

Generating A Bus Route Origin-Destination Matrix From On-Off Data (Rute Terminal Bungurasih- Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya)

M. Arsyad¹

Abstrak – Angkutan umum adalah suatu bagian yang tidak terpisahkan dari sistem transportasi kota. Peningkatan jumlah penduduk khususnya di kota surabaya harus dibarengi dengan peningkatan sarana dan prasaranara transportasi kota. Sarana transportasi kota ini yaitu angkutan kota yang berfungsi mengumpulkan dan mendistribusikan penumpang yang mempunyai kebutuhan akan pergerakan. Penelitian ini bertujuan membentuk matrik asal tujuan (MAT) penumpang bus antar zona untuk rute yang telah ditentukan, memperkirakan matrik asal tujuan penumpang antar zona dalam kawasan studi dan mencari load factor dari rute bus. Pembahasan ini mengambil studi kasus pada rute terminal bungurasih – pelabuhan tanjung perak surabaya.

Hasil yang didapatkan load factor maksimum (Lfmaks) = 1,30 dan load factor rata-rata (LF(rata-rata) =0,907 dengan jumlah space penumpang yang melewati suatu titik selama satu jam (Co) =321 penumpang.

Keywords - Matrik asal Tujuan (MAT), Load factor (LF).

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kota sebagai pusat kegiatan tidak akan terlepas dari masalah pergerakan kendaraan ataupun pergerakan penumpang, yang diwujudkan dengan perpindahan barang maupun manusia dari suatu tempat ke tempatlainnya, sehingga lahirlah satu bentuk transportasi, dimana asal (origin) maupun tujuan(destination) merupakan salah satu ciri dari adanya pergerakan dalam transportasi. Pergerakan kendaraan maupun pergerakan manusia memerlukan prasarana dan sarana transportasi. Dalam hal ini untuk daerah perkotaan, permintaan akan sarana transportasi diusahakan setiap tahun meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk serta perkembangan kota.

Dengan adanya peningkatan permintaan perjalanan, bangkitan lalu lintas (trip generation) juga meningkat. Tentunya berakibat pada meningkatnya permintaan akan sarana transportasi kota, khususnya bus, maka

arus lalu lintas pada ruas jalan tertentu akan tinggi, tentu hal ini akan berpengaruh pada kondisi jaringan jalan.

Secara umum dapat diaktakan bahwa sistem pelayanan jasa angkutan umum berfungsi untuk mengumpulkan dan mendistribusikan penumpang yang mempunyai kebutuhan akan pergerakan. Meskipun para penumpang belum tentu mempunyai tempat asal yang sama ataupun tujuan yang sama, tetapi pola ataupun karakteristik pergerakan adalah sama.

Penumpang dengan berbagai kepentingan dapat menggunakan bus secara bersama-sama. Dalam hal ini tentu saja bus akan melayani calon penumpang yang mempunyai asal dan tujuan yang berbeda-beda atau penumpang yang mempunyai jarak perjalanan yang berbeda-beda. Selain pola karakteristik perjalanan yang berbeda-beda, suatu angkutan kota bus juga harus melayani penumpang yang mempunyai karakteristik sosial ekonomi yang berbeda dan karakteristik aktivitas yang berbeda pula.

Ditinjau dari pola dan karakteristik sosial ekonomi, angkutan kota bus pada dasarnya melayani dua kelompok masyarakat yaitu kelompok “ choice” atau kelompok orang yang mempunyai pilihan antara menggunakan

¹ Staf pengajar Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

angkutan kota, bus atau kendaraan pribadi dan kelompok “captive” atau kelompok orang-orang yang tidak mempunyai pilihan kecuali menggunakan angkutan umum, dalam hal ini angkutan kota bus.

Dilain pihak, jika ditinjau dari pola dan karakteristik aktivitasnya, angkutan umum, dalam hal ini bus harus melayani kebutuhan mobilitas penumpang yang bervariasi dari waktu ke waktu. Ada saat jumlah kebutuhan pergerakan penumpang sangat tinggi (waktu jam puncak) dan dilain waktu harus melayani kebutuhan pergerakan penumpang yang relatif rendah.

Pada perhitungan pola pergerakan penumpang angkutan bus menggunakan matrik asal tujuan dengan metoda analogy fluida tsyfalnitsky’s dari data naik turun penumpang (on-off data)

Sistem angkutan umum adalah merupakan sistem pelayanan jasa angkutan yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mendistribusikan penumpang yang mempunyai kebutuhan akan pergerakan, meskipun para penumpang belum tentu mempunyai asal ataupun tujuan yang sama. Tetapi pola ataupun karakteristik pergerakannya adalah sama, sehingga memungkinkan suatu rute sistem angkutan umum melayani secara baik. Berdasarkan uraian diatas dapat dirumuskan bagaimana pola distribusi penumpang angkutan kota bus di surabaya.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pola distribusi dan karakteristik penumpang angkutan kota bus dengan melakukan hal sebagai berikut :

1. Membentuk matrik asal tujuan penumpang bus antar zona untuk rute yang telah ditentukan.
2. Memperkirakan matrik asal tujuan penumpang antar zona dalam kawasan studi
3. Mencari load factor dari rute bus.

Batasan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan berdasarkan data jumlah penumpang naik turun dan jumlah pergerakan bus RMB yang melintas pada rute jaringan jalan antara Terminal Bungurasih dan

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Penelitian pola distribusi dan karakteristik penumpang bus RMB dititik beratkan pada data matrik asal tujuan (MAT).

TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan transportasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang tujuannya mengembangkan sistem transportasi yang memungkinkan manusia dan barang bergerak atau berpindah tempat dengan aman dan murah (Pignataro,1973)

Perencanaan transportasi ini merupakan suatu proses yang dinamis dan tanggap terhadap perubahan tata guna tanah, keadaan ekonomi dan kondisi lalu lintas. Suatu perencanaan transportasi dimaksudkan untuk mengatasi masalah transportasi yang terjadi sekarang dan mungkin terjadi di masa akan mendatang.

Tujuan merencanakan transportasi adalah mencari penyelesaian masalah transportasi dengan cara yang paling tepat dengan menggunakan sumber daya yang ada. Merencanakan transportasi yang pada dasarnya adalah memperkirakan kebutuhan transportasi dimasa depan yang harus dikaitkan dengan masalah teknis transportasi yang pada umumnya bertolak dari usaha menjamin bahwa sarana yang telah ada didayakan secara optimum dan ditujukan guna merancang dan membangun berbagai sarana baru.

Terdapat beberapa konsep perencanaan transportasi yang telah berkembang, yang paling dikenal adalah model perencanaan ini merupakan gabungan dari beberapa seri sub model yang masing-masing harus dilakukan secara terpisah dan berurutan. Adapun sub model tersebut adalah :

- a. Aksesibilitas
- b. Bangkitan dan tarikan pergerakan
- c. Sebaran pergerakan
- d. Pemilihan moda
- e. Pemilihan rute
- f. Arus lalu lintas pada jaringan jalan

Model Bangkitan Pergerakan

Tujuan dari tahap bangkitan pergerakan adalah menghasilkan model hubungan yang - menghasilkan tata guna lahan dengan jumlah

pergerakan menuju kesuatu zona atau jumlah pergerakan yang meninggalkan suatu zona asal.

Variabel utama adalah berapa jumlah trip yang dihasilkan pada selang waktu tertentu (perjam, per hari). Trip production dianalisa secara terpisah dari trip attraction sehingga tujuan perencanaan trip generation adalah untuk emngetimasi seakurat mungkin bangkitan lalu lintas pada saat sekarang yang mana dapa digunakan untk predeksi di masa datang.

Matriks Asal Tujuan

Pola pergerakan dalam sistem transportasi sering dijelaskan dalam bentuk arus pergerakan (kendaraan, penumpang dan barang) yang bergerak dari zona asal ke zona tujuan dalam daerah tertentu dan selam periode waktu tertentu. Pola pergerakan ini dirumuskan dalam bentuk matriks asal tujuan (MAT. Matriks asal tujuan adalah matriks berdimensi dua yang yang berisi informasi mengenai besarnya pergerakan antar lokasi (zona) didalam daerah tertentu. Dalam matriks asal tujuan terdiri dari baris dan kolom. Baris menyatakan zoan asal dan kolom menyatakan zona tujuan. Sehingga sel matriks menyatakan besarnya arus dari zona asal kezona tujuan.

O_i = jumlah pergerakan yang berasal dari zona asal I

D_d = jumlah pergerakan yang menuju ke zona tujuan d

$T_{id} = T =$ total matriks

Metode Analogy Fluida Tsygalnitzky's

Metode untuk mengestimasi matriks asal tujuan pada suatu rute berdasarkan hasil perhitungan naik turun penumpang (on-off data) diusulkan oleh Tsygalnitzky's pada tahun 1977 dengan dasar pertimbangan bahwa pada suatu titik perhentian tertentu setiap penumpang yang memenuhi syarat memiliki kesempatan yang sama untuk turun. Pertimbangan ini menganggap angkutan kota sebagai suatu kontainer bergerak sepanjang rute jaringan jalan dimana para penumpang naik turun ke dalam angkutan kota tersebut dianggap seperti cairan atau fuida yang secara terus-menerus tanpa saling bercampur hingga apda jarak tertentu yang diisyaratkan dan pada setiap titik perhentian dilakukan pencatatan jumlah penumpang yang naik dan turun. Adanya asumsi analogy fluida ini membuat perhitungan matriks asal tujuan menjadi lebih sederhana.

Tabel 1. Bentuk umum matriks asal tujuan (MAT)

Zona	1	2	3	.....	n	O_i
1	T_{11}	T_{12}	T_{13}	.....	T_{1n}	O_1
2	T_{21}	T_{22}	T_{23}	.....	T_{2n}	O_2
3	T_{31}	T_{32}	T_{33}	.....	T_{3n}	O_3
.....
.....
n	T_{n1}	T_{n2}	T_{n3}	.....	T_{nn}	O_n
D_d	D_1	D_2	D_3	.....	D_n	T

Bentuk umum dari matriks asal tujuan adalah :

$$O_i = \sum T_{id} \quad (1)$$

$$D_d = \sum T_{id} \quad (2)$$

$$T = \sum_i O = \sum_d D_d = \sum_i \sum_d T_{id} \quad (3)$$

dengan :

T_{id} = pergerakan dari zona asal I ke zona tujuan d

dengan :

V_{ij} = Volume penumpang dari zona asal I ke zona j, jika $I < j$

e_{ij} = Volume penumpang naik di zona I, dan akan turun di zona j

$\sum V_{ij} =$ V_i volume naik di zona I, jika $j > I$

$\sum V_{ij} =$ V_i volume naik di zona j, jika $j < I$

$$j = m + 1$$

Tabel 2. Bentuk analogy fluida Tsygalnitsky's

Dari	Ke	2	3	4	5	6	Jumlah Naik
1		V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{16}	V_{1j}
	e_{12}		e_{13}	e_{14}	e_{15}	e_{16}	
2			V_{23}	V_{24}	V_{25}	V_{26}	V_{2j}
		e_{23}		e_{24}	e_{25}	e_{26}	
3				V_{34}	V_{35}	V_{36}	V_{3j}
			e_{34}		e_{35}	e_{36}	
4					V_{45}	V_{46}	V_{4j}
				e_{45}		e_{46}	
5							V_{5j}
Jumlah Turun		e_{ij}	e_{ij}	e_{ij}	e_{ij}	e_{ij}	
Ratio		e_{ij}/V_{2n}	e_{ij}/V_{3n}	e_{ij}/V_{4n}	e_{ij}/V_{5n}	e_{ij}/V_{6n}	

dengan m adalah jarak perjalanan minimum yang diukur dari tempat berhenti $m = 1$, jika berhenti untuk turun $e_{ij} = V_{ij} = 0$, yang mana $j - 1 < m$
 $e_{ij} = V_{ij}$, yang mana $j - 1 = m$

Load Factor (LF)

Load factor adalah nilai persentase yang diperoleh dari hasil perbandingan antara jumlah penumpang dalam suatu kendaraan dengan tempat duduk (seat capacity)

$$LF = \frac{JmlPenumpang}{JmlTempatDuduk} \times 100\% \quad (4)$$

Load factor dapat juga dinyatakan sebagai berikut :

1. Dari sudut pandang penumpang :

$$LF_{maks} = \frac{P_{maks}}{C_o} \quad (5)$$

$$C_o = \frac{C_v \times 3600}{h} \quad (6)$$

dengan :

P_{maks} = jumlah penumpang maksimum pada zona pada saat jam sibuk (peak hour)

C_o = jumlah spase penumpang yang melewati suatu titik selama satu jam

C_v = jumlah spase penumpang, meliputi jumlah tempat duduk dan jumlah

tempat berdiri pada sebuah kendaraan
 h = headway atau interval waktu antara dua kendaraan yang berurutan
 load factor

1. Dari sudut pandang pemilik kendaraan

$$LF_{Rata-rata} = \frac{(P_1 \times d_1) + \dots + n(P_n \times d_n)}{\left(\sum_{i=1}^n P_i \times \sum_{i=1}^n d_i \right)} \quad (7)$$

dengan :

P_1 = Jumlah penumpang pada zona 1

d_1 = jarak pada zona 1

$\sum_{i=1}^n P_i$ = Jumlah total penumpang

$\sum_{i=1}^n d_i$ = Jumlah total jarak

Hasil Dan Pembahasan

Rute bus RMB (rute model baru) dari terminal bungurasih – pelabuhan tanjung perak surabaya melalui rute “terminal bungurasih- Jl . A. Yani- Jl Raya wonokromo – Jl. Raya darmo – Jl Urip sumohardjo _ Jl basuki rachmad – Jl tunjungan- Jl Embong malang – jl blauran – Jl bubutan- jl. Indapura – jl rajawali – Jl. Perak barat – Pelbauhan tanjung perak “

Dari rute bus tersebut dibagi menjadi beberapa zona sebagai berikut :

Tabel 3. Zona Rute Bus RMB

Zona	Daerah
1	Terminal Bungurasih
2	Jl. A. Yani – Jl. Raya Wonokromo
3	Jl. Raya Darmo – Jl. Urip Sumohardjo
4	Jl. Basuki Rahmad – Jl. Tunjungan – Jl. Embong Malang – Jl. Blauran – Jl. Bubutan – Jl. Indrapura – Jl. Rajawali
5	Jl. Perak Barat
6	Pelabuhan Perak Barat

Data yang diperoleh dari hasil survei yang dilakukan pada rute bus RMB terminal Bungurasih – Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya diperlihatkan dalam tabel 4. Data yang didapat tersebut diambil dari survei lapangan yang dilakukan pada hari selasa tanggal 9 Oktober 2001. Waktu yang digunakan untuk survei adalah pagi hari yang dimulai pada pukul 07.40 WIB sampai pukul 08.45 WIB.

Berdasarkan data yang ada pada tabel 4 maka dapat dibuat matrik asal tujuan seperti yang diperlihatkan dengan menggunakan metode analogi fluid tsygalnistsky's maka matriks asal tujuan (MAT) seperti yang diperlihatkan dalam tabel 5 dapat

disederhanakan lagi menjadi matrik asal tujuan yang baru seperti yang diperlihatkan dalam tabel 6

Berdasarkan hasil survei occupancy yang dilakukan pada ruas jl. Raya darmo, maka hasil occupancy pada jam sibuk adalah 384 penumpang dengan headway adalah 11 menit. Matrik asal tujuan sampel tersebut adalah $384/54 = 6,74$.

Dari hasil survei occupancy ini, maka didapatkan Matriks asal Tujuan (MAT) pada jam sibuk pagi (morning peak hour) untuk setiap zona seperti yang diperlihatkan dalam tabel 7. Matrik asal tujuan yang diekspansi dengan data occupancy tersebut diperoleh berdasarkan data yang didapat dari hasil survey occupancy seperti yang diperlihatkan dalam tabel 8.

Tabel 4. Survei Naik Turun Penumpang Bus RMB di Surabaya

No	Zona	Jarak (Km)	Penumpang Naik	Penumpang Turun	Total Penumpang
1	Terminal Bungurasih	0,5	47	0	47
2	Jl. A. Yani – Jl. Urip Wonokromo	7,5	20	5	62
3	Jl. Raya Dormo – Jl. Urip Sumohardjo	2,12	0	5	57
4	Jl. Basuki Rahmad – Jl. Tunjungan – Jl. Embong Malang – Jl. Blauran – Jl. Indrapura – Jl. Rajawali	3,9	4	32	29
5	Jl. Perak Barat	3,57	0	16	13
6	Pelabuhan Tanjung Perak	0,7	0	13	0

Sumber : Survei Naik Turun Penumpang Terminal Bungurasih-Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, Selasa/ 9 Oktober 2001, Waktu 07.40-08.45

Tabel 5. Matriks Asal Tujuan (MAT) Bus RMB Terminal Bungurasih – Pelabuhan Tanjung Perak

Tujuan Asal	2	3	4	5	6	Penumpang Naik
1	47	42	38.61	16.94	7.59	47
2		20	18.39	8.06	3.62	20
3			0.00	0.00	0.00	0
4				4	1.79	4
5					0.00	0
Penumpang Turun	47	62	57	29	13	
	5	5	32	16	13	
	5/47	5/62	32/57	16/29	13/13	

Tabel 6. Matrik asal Tujuan (MAT) Metode Analogy Fluida Tsygalnitsky's

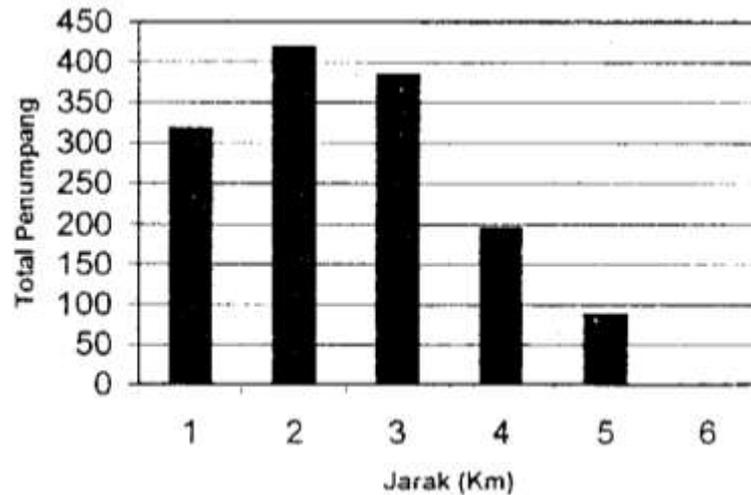
Tujuan Asal	2	3	4	5	6
1	5.00	3.39	21.68	9.34	7.59
2		1.61	10.32	5.45	3.52
3			0.00	0.00	0.00
4				2.21	1.79
5					0.00

Tabel 7. Matrik asal Tujuan (MAT) yang Di ekspansi dengan data Occupancy

Tujuan Asal	2	3	4	5	6
1	33.70	22.83	146.11	62.98	51.17
2		10.87	69.57	29.99	24.37
3			0.00	0.00	0.00
4				14.87	12.09
5					0.00

Tabel 8. Data Penumpang Bus Kota RMB Di Surabaya pada Peak Hour Dari Hasil Survei Occupancy

Zona	Daerah	Jarak (Km)	Total Penumpang
1	Terminal Bungurasih	0.5	317
2	Jl. A. Yani – Jl. Raya Wonokromo	7.5	418
3	Jl. Raya Darmo – Jl. Urip Sumohardjo	2.12	384
4	Jl. Basuki Rachmad – Jl. Tunjungan – Jl. Embong Malang – Jl. Blauran – Jl. Bubutan – Jl. Indrapura – Jl. Rajawali	3.9	195
5	Jl. Perak Barat	3.57	88
6	Pelabuhan Tanjung Perak	0.7	0



Gambar 1. Hubungan Antara Total Penumpang Dengan Jarak

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada bus kota RMB di Surabaya dapat disimpulkan bahwa :

- a. Load factor maksimum (LF Maksimum) adalah 1,3 sedangkan load facto rata-rata (LF rata-rata) adalah 0,907.
- b. Jumlah spase penumpang (Co) yang melewati suatu titik selama satu jam adalah 321 penumpang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abubakar, I, 1996, Menuju Lalulintas dan Angkutan Jalan Yang tertib, direktorat Jenderal Perhubungan darat, jakarta
- Abu bakar, I, 1999, Rekayasa lalu lintas dan pengoperasian lalu lintas di wilayah perkotaan, direktorat jenderal perhubungan darat, jakarta
- Kanafani, A., 1983 Transport Demand Analisis, Mc Graw Hill Book Co, New York
- Radam , I.F., 2000, Biaya Operasi Kendaraan Bus Kota Di Surabaya Sebagai Fungsi Tundaan, *Tesis Program Pascasarjana Teknik Sipil Institut Teknologi Seuluh Nopember Surabaya*, Surabaya