

## **ANALISA NILAI EKVIVALENSI MOBIL PENUMPANG (emp) DENGAN METODE *TIME HEADWAY* DAN REGRESI LINEAR BERGANDA (STUDI KASUS: JALAN RAYA TOMOHON)**

**Lucia Emmanuella Lendeng**

**Lucia G.J. Lalamentik, Sisca V. Pandey**

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [el.lendeng@yahoo.com](mailto:el.lendeng@yahoo.com)

### **ABSTRAK**

*Evaluasi kinerja jalan memerlukan informasi terbaru mengenai kondisi dan karakteristik lalu lintas suatu jalan. Selama ini dalam perhitungan kinerja jalan menggunakan arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan yang dikonversikan ke satuan mobil penumpang menggunakan nilai ekuivalen mobil penumpang (emp) berdasarkan MKJI 1997. Tiap-tiap jalan memiliki kondisi lalu lintas dan geometrik yang berbeda-beda yang membuat nilai emp menurut MKJI tidak lagi sesuai dengan karakteristik lalu lintas jalan tersebut. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai nilai emp untuk mendapatkan hasil evaluasi kinerja jalan yang benar-benar sesuai dengan karakteristik lalu lintas di jalan Raya Tomohon.*

*Penelitian dilaksanakan pada dua titik lokasi di ruas jalan Raya Tomohon yang dibagi menjadi dua segmen. Nilai emp dihitung dengan menggunakan dua metode yaitu metode regresi linear dan metode Time Headway. Metode regresi linear akan mendapatkan nilai emp dari hasil analisis dan perhitungan data arus kendaraan bermotor dengan menggunakan pendekatan matematik dan statistic, sedang metode time headway akan mendapatkan nilai emp dengan cara melakukan perhitungan waktu antara bumper depan kendaraan di depan dengan bumper depan kendaraan dibelakangnya pada saat melewati batas headway. Nilai emp yang didapatkan melalui perhitungan dengan kedua metode ini kemudian digunakan dalam perhitungan kinerja ruas jalan.*

*Dari hasil perhitungan diperoleh nilai emp dengan menggunakan metode time headway di segmen satu untuk untuk arah ke Manado dan sebaliknya nilai emp MC sebesar 0,98 dan 0,9 dan HV sebesar 0,0. Dan 0,53. Dan untuk segmen dua arah ke Kawangkoan dan sebaliknya nilai emp MC sebesar 0,86 dan 1,11 dan HV 0,38 dan 0,24. Untuk nilai emp hasil perhitungan dengan menggunakan metode regresi linear berganda di segmen satu arah ke manado dan sebaliknya untuk MC sebesar 0.6 dan 0,4 dan HV 1,4 dan 1,2. Untuk segmen dua arah ke Kawangkoan dan sebaliknya nilai emp MC adalah 0,2 dan 0,5 dan HV 1,4 dan 1,2. Kemudian dilakukan perhitungan untuk menganalisis kinerja ruas jalan dan didapatkan nilai DS dengan menggunakan nilai emp hasil perhitungan metode time headway di segmen satu DS sebesar 0,58 dan segmen dua DS sebesar 0,72. Sedangkan nilai DS menggunakan emp yang dihitung dengan metode regresi linear berganda di segmen satu adalah DS sebesar 0,5 dan segmen dua DS sebesar 0,53. Perbedaan nilai emp antara beberapa metode diatas disebabkan oleh perbedaan dalam pengumpulan data dan metode perhitungan. Nilai DS yang disarankan oleh MKJI 1997 adalah  $<0,75$ . Didapatkan untuk hasil DS menggunakan metode time headway dan metode regresi linear berganda untuk kedua segmen di jalan Raya Tomohon cukup layak untuk melayani arus lalu lintas di jam sibuk.*

**Kata Kunci:** *emp, Time Headway, Regresi Linear, Kinerja Jalan*

### **PENDAHULUAN**

#### **Latar Belakang**

Begitu pesatnya perkembangan angkutan jalan khususnya di daerah perkotaan yang diakibatkan oleh perkembangan teknologi, bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan akan sarana transportasi, sehingga dibutuhkan

ruang yang cukup untuk prasarana lalu lintas seperti jalan, lokasi parkir, dan sebagainya. Jika perkembangan suatu kota tidak dibarengi oleh peningkatan sarana dan prasarana transportasi yang memadai, maka akan menimbulkan masalah lalu lintas seperti kemacetan yang dapat mengganggu kelancaran dan kenyamanan lalu lintas. Kota Tomohon merupakan salah satu kota

yang sedang berkembang dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 101.981 jiwa di tahun 2016.

Kota ini menjadi penghubung pergerakan ekonomi antar kota yaitu Kabupaten Minahasa - Kabupaten Minahasa Tenggara - Kota Manado mengakibatkan adanya peningkatan arus pergerakan dan juga barang, sehingga semakin bertambah pula kebutuhan sarana dan prasarana transportasi yang memadai. Jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan ini terutama di dua titik penelitian yaitu di depan kios bunga Baramaji dan sekitar toko Multimart cukup tinggi dengan kelas hambatan samping sedang ke tinggi. Hal ini membuat menurunnya kecepatan arus lalu lintas dan menurunnya kinerja jalan tersebut

Nilai emp sangat dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing ruas jalan seperti kondisi lalu lintas dan kondisi geometrik yang meliputi lebar jalan, jumlah jalur, serta kelandaian sangat berpengaruh terhadap nilai emp. Dengan perbedaan karakteristik ini membuat nilai emp oleh MKJI 1997 mungkin tidak lagi sesuai dengan kondisi arus lalu lintas di Kota Tomohon sehingga akan mempengaruhi hasil perhitungan kinerja jalan.

Dengan berbagai masalah transportasi di kota Tomohon tersebut, perlu dilakukan kajian mengenai nilai ekuivalensi mobil penumpang. Penting dikaji kembali mengenai nilai emp untuk ruas Jalan Raya Tomohon untuk mendapatkan kinerja yang sesuai dengan karakteristik jalan Raya Tomohon.

### Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu berapakah nilai emp sepeda motor (MC) dan kendaraan berat (HV) di ruas jalan Raya Tomohon dengan perhitungan menggunakan metode *Time Headway* dan Regresi Linear berganda. Serta bagaimanakah kinerja ruas jalan diukur dengan Derajat Kejenuhan (DS).

### Batasan Masalah

- Batasan masalah yang digunakan adalah:
1. Lokasi penelitian yaitu diruas Jalan Raya Tomohon di dua titik penelitian yaitu di depan kios bunga Baramaji dan sekitar pusat perbelanjaan Multimart.
  2. Data arus lalu lintas diambil dari pengamatan lapangan yang dilakukan selama 6 hari dari tanggal 27 Februari 2018 – 03 Maret 2018, selama 12 jam.
  3. Metode yang digunakan adalah metode *Time Headway* dan Regresi Linear Berganda dengan periode 15 menit pada jam puncak.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui nilai emp motorcycle (MC) dan emp heavy vehicle (HV) di ruas Jalan Raya Tomohon berdasarkan metode *Time Headway*
2. Untuk mengetahui nilai emp motorcycle (MC) dan emp heavy vehicle (HV) di ruas Jalan Raya Tomohon berdasarkan metode Regresi Linear Berganda
3. Untuk menganalisa kinerja ruas jalan menggunakan nilai emp hasil penelitian.

### Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat yaitu:

1. Menjadi salah satu alternatif jika nilai emp berdasarkan metode MKJI tidak sesuai dengan kondisi yang ada dilapangan.
2. Dapat menjadi salah satu referensi untuk penelitian-penelitian mengenai nilai emp selanjutnya.
3. Dapat dijadikan sebagai acuan bahan pertimbangan atau referensi untuk mengoptimalkan kinerja ruas jalan raya Tomohon melalui perencanaan di tahun-tahun yang akan datang.
4. Sebagai masukan bagi pemerintah atau instansi terkait dalam upaya peningkatan kinerja ruas jalan yang lebih baik.

## LANDASAN TEORI

### Perhitungan Nilai emp Kendaraan

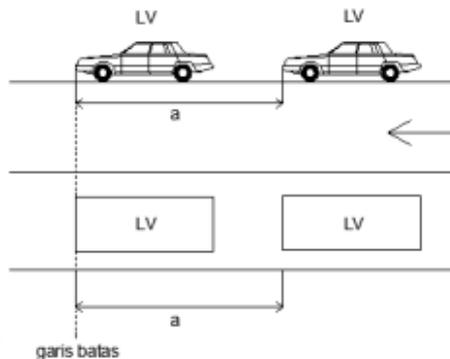
#### Metode *Time Headway*

Terdapat dua konsep utama dalam perhitungan "*Headway*". Pertama ukuran "*headway*" waktu dari kedua kendaraan didefinisikan sebagai interval waktu antara saat dimana bagian depan suatu kendaraan melalui suatu titik sampai saat bagian depan kendaraan berikutnya melalui titik yang sama. *Headway* waktu untuk sepasang kendaraan lainnya yang beriringan, secara umum akan berbeda.

Cara menentukan nilai emp dengan mencatat waktu antara (*time headway*) kendaraan yang berurutan saat kendaraan tersebut melewati suatu titik. Rasio *headway* yang diperlukan mencakup 7 macam kombinasi kendaraan, yaitu: a. LV diikuti LV; b. LV diikuti HV; c. HV diikuti LV; d. HV diikuti HV; e. MC diikuti MC; f. LV diikuti MC; g. MC diikuti LV

Keterangan:

- LV = *Light Vehicle* / kendaraan ringan
- HV = *Heavy Vehicle* / kendaraan besar
- MC = *Motor Cycle* / sepeda motor



Gambar 1. Contoh Cara Pencatatan *Time Headway*

Nilai emp dihitung dengan cara berikut:

$$ta + td - tb + tc \quad \dots(1)$$

dengan:

- ta = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti LV
- tb = nilai rata-rata *time headway* LV diikuti HV
- tc = nilai rata-rata *time headway* HV diikuti HV
- td = nilai rata-rata *time headway* HV diikuti HV

Keadaan yang dapat memenuhi persamaan diatas sulit diperoleh karena tiap kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda. Demikian juga pengemudi memiliki kemampuan berbeda dalam mengemudi. Oleh karena itu diperlukan koreksi terhadap nilai rata-rata *time headway* sebagai berikut:

$$\left[ ta - \frac{k}{na} \right] + \left[ td - \frac{k}{nd} \right] = \left[ tb + \frac{k}{nb} \right] + \left[ tc + \frac{k}{nc} \right] \dots(2)$$

$$k = \frac{na.nb.nc.nd.[ta+td-tb-tc]}{nd.nb.nc+na.nb.nc+na.nd.nc+na.nd.nb} \dots(3)$$

dengan:

- na = jumlah data *time headway* LV diikuti LV
- nb = jumlah data *time headway* LV diikuti HV
- nc = jumlah data *time headway* HV diikuti LV
- nd = jumlah data *time headway* HV diikuti HV

Selanjutnya nilai rata-rata *time headway* pasangan kendaraan tersebut dikoreksi sebagai berikut:

$$tak = ta - \frac{k}{na} \quad \dots(4a)$$

$$tbk = tb + \frac{k}{nb} \quad \dots(4b)$$

$$tck = tc + \frac{k}{nc} \quad \dots(4c)$$

$$tdk = td - \frac{k}{nd} \quad \dots(4d)$$

dengan menggunakan nilai rata-rata *time headway* yang sudah dikoreksi maka:

$$tak + tdk = tbk + tck \quad \dots(5)$$

Apabila persyaratan tersebut memenuhi syarat, maka nilai emp HV dapat dihitung dengan persamaan

$$\text{emp HV} = \frac{tdk}{tak} \quad \dots(6)$$

Karena sampel dipilih secara acak maka dapat dimungkinkan adanya suatu kesalahan standar deviasi dari distribusi yang dinyatakan sebagai standard error (E) sebagai berikut:

$$E = \frac{s}{n^{0,5}} \quad \dots(7)$$

dengan:

- E = standard error
- s = standard deviasi
- n = jumlah sampel

Dan s adalah standar deviasi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots(8)$$

dengan:

- n = jumlah sampel
- $x_i$  = nilai *time headway* ke-i
- $\bar{x}$  = nilai rata-rata sampel *time Headway*

Batas tileransi interval keyakinan e:

$$e = K \cdot E \quad \dots(9)$$

dengan:

- K = tingkat rata-rata *time headway* untuk distribusi normal

Nilai rata-rata *time headway* untuk distribusi normal ( $n \geq 30$ ):

$$\mu_{1,2} = \bar{x} \pm e \quad \dots(10)$$

dengan:

- $\mu_{1,2}$  = batas keyakinan atas dan bawah nilai rata-rata
- $\bar{x}$  = nilai rata-rata *time headway*
- e = batas toleransi kendaraan

**Analisis Regresi Linear Berganda**

Analisis regresi linear berganda merupakan teknik analisis regresi yang menghubungkan satu variable terikat dengan dua atau lebih variable-variabel bebas yang dianggap atau mungkin mempengaruhi perubahan variable terikat yang diamati.

Bentuk umum dari persamaan regresi linear berganda adalah sebagai berikut:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

dimana:

- Y = Variabel terikat
- X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, ..., X<sub>n</sub> = Variabel bebas
- Bo = Konstanta regresi
- b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, ..., b<sub>n</sub> = Koefisien regresi

Untuk menghitung koefisien a, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, ..., b<sub>n</sub> dapat diselesaikan dengan metode kuadrat terkecil (*least square method*). Untuk tiga variabel misalnya Y, X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub> di mana Y merupakan variabel tetap, sedangkan X<sub>1</sub> dan X<sub>2</sub> merupakan variabel-variabel bebas. Kendaraan ringan (LV) ditetapkan sebagai variabel tetap disebut Y, di mana Y = 1. Jenis kendaraan lain ditetapkan sebagai variabel bebas di mana X<sub>1</sub> adalah kendaraan berat (HV) dan X<sub>2</sub> adalah sepeda motor (MC). Persamaan matematik untuk 3 variabel adalah:

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 \dots(11)$$

dimana:

- Y = Kendaraan Ringan (LV)
- X<sub>1</sub> = Kendaraan Berat (HV)
- X<sub>2</sub> = Sepeda Motor (MC)
- a = Konstanta Regresi
- b<sub>1</sub> = koefisien regresi/nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk kendaraan berat
- b<sub>2</sub> = koefisien regresi/nilai ekivalen mobil penumpang (emp) untuk sepeda motor

a, b<sub>1</sub> dan b<sub>2</sub> adalah koefisien yang dicari dari data arus lalu lintas dan komposisi kendaraan yang ada.

Dari data dengan tiga variabel di atas diperoleh tiga persamaan normal sebagai berikut:

$$a.n + b_1\Sigma X_1 + b_2\Sigma X_2 = \Sigma Y \dots(12a)$$

$$a\Sigma X_1 + b_1\Sigma X_1^2 + b_2\Sigma X_1X_2 = \Sigma X_1Y \dots(12b)$$

$$a\Sigma X_2 + b_1\Sigma X_1X_2 + b_2\Sigma X_2^2 = \Sigma X_2Y \dots(12c)$$

Dengan tiga persamaan normal ini akan dihitung koefisien-koefisien regresi (angka ekivalen mobil penumpang) dari persamaan linier berganda.

**Koefisien Korelasi dan Determinasi**

Koefisien korelasi digunakan untuk menentukan korelasi antara peubah bebas dan peubah tidak bebas. Sedangkan koefisien determinasi digunakan untuk menentukan model terbaik yang dapat mewakili setiap hubungan matematis antar parameter, mempunyai batas limit sama dengan satu dan nol. Nilai diantara kedua batas limit ditafsirkan sebagai presentase total variasi yang dijelaskan oleh analisis regresi linear.

Koefisien korelasi dapat dihitung dengan cara:

$$r_{12} = \sqrt{R_{y,12}^2} \dots(13)$$

$$R_{y,12}^2 = 1 - \frac{JKG}{(n-1)s_y^2} \dots(14)$$

Keterangan

JKG = Jumlah Kuadrat Galat

S<sub>y</sub><sup>2</sup> = Jumlah Kuadrat y (terkoreksi)

dimana:

$$JKG = \Sigma y^2 - b_1\Sigma x_1y - b_2\Sigma x_2y \dots(15)$$

$$S_y^2 = \frac{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}{n(n-1)} \dots(16)$$

**Analisis Kinerja Ruas Jalan dengan MKJI 1997**

**Kecepatan Arus Bebas**

Yaitu kecepatan yang akan dipilih pengemudi jika mengendarai kendaraan tanpa dipengaruhi oleh kendaraan lain.

$$FV = (FVO + FVW) \times FFVSF \times FFCVS \dots(17)$$

**Kapasitas**

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu. Untuk jalan dua-lajur dua-arah, kapasitas ditentukan untuk arus dua arah (kombinasi dua arah).

$$C = C_0 \times FCw \times FCSP \times FCSF \times FCcs \dots(18)$$

**Derajat Kejenuhan (DS)**

Derajat kejenuhan digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan akan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak

$$DS = \frac{Q}{c} \dots(19)$$

Derajat kejenuhan DS dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas dinyatakan dalam smp/jam

**Kecepatan**

Kecepatan tempuh digunakan sebagai ukuran utama kinerja ruas jalan karena mudah dimengerti dan diukur, serta merupakan masukan yang penting bagi biaya pemakaian jalan dalam analisis ekonomi

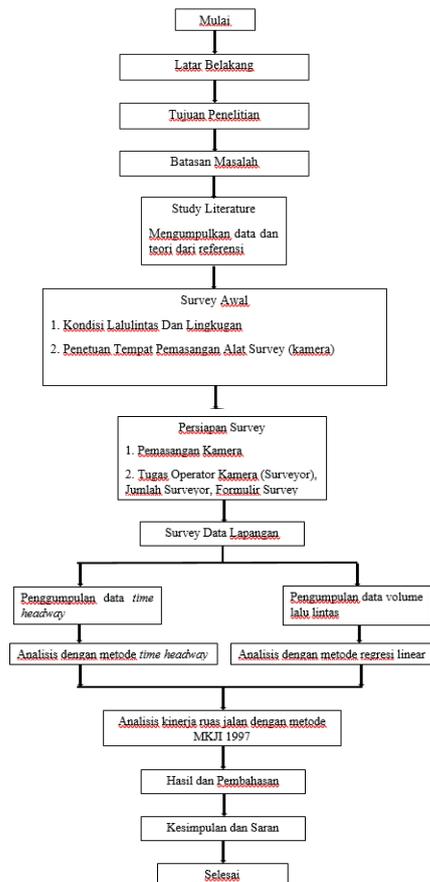
$$V = \frac{L}{TT} \dots(20)$$

**METODOLOGI PENELITIAN**

**Lokasi Survey**

Pemilihan lokasi penelitian dipilih pada ruas jalan yang volume lalu lintas cukup tinggi dengan arus yang kontinyu. Ruas jalan yang diteliti adalah Jalan Raya Tomohon di dua segmen yaitu di depan kios bunga Baramaji dan sekitar toko Multimart. Survey dilaksanakan selama 6 hari dari tanggal 27 Februari sampai 3 Maret 2018 dengan periode waktu 12 jam. Pencatatan dilakukan dengan interval waktu 15 menit

**Bagan Alir Penelitian**



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Perhitungan Nilai emp Kendaraan Metode Time Headway**

Data time headway awal dicari yang memenuhi interval ( $\mu_1 - \mu_2$ ) seperti pada tabel 1, kemudian didapatkan headway terkoreksi tiap pasangan kendaraan. Time headway yang terkoreksi inilah yang akan digunakan untuk menghitung emp.

Tabel 1. Perhitungan Senjang Rata-rata Time Headway

Jam	Jenis	$\Sigma x$	n	$\bar{X}$	S	E	e	$\mu_1$	$\mu_2$
08.00-08.15	LV-LV	311.39	68	4.579265	5.524676	0.669965	1.313132	5.89	3.27
	MC-MC	151.49	47	3.223191	4.076753	0.594656	1.165325	4.39	2.06
	LV-MC	173.27	50	3.4654	3.798738	0.537223	1.052957	4.52	2.41
	MC-LV	304.81	51	5.976667	6.454702	0.903839	1.771525	7.75	4.21
	HV-HV	0	0	0	0	0	0	0.00	0.00
	LV-HV	6.4	1	6.4	0	0	0	6.40	6.40
	HV-LV	2.22	1	2.22	0	0	0	2.22	2.22

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 2. Perhitungan Nilai emp

Jam	Jenis	$\Sigma x$	n	$\bar{X}$	k	t koreksi	jumlah	emp
08.00-08.15	LV-LV	21	5	4.2	-2.51392	4.702784	7.960176	1.057514
	MC-MC	30.06	10	3.006		3.257392		
	LV-MC	35.37	11	3.215455		2.98692		
	MC-LV	42.3	8	5.2875		4.97326		

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Nilai emp HV dan MC

Lokasi	Arah	Nilai emp	
		MC	HV
Segmen 1	Arah Pusat Kota	0.9	0.5
	Arah Manado	0.98	0.3
Segmen 2	Arah Pusat Kota	1.11	0.24
	Arah Kawangkoan	0.86	0.38

Sumber: Hasil perhitungan, 2018

**Analisis Regresi Linear**

**Menghitung Koefisien Regresi**

Data yang digunakan untuk mendapatkan emp adalah jumlah volume lalu lintas. Arus lalu lintas yang dihitung adalah jumlah dari arus lalu lintas yang melewati segmen penelitian selama waktu survey. Berikut adalah data hasil penelitian di segmen 1 arah ke pusat kota.

Tabel 4. Volume Kendaraan

Periode /Jam	Arah ke Pusat Kota			Periode /Jam	Arah ke Pusat Kota		
	LV	MC	HV		LV	MC	HV
07.00-07.15	116	104	0	13.00-13.15	103	81	7
07.15-07.30	124	88	2	13.15-13.30	98	76	5
07.30-07.45	140	116	5	13.30-13.45	91	79	6
07.45-08.00	107	114	3	13.45-14.00	87	73	4
08.00-08.15	106	103	2	14.00-14.15	89	68	9
08.15-08.30	118	102	1	14.15-14.30	96	58	2
08.30-08.45	130	101	4	14.30-14.45	129	66	15
08.45-09.00	117	94	7	14.45-15.00	122	65	9
09.00-09.15	110	100	9	15.00-15.15	121	62	6
09.15-09.30	118	87	6	15.15-15.30	112	59	3
09.30-09.45	118	102	7	15.30-15.45	120	61	4
09.45-10.00	119	88	2	15.45-16.00	125	68	10
10.00-10.15	105	103	6	16.00-16.15	118	60	4
10.15-10.30	110	83	6	16.15-16.30	107	89	3
10.30-10.45	111	114	10	16.30-16.45	118	117	4
10.45-11.00	133	98	7	16.45-17.00	138	91	7
11.00-11.15	132	96	4	17.00-17.15	141	122	3
11.15-11.30	136	91	11	17.15-17.30	152	139	5
11.30-11.45	142	84	10	17.30-17.45	155	134	6
11.45-12.00	136	115	10	17.45-18.00	147	125	2
12.00-12.15	131	91	10	18.00-18.15	135	131	2
12.15-12.30	122	87	11	18.15-18.30	142	127	11
12.30-12.45	117	83	6	18.30-18.45	129	113	8
12.45-13.00	111	70	7	18.45-19.00	117	110	7
Total				5801	4488	288	

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2018)

Data pada tabel diatas kemudian diolah dengan persamaan 11 dan persamaan 12, sehingga didapatkan persamaan normal untuk mencari koefisien regresi yang adalah nilai emp.

Tabel 5. Perhitungan Regresi Linear

Periode /Jam	X1	X2	X1.X1 (kumulatif)	X2.X2 (kumulatif)	X1.X2 (kumulatif)	X1.X1 (kumulatif)	X2.X2 (kumulatif)	X1.X2 (kumulatif)	Y.Y
07.15-07.30	116	2	13456	4	232	13456	4	232	13376
07.30-07.45	124	5	15376	25	620	15376	25	620	15880
07.45-08.00	140	3	19600	9	420	19600	9	420	19600
08.00-08.15	106	2	11236	4	212	11236	4	212	11236
08.15-08.30	118	1	13924	1	118	13924	1	118	13924
08.30-08.45	130	4	16900	16	520	16900	16	520	16900
08.45-09.00	117	7	13689	49	819	13689	49	819	13689
09.00-09.15	110	9	12100	81	990	12100	81	990	12100
09.15-09.30	118	6	13924	36	708	13924	36	708	13924
09.30-09.45	118	7	13924	49	819	13924	49	819	13924
09.45-10.00	119	2	14161	4	141	14161	4	141	14161
10.00-10.15	105	6	11025	36	630	11025	36	630	11025
10.15-10.30	110	6	12100	36	720	12100	36	720	12100
10.30-10.45	111	10	12321	100	1220	12321	100	1220	12321
10.45-11.00	133	7	17689	49	1771	17689	49	1771	17689
11.00-11.15	132	4	17424	16	1744	17424	16	1744	17424
11.15-11.30	136	11	18496	121	1896	18496	121	1896	18496
11.30-11.45	142	10	20164	100	2010	20164	100	2010	20164
11.45-12.00	136	10	18496	100	1840	18496	100	1840	18496
12.00-12.15	131	10	17161	100	1710	17161	100	1710	17161
12.15-12.30	122	11	14884	121	1462	14884	121	1462	14884
12.30-12.45	117	6	13689	36	1302	13689	36	1302	13689
12.45-13.00	111	7	12321	49	1237	12321	49	1237	12321
13.00-13.15	103	8	10609	64	1064	10609	64	1064	10609
13.15-13.30	98	5	9604	25	965	9604	25	965	9604
13.30-13.45	91	6	8281	36	828	8281	36	828	8281
13.45-14.00	87	4	7569	16	756	7569	16	756	7569
14.00-14.15	89	6	7921	36	792	7921	36	792	7921
14.15-14.30	96	2	9216	4	922	9216	4	922	9216
14.30-14.45	106	15	11236	225	1095	11236	225	1095	11236
14.45-15.00	118	9	13924	81	1383	13924	81	1383	13924
15.00-15.15	130	6	16900	36	1686	16900	36	1686	16900
15.15-15.30	117	3	13689	9	1368	13689	9	1368	13689
15.30-15.45	110	4	12100	16	1210	12100	16	1210	12100
15.45-16.00	100	10	10000	100	1000	10000	100	1000	10000
16.00-16.15	118	4	13924	16	1386	13924	16	1386	13924
16.15-16.30	110	3	12100	9	1203	12100	9	1203	12100
16.30-16.45	117	4	13689	16	1362	13689	16	1362	13689
16.45-17.00	133	7	17689	49	1762	17689	49	1762	17689
17.00-17.15	132	3	17424	9	1735	17424	9	1735	17424
17.15-17.30	136	5	18496	25	1845	18496	25	1845	18496
17.30-17.45	134	6	17956	36	1790	17956	36	1790	17956
17.45-18.00	125	2	15625	4	1562	15625	4	1562	15625
18.00-18.15	131	2	17161	4	1716	17161	4	1716	17161
18.15-18.30	127	11	16129	121	1611	16129	121	1611	16129
18.30-18.45	113	8	12769	64	1276	12769	64	1276	12769
18.45-19.00	110	7	12100	49	1203	12100	49	1203	12100
Total	4384	288	58010	2650	53940	58010	2650	53940	69967

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2018)

Nilai-nilai diatas akan membentuk sistem persamaan berikut:

$$47a + 4384b1 + 288b2 = 5685$$

$$4284a + 431060b1 + 26501b2 = 539404$$

$$288a + 26501b1 + 2222b2 = 35210$$

Solusi sistem persamaan linier tersebut adalah:

$$a = 73.61336$$

$$b = 0.431321$$

$$c = 1.160627$$

Kemudian ketiga nilai diatas dimasukkan dalam persamaan di bawah ini

$$Y = 74.24 + 0.4311x_1 + 1.1606x_2$$

Sehingga didapatkan nilai emp:

$$\text{Emp MC (Motor Cycle)} = 0.4$$

$$\text{Emp HV (Heavy Vehicle)} = 1.2$$

Tabel 6. Rekapitulasi Nilai emp Metode Regresi Linear

Metode	Lokasi Pengamatan	Nilai EMP		
		MC	HV	
Regresi Linear	Segmen 1	Ke Arah Pusat Kota	0.4	1.2
		Ke Arah Manado	0.6	1.4
	Segmen 2	Ke Arah Pusat Kota	0.4	0.3
		Ke Arah Kawangkoan	0.2	1.4

(Sumber: Hasil perhitungan, 2018)

### Menghitung Koefisien Korelasi dan Determinasi

Menghitung nilai koefisien korelasi diperoleh melalui persamaan 13 sampai dengan persamaan 16. Contoh perhitungan koefisien korelasi antara LV dan MC dengan menggunakan data pada ruas jalan segmen 1 arah ke pusat kota:

$$JKG = \Sigma y^2 - b_1 \Sigma x_1 y - b_2 \Sigma x_2 y = 7653.07$$

$$S_y^2 = \frac{n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2}{n(n-1)} = 261.3895$$

$$R_{y,12}^2 = 1 - \frac{JKG}{(n-1)s_y^2} = 0.3635$$

$$r_{12} = \sqrt{R_{y,12}^2} = 0.60292$$

Nilai r terletak diantar -1 ≤ r ≤ +1 ini berarti nilai korelasi antara variable kendaraan berat (HV) dan sepeda motor (MC) dengan variable mobil penumpang sebesar 0,60292. Ini membuktikan bahwa hubungan antara variable bebas yakni HV dan MC dengan variabel terikat LV adalah cukup kuat (r > 0,6).

### Analisis Kinerja Jalan Berdasarkan MKJI 1997

Untuk analisis kinerja menggunakan formulir UR-1, UR-2, dan UR-3 yang telah disediakan oleh MKJI menggunakan nilai emp hasil perhitungan menggunakan kedua metode. Namun untuk nilai emp HV yang dihasilkan dari perhitungan metode *time headway* tidak dapat digunakan untuk perhitungan kinerja karena

bernilai dibawah 1 sehingga menggunakan nilai em HV dari MKJI 1197.

Rekapitulasi hasil perhitungan kinerja ruas jalan menggunakan MKJI 1997 dimuat pada table dibawah ini.

Tabel 7. Rekapitulasi Kinerja Ruas Jalan menurut MKJI 1997

No	Metode	Kinerja Ruas Jalan					
		Arus Lalu Lintas (smp/jam)		Derajat kejenuhan (DS)		Kecepatan (Km/jam)	
		Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2	Segmen 1	Segmen 2
1	Time Headway	1648.62	1891.03	0.58	0.72	31.4	27.9
2	Regresi Linear Berganda	1378	1387.1	0.5	0.53	32.8	30

Sumber: Hasil Perhitungan, 2018

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti berikut berikut:

1. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai emp dengan menggunakan metode *time headway* di segmen satu untuk arah ke Manado dan sebaliknya nilai emp MC sebesar 0,98 dan 0,9 dan HV sebesar 0,3 dan 0,5. Untuk segmen dua arah ke Kawangkoan dan sebaliknya nilai emp MC sebesar 0,86 dan 1,11 dan HV sebesar 0,38 dan 0,24. Nilai emp HV sangat kecil dibawah nilai emp LV dan tidak dapat digunakan untuk perhitungan kinerja. Hal ini menunjukkan pengaruh kendaraan berat tidak terlalu besar bagi arus lalu lintas di jalan Raya Tomohon.
2. Nilai emp hasil perhitungan dengan menggunakan metode regresi linear berganda

di segmen satu arah ke Manado dan sebaliknya untuk MC sebesar 0,6 dan 0,4 sedangkan HV sebesar 1,4 dan 1,2. Untuk segmen dua arah ke Kawangkoan dan sebaliknya nilai emp MC sebesar 0,2 dan 0,5 dan HV sebesar 1,4 dan 1,2. Nilai emp MC lebih besar dari nilai emp MC yang diberikan MKJI 1997 karena adanya peningkatan volume kendaraan terlebih sepeda motor setiap tahunnya sehingga membuat nilai emp MC menjadi lebih besar.

3. Hasil analisis kinerja ruas jalan dengan menggunakan emp hasil perhitungan metode *time headway* di segmen satu menghasilkan nilai DS sebesar 0,58 dan segmen dua nilai DS sebesar 0,72. Sedangkan nilai DS menggunakan emp yang dihitung dengan metode regresi linear berganda di segmen satu adalah DS sebesar 0,5 dan segmen dua DS sebesar 0,53. Nilai emp HV yang diperoleh dari metode *time headway* tidak dapat digunakan untuk perhitungan kinerja ruas jalan, karena nilai emp HV dibawah nilai emp LV yaitu 1. Dan untuk perhitungan kinerja menggunakan nilai emp *time headway* digunakan nilai emp HV dari MKJI 1997. Hasil nilai DS dari kedua metode penelitian emp menunjukkan bahwa jalan Raya Tomohon masih cukup layak untuk melayani arus lalu lintas di jam sibuk.

### Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, perlu dilakukan penelitian lanjutan yang sama pada ruas jalan lainnya di Kota Tomohon dengan kondisi arus lalu lintas yang mirip dengan jalan Raya Tomohon agar supaya ada pembandingan guna mendapatkan nilai emp yang tepat untuk ruas jalan di Kota Tomohon.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aly, Sumarni Hamid, Muh. Isran Ramli, Asmudiawanti. 2015. *Analisis Headway Kendaraan Angkutan Umum pada Jalan Arteri di Kota Makassar*. Universitas Hasanuddin Makassar.
- Andiani, Christy Alty. 2013. *Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Time Headway dan Aplikasinya Untuk Menghitung Kinerja Ruas Jalan (Kasus pada Ruas Jala Solo-Sragen Km 12)*. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.

- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*., Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta.
- Khisty, C. Jotin dan Lall, B. Kent., 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Terjemahan Fidel Miro. Jakarta: Erlangga.
- Miro, Fidel., 2012. *Pengantar Sistem Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Monoarfa, Ady Suhendra E., Longdong, J., James A. Timboeleng, Mecky R. E. Manoppo, 2013. *Ekivalensi Mobil Penumpang pada Persimpangan Bersignal Tiga Lengan Jalan Sam Ratulangi-Jalan Babe Palar Manado*. Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.9, Agustus 2013 (640-644) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Palilingan, A. G., Sisca V. Pandey, Audie L. E. Rumayar., 2018. *Studi Penetapan Nilai EMP dengan Metode Rasio Headway dan Analisa Regresi Linier*. Jurnal Sipil Statik Vol.6 No.5 Mei 2018 (315-322) ISSN: 2337-6732. Universitas Sam Ratulangi Manado
- Salter, R.J. 1983. *Highway Traffic Analysis and Design*. Macmillam Press Ltd.London and Basingstoke.
- Setiawan, Arief. 2011. *Studi Penentuan Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang (EMP) Berbagai Jenis Kendaraan Pada Ruas Jalan Utama di Kota Palu*. Jurnal Reakaya dan Manajemen Transportasi. Vol. 1, No. 1. Universitas Tadulako Palu.