

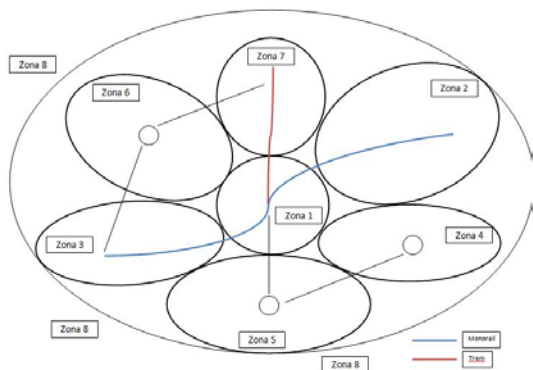
Penjelasan lengkap tentang Metodologi dapat dilihat pada buku Tugas Akhir.

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 kuisisioner asal tujuan kepada para pengguna angkutan umum yang ada di terminal joyoboyo. Setelah dilakukan survey kuisisioner asal tujuan ini, maka hasilnya akan dikelompokkan 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, 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.

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	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. 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 :

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

$$= 452 + 26$$

$$= 478 \text{ Penumpang}$$

Jumlah demand yang naik Trem di terminal Joyoboyo didapatkan dari :

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

Sekunder

$$= 151 + 35 + 192$$

$$= 378 \text{ Penumpang}$$

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 $L = \pm 80 \text{ m}$

Arah 1 : Terminal Bus ke Stasiun Monorail

Terminal Bus \rightarrow Stasiun Monorail = 452 pnp/jam

Terminal Bus \rightarrow Stasiun Trem = 151 pnp/jam

$$\text{Total} : 452 + 151 = 603 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

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

Arah 2 : Stasiun Monorail ke Terminal Bus

Stasiun Monorail \rightarrow Terminal Bus = 273 pnp/jam

Stasiun Trem \rightarrow Terminal Bus = 74 pnp/jam

$$\text{Total} : 273 + 74 = 347 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

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

Jembatan 2 dengan $L = \pm 100 \text{ m}$

Arah 1 : Stasiun Monorail ke Stasiun Trem

Stasiun Monorail \rightarrow Stasiun Trem = 35 pnp/jam

Terminal Bus \rightarrow Stasiun Trem = 151 pnp/jam

$$\text{Total} : 35 + 151 = 186 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

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

Arah 2 : Stasiun Trem ke Stasiun Monorail

Stasiun Trem → Stasiun Monorail = 26 pnp/jam

Stasiun Trem → Terminal Bus = 74 pnp/jam

$$\text{Total} : 26 + 74 = 100 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

$$100 / 4 = 25 \text{ pnp/15menit}$$

Lebar Ruas Jembatan 1 'Terminal Bus ke Stasiun Monorail'

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

$$\text{LoS A} \rightarrow \text{Space} = 12,1 \text{ m}^2/\text{ped}$$

$$\text{Flow rate} = 6,1 \text{ ped/min/m}$$

Direncanakan Lebar Jembatan 2 m

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

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

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

$$\text{LoS A} \rightarrow \text{Space} = 12,1 \text{ m}^2/\text{ped}$$

$$\text{Flow rate} = 6,1 \text{ ped/min/m}$$

Direncanakan Lebar Jembatan 2 m

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

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

Lebar Ruas Jembatan 2 'Stasiun Monorail ke Stasiun Trem'

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

$$\text{LoS A} \rightarrow \text{Space} = 12,1 \text{ m}^2/\text{ped}$$

$$\text{Flow rate} = 6,1 \text{ ped/min/m}$$

Direncanakan Lebar Jembatan 2 m

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

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

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

$$\text{LoS A} \rightarrow \text{Space} = 12,1 \text{ m}^2/\text{ped}$$

$$\text{Flow rate} = 6,1 \text{ ped/min/m}$$

Direncanakan Lebar Jembatan 2 m

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

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 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

$$\text{Total} : 452 + 26 = 478 \text{ pnp/jam}$$

Untuk penumpang per 15 menit :

$$478 / 4 = 120 \text{ pnp/15menit}$$

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

Waiting Area Stasiun
Monorail

L = 4 meter

P = 38 meter

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas} &= \text{Panjang} \times \text{Lebar} : \text{Luas} \\ &= 38 \times 4 / 1,2 \\ &= 126,6667 \text{ Pnp/15 menit} \end{aligned}$$

(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 '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

Waiting Area Stasiun
Trem

L = 4 meter

P = 30 meter

Kapasitas = Panjang x Lebar : Luas
= $30 \times 4 / 1,2$
= 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 :

$$\begin{aligned}\lambda &= 478 / 4 \\ &= 119,5 \text{ pnp/15menit} \\ \mu &= (15 \times 60) / 3 \\ &= 300 \\ \rho &= \lambda / \mu \\ &= 119,5 / 300 \\ &= 0,3983\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}E(L_q) &= \rho^2 / (1 - \rho) \\ &= 0,2636 = 1 \text{ orang}\end{aligned}$$

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 :

$$\begin{aligned}\lambda &= 378 / 4 \\ &= 94,5 \text{ pnp/15 menit} \\ \mu &= (15 \times 60) / 3 \\ &= 300 \\ \rho &= \lambda / \mu \\ &= 94,5 / 300 \\ &= 0,315\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}E(L_q) &= \rho^2 / (1 - \rho) \\ &= 0,14485 = 1 \text{ orang}\end{aligned}$$

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 direncanakan dengan Panjang = 38 meter dan Lebar = 4 meter, sedangkan pada stasiun trem direncanakan dengan Panjang = 30 meter dan Lebar = 4 meter.
5. Untuk analisa 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 Service Manual.**