

ANALISIS KEBUTUHAN ANGKUTAN KOTA MANADO (STUDI KASUS: TRAYEK PUSAT KOTA – MALALAYANG DAN TRAYEK PUSAT KOTA – KAROMBASAN)

Diah Anggraeni Damiyanti Masalle

M. J. Paransa, Theo K. Sendow

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

email : dmdiah07@gmail.com

ABSTRAK

Adanya pengemudi (sopir) angkutan kota yang tidak menerapkan trayek dengan teratur, seringkali merugikan masyarakat dengan lamanya menunggu angkutan kota. Untuk mengetahui apakah jumlah angkutan kota yang ada sudah memenuhi terhadap kebutuhan masyarakat, maka perlu dilakukan penelitian.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan dua cara, yaitu Home Interview Survey dan Wawancara Langsung di Terminal. Jumlah Kepala Keluarga yang disurvei untuk Home Interview Survey adalah sebanyak 240 KK atau sebanyak 1027 orang, pada penduduk di delapan zona penelitian. Sedangkan, untuk survey wawancara langsung dilakukan di tiga terminal yaitu terminal Pusat Kota, terminal Malalayang dan terminal Karombasan, pada waktu pagi jam 06.00-10.00 untuk mendapatkan jumlah penumpang dari zona external yang secara regular menuju atau melewati zona internal. Berdasarkan hasil survey Home Interview Survey terdapat 755 orang yang bepergian dan hanya 447 orang yang menggunakan angkutan kota. Dan hasil survey wawancara langsung di terminal menunjukkan total pergerakan yang menggunakan angkutan kota adalah sebesar 40 orang.

Analisis kebutuhan angkutan kota di kota Manado untuk studi kasus trayek Pusat Kota – Malalayang dan trayek Pusat Kota – Karombasan, dilakukan dengan melakukan pemodelan bangkitan, sebaran pergerakan, dan perhitungan pembebanan arus lalu lintas. Persamaan regresi yang dihasilkan adalah $y = 645,8 + 0,435x$, dengan koefisien determinasi (R^2) adalah sebesar 0,828 oleh variabel (y) jumlah yang bepergian dengan menggunakan angkot dan variabel (x) jumlah penduduk. Hasil pemodelan sebaran pergerakan angkutan kota menyatakan bahwa jumlah kebutuhan angkot adalah sebesar 1266 kendaraan pada zona penelitian. Jumlah angkutan kota (aktif) pada tahun 2014 adalah sebesar 1261 kendaraan. Selisih perhitungan berdasarkan model dan kondisi eksisting adalah sebesar 5 kendaraan dari 1261 kendaraan atau sebesar 0,39 % dengan seat faktor 0,78. Pada tahun 2020 kebutuhan angkutan kota meningkat sebesar 2430 kendaraan atau sebesar 1,93 kali lipat dari angkutan kota tahun 2014.

Kata Kunci : Jumlah angkutan kota, penduduk, jumlah orang yang bepergian dengan angkot, seat factor

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk selalu erat hubungannya dengan peningkatan aktivitas perkotaan. Semakin meningkatnya aktivitas, semakin dibutuhkannya juga sarana angkutan. Salah satu angkutan tersebut adalah angkutan umum kota (mikrolet) yang mampu mempermudah penduduk untuk melakukan aktivitas.

Di Kota Manado, kecamatan Malalayang, Sario, Wanea, dan Wenang merupakan kawasan yang sangat penting dan sangat berpengaruh pada pengembangan kegiatan ekonomi

daerahnya. Penggunaan lahan di kecamatan ini tergolong penggunaan lahan campuran yang didomisili oleh lahan pemukiman, kemudian disusul oleh lahan perdagangan, dan lahan pendidikan/ perkantoran.

Sejumlah aktivitas penduduk yang ada di kota Manado bagian Selatan ini, menjadikan tingginya bangkitan pergerakan. Bangkitan pergerakan ini tentunya membutuhkan dukungan sistem angkutan kota yang handal, cepat, dan efisien. Namun hingga pada saat ini pelayanan angkutan kota yang ada di Kota Manado masih belum menunjukkan adanya pelayanan yang baik sesuai permintaan pergerakan.

Pelayanan angkutan kota ini, pada umumnya beroperasi dengan izin trayek yang telah ditetapkan oleh pemerintah daerah namun tidak diterapkan oleh pengemudi angkutan kota (mikrolet).

Adanya pengemudi (sopir) angkutan kota yang tidak menerapkan trayek dengan teratur, menyebabkan turunnya kualitas pelayanan angkutan kota, yang seringkali merugikan masyarakat dengan lamanya menunggu angkutan kota. Hal ini akan berdampak kepada penggunaannya dalam bentuk mutu pelayanan angkutan kota yang tidak optimal. Alasan inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian apakah jumlah angkutan kota (mikrolet) yang ada, sudah memenuhi terhadap kebutuhan masyarakat.

Pembatasan Masalah

Trayek yang berlaku di kota Manado adalah sebanyak 12 trayek yang beroperasi dan aktif di 11 kecamatan. Karena terlalu banyaknya trayek tersebut, maka peneliti membatasi permasalahan dengan meninjau trayek Pusat Kota – Malalayang, trayek Pusat Kota – Karombasan, dan trayek Malalayang – Karombasan, yang melayani wilayah kecamatan Malalayang, Sario, Wanea, dan Wenang yang merupakan wilayah pusat kegiatan penduduk di kota Manado.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

- a. Menghitung jumlah pergerakan orang yang bepergian dengan menggunakan angkutan kota.
- b. Mendapatkan model hubungan antara jumlah penduduk dengan jumlah yang menggunakan angkutan kota (mikrolet) di kota Manado.
- c. Membandingkan jumlah kebutuhan angkutan kota pada masa sekarang (tahun 2014) dengan jumlah armada angkutan kota (mikrolet) yang ada
- d. Meramal jumlah kebutuhan angkutan kota masa akan datang (tahun 2020).
- e. Menghitung besarnya kontribusi kendaraan angkutan kota pada arus lalulintas pada masa sekarang (tahun 2014)

Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, diantaranya :

- a. Mengetahui berapa jumlah kebutuhan angkutan kota (mikrolet), Trayek Pusat Kota - Terminal Malalayang dan Trayek Pusat Kota – Terminal Karombasan, yang

melayani kecamatan Malalayang, Sario, Wanea, dan Wenang.

- b. Mengetahui hubungan arus lalu lintas dengan jumlah angkutan kota pada jaringan jalan.
- c. Dapat memberikan masukan bagi pemerintah Kota Manado, terutama dinas/ instansi terkait sebagai informasi tambahan dalam merencanakan dan mengatur pertumbuhan kebutuhan angkutan kota, serta arah arus lalu lintas pada jaringan jalan.

LANDASAN TEORI

Bangkitan perjalanan (*Trip Generation*)

Bangkitan Perjalanan (*Trip Generation*) adalah tahapan pemodelan yang memperkirakan jumlah pergerakan yang berasal dari suatu zona dan jumlah pergerakan yang tertarik ke suatu zona. Bangkitan perjalanan dapat dibagi menjadi dua, yaitu :

- o Perjalanan yang meninggalkan lokasi (*Trip Production*)
- o Perjalanan yang menuju ke lokasi (*Trip Attraction*)

Distribusi Perjalanan (*Trip Distribution*)

Distribusi perjalanan (*Trip Distribution*) adalah proses menghitung perjalanan yang terjadi antara zona dan semua zona lainnya dalam daerah penelitian. Bentuk pola distribusi dituangkan dalam Matriks Asal Tujuan (MAT) seperti pada Tabel 1. dibawah ini.

Tabel 1. Pola Matriks Asal Tujuan (MAT)

Tujuan \ Asal	1	2	3	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
.....	T _{n1}	T _{n2}	T _{n3}	T _{nn}	O _n
D _d	D ₁	D ₂	D ₃	D _n	T

Baris dalam MAT menyatakan zona asal dan kolom dalam MAT menyatakan zona tujuan, sehingga setiap sel dalam MAT menyatakan besarnya arus pergerakan yang bergerak dari zona asal *i* menuju ke zona tujuan *d* selama selang waktu tertentu sebagaimana terlihat pada Tabel 1 diatas. Jika matriks dibebankan ke jaringan jalan, dihasilkan pola arus lalu lintas.

Model dan Perannya

Model dapat didefinisikan sebagai bentuk penyederhanaan suatu realita (atau dunia yang sebenarnya); termasuk diantaranya adalah :

1. Model fisik (model arsitek, model teknik sipil, wayang goleh dan lain - lain)
2. Peta dan diagram (grafis)
3. Model statistika dan matematika (persamaan) yang menerangkan beberapa aspek fisik, social ekonomi, dan model transportasi.

Semua model tersebut merupakan cerminan dan penyederhanaan reality untuk tujuan tertentu, seperti memberikan penjelasan, pengertian, serta peramalan.

Model ini sangat diperlukan khususnya dalam bidang transportasi, karena kita perlu mengilustrasikan terjadinya pergerakan (arah dan besarnya) yang terjadi secara spasial (ruang). Model matematis menggunakan persamaan dan fungsi matematika sebagai media dalam usaha mencerminkan realita.

Jenis-jenis Model Gravity

Ada empat jenis model gravity, yaitu :

1. Tanpa Batasan (UCGR)
2. Dengan Batasan Bangkitan (PCGR)
3. Dengan Batasan Tarikan (ACGR)
4. Dengan Batasan Bangkitan Tarikan (PCGR)

Model PCGR dan ACGR sering disebut dengan model satu batasan (SCGR) sedangkan model PACGR disebut model dengan dua batasan (DCGR). Semua batasan ini tertuang seperti dalam persamaan :

$$T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id})$$

$$B_d = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (A_i \cdot O_i \cdot f_{id})} \text{ untuk semua } d$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (A_i \cdot O_i \cdot f_{id})} \text{ untuk semua } i$$

Persamaan model Gravity diatas merupakan persamaan yang sering digunakan. Penjelasan diatas menunjukkan bahwa model tersebut dapat diturunkan secara heuristik dengan mengikuti analogi hukum gravitasi Newton.

Model dengan Batasan Bangkitan (PCGR)

Sebaran pergerakan dengan gravity model dalam penelitian ini, yaitu menggunakan model *Production Constrained Gravity Model*, PCGR. Total pergerakan global hasil bangkitan pergerakan harus sama dengan total pergerakan yang dihasilkan dengan pemodelan. Begitu juga,

bangkitan pergerakan yang dihasilkan model harus sama dengan hasil bangkitan pergerakan yang diinginkan. Akan tetapi, tarikan pergerakan tidak perlu sama. Untuk jenis ini, model yang digunakan persis sama dengan persamaan $T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id})$, tetapi dengan syarat batas yang berbeda, yaitu :

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id}))} \tag{1}$$

$$B_d = 1 \tag{2}$$

Pada model PCGR, konstanta A_i dihitung sesuai dengan persamaan seperti diatas untuk setiap zona tujuan i .

dimana,

- A_i = Faktor penyeimbang zona asal i
- B_d = Faktor penyeimbang zona tujuan d
- O_i = Total pergerakan (tarikan) pada masa mendatang dari zona asal i , angka O_i ini dihitung dari tahap Trip Generation (Tahap Bangkitan-Tarikan)
- D_d = Total pergerakan(tarikan) pada masa mendatang ke zona tujuan d , angka D_d ini dihitung dari tahap Trip Generation (Tahap Bangkitan-Tarikan) dengan menggunakan analisis korelasi atau analisis kategori.
- $f(C_{id})$ = Pembatasan pergerakan sebagai ukuran aksesibilitas antar zona i dan zona d .

Secara umum, bangkitan pergerakan berbasis rumah lebih dapat diyakini kebenarannya bila dibandingkan dengan tarikan pergerakan. Oleh karena itu, dalam kebanyakan kajian, pergerakan berbasis rumah biasanya menggunakan model PCGR atau model DCGR.

Model Analisis Regresi

Analisis regresi-linear adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antarsifat permasalahan yang sedang diselidiki. Model analisis regresi-linear dapat memodelkan hubungan antara dua peubah atau lebih. Model analisis regresi linear terbagi atas dua, yaitu :

1. Model analisis regresi berganda
Persamaan 3. dibawah memperlihatkan bentuk umum persamaan hasil analisa regresi berganda, yaitu :

$$y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n \tag{3}$$

2. Model analisis regresi sederhana
 Persamaan 4 memperlihatkan bentuk umum metode analisis linear sederhana yang dapat dilihat seperti dibawah ini.

$$y = a + bx \tag{4}$$

Model Analisis Regresi Sederhana

Pada penelitian ini, digunakan model analisis regresi sederhana. Dalam kasus yang paling sederhana, hubungan secara umum dapat dinyatakan seperti dalam persamaan 4 diatas, yaitu :

$$y = a + bx$$

Jika persamaan 4 akan digunakan untuk memperkirakan bangkitan pergerakan berbasis zona, semua peubah diidentifikasi dengan *i*; jika persamaan 4 akan digunakan untuk tarikan pergerakan berbasis zona, diidentifikasi dengan tarikan *d*. Nilai parameter *a* dan *b* bisa didapatkan dari persamaan 6 dan 7 berikut. Nilai konstanta regresi *a* dan koefisien regresi *b*, dibutuhkan data *x* kemudian dimasukkan dalam persamaan matriks berikut ini :

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum x_1 \\ \sum x_1 & \sum x_1^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum y \\ \sum x_1 y \end{bmatrix} \tag{5}$$

Dimana :

$$b = \frac{N \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{N \sum x^2 - (\sum x)^2} \tag{6}$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{N} \tag{7}$$

Keterangan :

y = peubah tidak bebas

x = peubah bebas

a = konstanta regresi

b = koefisien regresi

Analisa Korelasi

Koefisien korelasi ini digunakan untuk mengetahui kuatnya hubungan antara variabel bebas dengan variabel tidak bebas, yang dapat diukur dengan koefisien korelasi. Koefisien ini bervariasi dari -1 (-1 < r < +1). Koefisien korelasi 0 (nol) berarti tidak ada korelasi, dan koefisien korelasi +1 menunjukkan adanya korelasi sempurna (*perfect competition*). Bila koefisien korelasi lebih besar dari nol, maka kedua variabel itu mempunyai korelasi positif. Sebaliknya bila koefisien korelasi lebih kecil dari nol, maka kedua variabel itu mempunyai korelasi

negatif. Persamaan korelasi dapat ditulis seperti dibawah ini.

$$r = \frac{N \sum_{i=1}^N (xy) - \sum_{i=1}^N (x) \cdot \sum_{i=1}^N (y)}{\sqrt{[N \sum_{i=1}^N (x)^2 - (\sum_{i=1}^N (x))^2][N \sum_{i=1}^N (y)^2 - (\sum_{i=1}^N (y))^2]}}$$

Sebaran Pergerakan Dengan Gravity Model

Sebaran pergerakan dengan model ini harus selalu sama dengan yang dihasilkan oleh tahap pergerakan. Model yang digunakan adalah:

$$T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d \cdot f(C_{id}) \tag{9}$$

Dengan syarat batas:

$$B_d = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (A_i \cdot O_i \cdot f(C_{id}))} \tag{10}$$

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (A_i \cdot O_i \cdot f(C_{id}))} \tag{11}$$

Fungsi Hambatan

Hal yang terpenting untuk diketahui adalah *f_{id}* dianggap sebagai ukuran aksesibilitas (kemudahan) antar zona *i* dengan zona *d*. Hyman (1969) menyarankan tiga fungsi hambatan yang dapat digunakan dalam model gravity, yaitu :

- $f(C_{id}) = C_{id}^{-\alpha}$ fungsi Pangkat
- $f(C_{id}) = e^{-\beta C_{id}}$ fungsi Eksponensial
- $f(C_{id}) = C_{id} \cdot e^{-\beta C_{id}}$ fungsi Tanner

Bentuk umum jarak, waktu, dan biaya tersebut sebagai fungsi hambatan atau hambatan transportasi.

Pada perhitungan penelitian ini fungsi hambatan yang dipakai adalah *fungsi eksponensial negatif* dengan bentuk persamaan:

$$f(C_{id}) = e^{-\beta C_{id}} \tag{12}$$

dimana,

f(C_{id}) merupakan pembatasan pergerakan sebagai ukuran aksesibilitas antar zona *i* dan zona *d*.

C_{id} adalah biaya umum dan diambil sebagai jarak dari titik pusat ke pusat kegiatan.

Matriks Cid

Pada matriks *Cid*, nilai *Cid* diambil adalah besarnya jarak antar pusat kegiatan. Data jarak antar pusat kegiatan diperoleh dengan mengukur jarak dari jalan yang dilalui antar zona pada peta.

Nilai β

Nilai parameter *β* merupakan suatu parameter hambatan transportasi yang terkait dengan

effisiensi sistem transportasi antara dua/lebih zona. Nilai β menggambarkan biaya (jarak antar zona) rata-rata perjalanan di daerah penelitian. Yang dikenal dengan proses kalibrasi model. Nilai β dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d \cdot \exp(-\beta C_{id}) \quad (13)$$

Persamaan ini dapat disederhanakan dengan cara:

$$\exp(-\beta C_{id}) = \frac{T_{id}}{A_i \cdot B_d \cdot O_i \cdot D_d}$$

$$\log_e T_{id} = \log_e (O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d) - \beta C_{id}$$

Dengan mengetahui informasi $[T_{id}]$ dan $[C_{id}]$, maka dengan menggunakan analisis regresi linear, parameter A dan B, dapat dihitung dan menghasilkan nilai $B = -\beta$ dan $A = \log_e (O_i \cdot A_i \cdot B_d \cdot D_d)$, dimana :

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N xy - \sum_{i=1}^N x \cdot \sum_{i=1}^N y}{N \sum_{i=1}^N x^2 - [\sum_{i=1}^N x]^2} \quad (14)$$

Dimana :

N = jumlah titik pusat zona kegiatan
 $x = C_{id}$, jarak pusat kegiatan tiap zona
 $y = \log_e T_{id}$, sebaran pergerakan

Pembebanan Arus Lalu Lintas

Pembebanan arus lalu lintas adalah suatu proses dimana permintaan perjalanan (yang didapat dari tahap distribusi) dibebankan ke jaringan jalan. Untuk mengetahui pembebanan yang terbaik, arus lalu lintas hasil pada pemodelan dibandingkan dengan arus lalu lintas hasil langsung dilapangan.

METODOLOGI PENELITIAN

Desain Penelitian

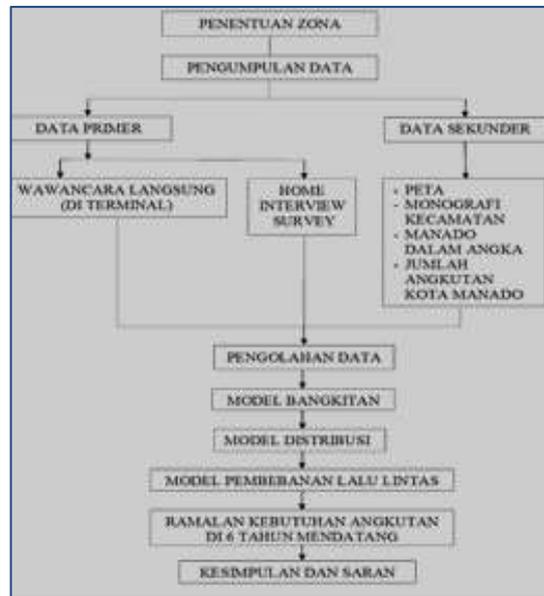
Secara garis besar metode penelitian yang akan dilaksanakan seperti diagram alir pada Gambar 1.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Trayek Pusat Kota–Malalayang, Trayek Pusat Kota–Karombasan dan Trayek Malalayang-Karombasan

Trayek kendaraan angkutan kota di kota Manado bagian Selatan adalah trayek yang dilayani oleh Terminal Malalayang dan Terminal Karombasan. Berdasarkan data yang diperoleh

dari Dinas Perhubungan (Tahun 2014), ada delapan kode trayek yang dilayani Terminal Malalayang dan Terminal Karombasan menuju Terminal Pusat Kota. Kode Trayek, Jumlah kendaraan angkot (mikrolet) yang terdaftar dan beroperasi aktif dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tabel 2. Kode Trayek dan Jumlah Angkutan Kota (Mikrolet) Tahun 2014

No. Kode Trayek	Asal	Tujuan	Jenis Kendaraan	Kapasitas Kendaraan	Operasi (orang/hari)	Operasi (orang/bulan)
M01	Pst. Kota	T. Malalayang	Mikrolet	9 orang	288	192
M02	Pst. Kota	T. Malalayang	Mikrolet	9 orang	432	288
M03	T. Malalayang	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	450	288
K 09	Pst. Kota	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	342	225
K 10	Pst. Kota	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	61	6
K 11	Pst. Kota	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	198	62
K 12	Pst. Kota	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	84	21
K 16	Pst. Kota	T. Karombasan	Mikrolet	9 orang	207	121
Jumlah					2070	1700

Dengan data jumlah angkutan kota (mikrolet) di kota Manado, maka dapat diperkirakan jumlah orang/penumpang yang menggunakan angkutan kota. Dalam perhitungan ini diambil berdasarkan wawancara langsung dengan pengemudi kendaraan angkutan kota (mikrolet)

$$\begin{aligned} \text{jumlah kursi penumpang} &= 9 \text{ kursi} \\ \text{seat faktor} &= 0.78 \\ \text{jumlah trip per hari} &= 10 \text{ trip} \end{aligned}$$

Dapat dilihat hasil seperti Tabel 3. dibawah ini :

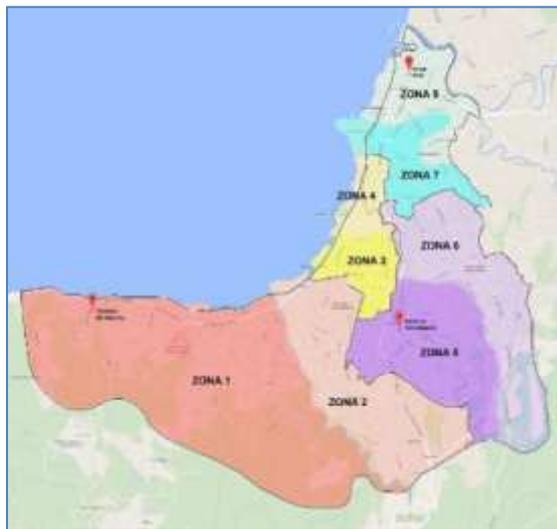
Tabel 3. Jumlah Orang yang Menggunakan Angkutan Kota

Trayek		Orang yang Menggunakan Angkutan Kota			
Asal	Tujuan				
Pst. Kota	T. Malalayang	536 x 0.78	x 9	x 10	= 37520
Pst. Kota	T. Karombasan	445 x 0.78	x 9	x 10	= 31150
T. Malalayang	T. Karombasan	280 x 0.78	x 9	x 10	= 19600
Jumlah					88270

Sehingga diperoleh data sebesar **88270 orang-trip hari** yang bergerak menggunakan angkutan kota di kota Manado (tahun 2014).

Pembagian Zona

Pembagian zona dilakukan berdasarkan batas wilayah administrasi kelurahan, batas-batas alam, dan fungsi tata guna lahannya. Dalam daerah studi terdapat 8 (delapan) zona dan ada 3 (tiga) zona diluar daerah studi (zona external), sebagai zona yang mempengaruhi zona internal. Peta pembagian zona disajikan dalam Gambar 2



Gambar 2. Pembagian Zona Kota Manado

Perubahan Rute

Dengan berkembang pesatnya kota Manado, maka pemerintah melakukan perubahan rute perjalanan, khususnya pada trayek angkutan kota. Sehingga terdapat rute lama dan rute baru (Tribun Manado, 1 Februari 2016) diberlakukannya *one way traffic*.

Rute lama dan rute baru angkutan kota (mikrolet) di kota Manado, dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dibawah ini.



Gambar 3. Rute Lama Trayek Angkutan Kota di kota Manado



Gambar 4. Rute Baru Trayek Angkutan Kota di kota Manado

Pada rute lama, trayek angkutan kota yang diteliti untuk Jl. Piere Tandaen, Jl. Sam Ratulangi, dan Jl. A. Yani merupakan jalan dengan jalur dua arah. Dengan adanya kebijakan pemerintah, maka pada rute baru, jalan tersebut berubah menjadi jalan dengan 1 satu arah (*one way traffic*).

Presentasi Data

Hasil data survey terbagi atas 2 (dua) bagian. Pertama data survey yang dihasilkan dari *Home Interview Survey* untuk zona internal; dan kedua data survey yang dihasilkan dari wawancara langsung di terminal untuk zona external.

Home Interview Survey

Home Interview Survey dilakukan pada 30 Kepala Keluarga di tiap-tiap zona penelitian. Berdasarkan data survey yang dihasilkan, maka dapat diketahui jumlah pergerakan dengan menggunakan angkutan kota. Hasil tersebut disajikan dalam bentuk Matriks Asal Tujuan seperti yang disajikan pada Tabel 4. Pergerakan ini disebut sebagai *trip* (pergi dan pulang).

Tabel 4. Matriks Asal Tujuan Pergerakan Orang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	Oi
1	11	14	2	7	2	5	6	5	52
2	4	26	4	7	9	5	1	2	58
3	16	24	12	8	5	4	5	1	75
4	10	12	7	16	4	3	3	7	62
5	1	10	4	7	15	8	3	8	56
6	6	9	3	1	5	19	6	9	58
7	2	3	1	2	4	12	7	19	50
8	2	7	1	3	1	2	2	18	36
Dd	52	105	34	51	45	58	33	69	447

Data survey pada Tabel 4. diatas, dibuatkan hubungan antara jumlah penduduk, jumlah KK, jumlah bepergian, jumlah yang menggunakan angkutan kota pada zona penelitian seperti yang disajikan pada Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Jumlah Penduduk, Jumlah Bepergian, dan yang Menggunakan Angkutan Kota (Mikrolet) Hasil Survey

Zona	Jumlah pegulasi sampel	Jumlah sampel KK	Jumlah yang bepergian	Jumlah yang menggunakan angkutan kota
1	129	30	115	52
2	135	30	93	58
3	131	30	96	75
4	123	30	89	62
5	128	30	95	56
6	131	30	92	58
7	120	30	81	50
8	130	30	94	36
Jumlah	1027		755	447

Maka dapat disimpulkan bahwa jumlah responden/penduduk yang disurvei sebanyak 1027 orang. Dengan total bepergian 755 orang dan jumlah yang menggunakan angkutan kota sebanyak 447 orang.

Untuk menentukan model bangkitan perjalanan (*trip generation*) dengan menggunakan persamaan regresi linear Persamaan model bangkitan pergerakan ini akan digunakan untuk menghitung total orang yang bergerak atau bepergian keluar dari tiap-tiap zona.

Tabel 6. Persamaan Bangkitan Pergerakan di tiap Zona

Zona	$y = a + bx$	r	r ²
1	$y = -0.7985 + 0.7058 (x)$	0.8102	0.6565
2	$y = -0.7273 + 0.5273 (x)$	0.6394	0.4088
3	$y = -0.1709 + 0.7720 (x)$	0.8257	0.6818
4	$y = -0.1155 + 0.7518 (x)$	0.7020	0.4928
5	$y = -0.6951 + 0.5793 (x)$	0.5510	0.3036
6	$y = -1.0197 + 0.4688 (x)$	0.5831	0.3400
7	$y = -1.4692 + 0.3077 (x)$	0.4699	0.2208
8	$y = -0.3329 + 0.4892 (x)$	0.7606	0.5785

Wawancara Langsung di Terminal

Selain data *Home Interview Survey*, terdapat juga data *wawancara langsung* di terminal. Yang berfungsi untuk mengetahui besarnya pengaruh yang terjadi dari luar zona penelitian, yaitu pada zona 9 sampai dengan zona 11, dimana :

- o Zona 9 adalah penduduk yang berasal dari Terminal Malalayang, Manado bagian Selatan
- o Zona 10 adalah penduduk yang berasal dari Terminal Karombasan, Manado bagian Tenggara
- o Zona 11 adalah penduduk yang berasal dari Pusat Kota (Pasar 45), Manado bagian Utara

Data hasil wawancara langsung di terminal adalah berupa jumlah orang yang menggunakan angkutan kota dari zona asal (zona 9, 10, dan 11) menuju ke zona penelitian. Dapat dilihat pada Tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Hasil Survey Matriks Asal Tujuan yang Menggunakan Angkutan Kota (Mikrolet) Zona External

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Oi
9	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	3	12
10	2	1	1	1	0	2	1	2	1	0	2	13
11	3	2	1	1	1	2	2	0	1	2	0	13
Dd	5	4	3	3	2	5	4	3	2	4	5	40

Hasil *Wawancara Langsung di Terminal*, menunjukkan total pergerakan yang menggunakan angkutan kota adalah sebesar 40 orang.

Dengan demikian matriks pergerakan orang pada Tabel 4., matriks 8 x 8, akan terkoreksi menjadi matriks 11 x 11 dan dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini:

Tabel 8. Matriks Asal Tujuan Pergerakan Orang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Oi
1	11	14	2	7	2	5	6	5	0	0	0	52
2	4	26	4	7	9	5	1	2	0	0	0	38
3	16	24	12	8	5	4	3	1	0	0	0	73
4	10	12	7	16	4	3	3	7	0	0	0	62
5	1	10	4	7	15	8	3	8	0	0	0	36
6	6	9	3	1	5	19	6	9	0	0	0	38
7	2	3	1	2	4	12	7	19	0	0	0	30
8	2	7	1	3	1	2	2	11	0	0	0	36
9	0	1	1	1	1	1	1	1	0	2	3	12
10	2	1	1	1	0	2	1	2	1	0	2	15
11	3	2	1	1	1	2	2	0	1	2	0	15
Dd	57	109	37	34	47	69	37	72	2	4	5	487

Hasil survey, *Home Interview Survey* dan *wawancara langsung di Terminal* menunjukkan bahwa pergerakan orang yang menggunakan angkutan kota adalah sebesar 487 orang.

Bangkitan dan Tarikan Pergerakan Perjalanan di Kota Manado

Bangkitan dan tarikan pergerakan (Oi dan Dd), dianalisa dengan menggunakan model gravity type PCGR. Perhitungan hubungan antara jumlah penduduk dengan jumlah yang menggunakan angkutan kota (Oi), dibuat dalam bentuk tabel seperti yang terlihat pada Tabel 9 dibawah :

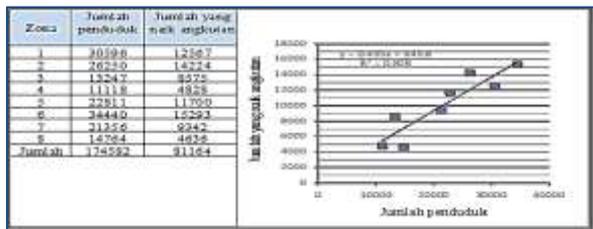
Tabel 9. Jumlah Penduduk, Jumlah yang Bepergian, dan Jumlah yang Menggunakan Angkutan Kota

no	Jumlah penduduk (P)	Jumlah KK (Q)	Kata-kata Anggota per KK (R)	Kata-kata bepergian per KK (S)	Jumlah Bepergian (T) = (P)(R)	Persentase (%) (U) = (T)(Q)	Jumlah yang naik angkutan kota (V) = (T)(U)
1	30596	7784	3.9	3.6	27733	41.22	12567
2	26250	7357	3.6	3.1	22987	47.57	14024
3	13247	3498	3.9	3.2	10976	78.13	8573
4	11118	2334	4.8	3.0	6930	69.66	4821
5	27811	6261	3.6	3.2	19849	58.85	11700
6	34440	7920	4.4	3.1	24257	43.04	15293
7	21356	5603	3.8	2.7	15334	61.73	9342
8	34784	3883	3.8	3.1	12604	35.30	4898
Jumlah	174582	46533	4.0	3.1	138930		81164

Pada zona penelitian, terdapat jumlah penduduk sebesar 174582 orang (Tahun 2014)

dengan jumlah Kepala Keluarga sebesar 44533 orang. Jumlah bepegian adalah sebanyak 139850 orang, dengan jumlah yang menggunakan angkutan kota sebanyak 81164 orang.

Untuk memperoleh total perjalanan (y) untuk semua zona penelitian, maka diadakan pemodelan dari jumlah penduduk tiap zona dengan jumlah yang menggunakan angkutan kota (Oi), maka diperoleh Grafik 1. dibawah ini :



Grafik 1. Hubungan Jumlah Penduduk Tiap Zona dengan Jumlah yang Menggunakan Angkutan Kota

Sehingga diperoleh persamaan y untuk mewakili semua zona penelitian, sebagai berikut:

$$y = 645,8 + 0,435x \quad (15)$$

$$r^2 = 0,828$$

Perhitungan Bangkitan Pergerakan pada Zona Internal

Dengan menggunakan model bangkitan pergerakan (persamaan 15). Hasil sebaran pergerakan dapat dilihat dari Tabel 10. untuk 8 zona penelitian

Tabel 10. Matriks Asal Tujuan yang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	Oi
1	2952	3757	537	1879	537	1342	1610	1342	13955
2	832	5408	832	1456	1872	1040	208	416	12065
3	1367	2051	1025	684	427	342	427	85	6408
4	884	1061	619	1415	354	265	265	619	5482
5	189	1887	755	1321	2831	1510	566	1510	10569
6	1617	2425	808	269	1347	5119	1617	2425	15627
7	397	596	199	397	795	2385	1391	3776	9936
8	393	1374	196	589	196	393	393	3534	7068
Dd	8631	18560	4971	8010	8359	12395	6477	13707	81110

Tabel 10. diatas menunjukkan bahwa sebaran pergerakan T_{id} pada zona penelitian adalah sebesar 81110 orang.

Perhitungan Pergerakan (Tid) pada Zona External

Perhitungan T_{id} pada setiap zona external, diperoleh dari proporsi hasil survey pergerakan yang menggunakan angkutan kota yang dilakukan wawancara di terminal, maka diperoleh sebaran pergerakan perjalanan dengan

menggunakan angkutan kota, dapat dilihat dari Tabel 11. dibawah ini :

Tabel 11. Matriks Asal Tujuan Zona External yang Menggunakan Angkutan Kota pada Daerah Penelitian

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Oi
9	0	177	146	157	186	214	196	199	0	364	546	2183
10	332	177	146	157	0	427	196	397	183	0	367	2383
11	498	354	146	157	186	427	393	0	380	360	0	2701
Dd	830	707	439	471	372	1099	785	596	363	736	920	7268

Sehingga sebaran pergerakan yang menggunakan angkutan kota, yang berada di zona internal dan zona external , disajikan pada tabel 12. dibawah ini.

Tabel 12. Hasil Matriks Asal dan Tujuan yang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Oi
1	2952	3757	537	1879	537	1342	1610	1342	0	0	0	13955
2	832	5408	832	1456	1872	1040	208	416	0	0	0	12065
3	1367	2051	1025	684	427	342	427	85	0	0	0	6408
4	884	1061	619	1415	354	265	265	619	0	0	0	5482
5	189	1887	755	1321	2831	1510	566	1510	0	0	0	10569
6	1617	2425	808	269	1347	5119	1617	2425	0	0	0	15627
7	397	596	199	397	795	2385	1391	3776	0	0	0	9936
8	393	1374	196	589	196	393	393	3534	0	0	0	7068
9	0	177	146	157	186	214	196	199	0	364	546	2183
10	332	177	146	157	0	427	196	397	183	0	367	2383
11	498	354	146	157	186	427	393	0	380	360	0	2701
Dd	8461	18257	5400	8481	8700	12454	7252	14925	354	727	909	83878

Pemodelan Sebaran Pergerakan

Pergerakan antar zona, T_{id} , dianalisa dengan menggunakan model sebaran pergerakan tipe gravity, *PCGR, Production Constrained Gravity Model*. Tujuannya yaitu untuk mengetahui sebaran pergerakan penduduk setiap zona di Kota Manado.

Matriks Cid

Pada matriks Cid, nilai Cid diambil adalah besarnya jarak antar pusat kegiatan. Data jarak antar pusat kegiatan diperoleh dengan mengukur jarak dari jalan yang dilalui antar zona pada peta Kota Manado.

Nilai β

Nilai parameter β merupakan suatu parameter hambatan transportasi yang terkait dengan efisiensi sistem transportasi antara dua/lebih zona. Nilai β menggambarkan biaya (jarak antar zona) rata-rata perjalanan di daerah penelitian.

Dengan menggunakan rumus,

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N xy - \sum_{i=1}^N(x) \cdot \sum_{i=1}^N(y)}{N \sum_{i=1}^N(x^2) - [\sum_{i=1}^N(x)]^2}$$

$$B = - \beta$$

Nilai β pada analisis perhitungan hasil suvey ini, diperoleh $\beta = 0,00013089$

Matriks f(C_{id})

Fungsi hambatan, f(C_{id}), sebagai ukuran aksesibilitas antar zona *i* dan zona *d*, dihitung dengan menggunakan persamaan $f(C_{id}) = e^{-\beta C_{id}}$

Perhitungan Faktor Penyeimbang (A_i)

Perhitungan faktor penyeimbang dilakukan dengan cara konstanta A_i dihitung sesuai dengan persamaan 16 dibawah ini, untuk setiap zona tujuan *i*.

$$A_i = \frac{1}{\sum_{d=1}^N (D_d \cdot f(C_{id}))} \quad (16)$$

Sehingga nilai D_d dan O_i seperti pada Tabel 12, ditulis kembali pada tabel 13 dibawah ini.

Tabel 13. Bangkitan dan Tarikan (O_i dan D_d) yang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	O _i
1												12655
2												12655
3												8428
4												8428
5												10559
6												12659
7												8428
8												7058
9												2185
10												10559
11												2704
D _d	9481	19387	5430	8481	8790	19408	7251	14262	284	727	809	88878

Nilai A_i pada tiap-tiap zona diperoleh dengan sel MAT. Yang selanjutnya dapat digunakan untuk menghitung sebaran pergerakan (T_{id}).

Perhitungan Sebaran Pergerakan (T_{id})

Sebaran pergerakan (T_{id}) yang menggunakan angkutan kota, dapat dihitung dengan cara memasukkan persamaan 16 ($T_{id} = O_i \cdot A_i \cdot D_d \cdot f(C_{id})$), sehingga menghasilkan sebaran pergerakan pada Tabel 14. berikut :

Tabel 14. Sebaran Pergerakan Orang yang Menggunakan Angkutan Kota

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	T _{id}	
1	394	259	77	181	242	279	120	279	11	108	261	1884	1.80000000
2	149	111	33	124	168	198	84	191	7	71	174	1240	1.80000000
3	104	69	21	88	119	142	58	139	5	51	128	928	1.80000000
4	100	64	19	87	118	141	57	138	5	50	127	927	1.80000000
5	120	77	23	103	140	164	70	164	6	60	150	1090	1.80000000
6	180	117	35	154	211	243	102	243	15	141	347	2400	1.80000000
7	104	69	21	88	119	142	58	139	5	51	128	928	1.80000000
8	100	64	19	87	118	141	57	138	5	50	127	927	1.80000000
9	44	29	9	37	51	61	25	61	2	19	47	338	1.80000000
10	100	64	19	87	118	141	57	138	5	50	127	927	1.80000000
11	100	64	19	87	118	141	57	138	5	50	127	927	1.80000000
D _d	9481	19387	5430	8481	8790	19408	7251	14262	284	727	809	88878	1.80000000

Dengan mengetahui sebaran pergerakan (T_{id}) yang menggunakan angkutan kota, kita dapat mengetahui jumlah kebutuhan angkutan kota (mikrolet). Yang kemudian dapat dibebankan pada arus lalu lintas. Tabel 15. dibawah merupakan jumlah angkutan kota :

Tabel 15. Sebaran Pergerakan Angkutan Kota (trip)

Zona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	O _i
1	46	292	112	358	515	582	238	559	2	118	294	2888
2	149	111	33	115	164	191	78	191	6	70	175	1728
3	100	69	20	82	112	133	54	133	4	47	114	928
4	100	64	19	81	111	132	53	132	4	46	113	927
5	120	77	24	101	141	165	69	165	5	51	129	1090
6	180	117	36	155	212	244	103	244	16	142	348	2400
7	104	69	21	89	120	143	59	143	5	52	129	928
8	100	64	19	88	119	142	58	142	5	51	128	927
9	44	29	10	38	52	62	26	62	3	20	48	338
10	100	64	19	87	118	141	57	137	5	49	126	927
11	100	64	19	87	118	141	57	137	5	49	126	927
D _d	9481	19387	5430	8481	8790	19408	7251	14262	284	727	809	88878

Maka dapat disimpulkan bahwa jumlah sebaran pergerakan angkutan kota adalah sebesar 12659 trip-hari.

Validasi Model Sebaran Pergerakan

Hasil perhitungan model sebaran pergerakan angkutan kota yang ditampilkan pada Tabel 15. menyatakan bahwa jumlah trip angkutan kota selama satu hari pada daerah penelitian adalah sebesar 12659 trip. Sesuai wawancara langsung dengan pengemudi angkot langsung di lapangan diperoleh data rata-rata trip per hari adalah sebesar 10 trip. Dengan data ini dapat dihitung jumlah angkutan kota yang beroperasi pada saat sekarang yaitu sebesar $12659/10 = 1266$ kendaraan.

Dengan membandingkan hasil model dan data jumlah kendaraan angkot pada saat penelitian ini, yaitu sebesar 1261 kendaraan (Tabel 4.1), maka terdapat selisih perhitungan sebesar 5 kendaraan atau sebesar 0,39 % lebih besar dan model dapat dianggap valid untuk digunakan pada proses perhitungan jumlah kebutuhan angkutan kota pada masa mendatang dan pada proses perhitungan Pembebanan Arus Lalulintas.

Perhitungan Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota berdasarkan Trayek yang dilayani

Hasil perhitungan model sebaran pergerakan angkutan kota menyatakan bahwa jumlah angkutan kota yang beroperasi pada saat sekarang (2014) yaitu sebesar $12659/10 = 1266$ kendaraan. Jumlah kebutuhan angkot (mikrolet) tersebut dibagi ke dalam tiap-tiap zona trayek yang dapat dilihat dari Tabel 4.26 dibawah ini :

Tabel 16. Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota pada

Trayek		Orang yang Menggunakan Angkutan Kota	Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota
Asal	Tujuan		
Pst. Kota	T. Malalayang	34500	538
Pst. Kota	T. Karombasan	28642	447
T. Malalayang	T. Karombasan	18022	281
Jumlah		81164	1266

Maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2014 jumlah orang yang menggunakan angkutan kota adalah sebesar 81164 orang dan jumlah

kebutuhan angkutan kota sebesar 1266 kendaraan.

Perhitungan Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota pada Masa Mendatang

Dengan menggunakan persamaan $(1 + i)^n$, dimana pertumbuhan penduduk yang diperoleh $(i) = 0,0065$ untuk menghitung jumlah penduduk pada tahun 2020. Sehingga dapat mengetahui jumlah kebutuhan angkutan kota pada tahun 2020 yang dapat dilihat pada Tabel 17. dibawah ini.

Tabel 17. Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota pada tahun 2020

Trayek		Orang yang Menggunakan Angkutan Kota	Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota
Asal	Tujuan		
Pst. Kota	T. Malalayang	37562	1238
Pst. Kota	T. Karombasan	31184	854
T. Malalayang	T. Karombasan	19622	358
Jumlah		88368	2430

Maka dapat disimpulkan bahwa pada tahun 2020 jumlah orang yang menggunakan angkutan kota adalah sebesar 88368 orang, dengan jumlah kebutuhan angkot sebesar 2430 kendaraan.

Pembebanan Arus Lalulintas

Pembebanan arus lalu lintas ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kendaraan angkot dari hasil pemodelan pada jalur jalan yang dilewati pada kondisi sekarang, maupun ramalan pada masa mendatang. Analisis perhitungan kontribusi besaran jumlah angkot pada besaran LHR dilakukan pada ruas jalan yang dilayani oleh Trayek Terminal Malalayang – Pusat Kota, Trayek Terminal Karombasan – Pusat Kota, dan Terminal Malalayang – Terminal Karombasan.

PENUTUP

Kesimpulan

Analisis kebutuhan angkutan kota di kota Manado, dilakukan dengan melakukan pemodelan bangkitan, sebaran pergerakan, dan perhitungan pembebanan arus lalulintas, dengan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Pergerakan yang terjadi di dalam zona penelitian yang menggunakan angkutan kota, menunjukkan bahwa pergerakan responden tinggi adalah yang keluar dari zona 3 yaitu sebanyak 75 trip dengan proporsi 78,13% dari jumlah yang bepergian di zona tersebut, ini disebabkan karena akses ke jalan untuk menggunakan angkutan kota sangat mudah/dekat; dan pergerakan responden paling rendah adalah pada zona 8 sebesar 36

trip, ini disebabkan karena guna lahan bukan sebagai pemukiman.

- b. Model bangkitan pergerakan dinyatakan dengan persamaan hubungan antara jumlah penduduk (*variable x*) dan jumlah pergerakan perjalanan yang menggunakan angkutan kota (*variable y*), dengan R^2 adalah sebesar 0,828 yaitu :

$$y = 645,8 + 0,435 x$$

- c. Hasil pemodelan sebaran pergerakan angkutan kota menyatakan bahwa jumlah kebutuhan angkot adalah sebesar 1266 kendaraan pada zona penelitian. Jumlah angkutan kota (aktif) pada tahun 2014 adalah sebesar 1261 kendaraan. Selisih perhitungan berdasarkan model dan kondisi eksisting adalah sebesar 5 kendaraan dari 1261 kendaraan atau sebesar 0,39 %.
- d. Pada tahun 2020 kebutuhan angkutan kota meningkat sebesar 2430 kendaraan atau sebesar 1,93 kali lipat dari angkutan kota tahun 2014. Jumlah kebutuhan angkutan kota tahun 2020, ditulis kembali dan dapat dilihat pada Tabel 18. dibawah ini.

Tabel 18 Jumlah Kebutuhan Angkutan Kota

Tahun	Jumlah Kebutuhan Angkot	Keterangan
2014	1261	Data Dinas Perhubungan
2014	1266	Hasil Pemodelan
2020	2430	Ramalan

- e. Pada kelima lokasi yang dipilih, dimana sering terjadi kemacetan, bahwa kebijakan *one way traffic* tidak memberi gambaran adanya penurunan kontribusi kendaraan angkutan kota pada arus lalulintas.

Saran

- a. Pada penelitian ini hanyalah kebutuhan angkutan kota yang dibebankan ke ruas jalan. Disarankan untuk mengadakan penelitian tidak hanya angkutan kota (mikrolet), tetapi semua jenis kendaraan termasuk mobil pribadi, sepeda motor, dan kendaraan berat lainnya seperti bus dan truk sehingga dapat memberi gambaran mengenai kinerja jaringan jalan yang ada.
- b. Pada penelitian ini dilakukan hanya pada 4 kecamatan, yaitu kecamatan Malalayang, Sario, Wanea dan Wenang. Disarankan untuk diadakan penelitian lebih lanjut

- mengenai kebutuhan angkutan kota pada seluruh kecamatan di kota Manado.
- c. Pada tahun 2014 jumlah angkutan kota sudah memenuhi kebutuhan masyarakat. Masukan untuk pemerintah daerah, tidak perlu menambahkan jumlah angkutan kota lagi atau memberi izin trayek baru.
- d. Pada masa mendatang dengan adanya wacana penambahan panjang ruas jalan atau pembuatan jalan baru/fly over di kota Manado, pembebanan arus lalu lintas pada seluruh rencana jaringan jalan dimasa mendatang akan menjadi topik penelitian yang sangat menarik dan disarankan dilaksanakan sedini mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Hobbs, F. D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. (Edisi Kedua). Gajah Mada University Press Yogyakarta.
- Morlock, K. Edward. 1990. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Erlangga
- Tamin, Ofyar. Z. 1997. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi. (Edisi Ketiga). ITB. Bandung
- Tamin, Ofyar. Z. 2003. Perencanaan dan Pemodelan Transportasi : Contoh Soal dan Aplikasi” (Edisi Ketiga). ITB. Bandung.
- Warpani, Suwardjoko. 1990. Merencanakan Sistem Pengangkutan. ITB. Bandung