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

Edo Prasetyo, Ir. Wahju Herijanto MT.
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111
e-mail : *edo4791@gmail.com*, *herijanto@ce.its.ac.id*

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.**

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi merupakan suatu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia, semakin meningkatnya jumlah penduduk dapat meningkatkan tingkat kemacetan lalu lintas. 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 pribadi dapat semakin dikurangi. Dengan berkurangnya penggunaan pribadi maka kemacetan dijalan dapat dikurangi karena volume kendaraan semakin berkurang. Contoh angkutan umum yang ada di Indonesia yaitu mikrolet, bus kota, dan kereta api, dll.

1.2 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?

1.3 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 dating diasumsikan berbentuk grid.
5. Tidak melakukan perhitungan anilisis ekonomi.
6. Tidak meninjau Willingness to pay (kemampuan untuk membayar).
7. Tidak merencanakan geometrik jalan.
8. Tidak merencanakan fasilitas parkir.

1.4 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.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan dalam pengerjaan tugas akhir ini antara lain:

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

1.6 Lokasi Studi

Tugas akhir ini mengambil lokasi studi di Terminal Joyoboyo yang terletak di Kecamatan Wonokromo, Kota Surabaya. Pemilihan lokasi ini dikarenakan Terminal Joyoboyo adalah salah satu terminal penumpang yang melayani tidak hanya penduduk / penumpang di Surabaya, tetapi juga penduduk / penumpang di Jawa Timur dan sekitarnya yang akan keluar dan masuk Kota Surabaya.

Gambar 1. Lokasi Studi Terminal Joyoboyo
(Sumber : https://maps.google.com)

1.7 Moda

Moda yang yang direncakan berpindah dari Bus pada Tugass Akhir ini adalah ke Trem dan Monorail, dengan spesifikasi sebagai berikut :

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)	

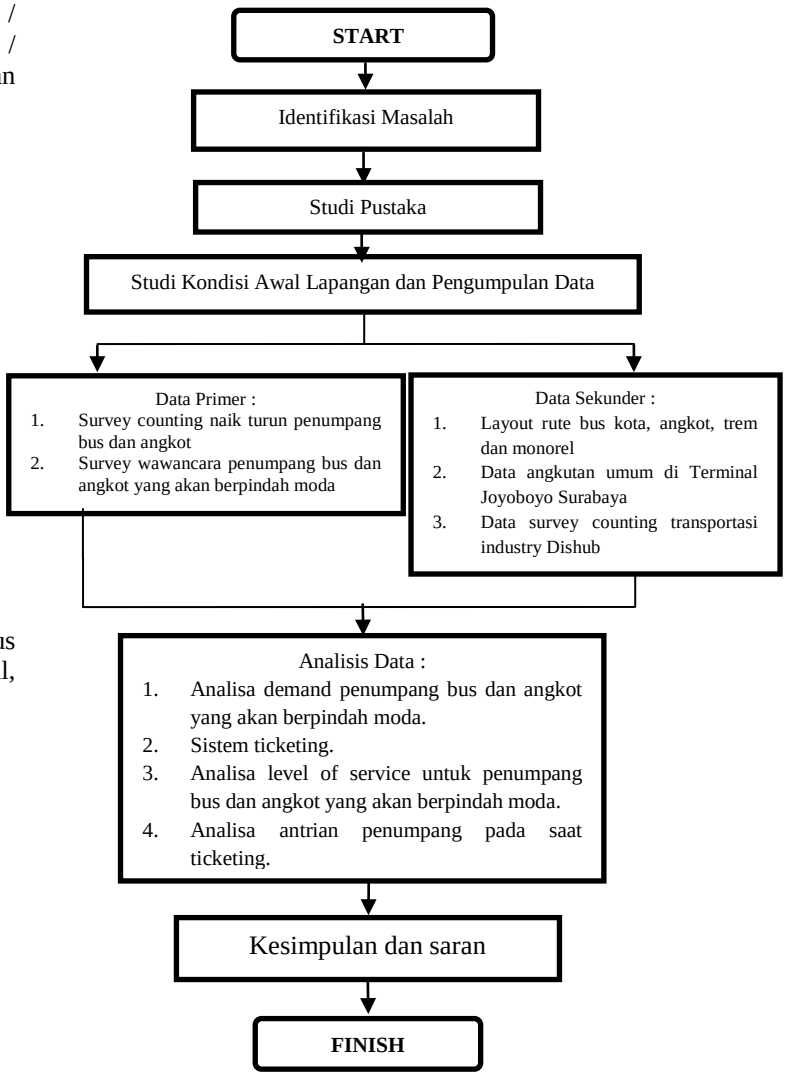
Gambar 2. Spesifikasi *ameriTRAM*^{TM} 700
(Sumber: www.ameritram.com)

			Large type	Standard type	Small type
Monorail car	Car structure		Constructed by welding of aluminum alloy		
	Truck bogie layout		Two bogies per car		Articulated bogie beneath the walkthrough
	Dimensions	Length (4-car per train set)	51m	57m	38m
		Width	3.3m	2.9m	2.5m
		Height (The top of roof to the bottom of skirt)	5.2m	5.1m	4.3m
	Axle load		11 Metric tons	10 Metric tons	Average 6 Metric tons (Maximum 9 metric tons)
	Capacity (4-car per train set)	0.33m²/passenger	415 passengers	243 passengers	194 passengers
		0.14m²/passenger	690 passengers	583 passengers	316 passengers
		0.10m²/passenger	966 passengers	851 passengers	408 passengers
	Running performance	Maximum operating speed	80km/h		60km/h
		Acceleration rate	3.97m/s²		
		Deceleration rate (Service)	1.11m/s²		
		Deceleration rate (Emergency)	1.25m/s²		
	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	950mm	930mm	700mm
		Height	1500mm	1400mm	1000mm
		Center to center distance	2700mm	2500mm	2000mm
	Maximum grades		6%		
	Minimum curve radius		70m	72m	48m

Gambar 3. Spesifikasi Hitachi Small Type
(Sumber: www.hitachi-rail.com)

II. METODOLOGI

Metodologi merupakan proses pengerjaan suatu karya ilmiah dengan tahapan atau metode tertentu. Tahapan - tahapan metodologi Tugas Akhir ini dijelaskan secara singkat melalui bagan alur metodologi pada **Gambar 6.**



Gambar 4. Bagan Alir Metodologi

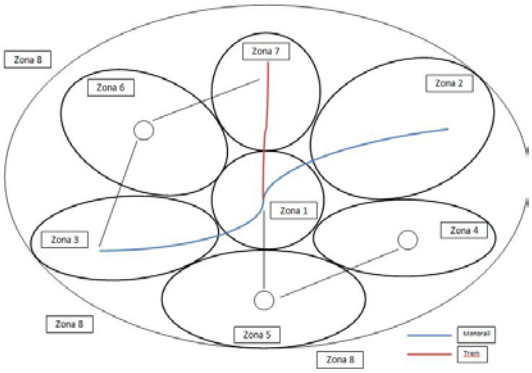
Penjelasan lengkap tentang Metodologi dapat dilihat pada buku Tugas Akhir.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data dan Hasil Survey Asal Tujuan

Seperti yang disebutkan pada analisis awal, untuk mendapatkan demand yang akan berpindah moda dari bus dan angkot ke kereta trem dan monorail, maka perlu melakukan survey asal tujuan untuk mengetahui pergerakan penumpang.

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 5** di bawah ini.



Gambar 5. Rute Bus yang akan Datang.

3.2 Analisa Demand

Perhitungan analisa demand didapat dengan cara melakukan survey kuisioner asal tujuan kepada para pengguna angkutan umum yang ada di terminal joyoboyo. Setelah dilakukan survey kuisioner asal tujuan ini, maka hasilnya akan dikelompokan berdasarkan pergerakan asal tujuan penumpang yang akan naik trem dan monorail.

3.3 Pergerakan Penumpang Yang Akan Naik Trem dan Monorail

Untuk mendapatkan jumlah demand yang akan naik trem dan monorail, perhitunganya 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.

Dari analisa dan counting didapatkan jumlah pergerakan penumpang terpadat yaitu pada pukul 06.00 – 07.00 sebanyak 1297 pnp/jam. Hasil ekspansi matrik asal tujuan per jam, 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 dibawah ini.

Tabel 1. Tabel Hasil Ekspan Matrik Asal Tujuan Penumpang/Jam

HASIL EKSPAN MATRIK ASAL TUJUAN								
Tujuan / Asal	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Zona 6	Zona 7	Zona 8
Zona 1	26.202	39.303	39.303	0	0	0	0	104.8081
Zona 2	13.101	0	13.101	0	13.101	0	0	131.0101
Zona 3	13.101	52.404	0	39.303	0	0	26.20202	52.40404
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	26.20202
Zona 7	0	0	0	0	0	0	0	26.20202
Zona 8	196.515	222.72	39.303	52.404	0	0	52.40404	26.20202
Jumlah	248.92	327.5	157.2	104.8	13.1	0	78.6061	366.828

Tabel 2. 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 3. Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda Dari Monorail ke Bus

Tabel Pergerakan Penumpang Yang Berpindah Moda dari Monorail ke Bus			
MONORAIL KE BUS		KETERANGAN	OTAL 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. 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 Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
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 5. 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 Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
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 6. 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 Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
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 7. 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 Pnp/jam
ZONA ASAL	ZONA TUJUAN		
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 :

= Bus ke Monorail + Trem ke Monorail
= 452 + 26
= 478 Penumpang

Jumlah demand yang naik Trem di terminal Joyoboyo didapatkan dari :

= Bus ke Trem + Monorail ke Trem + Data Sekunder
= 151 + 35 + 192
= 378 Penumpang

3.4 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.

3.5 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).

3.5.1 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.

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 ~ 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 ~ 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 ~ 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 X 60 X 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 X 60 X 2 = 732 pnp/jam (**Memenuhi**)

Karena 732 pnp/jam > 347,18 pnp/jam **(OK)**

Lebar Ruas Jembatan 2 'Stasiun Monorail ke Stasiun Trem'
Diketahui : **Arah 1** = 186 pnp/jam
LoS A → 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 → 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**)

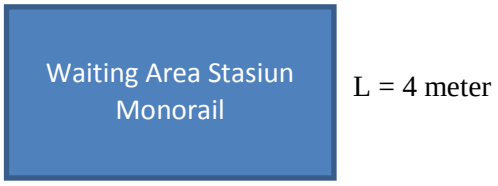
Karena 732 pnp/jam > 100 pnp/jam **(OK)**

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

3.5.2 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 perhitunganya sebagai berikut :

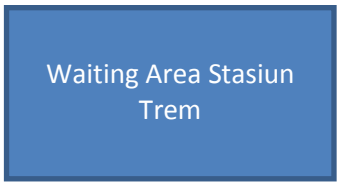
Perhitungan Area Menunggu (Waiting Area)
Stasiun Monorail
Jumlah penumpang didapat dari :
Terminal Bus → Stasiun Monorail = 452 pnp/jam
Stasiun Trem → Stasiun Monorail = 26 pnp/jam
Total : 452 + 26 = 478 pnp/jam
Untuk penumpang per 15 menit :
478 / 4 = 120 pnp/15menit
Direncanakan Monorail dengan spesifikasi sebagai berikut :
Kereta Monorail 'Hitachi Small Type'
Panjang : 38 m
Lebar : 2.5 m
Tinggi : 4.8 m
Kapasitas : 194 Penumpang
LoS A → Luas ≥ 1,2 m2/orang
Jarak ≥ 1,2 m
Direncanakan Waiting Area dengan Asumsi Kereta datang per 15 menit



Kapasitas = Panjang x Lebar : Luas
= 38 x 4 / 1,2
= 126,6667 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
Total = 151 + 35 + 192 = 378 pnp/jam
Untuk penumpang per 15 menit :
378 / 4 = 94 pnp/15 menit

Direncanakan Trem dengan spesifikasi sebagai berikut :
Kereta Trem '*ameriTRAM*™ 500'
Panjang : 30 m
Lebar : 2.71 m
Tinggi : 3.8 m
Kapasitas : 150 Penumpang
LoS A → Luas ≥ 1,2 m2/orang
Jarak ≥ 1,2 m
Direncanakan Waiting Area dengan Asumsi Kereta datang per 15 menit



L = 4 meter

P = 30 meter

Kapasitas = Panjang x Lebar : Luas
= 30 x 4 / 1,2
= 100 pnp/15 menit (**Memenuhi**)

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

3.6 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.

3.6.1 Antrian Ticketing di Stasiun Monorail

Pada perhitungan antrian di stasiun monorail ini, (λ) tingkat kedatangan didapatkan demand : 478 pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$\lambda = 478 / 4$
$= 119{,}5$ pnp/15menit
$\mu = (15 \times 60) / 3$
$= 300$
$\rho = \lambda / \mu$
$= 119{,}5 / 300$
$= 0.3983$

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

$E(L_q) = \rho^2 / (1 - \rho)$
$= 0{,}2636 = 1$ orang

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

3.6.2 Antrian Ticketing di Stasiun Trem

Pada perhitungan antrian di stasiun trem ini, (λ) tingkat kedatangan didapat demand : 378 pnp/jam

Untuk penumpang per 15 menit :

$\lambda = 378 / 4$
$= 94{,}5$ 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 :

$E(L_q) = \rho^2 / (1 - \rho)$
$= 0{,}14485 = 1$ orang

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

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

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

1. Hasil analisis didapatkan jumlah penumpang yang akan naik trem berjumlah 378 pnp/jam dan monorail berjumlah 478 pnp/jam.
2. Perencanaan sistem ticketing ini direncanakan menggunakan elektronik tiket.
3. Perencanaan lebar tangga area pejalan kaki (walking area) jembatan 1 dan 2 direncanakan dengan lebar 4 m.
4. Pada analisa level of service area menunggu (waiting area) pada stasiun monorail direncanakn dengan Panjang = 38 meter dan Lebar = 4 meter, sedangkan pada stasiun trem direncanakan dengan Panjang = 30 meter dan Lebar = 4 meter.
5. Untuk anlisa antrian pada stasiun trem dan monorail diketahui hanya ada 1 antrian penumpang setiap kereta datang per 15 menit.

4.2 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 berfungsi dengan maksimal.

V. DAFTAR PUSTAKA

[1]. Nugraha, Setiawan. 2007. **Penentuan Ukuran Sampel Memakai Rumus Slovin dan Tabel Krejcie-Morgan : Telaah Konsep dan Aplikasinya.** Fakultas Peternakan Universitas Padjajaran, Bandung.

[2]. Subiyanto, Ibnu. 1993. **Metodologi Penelitian.** Universitas Gunadharma, Jakarta.

[3]. Tamin, O.Z., 2000. **Perencanaan dan Permodelan Transportasi.** ITB, Bandung.

[4]. Undang – undang Republik Indonesia No. 23 tahun 2007 tentang **Perkeretaapian.**

[5]. Peraturan Presiden No. 43 tahun 1993 Bag. VII pasal 39 tentang **Prasarana Jalan.**

[6]. Transportation Research Board (2003), **Transit Capacity and Quality of Serfice Manual.**