



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR – RC1501

EDO PRASETYO
3110100053

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015



TUGAS AKHIR – RC1501



TUGAS AKHIR – RC1501

ANALISIS TRANSFER ANTAR MODA DALAM RANGKA RENCANA PENGOPERASIAN TREM DAN MONORAIL DI TERMINAL JOYOBOYO SURABAYA



Dosen Pembimbing :

Ir. Wahyu Herijanto MT
NIP. 196209061989031012



ABSTRAK

Di masa seperti saat ini permasalahan kemacetan lalu lintas merupakan masalah yang sering dihadapi oleh kota - kota besar di Indonesia, salah satunya Kota Surabaya. Banyak rencana yang tengah dilakukan oleh Pemerintah Kota Surabaya, salah satunya adalah pembangunan sistem transportasi massal yaitu kereta trem dan monorail. Pembahasan dalam Tugas Akhir ini bertujuan untuk mendapatkan demand yang akan digunakan dalam merencanakan lebar area pejalan kaki (walking area) dan lebar area penumpang menunggu (waiting area).

Data yang digunakan adalah data survey counting dan survey wawancara yang kemudian dari data tersebut dapat dianalisa demand, perencanaan sistem ticketing, perhitungan antrian pada saat ticketing serta analisa level of service bagi pengguna area pejalan kaki dan area penumpang menunggu.

Hasil analisa didapatkan demand yang akan menggunakan kereta trem sebanyak 378 penumpang dan monorail sebanyak 478 penumpang. Sedangkan perencanaan lebar area pejalan kaki adalah 4 m, dengan analisa level of service area menunggu adalah $P = 30$ m dan $L = 4$ m untuk stasiun trem dan $P = 38$ m dan $L = 4$ m untuk stasiun monorail.

Kata Kunci: Transfer Moda, Studi Demand, Trem dan Monorail.



PENDAHULUAN

LATAR BELAKANG

Transportasi merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, semakin meningkatnya jumlah penduduk dapat meningkatkan tingkat kemacetan. Transportasi dibagi menjadi tiga, yaitu: transportasi udara, laut, dan darat. Moda transportasi darat adalah salah satu moda transportasi dengan ragam paling banyak, seperti mobil, sepeda, hingga kereta api. Setiap Transportasi darat membutuhkan prasarana agar dapat berfungsi secara optimal, misalnya mobil dan sepeda membutuhkan jalan dan kereta api membutuhkan rel agar dapat bergerak.



Di masa sekarang ini tidak dapat dipungkiri bahwa semakin banyak masalah transportasi yang muncul, khususnya di kota-kota besar seperti Jakarta, Medan, Palembang, Surabaya, Bandung, dll. Masalah seperti pertumbuhan penduduk yang begitu pesat sehingga semakin susah untuk dikendalikan, dan potensi tarikan perjalanan yang besar dan tidak dapat dihindari.

Salah satu solusi untuk mengatasi kemacetan yang paling bagus adalah dengan menciptakan transportasi umum. Dengan transportasi umum, maka penggunaan kendaraan pribadi dapat semakin dikurangi. Dengan berkurangnya penggunaan kendaraan pribadi maka kemacetan di jalan dapat dikurangi karena volume kendaraan semakin berkurang.



Di Kota Surabaya, ada beberapa transportasi umum yang tersedia yaitu mikrolet, bus kota, dan kereta api. Dalam tugas akhir ini akan dibahas lebih spesifik mengenai perpindahan moda dari bus ke trem dan monorail. Kereta trem dan monorail yang akan dijalankan ini akan sangat bermanfaat mengatasi masalah transportasi yang ada di Kota Surabaya. Dengan hal tersebut masyarakat mempunyai pilihan alternatif dalam memilih transportasi umum.



Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini antara lain:

1. Berapa besar demand yang akan menggunakan kereta trem dan monorail ini ketika beroperasi dan berangkat dari terminal joyoboyo?
2. Bagaimana sistem ticketing yang akan digunakan ketika kereta trem dan monorail ini beroperasi?
3. Bagaimana fasilitas berjalan penumpang dan fasilitas untuk penumpang menunggu?
4. Bagaimana analisa antrian penumpang pada saat ticketing?



Batasan masalah

Agar tidak terjadi penyimpangan terhadap tugas akhir ini, maka diperlukan batasan-batasan antara lain:

1. Hanya meninjau perpindahan moda dari bus ke trem dan monorail.
2. Sampel yang diasumsikan adalah penumpang bus dan angkot saat ini yang turun di terminal Joyoboyo.
3. Survey hanya dilakukan di terminal Joyoboyo dan ditambah data sekunder.
4. Rute bus yang akan datang diasumsikan berbentuk grid.
5. Tidak melakukan perhitungan analisis ekonomi.
6. Tidak meninjau Willingness to pay (kemampuan untuk membayar).
7. Tidak merencanakan geometrik jalan.
8. Tidak merencanakan fasilitas parkir.



Tujuan

Tujuan yang diharapkan dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain:

1. Mengetahui jumlah demand yang akan menggunakan kereta trem dan monorail ketika berangkat dari terminal Joyoboyo.
2. Mengetahui sistem ticketing kereta trem dan monorail ketika beroperasi.
3. Mengetahui fasilitas berjalan penumpang dan fasilitas untuk penumpang menunggu.
4. Mengetahui berapa banyak antrian penumpang pada saat ticketing.

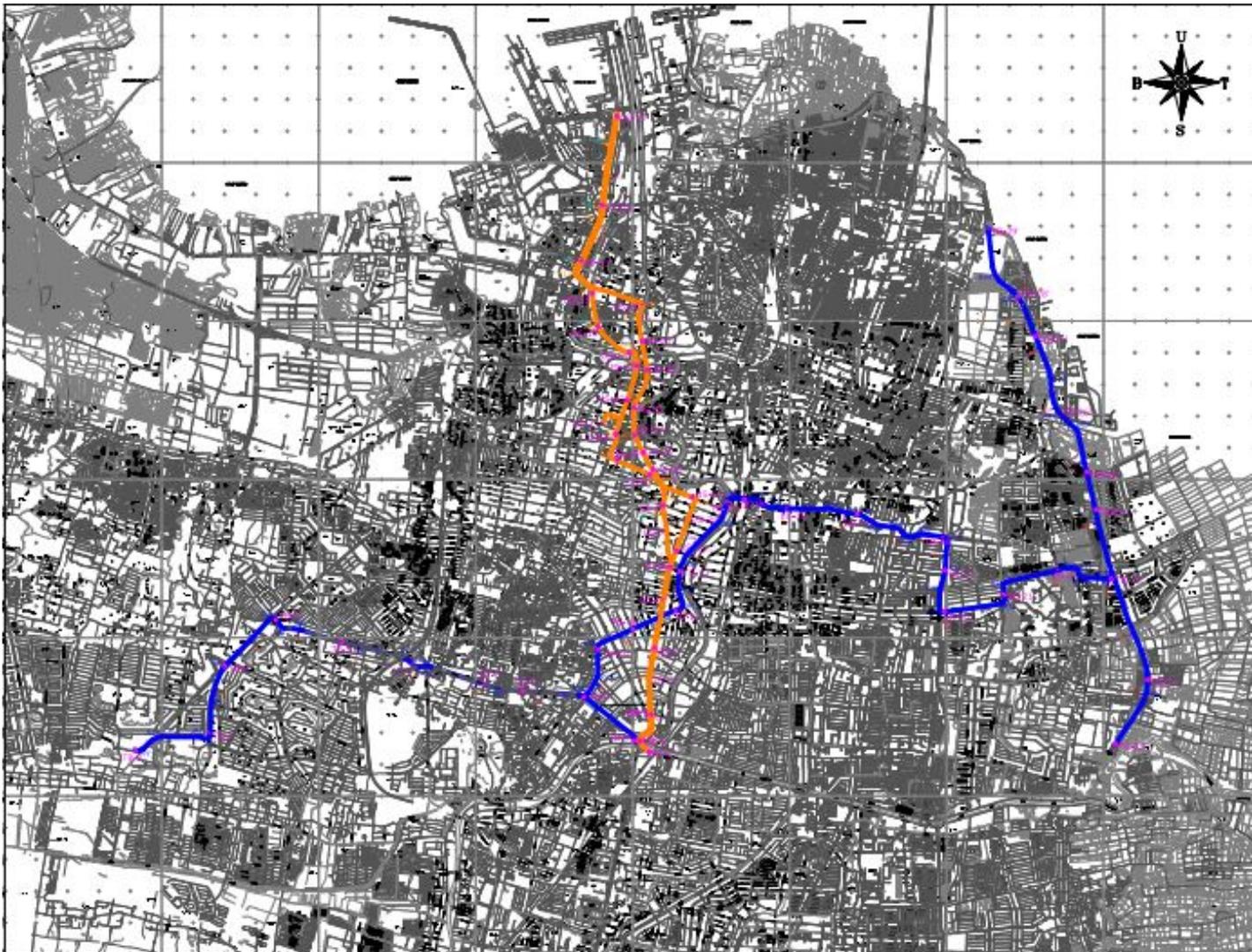


LOKASI STUDI



Gambar 1.1 Lokasi Studi



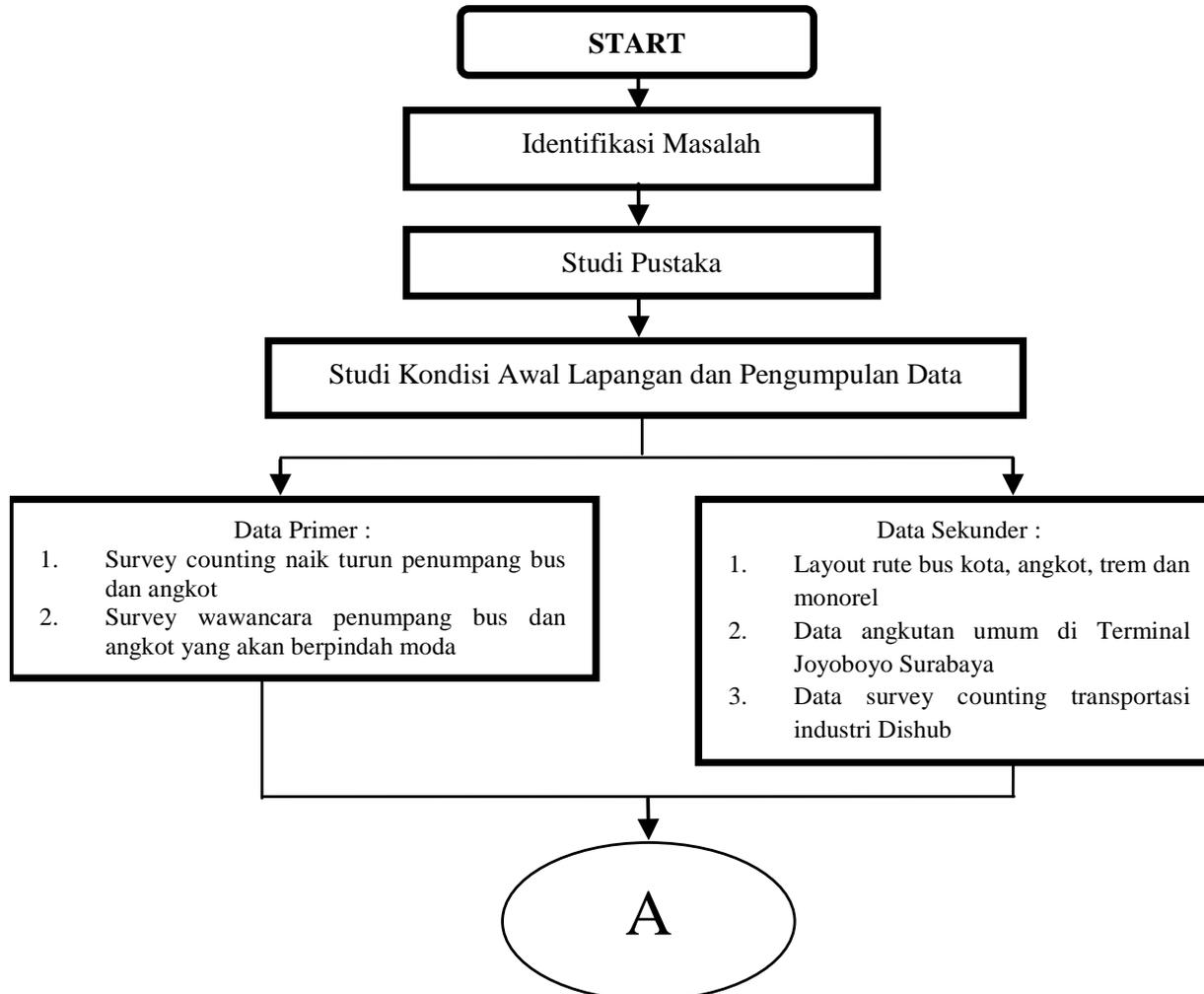


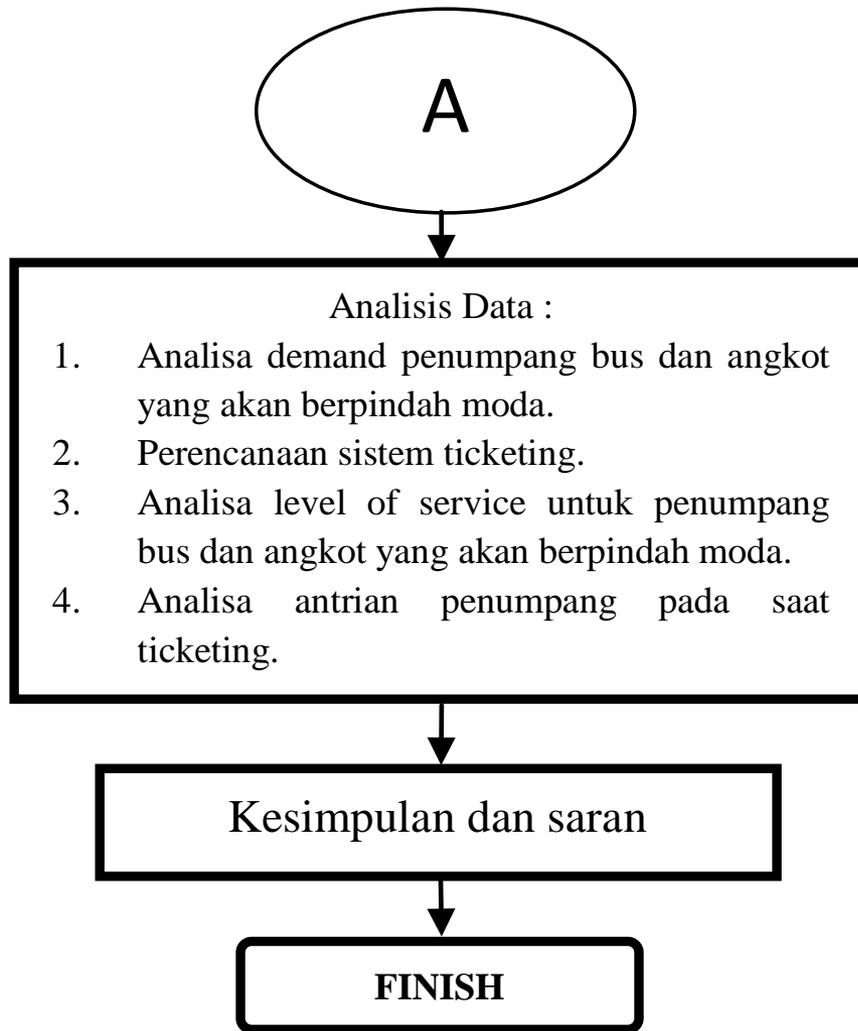
Gambar 1.2 Detail Rencana Jalur Monorail dan Trem

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Metodologi

Bagan alir metodologi ini merupakan langkah – langkah dalam mengerjakan tugas akhir ini. Langkah – langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini.





Gambar 3.1 Bagan Alir Metodologi



3.2 Uraian Penjelasan Bagan Alir Metodologi

Pada tahap ini merupakan tahapan uraian penjelasan bagan alir metodologi yang meliputi

- Identifikasi Masalah
- Studi Kondisi Awal
- Studi Literatur
- Pengumpulan Data
- Analisa Data

3.2.1 Identifikasi Masalah

Untuk memudahkan pembahasan agar tidak menyimpang terlalu jauh, maka diberikan suatu batasan studi dimana didalamnya memuat hal – hal yang tidak perlu dikerjakan dalam studi. Dalam tugas akhir ini, permasalahan yang akan diselesaikan adalah :

1. Berapa besar demand yang akan menggunakan kereta trem dan monorail ini ketika beroperasi dan berangkat dari terminal joyoboyo?
2. Bagaimana sistem ticketing yang akan digunakan ketika kereta trem dan monorail ini beroperasi?
3. Bagaimana fasilitas berjalan penumpang dan fasilitas untuk penumpang menunggu?
4. Bagaimana analisa antrian penumpang pada saat ticketing?

3.2.2 Studi Kondisi Awal

Studi kondisi awal ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui situasi dan kondisi yang terjadi pada lokasi studi agar dapat mengidentifikasi permasalahan dengan tepat. Dengan mengetahui kondisi awal lapangan, penulis dapat mempersiapkan hal - hal yang diperlukan dalam pengambilan data primer. Data primer diambil di area terminal Joyoboyo Surabaya.



3.2.3 Studi Literatur

Studi literatur ini diperlukan untuk memperoleh materi atau informasi yang lebih banyak mengenai judul tugas akhir yang dibahas. Dengan adanya studi literatur ini dapat menambah pengetahuan dan membantu dalam menyelesaikan permasalahan tugas akhir ini.

3.2.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam metodologi ini dibagi menjadi dua yaitu :

- Data Primer

Data primer dilakukan dilapangan dengan menyebarkan formulir kuisisioner yang melibatkan sejumlah responden sebagai sampel. Sampel yang digunakan adalah penumpang bus dan angkot yang beroperasi di terminal Joyoboyo Surabaya.

- Data Sekunder

Data sekunder berupa rute eksisting angkot, trase trem dan monorel, angkutan kota yang beroperasi di terminal joyoboyo, serta data hasil survey counting transportasi industri dari Dinas Perhubungan Kota Surabaya.

3.2.5 Penentuan Jumlah Sampel

Untuk menentukan jumlah sampel yang akan digunakan dalam menganalisa penumpang bus dan akan berpindah moda ke kereta tram dan monorail ini menggunakan rumus Slovin yang dikutip dari (Setiawan, 2007) sebagai berikut.

$$n = \frac{N}{N.d^2 + 1}$$



Didapat dari hasil survey counting turun penumpang bus dan angkot selama 12 jam yaitu sebanyak 8758 penumpang. Setelah diketahui jumlah penumpang selama 12 jam, kemudian dimasukkan ke dalam rumus Slovin dengan presentasi ketidakteelitian (*d*) sebesar 10%, agar dapat diketahui besar sampel yang dibutuhkan untuk survey wawancara penumpang yang akan naik bus dan angkot.

Untuk jumlah sampel yang akan diwanacara diperoleh :

$$n = 8758 / 1 + (8758 \times 0.1^2)$$
$$n = 98,871 \sim 99 \text{ sampel}$$

3.2.6 Analisa Data

Analisa data pada tugas akhir ini dilakukan analisa awal dengan perpindahan moda, analisa demand penumpang bus dan angkot yang akan berpindah moda ke kereta tram dan monorail, dan analisa level of service yang bertujuan untuk mengetahui area fasilitas berjalan penumpang dan fasilitas untuk penumpang menunggu.



ANALISA DATA

4.2 Pengumpulan Data dan Hasil Survey Counting

Setelah menentukan lokasi survey maka dilanjutkan dengan survey lapangan, yaitu survey counting dan asal tujuan. Survey counting yang dilakukan ini meliputi jumlah penumpang bus dan angkot di terminal joyoboyo yang turun sedangkan survey asal tujuan dilakukan pada penumpang yang akan naik bus dan angkot. Berikut merupakan data angkutan atau armada yang ada dan masih aktif beroperasi di terminal joyoboyo.



Tabel 4.2 Tabel Hasil Rekap Survey Counting Angkot P**Tabel 4.3** Tabel Hasil Rekap Survey Counting Angkot GL

Waktu	Jumlah	Waktu	Jumlah
06.00-06.15	10	12.00-12.15	0
06.15-06.30	12	12.15-12.30	3
06.30-06.45	11	12.30-12.45	7
06.45-07.00	17	12.45-13.00	1
07.00-07.15	15	13.00-13.15	6
07.15-07.30	17	13.15-13.30	8
07.30-07.45	3	13.30-13.45	0
07.45-08.00	0	13.45-14.00	7
08.00-08.15	8	14.00-14.15	0
08.15-08.30	2	14.15-14.30	3
08.30-08.45	0	14.30-14.45	4
08.45-09.00	2	14.45-15.00	0
09.00-09.15	4	15.00-15.15	5
09.15-09.30	0	15.15-15.30	6
09.30-09.45	7	15.30-15.45	1
09.45-10.00	6	15.45-16.00	0
10.00-10.15	2	16.00-16.15	10
10.15-10.30	0	16.15-16.30	2
10.30-10.45	3	16.30-16.45	3
10.45-11.00	4	16.45-17.00	4
11.00-11.15	1	17.00-17.15	11
11.15-11.30	1	17.15-17.30	7
11.30-11.45	2	17.30-17.45	3
11.45-12.00	0	17.45-18.00	15

(sumber : Analisa Edo P)

Waktu	Jumlah	Waktu	Jumlah
06.00-06.15	6	12.00-12.15	0
06.15-06.30	4	12.15-12.30	2
06.30-06.45	7	12.30-12.45	2
06.45-07.00	0	12.45-13.00	0
07.00-07.15	8	13.00-13.15	0
07.15-07.30	3	13.15-13.30	1
07.30-07.45	4	13.30-13.45	0
07.45-08.00	7	13.45-14.00	0
08.00-08.15	0	14.00-14.15	0
08.15-08.30	7	14.15-14.30	4
08.30-08.45	4	14.30-14.45	0
08.45-09.00	6	14.45-15.00	4
09.00-09.15	9	15.00-15.15	0
09.15-09.30	0	15.15-15.30	3
09.30-09.45	7	15.30-15.45	9
09.45-10.00	3	15.45-16.00	7
10.00-10.15	2	16.00-16.15	3
10.15-10.30	0	16.15-16.30	0
10.30-10.45	0	16.30-16.45	6
10.45-11.00	6	16.45-17.00	4
11.00-11.15	7	17.00-17.15	0
11.15-11.30	6	17.15-17.30	11
11.30-11.45	4	17.30-17.45	7
11.45-12.00	0	17.45-18.00	11

(sumber : Analisa Edo P)

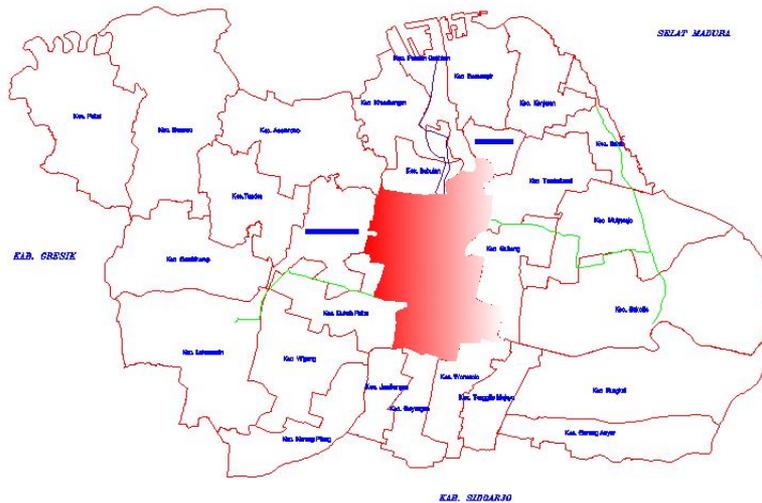
* Hasil rekapitulasi survey counting dapat dilihat pada Lampiran

A



4.3 Permodelan Zona

Dalam melakukan analisa demand, perlu dilakukan permodelan zona untuk memudahkan dalam menganalisa pergerakan penumpang yang akan berpindah moda. Hasil pergerakan penumpang tersebut dibuat dalam tabel matrik asal tujuan. Dari hasil pengamatan, maka dibuat 8 zona untuk memudahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Berikut gambar - gambar zona matrik asal tujuannya :

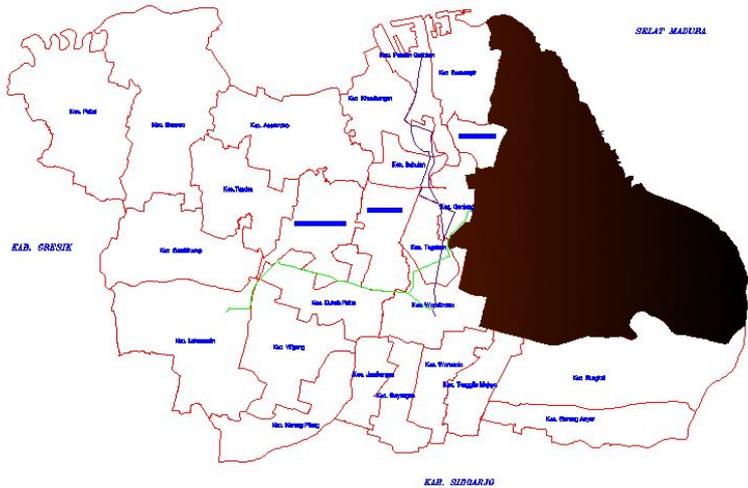


Gambar 4.2 Zona Asal Tujuan 1

Zona asal tujuan 1 mencakup beberapa kecamatan, yaitu :

- Wonokromo
- Tegalsari
- Genteng
- Sawahan

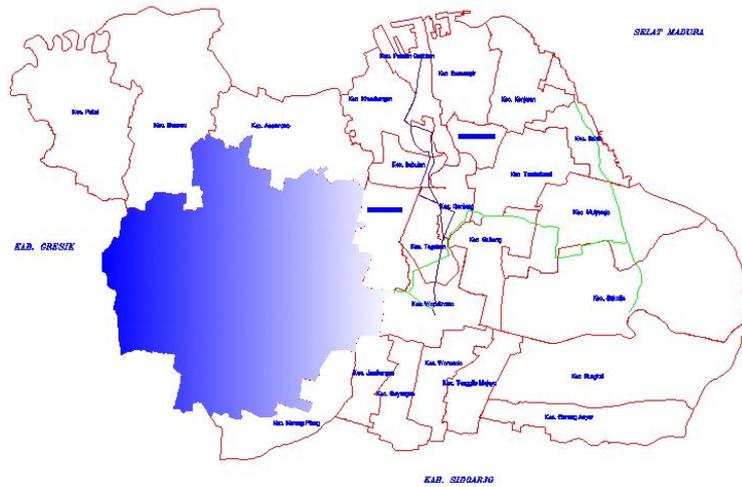




Gambar 4.3 Zona Asal Tujuan 2

Zona asal tujuan 2 mencakup kecamatan :

- Sukolilo
- Gubeng
- Mulyorejo
- Tambaksari
- Bulak
- Kenjeran



Gambar 4.4 Zona Asal Tujuan 3

Zona asal tujuan 3 mencakup kecamatan :

- Wiyung
- Lakarsantri
- Dukuh Pakis
- Sambikerep
- Sukomanunggal
- Tandes

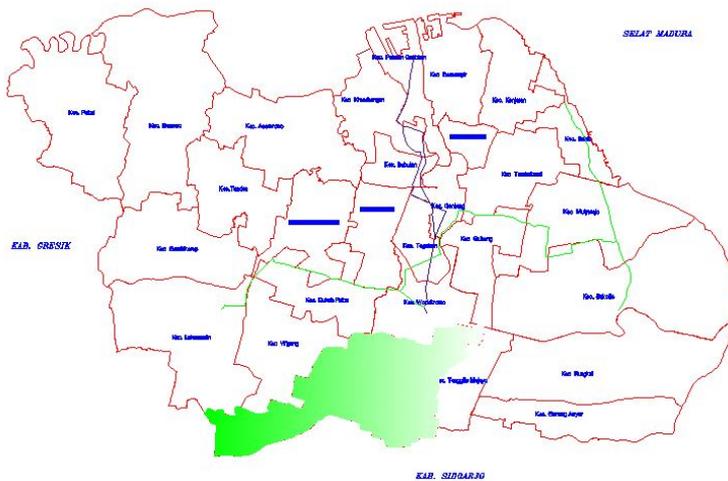




Gambar 4.5 Zona Asal Tujuan 4

Zona asal tujuan 4 mencakup kecamatan :

- Gunung Anyar
- Tenggilis Mejoyo
- Rungkut

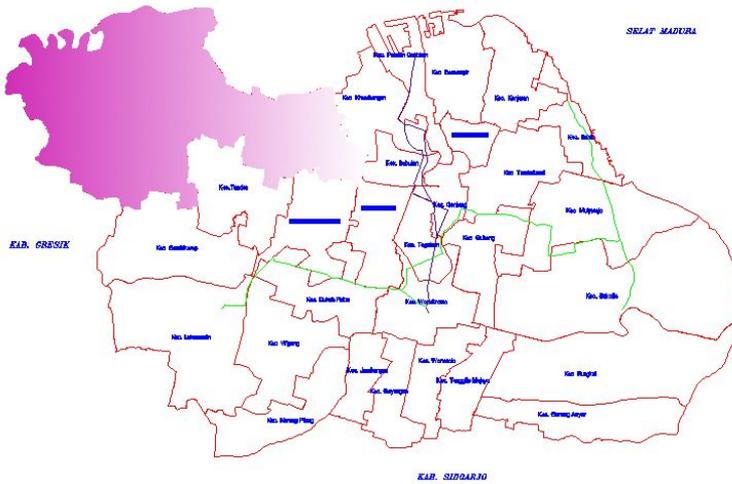


Gambar 4.6 Zona Asal Tujuan 5

Zona asal tujuan 5 mencakup kecamatan :

- Wonocolo
- Gayungan
- Jambangan
- Karangpilang

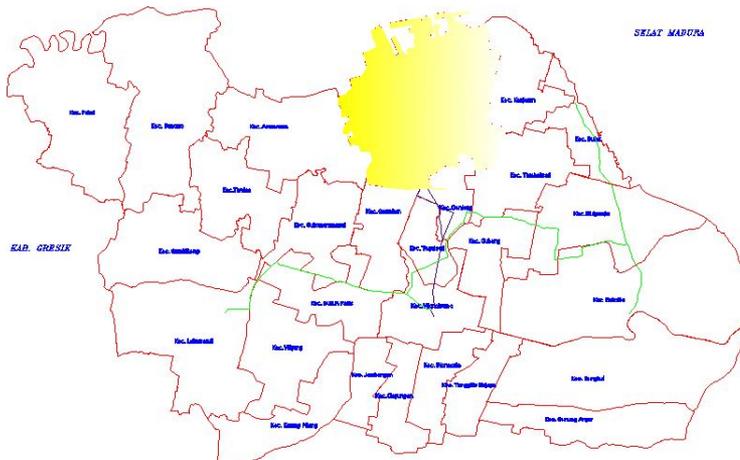




Gambar 4.7 Zona Asal Tujuan 6

Zona asal tujuan 6 mencakup kecamatan :

- Asemrowo
- Benowo
- Pakal



Gambar 4.8 Zona Asal Tujuan 7

Zona asal tujuan 7 mencakup kecamatan :

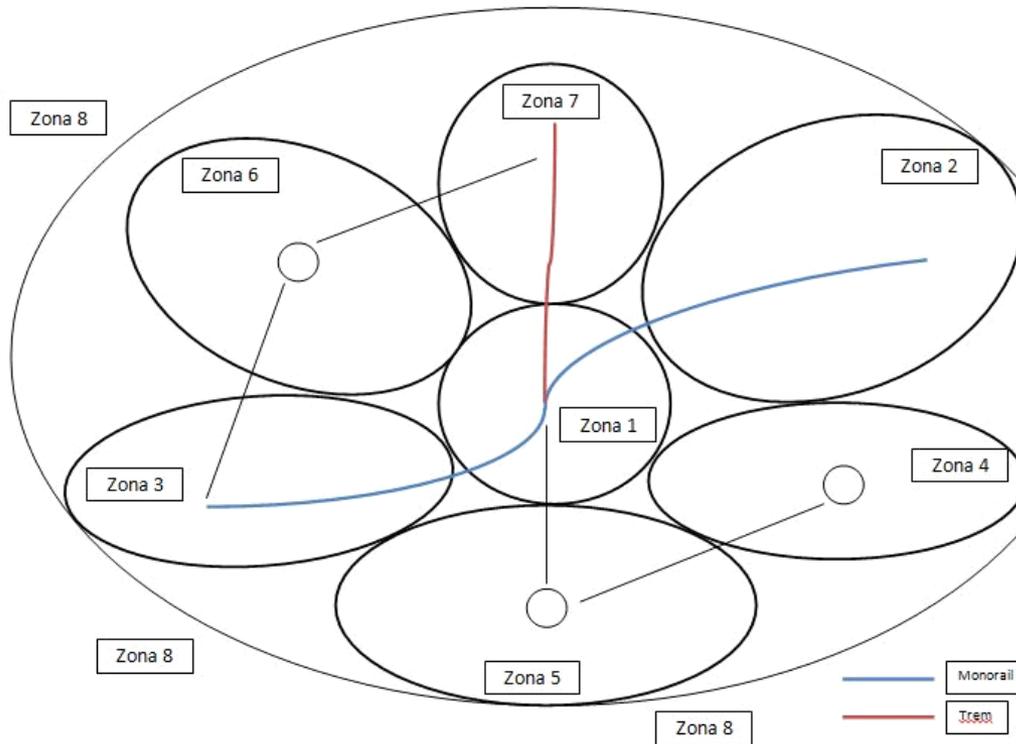
- Bubutan
- Simokerto
- Krembangan
- Semampir
- Pabean Cantikan



Untuk zona asal tujuan 8 merupakan zona dimana pergerakan tersebut berada diluar area Kota Surabaya.

4.4 Pengumpulan Data dan Hasil Survey Asal Tujuan

Sebelum menganalisa demand dilakukan pada tugas akhir ini, perlu dilakukan asumsi untuk rute bus yang akan datang dalam bentuk grid. Rute bus ini bertujuan untuk membuat pergerakan asal tujuan penumpang yang akan menaiki bus lalu berpindah ke trem atau monorail, penumpang naik monorail lalu berpindah ke bus atau trem dan penumpang yang naik trem lalu berpindah ke monorail atau bus. Rute bus yang akan datang ini dapat dilihat pada **Gambar 4.9** di bawah ini.



Gambar 4.9 Rute Bus yang akan Datang.
(sumber : Analisa Edo P)



4.5.1 Matrik Asal Tujuan

Dari hasil rekapitulasi survey asal tujuan, didapatkan pergerakan penumpang dari total seluruh responden yang telah disurvei. Perhitungan demand yang akan berpindah moda ini diperoleh dari matrik asal tujuan yang telah diekspansi kembali ke populasi awal berdasarkan survey counting turun penumpang bus dan angkot selama 12 jam.

Tabel 4.4 Tabel Matrik Asal Tujuan Penumpang/12 jam

HASIL MATRIK ASAL TUJUAN									
Tujuan	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Satuan
Asal									
Zona 1	2	3	3	0	0	0	0	8	Responden
Zona 2	1		1	0	1	0	0	10	Responden
Zona 3	1	4		3	0	0	2	4	Responden
Zona 4	0	0	1		0	0	0	0	Responden
Zona 5	0	1	4	1		0	0	0	Responden
Zona 6	0	0	0	0	0		0	2	Responden
Zona 7	0	0	0	0	0			2	Responden
Zona 8	15	17	3	4	0	0	4	2	Responden
Jumlah	19	25	12	8	1	0	6	28	Responden

Tabel 4.5 Tabel Ekspan Matrik Asal Tujuan Penumpang/12jam

HASIL EKSPAN MATRIK ASAL TUJUAN								
Tujuan	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
Asal								
Zona 1	176.929	265.39	265.39	0	0	0	0	707.7172
Zona 2	88.4646	0	88.465	0	88.465	0	0	884.6465
Zona 3	88.4646	353.86	0	265.39	0	0	176.9293	353.8586
Zona 4	0	0	88.465	0	0	0	0	0
Zona 5	0	88.465	353.86	88.465	0	0	0	0
Zona 6	0	0	0	0	0		0	176.9293
Zona 7	0	0	0	0	0			176.9293
Zona 8	1326.97	1503.9	265.39	353.86	0	0	353.8586	176.9293
Jumlah	1680.8	2212	1062	707.7	88.46	0	530.788	2477.01



4.5.2 Pergerakan Penumpang Yang Akan Naik Trem dan Monorail

Untuk mendapatkan jumlah demand yang akan naik trem dan monorail, perhitungannya mengacu pada rute bus yang akan datang dan zona yang telah dibuat. Setelah itu akan dibuat pengelompokan pergerakan yang akan menaiki bus lalu berpindah ke trem atau monorail, penumpang yang naik monorail lalu berpindah ke bus atau trem dan penumpang yang naik trem lalu berpindah ke monorail atau bus. Dari hasil pengelompokan tersebut, selanjutnya akan dikalikan pada hasil ekspansi matrik asal tujuan yang didapatkan pada pergerakan jam tersibuk saat survey counting. Berikut hasil survey counting jam tersibut selama 12 jam :

Tabel 4.6 Rekapitulasi Total Pergerakan Penumpang/Jam

Total Pergerakan Penumpang/Jam			
Waktu	smp/15 menit	Waktu/Jam	pnp/jam
06.00-06.15	342	06.00 - 07.00	1297
06.15-06.30	335	06.15 - 07.15	1254
06.30-06.45	314	06.30 - 07.30	1210
06.45-07.00	306	06.45 - 07.45	1156
07.00-07.15	299	07.00 - 08.00	1084
07.15-07.30	291	07.15 - 08.15	967
07.30-07.45	260	07.30 - 08.30	838
07.45-08.00	234	07.45 - 08.45	762
08.00-08.15	182	08.00 - 09.00	761
08.15-08.30	162	08.15 - 09.15	770
08.30-08.45	184	08.30 - 09.30	765
08.45-09.00	233	08.45 - 09.45	765
09.00-09.15	191	09.00 - 10.00	660
09.15-09.30	157	09.15 - 10.15	563
09.30-09.45	184	09.30 - 10.30	517



09.30-09.45	184	09.30 - 10.30	517
09.45-10.00	128	09.45 - 10.45	451
10.00-10.15	94	10.00 - 11.00	452
10.15-10.30	111	10.15 - 11.15	496
10.30-10.45	118	10.30 - 11.30	467
10.45-11.00	129	10.45 - 11.45	493
11.00-11.15	138	11.00 - 12.00	462
11.15-11.30	82	11.15 - 12.15	397
11.30-11.45	144	11.30 - 12.30	420
11.45-12.00	98	11.45 - 12.45	364
12.00-12.15	73	12.00 - 13.00	384
12.15-12.30	105	12.15 - 13.15	436
12.30-12.45	88	12.30 - 13.30	441
12.45-13.00	118	12.45 - 13.45	464
13.00-13.15	125	13.00 - 14.00	464
13.15-13.30	110	13.15 - 14.15	423
13.30-13.45	111	13.30 - 14.30	423
13.45-14.00	118	13.45 - 14.45	449
14.00-14.15	84	14.00 - 15.00	441
14.15-14.30	110	14.15 - 15.15	570
14.30-14.45	137	14.30 - 15.30	588
14.45-15.00	110	14.45 - 15.45	623
15.00-15.15	213	15.00 - 16.00	727
15.15-15.30	128	15.15 - 16.15	690
15.30-15.45	172	15.30 - 16.30	808
15.45-16.00	214	15.45 - 16.45	900
16.00-16.15	176	16.00 - 17.00	942



16.30-16.45	264	16.30 - 17.30	1005
16.45-17.00	256	16.45 - 17.45	1031
17.00-17.15	273	17.00 - 18.00	1084
17.15-17.30	212		
17.30-17.45	290		
17.45-18.00	309		
Jumlah	8758		

(sumber : Analisa Edo P)

Berdasarkan pada hasil rekapitulasi diatas, maka didapatkan jumlah pergerakan penumpang terpadat yaitu pada pukul 06.00 – 07.00 sebanyak 1297 pnp/jam. Matrik asal tujuan dan hasil ekspansi matrik asal tujuan per jam ini dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dan **Tabel 4.8**. Pengelompokan pergerakan yang akan menaiki bus lalu berpindah ke trem atau monorail, penumpang yang naik monorail lalu berpindah ke bus atau trem dan penumpang yang naik trem lalu berpindah ke monorail atau bus dapat dilihat pada **Tabel 4.9**, **Tabel 4.10**, **Tabel 4.11**, **Tabel 4.12**, **Tabel 4.13**, **Tabel 4.14**.



Tabel 4.7 Tabel Matrik Asal Tujuan Penumpang/jam

HASIL MATRIK ASAL TUJUAN									
Tujuan	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	Satuan
Asal									
Zona 1	2	3	3	0	0	0	0	8	Responden
Zona 2	1		1	0	1	0	0	10	Responden
Zona 3	1	4		3	0	0	2	4	Responden
Zona 4	0	0	1		0	0	0	0	Responden
Zona 5	0	1	4	1		0	0	0	Responden
Zona 6	0	0	0	0	0		0	2	Responden
Zona 7	0	0	0	0	0	0		2	Responden
Zona 8	15	17	3	4	0	0	4	2	Responden
Jumlah	19	25	12	8	1	0	6	28	Responden

Tabel 4.8 Tabel Hasil Ekspan Matrik Asal Tujuan Penumpang/Jam

HASIL EKSPAN MATRIK ASAL TUJUAN									
Tujuan	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8	
Asal									
Zona 1	26.202	39.303	39.303	0	0	0	0	104.808	
Zona 2	13.101	0	13.101	0	13.101	0	0	131.01	
Zona 3	13.101	52.404	0	39.303	0	0	26.202	52.404	
Zona 4	0	0	13.101	0	0	0	0	0	
Zona 5	0	13.101	52.404	13.101	0	0	0	0	
Zona 6	0	0	0	0	0	0	0	26.202	
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	26.202	
Zona 8	196.515	222.717	39.303	52.404	0	0	52.404	26.202	
Jumlah	248.92	327.53	157.21	104.81	13.101	0	78.606	366.83	



Tabel 4.9 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Monorail ke Trem

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Monorail ke Trem			
MONORAIL KE TREM		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
3	7	SEMUA PINDAH	26
2	7	SEMUA PINDAH	0
4	7	1/2 PINDAH	0
2	1	1/3 PINDAH	4
3	1	1/3 PINDAH	4
4	1	1/5 PINDAH	0
6	1	1/6 PINDAH	0
4	6	1/4 PINDAH	0
2	6	1/2 PINDAH	0
JUMLAH			35



Tabel 4.10 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Monorail ke Bus

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Monorail ke Bus			
MONORAIL KE BUS		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
2	1	1/3 PINDAH	4
3	1	1/3 PINDAH	4
6	1	1/6 PINDAH	0
4	1	1/5 PINDAH	0
2	5	SEMUA PINDAH	13
3	5	SEMUA PINDAH	0
2	8	SEMUA PINDAH	131
3	8	SEMUA PINDAH	52
3	4	1/2 PINDAH	20
6	5	1/2 PINDAH	0
6	8	1/2 PINDAH	13
6	4	1/4 PINDAH	0
1	5	1/3 PINDAH	0
1	8	1/3 PINDAH	35
JUMLAH			273



Tabel 4.11 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Trem ke Monorail

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Trem ke Monorail			
TREM KE MONORAIL		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		Pnp/jam
6	1	1/6 PINDAH	0
6	4	1/4 PINDAH	0
7	1	1/3 PINDAH	0
1	2	1/3 PINDAH	13
6	2	1/2 PINDAH	0
1	3	1/3 PINDAH	13
7	3	SEMUA PINDAH	0
7	2	SEMUA PINDAH	0
1	4	1/3 PINDAH	0
7	4	1/2 PINDAH	0
JUMLAH			26

Tabel 4.12 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Trem ke Bus

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Trem ke Bus			
TREM KE BUS		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		Pnp/jam
6	1	1/6 PINDAH	0
6	5	1/2 PINDAH	0
6	8	1/2 PINDAH	13
6	4	1/4 PINDAH	0
1	5	1/3 PINDAH	0
1	8	1/3 PINDAH	35
7	1	1/3 PINDAH	0
1	4	1/3 PINDAH	0
7	4	1/2 PINDAH	0
7	5	SEMUA PINDAH	0
7	8	SEMUA PINDAH	26
JUMLAH			74



Tabel 4.13 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Bus ke Monorail

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Bus ke Monorail			
BUS KE MONORAIL		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		Pnp/jam
4	6	1/4 PINDAH	0
1	2	1/3 PINDAH	13
1	3	1/3 PINDAH	13
1	4	1/3 PINDAH	0
5	3	SEMUA PINDAH	52
5	2	SEMUA PINDAH	13
8	2	SEMUA PINDAH	223
8	3	SEMUA PINDAH	39
5	6	1/2 PINDAH	0
8	6	1/2 PINDAH	0
5	1	1/2 PINDAH	0
8	1	1/2 PINDAH	98
JUMLAH			452



Tabel 4.14 Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Bus ke Trem

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Bus ke Bus			
BUS KE TREM		KETERANGAN	TOTAL PERGERAKAN
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		Pnp/jam
4	7	1/2 PINDAH	0
4	1	1/5 PINDAH	0
4	6	1/4 PINDAH	0
5	6	1/2 PINDAH	0
8	6	1/2 PINDAH	0
5	1	1/2 PINDAH	0
8	1	1/2 PINDAH	98
5	7	SEMUA PINDAH	0
8	7	SEMUA PINDAH	52
JUMLAH			151



Jumlah demand yang naik Monorail di terminal Joyoboyo didapatkan dari :

$$= \text{Bus ke Monorail} + \text{Trem ke Monorail}$$

$$= 452 + 26$$

$$= 478 \text{ Penumpang}$$

Jumlah demand yang naik Trem di terminal Joyoboyo didapatkan dari :

$$= \text{Bus ke Trem} + \text{Monorail ke Trem} + \text{Data Sekunder}$$

$$= 151 + 35 + 192$$

$$= 378 \text{ Penumpang}$$

Data sekunder yang membebani demand untuk penumpang naik Trem di Terminal Joyoboyo didapatkan dari survey counting penumpang yang naik bus kota dari arah Darmo ke arah Basuki Rahmat dengan hasil counting sebanyak 192 penumpang dari pukul 06.00 – 07.00.



4.6 Sistem Ticketing

Dalam perencanaan sistem tiket kereta trem dan monorail ini digunakan sistem tiket elektronik (smart card). Sistem tiket elektronik tersebut direncanakan untuk sistem tiket menerus. Sistem tiket menerus yang dimaksud ini adalah mengenai jarak dan tarif, yaitu dengan jarak yang ditempuh penumpang tersebut jauh atau dekat, kemudian penumpang tersebut mau berpindah jalur yang berlawanan dan selama tidak keluar dari stasiun ditetapkan dengan tarif yang sama (hanya sekali transaksi / tapping tiket). Tetapi jika penumpang berpindah dari kereta monorail ke kereta trem atau bus akan dikenakan tarif lagi, dikarenakan saat penumpang keluar melewati stasiun monorail akan melakukan “TAP” tiket sehingga pada saat akan naik kereta trem atau ke bus akan TAPPING lagi. Sistem ticketing elektronik ini mempunyai banyak sekali keuntungan. Berikut beberapa keuntungan menggunakan tiket elektronik :

- Lebih cepat, tidak perlu antri beli tiket, tidak perlu menunggu uang kembalian, dan transaksi berjalan cepat (tap 2 – 3 detik).
- Pembelian dan isi ulang (top up) semakin mudah.
- Membantu kereta trem dan monorail agar lebih akuntabel.
- Lebih sesuai untuk gaya hidup masyarakat masa kini.

Cara penggunaan tiket elektronik :

- Semua stasiun kereta trem dan monorail memiliki minimal 1 pintu tiket elektronik.
- Penumpang dengan smart card langsung menuju tiket elektronik.
- Tempelkan kartu selama 2 – 3 detik di tempat dengan tulisan ‘TEMPEL DI SINI (TAP)’.
- Saat lampu telah berubah dari merah ke hijau, dorong pintu turnstile (GO).
- Smart card akan terdebit sesuai dengan tariff kereta trem dan monorail, dan sisa uang akan terlihat di display.



Gambar 4.10 Penggunaan Tiket Elektronik

(sumber :www.google.co.id)



Tempat pembelian smart card ada berbagai tempat, contohnya :

- Bank yang bersangkutan dengan smart card, termasuk cabang – cabangnya.
- Sales Promotion Girl (SPG) yang berada di stasiun pemberhentian kereta atau tempat lain.
- Merchant yang bekerja sama dengan Bank yang bersangkutan (super market, mini market, SPBU, dll).



Gambar 4.11 Tempat Pembelian Smart Card
(sumber : www.google.co.id)



4.7 Analisa Level of Service

Pada analisa level of service ini ada 2 bagian yang akan dihitung, yaitu perhitungan untuk menentukan lebar pejalan kaki (waiting area) dan perhitungan untuk menentukan berapa lebar area menunggu (waiting area).

4.7.1 Level of Service Area Pejalan Kaki (Walking Area)

Untuk area pejalan kaki ini, data yang dipakai sebagai perhitungan ialah data yang didapat dari total pergerakan penumpang per jam. Perencanaan walking areanya dapat dilihat pada **Gambar 4.13** berikut ini.



Gambar 4.13 Jembatan Walking Area
(sumber : Analisa Edo P)



Perhitungan Area Pejalan Kaki (Walking Area)

Jembatan 1 dengan L = ± 80 m

Arah 1 : Terminal Bus ke Stasiun Monorail

Terminal Bus → Stasiun Monorail = 452 pnp/jam

Terminal Bus → StasiunTrem = 151 pnp/jam

Total : $452 + 151 = 603$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$603 / 4 = 150,75 \sim 151$ pnp/15menit

Arah 2 :Stasiun Monorail ke Terminal Bus

Stasiun Monorail → Terminal Bus = 273 pnp/jam

StasiunTrem → Terminal Bus = 74 pnp/jam

Total : $273 + 74 = 347$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$347 / 4 = 86,75 \sim 87$ pnp/15menit

Jembatan 2 dengan L = ± 100 m

Arah 1 : Stasiun Monorail ke Stasiun Trem

Stasiun Monorail → Stasiun Trem = 35 pnp/jam

Terminal Bus → Stasiun Trem = 151 pnp/jam

Total : $35 + 151 = 186$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$186 / 4 = 46,5 \sim 46$ pnp/15menit



Arah 2 : Stasiun Trem ke Stasiun Monorail

Stasiun Trem → Stasiun Monorail = 26 pnp/jam

Stasiun Trem → Terminal Bus = 74 pnp/jam

Total : $26 + 74 = 100$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$100 / 4 = 25$ pnp/15menit

Lebar Ruas Jembatan 1 ‘Terminal Bus ke Stasiun Monorail’

Diketahui : **Arah 1** = 603 pnp/jam

LoS A → Space = 12,1 m²/ped

Flow rate = 6,1 ped/min/m

Direncanakan Lebar Jembatan **2 m**

: $6,1 \times 60 \times 2 = 732$ pnp/jam (**Memenuhi**)

Karena 732 pnp/jam > 603 pnp/jam (**OK**)

Diketahui : **Arah 2** = 347 pnp/jam

LoS A → Space = 12,1 m²/ped

Flow rate = 6,1 ped/min/m

Direncanakan Lebar Jembatan **2 m**

: $6,1 \times 60 \times 2 = 732$ pnp/jam (**Memenuhi**)

Karena 732 pnp/jam > 347 pnp/jam (**OK**)



Lebar Ruas Jembatan 2 'Stasiun Monorail ke Stasiun Trem'

Diketahui : **Arah 1** = 186 pnp/jam

LoS A \longrightarrow Space = 12,1 m²/ped

Flow rate = 6,1 ped/min/m

Direncanakan Lebar Jembatan **2 m**

: 6,1 X 60 X 2 = 732 pnp/jam (**Memenuhi**)

Karena 732 pnp/jam > 186 pnp/jam (**OK**)

Diketahui : **Arah 2** = 100 pnp/jam

LoS A \longrightarrow Space = 12,1 m²/ped

Flow rate = 6,1 ped/min/m

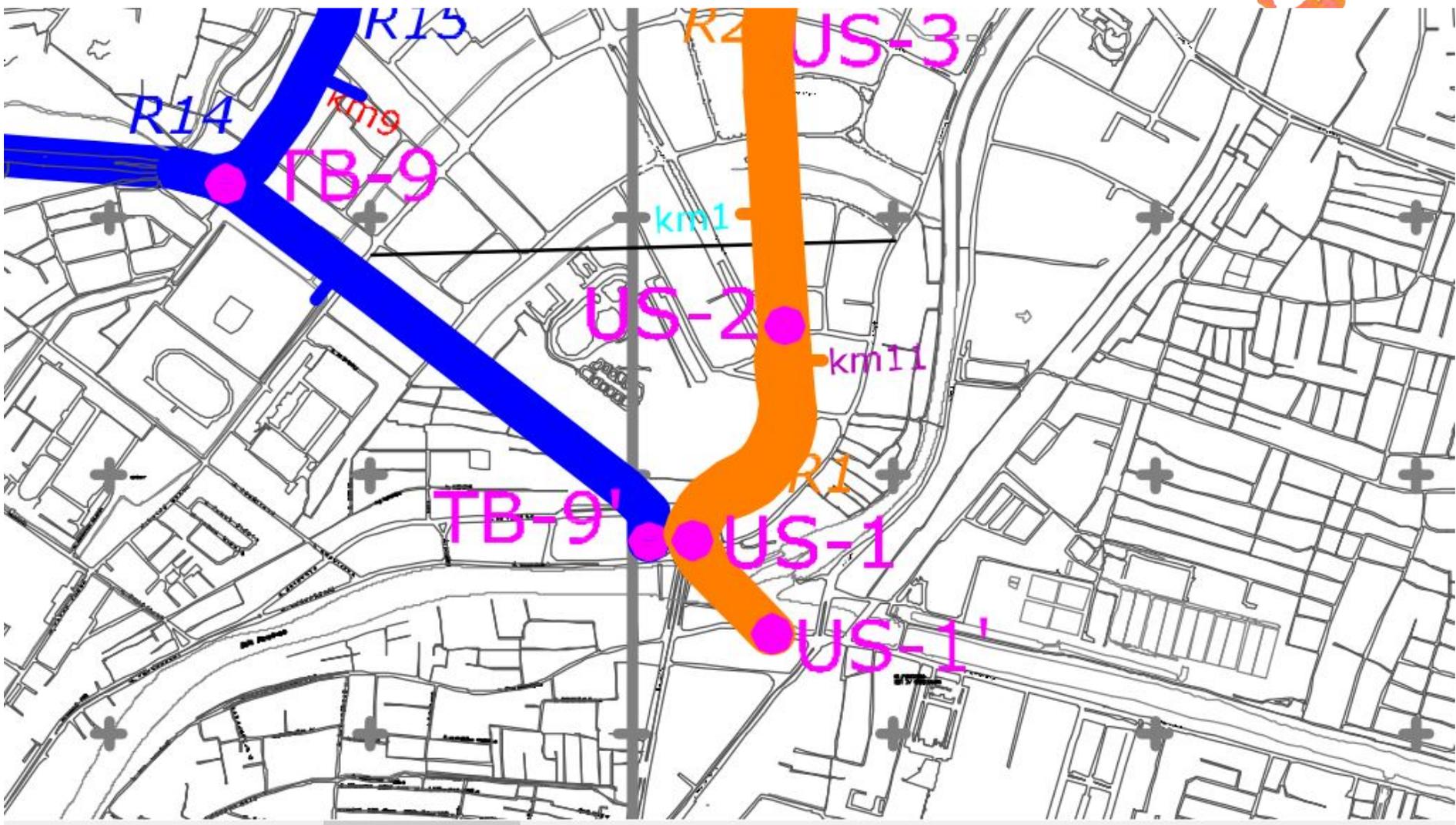
Direncanakan Lebar Jembatan **2 m**

: 6,1 X 60 X 2 = 732 pnp/jam (**Memenuhi**)

Karena 732 pnp/jam > 100 pnp/jam (**OK**)

Jadi untuk perencanaan lebar Ruas Jembatan 1 dan Ruas Jembatan 2 adalah **4 m**.





4.7.2 Level of Service Area Menunggu (Waiting Area)

Pada perhitungan area menunggu (waiting area) ini data yang dipakai sama seperti pada perhitungan area pejalan kaki (walking area). Perencanaan asumsi headway (selisih) untuk penumpang yang membebani waiting area di stasiun trem dan monorail ini adalah direncanakan kereta datang per 15 menit, dengan perhitungannya sebagai berikut :

Perhitungan Area Menunggu (Waiting Area)

Stasiun Monorail

Jumlah penumpang didapat dari :

Terminal Bus → Stasiun Monorail = 452 pnp/jam

Stasiun Trem → Stasiun Monorail = 26 pnp/jam

Total : $452 + 26 = 478$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$478 / 4 = 120$ pnp/15menit

Direncanakan Monorail dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kereta Monorail 'Hitachi Small Type'

Panjang : 38 m

Lebar : 2.5 m

Tinggi : 4.8 m

Kapasitas : 194 Penumpang

LoS A → Luas $\geq 1,2m^2$ /orang





Gambar 2.6 Hitachi Small Type
(Sumber: www.hitachi-rail.com)

		Large type	Standard type	Small type	
Monorail car	Car structure		Constructed by welding of aluminium alloy		
	Track bogie layout		Two bogies per car		Articulated bogie beneath the walkthrough
	Dimensions	Length (4-car per train set)	61m	57m	38m
		Width	3.0m	2.9m	2.5m
		Height (The top of roof to the bottom of skirt)	5.2m	5.1m	4.8m
	Axle load		11 Metric tons	10 Metric tons	Average 8 Metric tons (Maximum 9 metric tons)
	Capacity (4-car per train set)	0.33m ² /passenger	415 passengers	348 passengers	194 passengers
		0.14m ² /passenger	693 passengers	580 passengers	316 passengers
		0.10m ² /passenger	966 passengers	858 passengers	406 passengers
	Running performance	Maximum operating speed	80km/h		60km/h
		Acceleration rate	0.97m/s ²		
		Deceleration rate (Service)	1.11m/s ²		
		Deceleration rate (Emergency)	1.25m/s ²		
	Power source		DC 1,500V		DC 750V
Propulsion system		IGBT applied inverter controller with AC induction motor			
Auxiliary power supply system		IGBT applied static frequency inverter			
Air-conditioning system		R407C refrigerated roof mounted type			
Track	Track beam	Width	850mm	800mm	700mm
		Height	1500mm	1400mm	1300mm
		Center to center distance	3700mm	3700mm	3250mm
	Maximum grades		6%		
	Minimum curve radius		70m	70m	40m

Gambar 2.7 Spesifikasi Hitachi Small Type
(Sumber: www.hitachi-rail.com)



Direncanakan Waiting Area dengan Asumsi Kereta datang per 15 menit



L = 4 meter

P = 38 meter

Kapasitas = Panjang x Lebar : Luas

$$= 38 \times 4 / 1,2$$
$$= 126,6667 \text{ Pnp/15 menit (Memenuhi)}$$

Karena 126,6667 pnp/15 menit > 120 pnp/15menit (OK)



Perhitungan Area Menunggu (Waiting Area)

Stasiun Trem

Jumlah penumpang didapat dari :

Terminal Bus	→ Stasiun Trem	= 151 pnp/jam
Stasiun Monorail	→ Stasiun Trem	= 35 pnp/jam
Data Sekunder		= 192 pnp/jam

$$\text{Total} = 151 + 35 + 192 = 378 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

$$378 / 4 = 94 \text{ pnp/15 menit}$$

Direncanakan Trem dengan spesifikasi sebagai berikut :

Kereta Trem '*ameriTRAMTM 500*'

Panjang : 30 m

Lebar : 2.71 m

Tinggi : 3.8 m

Kapasitas : 150 Penumpang

LoS A → Luas $\geq 1,2\text{m}^2/\text{orang}$

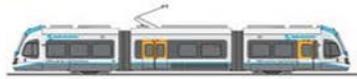
Jarak $\geq 1,2 \text{ m}$



ameriTRAM™ Specifications

ameriTRAM™ is available in these different models:

ameriTRAM™ 300



ameriTRAM™ 500



ameriTRAM™ 700



Gambar 2.4 ameriTRAM™
(Sumber: www.ameritram.com)

	ameriTRAM™ 300	ameriTRAM™ 500	ameriTRAM™ 700
Weight and Capacity			
Empty Weight with e-Brid	64mt (141klbs)		
Passengers (4/m2)	190 total (96 seats)		
Primary Dimensions			
Length over Anticlimbers	40m (131ft-2.8in)		
Width of Carbody*	2.65m/2.46m (8ft-8.3in/8ft-1in)		
Width at Thresholds*	2.71m/2.52m (8ft-10.7in/8ft-3.2in)		
Height of Carbody	3.8m (12ft-5.6in)		
Boarding Height	350mm (13.75in)		
Ceiling Height	2472mm (8ft-1.3in)		
Double Door Clear Opening	1220mm (48in)		
Single Door Clear Opening	815mm (32in)		
Trucks			
Truck Centers	10.8m (35ft-5.2in)		
Wheel Diameter	600mm (23.6in)		
Wheel Base	1800mm (70.9in)		

Gambar 2.5 Spesifikasi ameriTRAM™ 700
(Sumber: www.ameritram.com)



Direncanakan Waiting Area dengan Asumsi Kereta datang per 15 menit



L = 4 meter

P = 30 meter

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} : \text{Luas} \\ &= 30 \times 4 / 1,2 \\ &= 100 \text{ pnp}/15 \text{ menit} \text{ (**Memenuhi**)} \end{aligned}$$

Karena 100 pnp/15 menit > 94 pnp/15 menit (**OK**)



4.8 Antrian Ticketing

Pada analisa antrian ticketing ini direncanakan dengan asumsi kereta datang setiap 15 menit, jadi demand untuk penumpang yang membebani antrian pada saat ticketing adalah penumpang rencana setiap kereta datang per 15 menit.

4.8.1 Antrian Ticketing di Stasiun Monorail

Pada perhitungan antrian di stasiun monorail ini, (λ) tingkat kedatangan didapat dari demand :

Terminal Bus → Stasiun Monorail = 452 pnp/jam

Stasiun Trem → Stasiun Monorail = 26 pnp/jam

Total : $452 + 26 = 478$ pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$$\lambda = 478 / 4$$

$$= 119,5 \text{ pnp}/15\text{menit}$$

$$\mu = (15 \times 60) / 3$$

$$= 300$$

$$\rho = \lambda / \mu$$

$$= 119,5 / 300$$

$$= 0.3983$$

Berdasarkan teori antrian, untuk mendapatkan jumlah orang dalam antrian adalah dengan rumus :

$$E(L_q) = \rho^2 / (1 - \rho)$$



4.8.2 Antrian Ticketing di Stasiun Trem

Pada perhitungan antrian di stasiun trem ini, (λ) tingkat kedatangan didapat dari demand :

Terminal Bus	→ Stasiun Trem	= 151 pnp/jam
Stasiun Monorail	→ Stasiun Trem	= 35 pnp/jam
Data Sekunder		= 192 pnp/jam

$$\text{Total} = 151 + 35 + 192 = 378 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

$$\lambda = 378 / 4$$

$$= 94,5 \text{ pnp/15 menit}$$

$$\mu = (15 \times 60) / 3$$

$$= 300$$

$$\rho = \lambda / \mu$$

$$= 94,5 / 300$$

$$= 0.315$$

Berdasarkan teori antrian, untuk mendapatkan jumlah orang dalam antrian adalah dengan rumus :

$$E(L_q) = \rho^2 / (1 - \rho)$$

$$= 0,14485 = 1 \text{ orang}$$

Jadi jumlah antrian untuk rencana kereta datang per 15 menit sebanyak 1 orang.



5.1 Kesimpulan

Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui demand yang akan transfer moda dari angkot dan bus kota ke kereta trem dan monorail, perencanaan sistem ticketing ketika kereta beroperasi, dapat merencanakan fasilitas pejalan kaki dan fasilitas orang menunggu, serta menghitung analisa antrian penumpang pada saat ticketing. Sehingga angkutan umum yang beroperasi saat ini yaitu angkot dan bus kota dapat digantikan dengan kereta trem dan monorail ketika beroperasi dengan maksud untuk memberikan alternatif penyelesaian masalah kemacetan dan kepadatan angkutan kota serta kendaraan pribadi di Kota Surabaya.

Dari hasil analisis dalam Tugas Akhir ini, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil analisis pertama didapatkan jumlah penumpang yang akan naik trem berjumlah 378 pnp/jam.
2. Selanjutnya didapatkan jumlah penumpang yang akan naik monorail berjumlah 478 pnp/jam.
3. Setelah didapat hasil demand, dilanjutkan dengan merencanakan sistem ticketing saat kereta beroperasi. Sistem ticketing ini direncanakan menggunakan elektronik tiket dan tiketnya berupa kartu yang dapat diisi ulang, sehingga memudahkan penumpang untuk dapat menggunakan fasilitas angkutan kereta ini.



4. Perencanaan akhir pada Tugas Akhir ini adalah merencanakan lebar area pejalan kaki (walking area) dan lebar area menunggu (waiting area) serta menganalisa antrian penumpang pada saat ticketing.

5. Untuk perencanaan lebar tangga area pejalan kaki (walking area) jembatan 1 dan 2 direncanakan dengan lebar 4 m.

6. Untuk analisa level of service area menunggu (waiting area) pada stasiun monorail direncanakan dengan Panjang = 38 meter dan Lebar = 4 meter, sedangkan pada stasiun trem direncanakan dengan Panjang = 30 meter dan Lebar = 4 meter.

7. Untuk analisa antrian pada stasiun trem dan monorail diketahui hanya ada 1 antrian penumpang setiap kereta datang per 15 menit.



5.2 Saran

Keterbatasan waktu yang ada menjadikan pengerjaan Tugas Akhir ini memberikan hasil yang tidak maksimal. Tugas Akhir ini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Perlu studi lanjut berkaitan dengan pergerakan yang lebih detail mengenai distribusi trem dan monorail dari seluruh stasiun ketika kereta ini beroperasi.
2. Perlu adanya perhitungan untuk perencanaan di masa yang akan datang, sehingga dalam perencanaan pengoperasian kereta trem dan monorail ini dapat bermanfaat dan berfungsi dengan maksimal.

TERIMA KASIH

