$$v_t = v_0 + at$$

Sumber: Supriadi, 2008

Keterangan:

v_t = kecepatan akhir yang dicapai (m/s)

v_0 = kecepatan awal sebelum melakukan percepatan/perlambatan (m/s)

a = percepatan/perlambatan (m/s^2)

t = waktu (s)

10) Kebutuhan Sarana

Perhitungan jumlah sarana yang dibutuhkan berdasarkan kemampuan operasi pada lintas perkeretaapian yang akan dioperasikan dan jumlah sarana yang melakukan perawatan dan pemeliharaan di Depo. Seluruh armada kereta api yang akan dioperasikan harus memenuhi Standar Pengoperasian Sarana yang telah ditetapkan.

STANDAR PENGOPERASIAN SARANA KERETA API	
SG 100%	
SGO 92,5%	TSGO 7,5%
SO 85%	TSGO 7,5% + TSO 7,5%

Sumber: Hartono, 2012

Keterangan:

- SG = Jumlah armada keseluruhan yang dimiliki operator (Siap Guna)
- SO = Jumlah sarana yang siap dioperasikan (85% dari Siap Guna)
- TSGO = Tidak siap guna operasi (7,5% armada siap guna berada di Balai Yasa)
- TSO = Tidak siap operasi (7,5% armada siap guna berada di Depo/lintas)

Rumus Jumlah Sarana

$$= \frac{\text{waktu peredaran sarana}}{\text{headway} \times 0,85} \times \text{jumlah kereta dalam satu rangkaian}$$

Sumber: Supriadi, 2008

3.4. Okupansi

Menurut (Supriadi, 2008), Okupansi adalah tingkat pengisian penumpang selama perjalanan dengan menggunakan perhitungan pengisian penumpang dibagi kapasitas penumpang. Okupansi penumpang kereta api LRT Jakarta menggunakan *Assignment Weight* (AW) 2 dengan *Congestion Rate* sebesar 100%. AW 2 merupakan kapasitas penumpang duduk seluruhnya dengan handstrap terisi penuh dengan kapasitas penumpang sebanyak 270 penumpang dalam satu *Trainset* LRT Jakarta, namun pada masa penerapan pemberlakuan pembatasan kegiatan masyarakat (PPKM) LRT Jakarta hanya mengangkut kurang dari 25% kapasitas penuh yaitu 60 penumpang per trainset. Berikut formula perhitungan okupansi penumpang.

$$\text{Okupansi KA} = \frac{(\text{Jumlah Penumpang per KA})}{(\text{Kapasitas Penumpang per KA})} \times 100\%$$

Sumber: Supriadi, 2008

3.5. Metode Peramalan (*Forecasting Method*)

Peramalan adalah metode untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data masa lalu. Peramalan juga dapat diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memperkirakan kejadian pada masa yang akan datang (Wardah, 2017). Metode yang digunakan dalam meramalkan jumlah penumpang terus berkembang merupakan metode yang biasanya diterapkan diantaranya terdiri dari tiga metode yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square.

1. Metode Aritmatik

$$K_a = \frac{(P_n - P_o)}{(T_n - T_o)}$$
$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

Sumber: Rayer, 2008

Keterangan:

- P_n = Jumlah penumpang pada tahun ke-n;
 P_o = Jumlah penumpang pada tahun dasar;
 T_n = Tahun ke-n;
 T_o = Tahun dasar;
 K_a = Konstanta aritmatik.

2. Metode Geometrik

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Sumber: Susanti, 2010

Keterangan:

- P_n = Jumlah penumpang pada tahun ke-n;
 P_o = Jumlah penumpang pada tahun dasar;
 R = Laju pertumbuhan penumpang;

3. Metode *Least Square*

$Y = a + bX$
$a = \frac{\Sigma y \cdot \Sigma x^2 - \Sigma x \cdot \Sigma xy}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$
$b = \frac{n \cdot \Sigma xy - \Sigma x \cdot \Sigma y}{n \cdot \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$

Sumber: Munir, 2003

Keterangan:

Y = Jumlah penumpang pada tahun ke-n;

X = Selisih antara tahun ke-n dengan tahun ke-1 yang diketahui;

a = Konstanta

b = Konstanta

Ketiga metode tersebut akan digunakan untuk memperhitungkan jumlah penumpang per bulan kemudian dilihat metode mana yang hasil perhitungannya memiliki standar deviasi yang kecil terhadap data penumpang. Dengan formula standar deviasi sebagai berikut:

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(y-\bar{y})^2}{n-1}}$$

Sumber: Koster, 2008

Keterangan:

s = standar deviasi (simpangan baku)

y = nilai keseluruhan data

$\bar{y}$ = nilai rata-rata data

n = ukuran sampel

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1. Alur Pikir

Menurut Salek dan Machemehl (dalam Rahmadiensyah, 2014) Waktu tunggu merupakan hal yang tidak diinginkan oleh penumpang, karena waktu tunggu menambah waktu perjalanan dan seringkali waktu tunggu dianggap sebagai waktu yang hilang. Dalam banyak situasi perjalanan di perkotaan, nilai waktu tunggu lebih besar dari nilai waktu di dalam kendaraan. Hal itu disebabkan oleh tidak produktifnya waktu tunggu.

Beberapa pusat keramaian masyarakat seperti Mall Kelapa Gading dan Velodrome merupakan tempat dengan mobilitas yang tinggi karena banyaknya aktifitas yang dapat masyarakat lakukan dan LRT Jakarta merupakan salah satu moda transportasi yang melintasi pusat keramaian tersebut. Aktifitas yang padat dan mobilitas yang tinggi tidak jarang menyebabkan kemacetan karena banyaknya jumlah kendaraan yang melintas melebihi kapasitas jalan yang dilalui, khususnya kendaraan pribadi. Oleh karena itu pengoptimalan kinerja kendaraan umum perlu ditingkatkan untuk menanggulangi masalah tersebut. Karena tingkat mobilitas yang tinggi diperlukan moda transportasi yang efektif dan efisien dalam mengimbangi kecepatan perpindahan pada pusat keramaian tersebut.

LRT Jakarta memiliki waktu tunggu selama kurang lebih 10 menit untuk menunggu kedatangan kereta dengan jarak antar stasiun akhir sepanjang 5,4 km. Jarak tersebut masih dapat terjangkau oleh moda kendaraan lain seperti mobil dan motor pribadi dengan waktu perjalanan yang lebih efisien. Oleh karena itu sangat penting dilakukan evaluasi terkait pola operasi LRT Jakarta untuk menaikkan daya saing kereta perkotaan tersebut dengan moda lain.

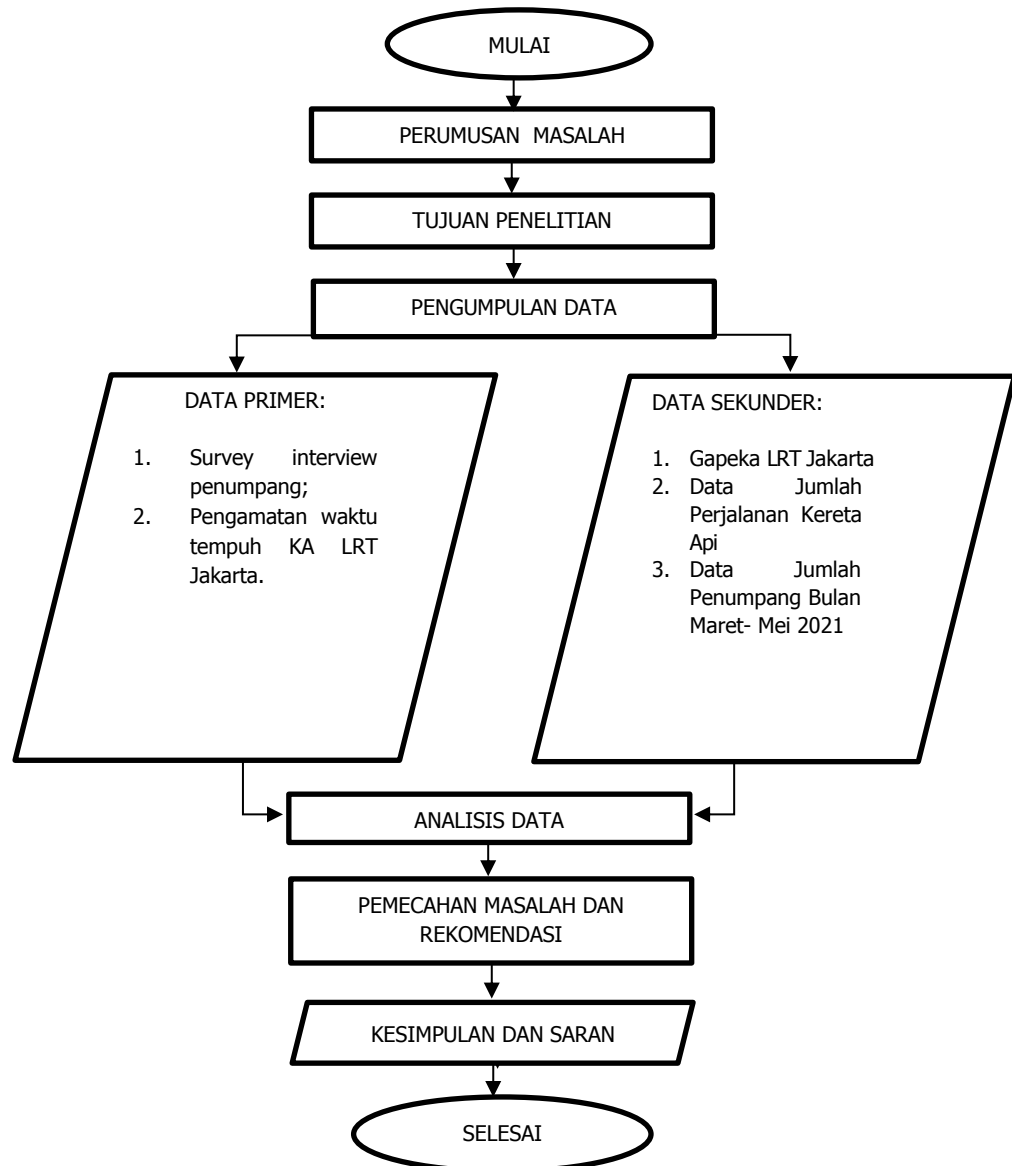
Langkah-langkah yang akan diambil untuk penelitian ini adalah pengumpulan data, baik data sekunder maupun data primer dengan tahap rencana penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan maksud dan tujuan dilakukan pengkajian pola operasi LRT Jakarta, menentukan ruang lingkup, batasan masalah dari penelitian yang dilakukan.

2. Pengumpulan data-data yang diperlukan yang dapat digunakan sebagai data pendukung, baik data sekunder maupun data primer.
3. Mengidentifikasi data primer dan data sekunder.
4. Memberikan usulan berdasarkan analisa yang telah dibuat.
5. Menetapkan kesimpulan dari hasil dari analisa tersebut.

4.2. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir merupakan suatu tahapan kegiatan dalam analisis dari awal melakukan penelitian sampai dengan menghasilkan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian. Pola pikir yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat di lihat pada bagan alir penelitian, sebagai berikut:



Gambar 4. 1 Bagan Alir Penelitian

Pada bagan alir diatas dapat diketahui bahwa penelitian dimulai dengan perumusan masalah yang akan dilanjutkan dengan penentuan tujuan penelitian berdasarkan perumusan masalah yang ada. Setelah tujuan penelitian ditentukan, maka diperlukan data-data relevan yang terdiri data primer dan data sekunder sehingga dapat diolah dengan cara analisis data dan menghasilkan pemecahan masalah yang ada serta rekomendasi. Pemecahan masalah dan rekomendasi tersebut akan diringkas menjadi kesimpulan serta saran penelitian.

4.3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk mendukung keperluan penganalisisan data penelitian ini, peneliti memerlukan beberapa data pendukung yang berasal dari internal maupun eksternal LRT Jakarta. Teknik pengumpulan data yang dilakukan disesuaikan dengan jenis data yang diambil sebagai berikut:

1. Metodologi Kepustakaan atau Penelitain Literatur

Penelitian Literatur yaitu suatu metode pengumpulan data dan informasi berdasarkan buku-buku referensi maupun peraturan yang ada dan berlaku. Menurut (Suwartono, 2014) Sumber informasi yang perlu diprioritaskan berupa jurnal ilmiah, baik cetak ataupun elektronik/internet.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan oleh orang yang melakukan penelitian dari sumber-sumber yang telah ada (Hasan, 2002).

Data ini diperoleh dari suatu instansi terkait yang mempunyai data untuk penelitian, sedangkan data primer adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan langsung di lapangan yang melakukan penelitian atau yang bersangkutan yang memerlukannya (Khrisna, 2002). Data-data tersebut diambil dari instansi terkait yang akan digunakan dalam penelitian ini, berikut adalah data sekunder yang diambil:

- a. Data Grafik Perjalanan Kereta Api (Gapeka) LRT Jakarta
- b. Data penomoran KA
- c. Data jumlah perjalanan KA
- d. Data jumlah penumpang bulan Maret sampai dengan Mei.

3. Data Primer

Menurut (Sugiyono, 2013) Sumber primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data.

Data primer merupakan kunci utama dalam melakukan penelitian, karena didapat dari hasil pengamatan langsung di lapangan mengenai pengoperasian KA LRT Jakarta.

- a. *Survey* kepuasan penumpang

Metode survei kepuasan penumpang *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta dilakukan dengan menggunakan *QR Code* yang dibagikan ke penumpang yang naik dan turun di tiap stasiun. Maksud dan tujuan dari pelaksanaan survei untuk mengetahui karakteristik penumpang mengenai respon terhadap tingkat pelayanan dalam perjalanan transportasi *Light Rail Transit* (LRT) Jakarta, karakteristik perjalanan, karakteristik sistem transportasi di wilayah studi serta kritik dan saran untuk perkembangan stasiun.

b. Pengamatan waktu tempuh KA LRT Jakarta.

Dilakukan pengamatan langsung di lapangan terhadap jumlah kereta api yang beroperasi sesuai dengan Grafik Perjalanan Kereta Api (GAPEKA) dan pengamatan waktu pelayanan di stasiun dan waktu tempuh kereta api dengan menggunakan *stopwatch* dan aplikasi pengukur kecepatan dan jarak secara langsung di dalam kereta saat kereta beroperasi.

4.4. Teknik Analisis Data

Teknik analisa data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena analisa data berfungsi untuk menyimpulkan hasil penelitian. Analisis data dapat dilakukan dengan melakukan tahap-tahap berikut:

1. Tahap 1

Menetapkan maksud dan tujuan dilakukannya penelitian serta menentukan ruang lingkup dan batasan permasalahan dari penelitian yang dilakukan.

2. Tahap 2

Mengumpulkan data-data yang diperlukan serta mendukung penelitian yang dilakukan baik data primer maupun data sekunder yang telah disebutkan diatas.

3. Tahap 3

Mengidentifikasi permasalahan dalam pola operasi LRT Jakarta dengan menganalisa data primer dan data sekunder.

4. Tahap 4

Mengajukan usulan pemecahan masalah berupa hasil analisa yang telah dilakukan

5. Tahap 5

Menetapkan kesimpulan dan saran dari hasil analisa dan pemecahan permasalahan yang telah dilakukan.

4.5. Lokasi dan Jadwal Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di wilayah pengoperasian LRT Jakarta dengan lintas Pegangsaan Dua – Velodrome yang berada di wilayah Kota Administrasi Jakarta Utara dan Jakarta Timur.

2. Jadwal Penelitian

Waktu yang dilaksanakan oleh penulis dalam melakukan penelitian yang akan digunakan sebagai bahan dalam pembuatan tugas Kertas Kerja Wajib yaitu pada saat tugas praktek kerja lapangan tanggal 1 Maret 2021 – 14 Mei 2021. Penelitian tersebut bertujuan memperoleh dan mengumpulkan data survey terhadap responden yang menggunakan jasa LRT Jakarta.

3. Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan untuk melakukan penelitian ini antara lain: alat tulis, buku tulis dan kamera.

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Okupansi LRT Jakarta

Jumlah penumpang KA LRT Jakarta dimulai dari pertama dioperasikan pada bulan Desember 2019 hingga bulan Mei 2021 mengalami kenaikan dan penurunan tidak menentu setiap bulannya. Berikut merupakan jumlah penumpang dan okupansi KA LRT Jakarta pada bulan Desember 2019-Februari 2021.

5.1.1. Jumlah Penumpang KA LRT Jakarta

Tabel 5. 1 Jumlah Penumpang KA LRT Jakarta

No	Bulan	Jarak (km)	Jumlah Penumpang per Bulan (Penumpang)	Realisasi perjalanan (KA)	Penumpang per kilometer (Pnp-km)
1	Dec-19	5,7	145.897	6.106	25.596
2	Jan-20	5,7	118.758	6.106	20.835
3	Feb-20	5,7	132.520	5.916	23.249
4	Mar-20	5,7	60.723	5.700	10.653
5	Apr-20	5,7	7.488	1.204	1.314
6	May-20	5,7	6.090	806	1.068
7	Jun-20	5,7	18.818	4.557	3.301
8	Jul-20	5,7	26.209	5.638	4.598
9	Aug-20	5,7	26.429	5.642	4.637
10	Sep-20	5,7	20.409	3.252	3.581
11	Oct-20	5,7	18.786	4.518	3.296
12	Nov-20	5,7	25.265	5.428	4.432
13	Dec-20	5,7	25.201	5.502	4.421
14	Jan-21	5,7	21.649	5.392	3.798
15	Feb-21	5,7	21.930	5.334	3.847
total			676.172	71.101	118.627

Sumber: Equipment Monitoring OCC LRT Jakarta, 2021

Berdasarkan tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa total jumlah penumpang yang menggunakan moda KA LRT Jakarta pada bulan Desember 2019 sampai dengan Februari 2021 adalah sebanyak 676.172 penumpang

dengan total realisasi perjalanan sebanyak 71.101 KA dan total penumpang per kilometer sebanyak 118.627 orang. Jumlah penumpang paling sedikit ada pada bulan Mei 2020 karena pembatasan jumlah perjalanan yang hanya direalisasikan sebanyak 806 dalam sebulan merupakan penerapan dari Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB).

5.1.2. Okupansi Penumpang LRT Jakarta

Sejak masa pandemi yang dimulai pada bulan April 2020, LRT Jakarta hanya menerapkan kurang lebih 25% dari kapasitas penuh *Assignment Weight* (AW) 2 dengan jumlah hanya 60 orang per *Trainset*. *Assignment Weight* 2 merupakan kapasitas penumpang duduk seluruhnya dengan handstrap terisi penuh. Maka berikut adalah data jumlah okupansi pada bulan Desember 2019-Februari 2021.

Tabel 5. 2 Okupansi Penumpang LRT Jakarta Bulan Desember 2019-Februari 2021

Bulan	Jumlah Perjalanan (KA)	Kapasitas <i>Assignment Weight</i> 2 (Penumpang)	Jumlah Perjalanan x Kapasitas <i>Assignment Weight</i> 2 (penumpang)	Jumlah Penumpang (Penumpang)	Okupansi (%)
Dec-19	6.106	270	1.648.620	145.897	9%
Jan-20	6.106	270	1.648.620	118.758	7%
Feb-20	5.916	270	1.597.320	132.520	8%
Mar-20	5.700	270	1.539.000	60.723	4%
Apr-20	1.204	60	72.240	7.488	10%
May-20	806	60	48.360	6.090	13%
Jun-20	4.557	60	273.420	18.818	7%
Jul-20	5.638	60	338.280	26.209	8%
Aug-20	5.642	60	338.520	26.429	8%
Sep-20	3.252	60	195.120	20.409	10%
Oct-20	4.518	60	271.080	18.786	7%
Nov-20	5.428	60	325.680	25.265	8%
Dec-20	5.502	60	330.120	25.201	8%
Jan-21	5.392	60	323.520	21.649	7%
Feb-21	5.334	60	320.040	21.930	7%

Sumber: Hasil Analisis, 2021

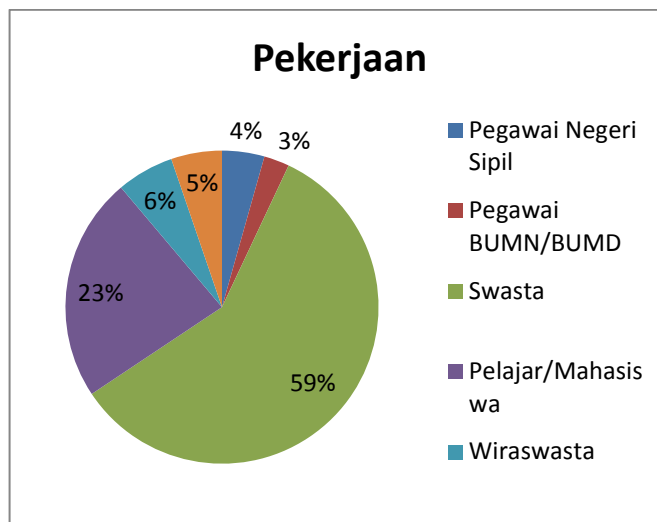
Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa Okupansi LRT Jakarta masih terbilang sedikit karena keterbatasan jangkauan lintas yang hanya 5,4 kilometer.

5.1.3. Analisis Hasil Penelitian

Survey dilakukan pada hari dimana penduduk Provinsi DKI Jakarta dianggap melakukan kegiatan rutin yaitu Senin – Minggu pada dua jam sibuk pagi dan sore serta bukan jam sibuk. Berikut beberapa hasil survey antara lain:

1. Pekerjaan Penungguna KA LRT Jakarta

Pengguna KA LRT Jakarta memiliki pekerjaan Pegawai Negeri Sipil, pegawai BUMN/BUMD, pegawai Swasta, pelajar/mahasiswa, Wiraswasta dan lainnya. Berikut grafik pekerjaan responden:



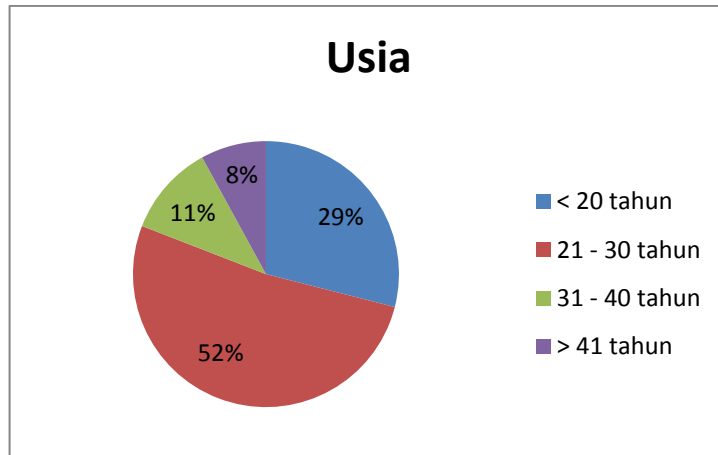
Sumber: Hasil Survey Penumpang, April 2021

Gambar 5. 1 Grafik Pekerjaan Penumpang

Berdasarkan hasil survey, menunjukan sampel dimana penumpang paling banyak sebagai karyawan swasta sebesar 59%. Selanjutnya sebagai Pelajar/Mahasiswa sebesar 23%. Kemudian sebagai Wiraswasta sebesar 6%. Setelah itu, sebagai Lainnya sebesar 5 %, Pegawai Negeri Sipil sebesar 4 % dan Pegawai BUMD sebesar 3 %.

2. Usia Pengguna LRT

Hasil survey menunjukan bahwa responden pengguna KA LRT Jakarta terdiri dari berbagai jenis usia. Terdapat penumpang dengan kurang dari 20 tahun sampai dengan 40 tahun. Juga terdapat beberapa penumpang dengan usia > 41 tahun.



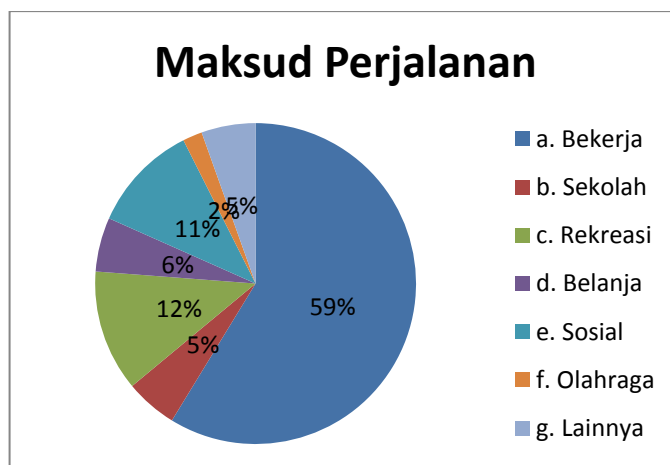
Sumber: Hasil Survey Penumpang, April 2021

Gambar 5. 2 Grafik Usia Penumpang

Berdasarkan hasil survey, menunjukkan sampel dimana penumpang paling banyak berusia 21 – 30 tahun sebesar 52%. Selanjutnya berusia < 20 tahun sebesar 29%. Kemudian berusia 31 – 40 tahun sebesar 11% dan berusia > 41 tahun sebesar 8%.

3. Maksud dan Tujuan

Setiap penumpang KA LRT memiliki maksud dan tujuan yang berbeda-beda dalam penggunaan moda, berikut adalah grafik persentase maksud perjalanan berdasarkan hasil survey.



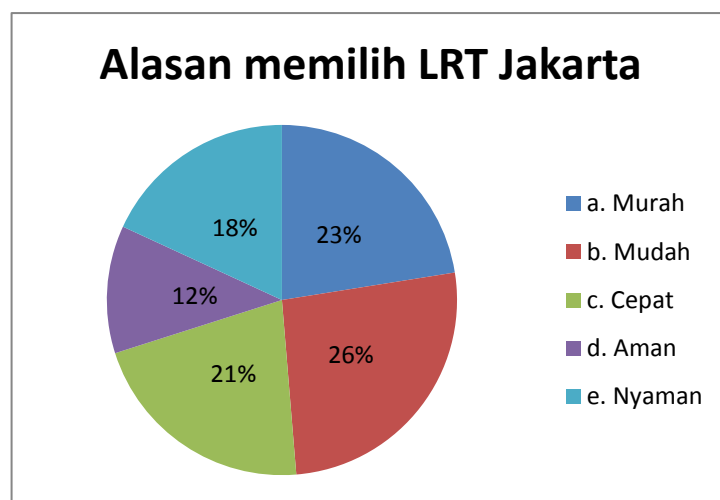
Sumber: Hasil Survey Penumpang, April 2021

Gambar 5. 3 Grafik Maksud Perjalanan

Berdasarkan hasil survey, menunjukkan sampel dimana penumpang memiliki maksud perjalanan paling banyak adalah untuk Bekerja sebesar 59%. Selanjutnya maksud perjalanan Rekreasi sebesar 12%. Kemudian Sosial sebesar 11%, Belanja sebesar 6%, Bersekolah dan Lainnya masing-masing sebesar 5% dan Olahraga sebesar 2%.

4. Alasan Memilih LRT

Masyarakat yang menggunakan moda transportasi MRT Jakarta memiliki alasan yang berbeda – beda. Berikut diagram alasan memilih LRT Jakarta daripada moda transportasi lainnya:

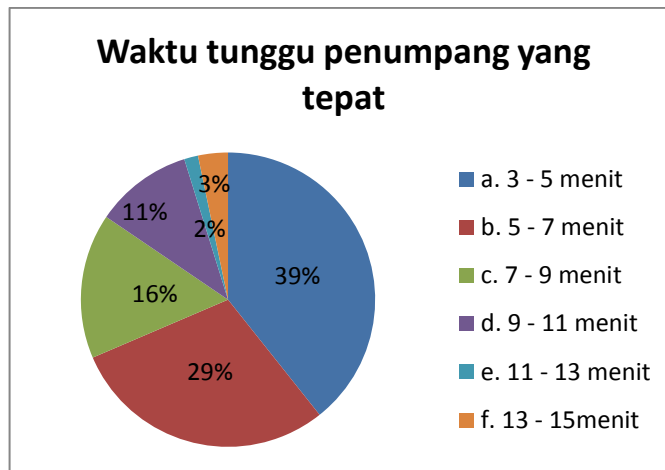


Sumber: Hasil Survey Penumpang, April 2021

Gambar 5. 4 Grafik Alasan memilih LRT Jakarta

Berdasarkan hasil survey, menunjukkan bahwa alasan penumpang memilih LRT Jakarta adalah lebih mudah sebesar 26 %. Kemudian alasan lainnya kenapa penumpang memilih LRT Jakarta adalah Murah sebesar 23 %. Selanjutnya disusul dengan alasan cepat sebesar 21 % dan nyaman sebesar 18% serta aman sebesar 12 %.

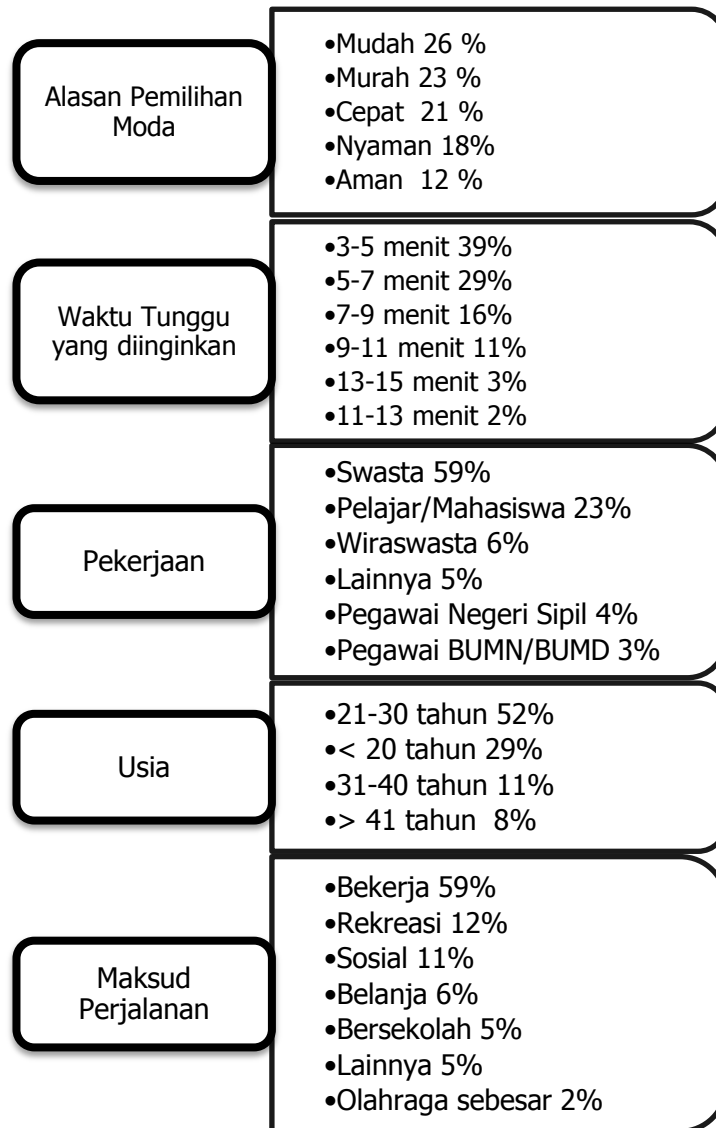
5. Waktu Tunggu yang Diinginkan



Sumber: Hasil Survey Penumpang, April 2021

Gambar 5. 5 Grafik Alasan keinginan waktu tunggu penumpang

Diagram di atas menunjukkan bahwa persentase terbesar sebanyak 39% penumpang berpendapat untuk waktu tunggu kereta yang tepat yaitu dengan waktu 3-5 menit. Diikuti dengan persentase sebesar 29% dengan waktu tunggu yang tepat 5-7 menit. Sedangkan menurut pendapat penumpang waktu tunggu paling maksimal yaitu 11-13 menit dengan persentase sebesar 2%. Pada keadaan lapangan, waktu tunggu LRT Jakarta yaitu sebesar headway eksisting selama 10 menit. Waktu tunggu eksisting tersebut masih terbilang cukup jauh dari ekspektasi penumpang tentang waktu tunggu yang tepat. Maka dari itu diperlukan pengecilan headway untuk memenuhi keinginan penumpang tersebut.



Gambar 5. 6 Rekapitulasi Hasil Survei

Hasil survei menunjukkan bahwa LRT Jakarta memiliki kemudahan dalam penggunaan transportasi sehingga penumpang memilih untuk menggunakan pelayanan LRT Jakarta, mayoritas pengguna LRT Jakarta merupakan pekerja swasta yang berusia 21-30 tahun dengan maksud perjalanan sebanyak 59% untuk bekerja yang menghendaki keinginan waktu tunggu selama 3-5 menit sebanyak 39%.

5.1.4. Perbandingan LRT Jakarta dengan transportasi DKI Jakarta

Berdasarkan data yang didapat dari Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, DKI Jakarta memiliki beberapa moda transportasi umum diantaranya LRT Jakarta, MRT Jakarta, Bus Transjakarta dan Kereta *Commuter* Indonesia

(KCI). Masing-masing moda tersebut memiliki Headway yang bervariasi, sebagai berikut:

Tabel 5. 3 Perbandingan LRT Jakarta dengan transportasi DKI Jakarta

No	Moda	Headway (menit)	
		<i>Peak Hour</i>	<i>Off Peak Hour</i>
1	LRT Jakarta	10	10
2	MRT Jakarta	5	10
3	Bus Transjakarta	7	15
4	Kereta <i>Commuter</i> Indonesia (KCI)	5 sampai 10	10 sampai 30

Sumber: Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, 2021

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa LRT Jakarta memiliki headway yang lebih panjang jika dibandingkan dengan moda lainnya. Headway yang panjang mengakibatkan penumpang menunggu lebih lama untuk menggunakan unit angkutan, untuk mencegah hal tersebut maka Headway harus dikecilkan.

5.2. Analisis Pola Operasi Eksisting

Analisa kondisi operasi eksisting dilakukan untuk mengetahui kondisi sekarang, apakah masih memungkinkan dilakukan untuk optimalisasi atau penambahan operasi KA LRT Jakarta. Angkutan KA LRT Jakarta merupakan perkeretaapian antarkota yang menghubungkan Kota Administrasi Jakarta Utara dan Kota Administrasi Jakarta Timur,yaitu menghubungkan Mall Kelapa Gading, Pacuan Kuda Equestrian dan Arena Balap Sepeda Velodrome. Tempat-tempat tersebut merupakan pusat rekreasi, belanja serta berolahraga, untuk mengevaluasi pola operasi KA LRT Jakarta dapat dilakukan analisis-analisis sebagai berikut.

5.2.1. Kecepatan

Berikut merupakan waktu tempuh kereta api LRT Jakarta eksisting yang akan digunakan untuk menghitung kecepatan operasional kereta api:

Tabel 5. 4 Waktu Tempuh Perjalanan KA

Stasiun	Jarak (m)	Dwell Time (detik)	Waktu Perjalanan (detik)	Waktu tempuh	
				detik	menit
Pegangsaan Dua	1338	30	210	240	4
Boulevard Utara					
Boulevard Utara	784	30	120	150	2,5
Boulevard Selatan					
Boulevard Selatan	1040	30	90	120	2
Pulomas					
Pulomas	950	30	90	120	2
Equistrian					
Equistrian	1313	30	120	150	2,5
Velodrome					
Total	5425	150	630	780	13

Sumber: OCC LRT Jakarta, 2021

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkann bahwa waktu tempuh total KA LRT Jakarta adalah 13 menit. Berikut perhitungan kecepatan operasional kereta api LRT Jakarta lintas Pegangsaan Dua – Velodrome.

$$\begin{aligned}
 V &= S/T \\
 &= \frac{5,425 \text{ km}}{13 \text{ menit}} \times 60 \\
 &= 25,03 \text{ km/h}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa kecepatan operasional yang dapat menempuh jarak 5,4 km dengan waktu tempuh 13 menit adalah 25,03 Km/jam.

5.2.2. Jarak antar Petak Blok

Petak blok yaitu 2 sinyal utama berurutan sesuai arah perjalanan kereta api. Jarak petak blok sangat mempengaruhi perhitungan headway minimum pada LRT Jakarta. Berikut jarak petak blok LRT Jakarta sebagai berikut:

Tabel 5. 5 Jarak Antar Petak Blok

No	No Sirkuit	Stasiun	Jenis dan Nomor Sinyal		Titik Km Sinyal		Jarak Petak Blok	
			East	West	East	West	East	West
							(m)	(m)
1.	S16..	Pegangsaan Dua	Belum ada sinkronisasi kilometer dengan stasiun lainnya				0	0
							0	0
							0	0
2.	S11..	Boulevard Utara	M 1101	K 1108	4+746	4+688	238	420
			K 1103	M 1104	4+508	4+268	415	336
			B 1105-7	B 1102-1	4+093	3+932	950	950
			B 1201-6	B 1204-2	3+143	2+982	351	351
3.	S12..	Boulevard Selatan	B 1203-5	B 1202-3	2+729	2+631	784	773
			B 1301-4	B 1404-4	2+008	1+858	340	343
4.	S13..	Pulomas	B 1303-3	B 1302-5	1+668	1+515	410	407
			B 1401-2	B 1404-6	1+258	1+108	340	311
5.	S14..	Equestrian	B 1403-1	B 1402-7	0+918	0+797	587	660
			M 1501	K 1504/4	0+331	0+137		
6.	S15..	Velodrome						

Sumber: PT LRTJ, 2021

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa jarak petak blok berurutan terjauh di lintas Boulevard Utara – Boulevard selatan sebesar 950 m. Petak blok berurutan terjauh menjadi tolak ukur perhitungan headway minimum pada kereta api LRT Jakarta.

5.2.3. Headway

Headway penentu pada lintas LRT Jakarta ditentukan pada petak blok terpanjang. Dalam melakukan analisis hasil perhitungan headway antar kereta api LRT Jakarta di tiap petak jalan dengan menggunakan rumus perhitungan Hubungan Blok Otomatik terbuka dengan 1 aspek hijau. Berikut ini adalah analisis hasil perhitungan headway minimum di petak blok terjauh:

$$\begin{aligned}
 \text{Headway minimum} &= \frac{60 \times B + 30}{V} + 0,25 \\
 &= \frac{60 \times 0,95 + 30}{25,03} + 0,25 \\
 &= 3,72 \text{ Menit} \approx 4 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi kecepatan operasional sebesar 25 Km/Jam dengan headway terkecilnya dapat digunakan sebesar 4 menit. Dengan headway eksisting sepanjang 10 menit. Dengan demikian adanya selisih waktu antara headway eksisting dengan headway minimumnya masih mencukupi apabila dilakukannya pengoptimalan operasi kereta.

5.2.4. Kapasitas Lintas

Perhitungan kapasitas lintas pada jam sibuk dilakukan untuk mengetahui jumlah kereta secara khusus yang dapat dioperasikan pada setiap waktu operasi tertentu, dikarenakan karakteristik penumpang kereta api perkotaan mempunyai periode tertentu untuk melakukan perjalanan berangkat/pulang. Dengan kemampuan headway blok otomatis 4 menit, perhitungan dapat dilakukan dengan formula berikut:

$$\text{Kapasitas lintas} = \frac{\text{Lama periode operasi (menit)}}{\text{Headway (menit)}} \times 0,9 \times 2$$

Sumber: Uned Supriadi, 2008

Sehingga akan didapatkan data Kapasitas Lintas per periode operasi sebagai berikut:

Tabel 5. 6 Kapasitas Lintas per periode operasi

Periode Waktu	Range Waktu	Kemampuan Headway Blok Otomatik (menit)	Kapasitas Lintas (KA)
Jam Non-Sibuk Pagi	05.30-06.30 WIB	4	27
Jam Sibuk Pagi	06.30-09.30 WIB	4	81
Jam Non-Sibuk Siang	09.30-16.30 WIB	4	189
Jam Sibuk Sore	16.30-19.30 WIB	4	81
Jam Non-Sibuk Malam	19.30-23.30 WIB	4	108
Total			486

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa dengan kemampuan headway pada blok otomatis, LRT Jakarta memiliki kapasitas lintas sebanyak 486 KA per hari.

5.2.5. Waktu Tunggu Terminal (WTT)

Pada Fase 1 LRT Jakarta, stasiun yang merupakan stasiun akhir adalah stasiun Pegangsaan Dua dan Velodrome. Berikut adalah rangkaian kegiatan yang dilakukan pada stasiun keberangkatan beserta jumlah waktu yang dibutuhkan:

Tabel 5. 7 Waktu Tunggu Terminal LRT Jakarta

No	Kegiatan	Waktu yang dibutuhkan (menit)
1	Waktu Tunggu Headway Minimum	
	a. Masinis berganti kabin	2
	b. Merubah perangkat kabin depan	0,5
	c. Merubah perangkat kabin belakang	0,5
2	Pembersihan sarana	4
Total		7

Sumber: PT LRTJ, 2021

5.2.6. Waktu Peredaran Sarana

Waktu peredaran sarana merupakan jumlah waktu tempuh perjalanan pulang pergi dengan waktu tunggu terminal pada stasiun keberangkatan dan stasiun akhir.

$$\begin{aligned} WPS &= (2 \times 13) + 7 + 7 \\ &= 40 \text{ menit} \end{aligned}$$

5.2.7. Jumlah Sarana

Jumlah kereta api yang dimiliki saat ini di LRT Jakarta fase 1 lintas Pegangsaan Dua – Velodrome yaitu sebanyak 8 trainset. Dimana setiap trainset terdapat 2 *cars*. Berikut ini adalah data jumlah kereta api yang beroperasi di LRT Jakarta.

Tabel 5. 8 Jumlah Sarana Eksisting

JENIS KERETA	SG (Trainset)	TSGO (Trainset)	SGO (Trainset)	TSO (Trainset)	SO (Trainset)
K1	8	1	8	1	6

Sumber: Divisi Sarana LRT Jakarta, 2021

Tersedia 6 trainset kereta yang siap guna operasi (SGO), 1 trainset kereta di cadangkan (Cad) hal ini terjadi dikarenakan pada PT LRT Jakarta terdapat 1 kereta dengan perawatan harian atau di rawat setiap hari di depo kereta LRT Jakarta untuk kereta Siap operasi (SO) terdapat 8 trainset serta 1 kereta cadangan (CAD) yang hanya digunakan pada *peak hour* atau jam sibuk. Dengan waktu peredaran sarana selama 40 menit dengan headway 10 menit maka berikut adalah perhitungan jumlah armada dan jumlah sarana siap beroperasi.

1. Kebutuhan Armada

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway} \times 0,925} \times 1 SF \\ &= \frac{40 \text{ menit}}{10 \times 0,925} \times 1 SF \\ &= 4,32 \approx 5 \text{ Stamformasi} \end{aligned}$$

2. Kebutuhan Sarana Siap Operasi

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway}} \\
 &= \frac{40 \text{ menit}}{10 \text{ menit}} \\
 &= 4 \text{ Stamformasi}
 \end{aligned}$$

5.3. Pembahasan Pola Operasi Usulan

Dalam menentukan pola operasi usulan dengan headway yang lebih singkat maka dapat dilakukan analisis sebagai berikut:

5.3.1. Analisis Waktu Peredaran Sarana

a) Waktu tempuh perjalanan

Dari hasil analisa pola operasi eksisting dapat disimpulkan bahwasanya Headway yang digunakan merupakan Headway minimum dengan panjang 4 menit yang menggunakan kecepatan operasional sebesar 25,03 km/jam dengan waktu tempuh yang masih terbilang panjang yaitu selama 13 menit. Maka untuk mempersempit waktu tempuh kecepatan yang lebih tinggi yaitu dengan usulan menggunakan kecepatan grafis persentil 85 dari kecepatan maksimum KA LRT.

Berdasarkan spesifikasi teknis sarana LRT Jakarta, sarana LRT memiliki kecepatan operasional maksimum yaitu 80km/jam, dengan akselerasi dan deselerasi sebesar 1.0 m/s². Berikut adalah pehitungan kecepatan grafis, akselerasi dan deselerasi.

$$\text{Kecepatan Grafis} = 80 \times 85\% = 68 \text{ Km/Jam}$$

$$\text{Percepatan} = \frac{\left(\frac{68 \times 1000}{3600}\right) m/s - 0}{1,0 m/s^2}$$

$$= 19 \text{ detik}$$

$$\text{Perlambatan} = \frac{0 - \left(\frac{68 \times 1000}{3600}\right) m/s}{1,0 m/s^2}$$

$$= 19 \text{ detik}$$

Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan grafis serta akselerasi dan deselerasi, selanjutnya akan dihitung jarak pengereman dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{Jarak Pengereman} \quad v_t^2 = v_0^2 + 2as \quad \rightarrow \quad s = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2a}$$

$$s = \frac{0^2 - 68^2}{2 \times 1,0} = 178 \text{ meter}$$

Maka akan didapat hasil berupa waktu tempuh perjalanan sebagai berikut.

Tabel 5. 9 Hasil Analisis Waktu Tempuh

Stasiun	Jarak (km)	Waktu Akselerasi (detik)	Waktu deselerasi (detik)	Waktu Perjalanan (detik)	Dwell time (detik)	Waktu Tempuh	
						Detik	menit
Pengangsaan Dua	1,338	19	19	52	30	120	2
Boulevard Utara							
Boulevard Utara	0,784	19	19	23	30	91	1,5
Boulevard Selatan							
Boulevard Selatan	1,04	19	19	36	30	104	1,8
Pulomas							
Pulomas	0,95	19	19	31	30	99	1,7
Equistrian							
Equistrian	1,313	19	19	51	30	119	2
Velodrome							
Total	5,425	95	95	193	150	533	9

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari hasil analisa diperlukan waktu selama 9 menit untuk menempuh lintas Pengangsaan Dua – Velodrome. Berikut perhitungan kecepatan operasional usulan kereta api LRT Jakarta lintas Pengangsaan Dua – Velodrome.

$$\begin{aligned}
 V &= S/T \\
 &= \frac{5,425 \text{ km}}{9 \text{ menit}} \times 60
 \end{aligned}$$

$$= 36,17 \text{ km/h}$$

Berdasarkan perhitungan diatas dapat diketahui bahwa kecepatan operasional yang dapat menempuh jarak 5,4 km dengan waktu tempuh 9 menit adalah 36,17 Km/jam.

b) Waktu Tunggu Terminal

Waktu Tunggu Terminal dapat dipangkas dengan cara mengurangi kegiatan pembersihan sarana karena pembersihan sarana dapat dilakukan selama perjalanan, sehingga pada stasiun akhir sisa pembersihan sarana dapat langsung dibuang, cukup 2 menit pada waktu masinis pindah dengan pengaturan perangkat kabin maka Waktu tunggu terminal dapat dipangkas menjadi 3 menit.

c) Waktu Peredaran Sarana

Berikut merupakan hasil perhitungan usulan waktu peredaran sarana berdasarkan analisis waktu tempuh perjalanan dan waktu tunggu terminal:

$$\begin{aligned} WPS &= (2 \times 9) + 3 + 3 \\ &= 24 \text{ menit} \end{aligned}$$

5.3.2. Analisis Headway pada Periode Operasi LRT Jakarta

Usulan Headway per periode diajukan berdasarkan pola operasi pada kereta api perkotaan di negara maju, dengan usulan sebagai berikut:

1. Waktu Operasi (05.30 – 06.30 WIB)

Waktu operasi pada pukul 05.30 – 06.30 WIB merupakan jam operasi non-sibuk pagi diusulkan dengan headway sepanjang 8 menit, dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan sarana yang beroperasi

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway}} \\ &= \frac{24 \text{ menit}}{8 \text{ menit}} \\ &= 3 \text{ Stamformasi} \end{aligned}$$

b. Perhitungan frekuensi perjalanan

$$\begin{aligned}\text{Jumlah perjalanan} &= \frac{\text{Periode Operasi (menit)}}{\text{Headway}} \times 2 \\ &= \frac{60 \text{ menit}}{8 \text{ menit}} \times 2 \\ &= 15 \text{ KA/hari}\end{aligned}$$

2. Waktu Operasi (06.30 – 09.30 WIB)

Waktu operasi pada pukul 06.30 – 09.30 WIB merupakan jam operasi sibuk pagi diusulkan dengan headway sepanjang 4 menit, dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan sarana yang beroperasi

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway}} \\ &= \frac{24 \text{ menit}}{4 \text{ menit}} \\ &= 6 \text{ Stamformasi}\end{aligned}$$

b. Perhitungan frekuensi perjalanan

$$\begin{aligned}\text{Jumlah perjalanan} &= \frac{\text{Periode Operasi (menit)}}{\text{Headway}} \times 2 \\ &= \frac{180 \text{ menit}}{4 \text{ menit}} \times 2 \\ &= 90 \text{ KA/hari}\end{aligned}$$

3. Waktu Operasi (09.30 – 16.30 WIB)

Waktu operasi pada pukul 09.30 – 16.30 WIB merupakan jam operasi non-sibuk siang diusulkan dengan headway sepanjang 10 menit, dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan sarana yang beroperasi

$$\begin{aligned}\text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway}} \\ &= \frac{24 \text{ menit}}{10 \text{ menit}}\end{aligned}$$

$$= 2,4 \approx 3 \text{ Stamformasi}$$

b. Perhitungan frekuensi perjalanan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah perjalanan} &= \frac{\text{Periode Operasi (menit)}}{\text{Headway}} \times 2 \\ &= \frac{420 \text{ menit}}{10 \text{ menit}} \times 2 \\ &= 84 \text{ KA/hari} \end{aligned}$$

4. Waktu Operasi (16.30 – 19.30 WIB)

Waktu operasi pada pukul 16.30 – 19.30 WIB merupakan jam operasi sibuk sore diusulkan dengan headway sepanjang 6 menit, dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan sarana yang beroperasi

$$\begin{aligned} \text{Jumlah sarana} &= \frac{WPS}{\text{Headway}} \\ &= \frac{24 \text{ menit}}{6 \text{ menit}} \\ &= 4 \text{ Stamformasi} \end{aligned}$$

b. Perhitungan frekuensi perjalanan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah perjalanan} &= \frac{\text{Periode Operasi (menit)}}{\text{Headway}} \times 2 \\ &= \frac{180 \text{ menit}}{6 \text{ menit}} \times 2 \\ &= 60 \text{ KA/hari} \end{aligned}$$

5. Waktu Operasi (19.30 – 23.30 WIB)

Waktu operasi pada pukul 19.30 – 23.30 WIB merupakan jam operasi non-sibuk malam diusulkan dengan headway sepanjang 12 menit, dengan perhitungan sebagai berikut:

a. Perhitungan sarana yang beroperasi

$$\text{Jumlah sarana} = \frac{WPS}{\text{Headway}}$$

$$= \frac{24 \text{ menit}}{12 \text{ menit}}$$

$$= 2 \text{ Stamformasi}$$

b. Perhitungan frekuensi perjalanan

$$\text{Jumlah perjalanan} = \frac{\text{Periode Operasi (menit)}}{\text{Headway}} \times 2$$

$$= \frac{240 \text{ menit}}{12 \text{ menit}} \times 2$$

$$= 40 \text{ KA/hari}$$

Berikut adalah usulan pola operasi LRT Jakarta per periode operasi dengan mengajukan penyempitan waktu peredaran sarana yang didapat dari mempersingkat waktu tempuh dan memangkas waktu tunggu terminal dan dengan perhitungan jumlah sarana dan frekuensi perjalanan.

Tabel 5. 10 Usulan Pola Operasi per Periode Operasi

Periode Waktu	Range Waktu	Headway (menit)	Jumlah Perjalanan (KA)	Jumlah sarana yang beroperasi (Trainset)
Jam Non-Sibuk Pagi	05.30-06.30 WIB	8	15	3
Jam Sibuk Pagi	06.30-09.30 WIB	4	90	6
Jam Non-Sibuk Siang	09.30-16.30 WIB	10	84	3
Jam Sibuk Sore	16.30-19.30 WIB	6	60	4
Jam Non-Sibuk Malam	19.30-23.30 WIB	12	40	2

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Berdasarkan hasil analisis diatas dapat disimpulkan bahwa dengan mengajukan peningkatan kecepatan dan memangkas waktu tunggu terminal dapat mempersingkat waktu peredaran sarana sehingga headway minimum dapat dipakai. Pola operasi usulan memiliki headway yang bervariasi menyesuaikan pola operasi pada negara-negara maju

sehingga didapatkan total jumlah perjalanan perharinya sebanyak 289 perjalanan dengan sarana yang dibutuhkan yaitu sebanyak 6 *trainset*.

5.3.3. Pembahasan Proyeksi Okupansi Penumpang

Metode yang digunakan dalam meramalkan jumlah penumpang terus berkembang merupakan metode yang biasanya diterapkan diantaranya terdiri dari tiga metode yaitu Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square. Ketiga metode tersebut terlebih dahulu digunakan untuk menghitung jumlah penumpang Kereta LRT Jakarta periode April tahun 2020 hingga Februari tahun 2021 kemudian dilihat metode mana yang hasil perhitungannya memiliki standar deviasi yang kecil terhadap data penumpang Kereta LRT Jakarta sesungguhnya pada periode April tahun 2020 hingga Februari 2021.

Metode yang memiliki standar deviasi terkecil yang akan digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang kereta LRT Jakarta di masa yang akan datang. Terlebih dahulu akan digunakan Metode Aritmatik, Metode Geometrik, dan Metode Least Square untuk menghitung jumlah penumpang Kereta LRT Jakarta dari periode April 2020 hingga Februari 2021 dengan menggunakan jumlah penumpang pada periode tersebut. Terlebih dahulu akan dihitung rata-rata pertambahan penumpang dari periode April tahun 2020 hingga Februari 2021.

1. Metode Aritmatik

Rata-rata pertambahan volume penumpang dari periode April 2020 hingga Februari 2021.

$$K_a = \frac{(P_{Feb\ 21} - P_{Apr\ 20})}{(T_{Feb\ 21} - T_{Apr\ 20})}$$

$$K_a = \frac{(21.930 - 7.488)}{(11 - 1)}$$

$$K_a = \frac{(14.442)}{(10)}$$

$$K_a = 1.604,67$$

$$P_n = P_o + K_a (T_n - T_o)$$

$$P_{Feb\ 21} = 21.930 + 1.604,67 (T_{Feb\ 21} - T_{Apr\ 20})$$

$$P_{Feb\ 21} = 21.930 + 1.604,67 (11 - 1)$$

$$P_{Feb\ 21} = 21.930 + 1.604,67 (10)$$

$$P_{Feb\ 21} = 21.930 + 16.046,7$$

$$P_{Feb\ 21} = 37.977$$

$$r^2 = \frac{\Sigma(P_n - P_r)^2 - \Sigma(P_n - P)^2}{\Sigma(P_n - P_r)^2}$$

$$r^2 = \frac{\Sigma(306.530,6667 - 1.604,67)^2 - \Sigma(306.530,6667 - 218.374)^2}{\Sigma(306.530,6667 - 1.604,67)^2}$$

$$r^2 = 0,907689605$$

$$STD = \left(\frac{\Sigma(P_n - P)^2 - \left(\frac{\Sigma(P_n - P)^2}{n} \right)}{n} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$STD = \left(\frac{\Sigma(306.530,6667 - 218.274)^2 - \left(\frac{\Sigma(306.530,6667 - 218.274)^2}{11} \right)}{11} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$STD = 87.891,21306$$

2. Metode Geometrik

Rata-rata pertambahan volume penumpang dari periode April 2020 hingga Februari 2021.

$$P_{feb\ 21} = 21.930 (1 + 0,22115)^{10}$$

$$P_{feb\ 21} = 21.930 (1,22115)^{10}$$

$$P_{feb21} = 161.710$$

$$r^2 = \frac{\Sigma(P_n - P_r)^2 - \Sigma(P_n - P)^2}{\Sigma(P_n - P_r)^2}$$

$$r^2 = \frac{\Sigma(786.560 - 16.046,7)^2 - \Sigma(786.560 - 218.274)^2}{\Sigma(786.560 - 16.046,7)^2}$$

$$r^2 = 0,45603$$

$$STD = \left(\frac{\Sigma(P_n - P)^2 - \left(\frac{\Sigma(P_n - P)^2}{n} \right)}{n} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$STD = \left(\frac{\Sigma(786.560 - 218.274)^2 - \left(\frac{\Sigma(786.560 - 218.274)^2}{11} \right)}{11} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$STD = 163.371$$

3. Metode Least Square

Tabel 5. 11 Hasil Perhitungan Least Square

LEAST SQUARE			
Bulan	Penumpang (Y)	X.Y	x ²
1	7.488	7.488	1
2	6.090	12.180	4
3	18.818	56.454	9
4	26.209	104.836	16
5	26.429	132.145	25
6	20.409	122.454	36
7	18.786	131.502	49
8	25.265	202.120	64
9	25.201	226.809	81
10	21.649	216.490	100
11	21.930	241.230	121
66	218.274	1.453.708	506

Sumber: Hasil Analisis , 2021

$$a = \frac{218.274(506) - 66.(1.453.708)}{11.506 - 66^2}$$

$$a = 11.985,1$$

$$b = \frac{11(1.453.708) - 66(218.274)}{11.506 - 66^2}$$

$$b = 1.309,67$$

$$Y_{Feb21} = a + bx$$

$$Y_{Feb\ 21} = 11.985,1 + b(n-1)$$

$$Y_{Feb\ 21} = 11.985,1 + 1.309,67 (11-1)$$

$$Y_{Feb\ 21} = 25.082 \text{ Penumpang}$$

Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan Metode Aritmatik, Geometrik, *Least Square*

Tahun	Penumpang	Hasil Perhitungan		
		Aritmatik	Geometrik	Least Square
Apr-20	7.488	7.488	7.488	11.985
May-20	6.090	7.695	7.437	13.295
Jun-20	18.818	22.027	28.062	14.604
Jul-20	26.209	31.023	47.727	15.914
Aug-20	26.429	32.848	58.771	17.224
Sep-20	20.409	28.432	55.421	18.533
Oct-20	18.786	28.414	62.295	19.843
Nov-20	25.265	36.498	102.308	21.153
Dec-20	25.201	38.038	124.617	22.462
Jan-21	21.649	36.091	130.727	23.772
Feb-21	21.930	37.977	161.710	25.082
Jumlah	218.274	306.531	786.560	203.868
R ²		0,90769	0,456032	0,994117
R		0,952727	0,675301	0,997054
St.D		87.891	163.371	4.142

Sumber: Hasil Analisis , 2021

Metode proyeksi yang dipilih adalah metode proyeksi dengan nilai standar deviasi paling rendah dan koefisien korelasi paling besar. Oleh karena itu metode yang dipilih adalah metode *Least Square*.

Tabel 5. 13 Hasil Prediksi Penumpang LRT Jakarta dengan Metode Least Square

NO	Bulan	Jumlah penumpang per bulan (Penumpang)	Jumlah penumpang rata-rata perhari (Penumpang)	Keterangan
1	Apr-20	7.488	250	Data Sekunder
2	Mei-20	6.090	196	Data Sekunder
3	Jun-20	18.818	627	Data Sekunder
4	Jul-20	26.209	845	Data Sekunder
5	Agust-20	26.429	853	Data Sekunder
6	Sep-20	20.409	680	Data Sekunder
7	Okt-20	18.786	606	Data Sekunder
8	Nop-20	25.265	842	Data Sekunder
9	Des-20	25.201	813	Data Sekunder
10	Jan-21	21.649	698	Data Sekunder
11	Feb-21	21.930	783	Data Sekunder
12	Mar-21	26.391	851	Hasil Prediksi
13	Apr-21	27.701	923	Hasil Prediksi
14	Mei-21	29.011	936	Hasil Prediksi
15	Jun-21	30.320	1.011	Hasil Prediksi
16	Jul-21	31.630	1.020	Hasil Prediksi
17	Agust-21	32.940	1.063	Hasil Prediksi
18	Sep-21	34.249	1.142	Hasil Prediksi
19	Okt-21	35.559	1.147	Hasil Prediksi
20	Nop-21	36.869	1.229	Hasil Prediksi
21	Des-21	38.179	1.232	Hasil Prediksi
22	Jan-22	39.488	1.274	Hasil Prediksi
23	Feb-22	40.798	1.457	Hasil Prediksi
24	Mar-22	42.108	1.358	Hasil Prediksi
25	Apr-22	43.417	1.447	Hasil Prediksi
26	Mei-22	44.727	1.443	Hasil Prediksi
27	Jun-22	46.037	1.535	Hasil Prediksi
28	Jul-22	47.346	1.527	Hasil Prediksi
29	Agust-22	48.656	1.570	Hasil Prediksi
30	Sep-22	49.966	1.666	Hasil Prediksi

Tabel 5. 14 Lanjutan

NO	Bulan	Jumlah penumpang per bulan (Penumpang)	Jumlah penumpang rata-rata perhari (Penumpang)	Keterangan
31	Okt-22	51.275	1.654	Hasil Prediksi
32	Nop-22	52.585	1.753	Hasil Prediksi
33	Des-22	53.895	1.739	Hasil Prediksi
34	Jan-23	55.204	1.781	Hasil Prediksi
35	Feb-23	56.514	2.018	Hasil Prediksi
36	Mar-23	57.824	1.865	Hasil Prediksi
37	Apr-23	59.133	1.971	Hasil Prediksi
38	Mei-23	60.443	1.950	Hasil Prediksi
39	Jun-23	61.753	2.058	Hasil Prediksi
40	Jul-23	63.062	2.034	Hasil Prediksi
41	Agust-23	64.372	2.077	Hasil Prediksi
42	Sep-23	65.682	2.189	Hasil Prediksi
43	Okt-23	66.991	2.161	Hasil Prediksi
44	Nop-23	68.301	2.277	Hasil Prediksi
45	Des-23	69.611	2.246	Hasil Prediksi
46	Jan-24	70.920	2.288	Hasil Prediksi
47	Feb-24	72.230	2.491	Hasil Prediksi
48	Mar-24	73.540	2.372	Hasil Prediksi
49	Apr-24	74.849	2.495	Hasil Prediksi
50	Mei-24	76.159	2.457	Hasil Prediksi
51	Jun-24	77.469	2.582	Hasil Prediksi
52	Jul-24	78.778	2.541	Hasil Prediksi
53	Agust-24	80.088	2.583	Hasil Prediksi
54	Sep-24	81.398	2.713	Hasil Prediksi
55	Okt-24	82.707	2.668	Hasil Prediksi
56	Nop-24	84.017	2.801	Hasil Prediksi
57	Des-24	85.327	2.752	Hasil Prediksi
58	Jan-25	86.636	2.795	Hasil Prediksi
59	Feb-25	87.946	3.141	Hasil Prediksi
60	Mar-25	89.256	2.879	Hasil Prediksi
61	Apr-25	90.565	3.019	Hasil Prediksi
62	Mei-25	91.875	2.964	Hasil Prediksi
63	Jun-25	93.185	3.106	Hasil Prediksi
64	Jul-25	94.494	3.048	Hasil Prediksi

Tabel 5. 14 Lanjutan

NO	Bulan	Jumlah penumpang per bulan (Penumpang)	Jumlah penumpang rata-rata perhari (Penumpang)	Keterangan
65	Agust-25	95.804	3.090	Hasil Prediksi
66	Sep-25	97.114	3.237	Hasil Prediksi
67	Okt-25	98.423	3.175	Hasil Prediksi
68	Nop-25	99.733	3.324	Hasil Prediksi
69	Des-25	101.043	3.259	Hasil Prediksi
70	Jan-26	102.352	3.302	Hasil Prediksi
71	Feb-26	103.662	3.702	Hasil Prediksi
72	Mar-26	104.972	3.386	Hasil Prediksi
73	Apr-26	103.662	3.455	Hasil Prediksi
74	Mei-26	104.972	3.386	Hasil Prediksi
75	Jun-26	106.281	3.543	Hasil Prediksi
76	Jul-26	107.591	3.471	Hasil Prediksi
77	Agust-26	108.901	3.513	Hasil Prediksi
78	Sep-26	110.211	3.674	Hasil Prediksi
79	Okt-26	111.520	3.597	Hasil Prediksi
80	Nop-26	112.830	3.761	Hasil Prediksi
81	Des-26	114.140	3.682	Hasil Prediksi
82	Jan-27	115.449	3.724	Hasil Prediksi
83	Feb-27	116.759	4.170	Hasil Prediksi
84	Mar-27	118.069	3.809	Hasil Prediksi
85	Apr-27	119.378	3.979	Hasil Prediksi
86	Mei-27	120.688	3.893	Hasil Prediksi
87	Jun-27	121.998	4.067	Hasil Prediksi
88	Jul-27	123.307	3.978	Hasil Prediksi
89	Agust-27	124.617	4.020	Hasil Prediksi
90	Sep-27	125.927	4.198	Hasil Prediksi
91	Okt-27	127.236	4.104	Hasil Prediksi
92	Nop-27	128.546	4.285	Hasil Prediksi
93	Des-27	129.856	4.189	Hasil Prediksi
94	Jan-28	131.165	4.231	Hasil Prediksi
95	Feb-28	132.475	4.568	Hasil Prediksi
96	Mar-28	133.785	4.316	Hasil Prediksi
97	Apr-28	135.094	4.503	Hasil Prediksi
98	Mei-28	136.404	4.400	Hasil Prediksi
99	Jun-28	137.714	4.590	Hasil Prediksi
100	Jul-28	139.023	4.485	Hasil Prediksi

Tabel 5. 14 Lanjutan

NO	Bulan	Jumlah penumpang per bulan (Penumpang)	Jumlah penumpang rata-rata perhari (Penumpang)	Keterangan
101	Agust-28	140.333	4.527	Hasil Prediksi
102	Sep-28	141.643	4.721	Hasil Prediksi
103	Okt-28	142.952	4.611	Hasil Prediksi
104	Nop-28	144.262	4.809	Hasil Prediksi
105	Des-28	145.572	4.696	Hasil Prediksi
106	Jan-29	146.881	4.738	Hasil Prediksi
107	Feb-29	148.191	5.293	Hasil Prediksi
108	Mar-29	149.501	4.823	Hasil Prediksi
109	Apr-29	150.810	5.027	Hasil Prediksi
110	Mei-29	152.120	4.907	Hasil Prediksi
111	Jun-29	153.430	5.114	Hasil Prediksi
112	Jul-29	154.739	4.992	Hasil Prediksi
113	Agust-29	156.049	5.034	Hasil Prediksi
114	Sep-29	157.359	5.245	Hasil Prediksi
115	Okt-29	158.668	5.118	Hasil Prediksi
116	Nop-29	159.978	5.333	Hasil Prediksi
117	Des-29	161.288	5.203	Hasil Prediksi

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Hasil prediksi di atas merupakan proyeksi per bulan untuk di konfersikan menjadi data per tahun. Di prediksi pada bulan ke-117 penumpang akan berjumlah 161.288 penumpang/bulan dengan rata rata per hari akan berjumlah 5.023 penumpang/hari.

Tabel 5. 15 Hasil Prediksi Penumpang LRT Jakarta per tahun dengan Metode *Least Square*

TAHUN	Jumlah Penumpang Per Tahun (Penumpang)	Jumlah Rata-rata Penumpang Per Bulan (Penumpang)	Jumlah Rata-rata Penumpang Per Hari (Penumpang)
2020	486.696	40.558	1.333
2021	366.429	30.536	1.004
2022	560.297	46.691	1.535
2023	748.889	62.407	2.052
2024	937.482	78.124	2.568
2025	1.126.075	93.840	3.085
2026	1.188.741	99.062	3.257
2027	1.471.829	122.652	4.032
2028	1.660.422	138.368	4.549
2029	1.849.015	154.085	5.066

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari hasil prediksi di tahun 2029 penumpang Kereta LRT Jakarta di prediksi akan berjumlah 1.849.015 penumpang/tahun. Perhitungan ini jika tidak ada perubahan pada Kereta LRT Jakarta. Tentunya untuk meningkatkan jumlah penumpang lebih dari hasil prediksi pihak PT LRT Jakarta harus melakukan pengembangan di bidang sarana, prasarana, dan operasi dan juga melakukan perubahan sesuai dengan keinginan penumpang. Dari prediksi volume penumpang diatas akan di buat prediksi okupansi penumpang tahun 2020 – 2029 dengan penambahan frekuensi sesuai dengan hasil analisis Headway per periode operasi.

Tabel 5. 16 Hasil Prediksi Okupansi Penumpang LRT Jakarta

Tahun	Jumlah perjalanan	Kapasitas <i>Assignment Weight 2</i> (Penumpang)	Jumlah Perjalanan x Kapasitas <i>Assignment Weight 2</i> (penumpang)	Jumlah Penumpang (Penumpang)	Okupansi (%)
2020	54.269	60	3.256.140	486.696	15%
2021	89.436	60	5.366.160	366.429	7%
2022	102.884	60	6.173.040	560.297	9%
2023	102.884	60	6.173.040	748.889	12%
2024	102.884	60	6.173.040	937.482	15%
2025	102.884	60	6.173.040	1.126.075	18%
2026	102.884	60	6.173.040	1.188.741	19%
2027	102.884	60	6.173.040	1.471.829	24%
2028	102.884	60	6.173.040	1.660.422	27%
2029	102.884	60	6.173.040	1.849.015	30%

Sumber: Hasil Analisis, 2021

Dari tabel prediksi okupansi penumpang menunjukkan bahwa okupansi penumpang tertinggi di perkirakan pada tahun 2029 dengan volume penumpang 1.849.015 penumpang per tahun sehingga okupansinya sebesar 30%.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pola operasi eksisting LRT Jakarta memiliki lama headway 10 menit dengan headway minimum yaitu sepanjang 4 menit dengan waktu tempuh perjalanan sepanjang 13 menit yang masih terbilang sangat lama. Dengan total waktu peredaran sarana selama 40 menit. Hasil survei menunjukkan bahwa LRT Jakarta memiliki kemudahan dalam penggunaan transportasi sehingga penumpang memilih untuk menggunakan pelayanan LRT Jakarta, mayoritas pengguna LRT Jakarta merupakan pekerja swasta yang berusia 21-30 tahun dengan maksud perjalanan sebanyak 59% untuk bekerja yang menghendaki keinginan waktu tunggu selama 3-5 menit sebanyak 39%.
2. Berdasarkan hasil analisa peningkatan pola operasi LRT Jakarta yaitu dengan meningkatkan kecepatan grafis menggunakan kecepatan persentil 85 dari kecepatan maksimum yaitu 68 km/jam. maka didapat waktu tempuh selama 9 menit dengan waktu tunggu terminal yang dipangkas maka waktu peredaran sarana juga dapat diperkecil. Dengan pola operasi usulan, okupansi diperkirakan akan terus meningkat dimulai pada tahun 2022 sampai dengan tahun 2029.

6.2. Saran

1. Perlunya dilakukan peningkatan kecepatan sesuai dengan kemampuan prasarana dan sarana dalam pola operasi untuk memperpendek waktu tempuh.
2. Headway minimum yang pendek dapat dimanfaatkan untuk memperkecil waktu tunggu penumpang dan menambahkan frekuensi KA sehingga jumlah pengguna layanan KA LRT Jakarta dapat terus meningkat. Headway diperkecil yang semula 10 menit dengan pola operasi mereta sepanjang hari menjadi 4 menit dengan pola operasi sesuai dengan jam sibuk dan non jam sibuk.

DAFTAR PUSTAKA

- _____, 2007, *Undang – undang Nomor 23 Tahun 2007 tentang Perkeretaapian.*
- _____, 2009, *Peraturan Pemerintah Nomor 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggara Perkeretaapian.*
- _____, 2009, *Peraturan Pemerintah Nomor 72 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Kereta Api.*
- _____, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Persinyalan Perkeretaapian.*
- _____, 2011, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2011 tentang Persyaratan Teknis Peralatan Telekomunikasi Perkeretaapian.*
- _____, 2015, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2015 tentang Standar Keselamatan Perkeretaapian.*
- _____, 2017, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 121 Tahun 2017 tentang Lalu Lintas Kereta Api.*
- _____, 2019, *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2019 tentang Standar Pelayanan Minimum Angkutan Orang Dengan Kereta Api.*
- _____, 2021, *Badan Pusat Statistik DKI Jakarta.*
- _____, 2021, *Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta.*
- _____, 2021, *PT LRT Jakarta.*
- Adi, Yoga, 2017, *Analisa Rencana Pola Operasi LRT Lintas Kelapa Gading –*

Velodrome Rawamangun, KKW, A.Md. KA, Jurusan
Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

AS, Hartono, 2012, *Lokomotif & Kereta Rel Diesel di Indonesia Edisi 3*, Depok :
Ilalang Sakti Komunikasi.

Darmawan, Arief dkk., 2017. *Peningkatan Keamanan Perjalanan Kereta Api
Dengan Penggunaan Sistem Axle Counter Dan Media Transmisi
Fiber Optic untuk Hubungan Blok di Persinyalan VPI*. Jurnal
Perkeretaapian Indonesia Volume I No. 1, Hal. 17-28. Madiun:
Politeknik Perkeretaapian Indonesia.

Hasan, I. (2002). *Pokok-pokok Materi Metodologi Penelitian & Aplikasinya*. Bogor:
Ghalia Indonesia.

Hastuti, U., Hidayat, M., & Firdaus, M., 2020. *Ketepatan Waktu dan Okupansi
Terhadap Kinerja Kereta Api Joglosemarkerto*. Jurnal
Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik (JMBTL) Vol. 6 No.
2, Hal. 107-114. Jakarta: P3M Institut Transportasi dan Logistik
Trisakti.

Herdianto, E., & Sulistyowati, I., 2018. *Kapasitas Kekuatan Lentur Bantalan Beton
Pada Jalan Rel Kelas 1 Di Indonesia*. Seminar Nasional
Cendekiawan ke 4 Tahun 2018 Buku 1: "Teknik, Kedokteran
Hewan, Kesehatan, Lingkungan dan Lanskap", Hal. 243-249.
Yogyakarta: Islamic University of Indonesia.

Ilham, Dicka, 2017, *Analisa Rencana Pola Operasi LRT Lintas Kelapa Gading –
Velodrome Rawamangun*, KKW, A.Md. KA, Jurusan
Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

Koster, Wayan dan Boediono, 2008. *Teori dan Aplikasi Statistika dan Probalita:
Sederhana, Lugas, dan Mudah Dimengerti*, Cet.IV, Bandung: PT.
Remaja Rosda Karya.

Munir, R., 2003. *Metode numerik*. Bandung: Informatika.

- Mutakaliman, A., & Martina, K., 2015, *Evaluasi Kinerja Bis Aptb (Angkutan Perbatasan Terintegrasi Busway) 03 Poris – S. Parman*. Jurnal Planesa Vol. 6 No. 2, Hal. 68-77. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- Nur, Fiki, 2012, *Analisis Pola Operasi Kereta Sibinuang Relasi Padang - Pariaman*, KKW, A.Md. KA, Jurusan Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.
- Rahmadiensyah, R., & Joewono, T., 2014, *Waktu Tunggu Penumpang Bus Trans Metro Bandung*, The 17th FSTPT of International Symposium at University of Jember Vol. 2 No. 1, Hal. 555-564. Jember: University of Jember.
- Rayer, S., 2008. *Population forecast errors: A primer for planners*. Journal of Planning Education and Research, 27(4), Hal. 417-430.
- Rompis, S., & Jansen, F., 2019, *Pemodelan Akselerasi Kendaraan Roda Empat dan Roda Dua Menggunakan Data Kendaraan Penyidik di Kota Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.5, Hal. 505-512. Manado: Universitas Sam Ratulangi.
- Saputra, Awaluddin, 2019. *Studi Evaluasi Analisa Perhitungan Kapasitas Daya Gardu Traksi Terhadap Kebutuhan KRL Jalur Depok – Manggarai*. Journal Of Electrical Power, Instrumentation and Control (EPIC) Vol. 2 No. 2, Hal. 131-138. Tangerang: Universitas Pamulang.
- Setiawan, Dian M., 2016. *Kajian Pola Operasi Jalur Ganda Kereta Api Muara Enim-Lahat*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 19, No. 1, Hal. 37-47. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Setiawan, M., Devi, R., & Rosyidi, S., 2018. *Pengaturan Lalulintas Kereta Api di Stasiun Cicalengka untuk Mendukung Pengoperasian Jalur Ganda Kereta Api Bandung-Cibatu*. Jurnal Ilmiah Semesta

Teknika Vol. 21 No. 1, Hal. 1-9. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Setyoning, Bagas, 2014, *Analisis Pola Operasi Weekday MRT Jakarta Berdasarkan Kepadatan Penumpang*. KKW, A.Md. KA, Jurusan Perkeretaapian, Sekolah Tinggi Transportasi Darat, Bekasi.

Sugiyono, 2013. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA.

Supriadi, Uned, 2008, *Kapasitas Lintas Dan Permasalahannya*. PT Kereta Api (Persero), Bandung.

Supriadi, Uned, 2008, *Perencanaan Perjalanan KA Dan Pelaksanaannya*, PT. Kereta Api (Persero), Bandung.

Susanti, M. N., 2010. *Statistika Deskriptif Induktif*. Yogyakarta: Graha Ilmu

Suwartono, T., 2014. *Dasar-Dasar Metodologi Penelitian Edisi 1*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Wardah, S., & Iskandar, I., 2017. *Analisis Peramalan penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus (Studi Kasus: Home Industry Arwana Food Tembilahan)*. Jurnal teknik industri Vol. 11 No. 3, Hal. 135-142. Tembilahan: Universitas Islam Indragiri.

Khrisna. Data Primer dan Sekunder. 23 08 2017.
<http://datariset.com/olahdata/detail/data-primer-dan-sekunder>
(diakses 23 Agustus, 2021).

Grafik Perjalanan KA LRT Jakarta. 2021.

	POLITEKNIK TRANSPORTASI DARAT INDONESIA – STTD PRAKTEK KERJA LAPANGAN DISHUB PROVINSI DKI JAKARTA PROGRAM DIPLOMA III MANAJEMEN TRANSPORTASI PERKERETAAPIAN TAHUN AKADEMIK 2020/2021	Lampiran 1	
		Survei Wawancara Penumpang LRT Jakarta	

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
a	d	a	b	PLM	VLD	Jakarta Selatan	Jakarta Timur	a	c	a
b	b	c	b	VLD	PGD	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Utara	a	c	c
b	b	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Utara	d	c	b
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Utara	a	a	a
a	b	d	a	VLD	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Pusat	d	c	a
b	b	e	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Bekasi	c	b	b
b	a	e	a	VLD	PGD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	d	b
a	c	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	c	a
a	c	c	c	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Utara	c	b	b
b	a	d	g	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	b	c

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
a	b	d	b	EQS	EQS	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	a	e
a	b	f	a	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	c	e
b	b	c	c	PGD	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	f	c	f
a	a	d	a	BLU	BLS	Jakarta Pusat	Jakarta Utara	b	e	e
a	a	d	a	PLM	BLU	Jakarta Pusat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	e	a	f
a	b	a	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	e	a	e
a	b	e	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	a	e	e
a	a	d	a	PLM	PGD	Tangerang	Jakarta Utara	e	b	f
a	b	f	b	PLM	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Utara	c	c	e
a	b	c	b	PLM	BLS	Jakarta Selatan	Jakarta Pusat	a	e	e
a	a	d	a	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Selatan	e	b	c
b	a	d	a	PGD	VLD	Jakarta Timur	Tangerang	c	e	b

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	b	EQS	EQS	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Utara	c	c	a
a	a	d	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Utara	d	c	c
b	c	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	b	f
a	b	b	c	VLD	PGD	Jakarta Barat	Jakarta Utara	c	d	b
b	b	c	b	VLD	EQS	Jakarta Timur	Jakarta Timur	a	d	a
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	d	b	d
a	d	c	b	VLD	VLD	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Timur	g	c	c
b	b	c	d	PLM	PLM	Jakarta Barat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	e	a
b	b	c	b	VLD	BLU	Jakarta Barat	Jakarta Utara	c	b	c
b	b	c	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Pusat	c	e	b
a	b	c	c	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	b	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
a	b	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	d	a
b	b	c	c	PLM	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Timur	c	c	c
b	b	c	c	VLD	BLS	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	e	f
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	c	b	b
a	b	c	e	PGD	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	f	a	a
a	d	c	c	BLU	BLS	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	g dan d	b	d
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	a	c
b	b	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	e	a
b	c	c	c	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	d	c
b	a	d	a	PLM	VLD	Tangerang	Jakarta Utara	c	d	b

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	b	VLD	PGD	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Utara	a	b	c
b	b	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Utara	d	e	b
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Utara	a	c	b
a	b	c	a	VLD	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Pusat	d	b	a
b	b	e	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Bekasi	c	b	b
b	a	e	a	VLD	PGD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	c	a
a	c	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	c	a
a	c	c	c	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Utara	c	a	a
b	a	d	g	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	b	b
b	b	c	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	a	b
a	b	d	b	EQS	EQS	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	e	a
a	b	f	a	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	d	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
a	a	d	a	BLU	BLS	Jakarta Pusat	Jakarta Utara	b	b	b
a	a	c	a	PLM	BLU	Jakarta Pusat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	e	a	a
a	b	a	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	e	a	c
a	b	e	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	a	e	c
a	a	d	a	PLM	PGD	Tangerang	Jakarta Utara	e	d	a
b	c	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	e	c
a	b	c	c	VLD	PGD	Jakarta Barat	Jakarta Utara	c	c	a
b	b	c	b	VLD	EQS	Jakarta Timur	Jakarta Timur	a	c	a
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	d	c	a
a	d	c	b	VLD	VLD	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Timur	g	b	c
b	b	c	d	PLM	PLM	Jakarta Barat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	b	c

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Pusat	c	e	c
a	b	b	c	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	d	b
a	b	c	b	VLD	PLM	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	c	a
a	b	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	a	b
b	b	c	c	PLM	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Timur	c	c	c
b	b	c	c	VLD	BLS	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	b	c
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	c	b	a
a	b	c	e	PGD	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	f	c	b
a	d	c	c	BLU	BLS	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	g dan d	b	b
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	b	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	c	c	c	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	a	b
b	a	d	a	PLM	VLD	Tangerang	Jakarta Utara	c	d	a
b	b	c	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	c	a
a	b	d	b	EQS	EQS	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	c	b
a	b	f	a	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	a	b
b	b	c	c	PGD	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	f	a	a
a	a	d	a	BLU	BLS	Jakarta Pusat	Jakarta Utara	b	e	b
a	a	d	a	PLM	BLU	Jakarta Pusat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	e	e	c
a	b	a	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	e	c	b
a	b	e	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	a	b	a
a	a	d	a	PLM	PGD	Tangerang	Jakarta Utara	e	b	a
a	b	f	b	PLM	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Utara	c	e	c

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
a	a	d	a	VLD	PGD	Jakarta Timur	Jakarta Selatan	e	c	b
b	a	d	a	PGD	VLD	Jakarta Timur	Tangerang	c	d	a
a	b	c	d	VLD	BLS	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Utara	e	e	a
b	b	c	b	EQS	EQS	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Utara	c	c	b
a	a	d	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Utara	d	b	b
b	c	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	a	a
a	b	c	c	VLD	PGD	Jakarta Barat	Jakarta Utara	c	c	b
b	b	c	b	VLD	EQS	Jakarta Timur	Jakarta Timur	a	c	c
b	a	d	g	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	d	b
b	b	c	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	b	a
a	b	d	b	EQS	EQS	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	e	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	c	PGD	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	f	b	b
a	a	d	a	BLU	BLS	Jakarta Pusat	Jakarta Utara	b	e	b
a	a	d	a	PLM	BLU	Jakarta Pusat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	e	a	a
a	b	a	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	e	a	a
a	b	e	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	a	c	a
a	a	d	a	PLM	PGD	Tangerang	Jakarta Utara	e	d	b
b	c	c	b	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	a	a
a	b	b	c	VLD	PGD	Jakarta Barat	Jakarta Utara	c	e	b
b	b	c	b	VLD	EQS	Jakarta Timur	Jakarta Timur	a	c	a
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	d	b	c
a	d	c	b	VLD	VLD	Pulogadung, Jakarta Timur	Jakarta Timur	g	b	c
b	b	c	d	PLM	PLM	Jakarta Barat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	a	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Pusat	c	c	c
a	b	c	c	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	d	c
a	b	c	b	VLD	PLM	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	b	a
a	b	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	e	b
b	b	c	c	PLM	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Timur	c	b	a
b	b	c	c	VLD	BLS	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	b	c
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	c	e	b
a	b	c	e	PGD	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	g	a	a
a	d	c	c	BLU	BLS	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	g dan d	a	a
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	c	b

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	c	c	c	VLD	BLU	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	d	a	b
b	a	d	a	PLM	VLD	Tangerang	Jakarta Utara	c	e	a
b	b	c	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	b	b
a	b	d	b	EQS	EQS	Jakarta Utara	Jakarta Timur	c	a	a
a	b	f	a	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	c	c
b	b	c	c	PGD	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	f	c	c
a	a	d	a	BLU	BLS	Jakarta Pusat	Jakarta Utara	b	d	a
a	a	d	a	PLM	BLU	Jakarta Pusat	Kelapa Gading, Jakarta Utara	e	b	c
a	b	a	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Tangerang	e	e	a
a	b	e	b	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	a	b	a
a	a	d	a	PLM	PGD	Tangerang	Jakarta Utara	e	b	a

Jenis Kelamin	Usia	Pekerjaan	Pendapatan	Perjalanan		Asal tujuan	Tujuan Perjalanan	Maksud Perjalanan	Alasan Memilih Moda	Waktu Tunggu yang tepat
				St.awal	St. Akhir	Kota	Kota			
b	b	c	a	VLD	BLU	Jakarta Timur	Jakarta Pusat	c	c	b
a	b	c	c	BLU	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	d	c
a	b	c	b	VLD	PLM	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	b	a
a	b	c	b	VLD	BLU	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	a	e	b
b	b	c	c	PLM	VLD	Jakarta Pusat	Jakarta Timur	c	b	a
b	b	c	c	VLD	BLS	Jakarta Utara	Jakarta Selatan	c	b	c
b	b	c	b	VLD	VLD	Jakarta Timur	Jakarta Timur	c	e	c
a	b	c	e	PGD	VLD	Jakarta Utara	Jakarta Timur	g	a	c
a	d	c	c	BLU	BLS	Pulogadung, Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	g dan d	a	a
b	b	c	b	VLD	PGD	Jakarta Timur	Kelapa Gading, Jakarta Utara	c	c	b