

## ANALISIS PERUBAHAN PERILAKU PENGENDARA SEPEDA MOTOR PADA RUAS JALAN DI KOTA SEMARANG (Studi Kasus di Jalan Pandanaran dan Jalan Soekarno Hatta)

Dewi Wahyuningsih, Fadhil Akbar, E.P.F Eko Yulipriyono\*), Supriyono\*)

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### ABSTRAK

*Sejak diterbitkannya MKJI 1997, kondisi yang dialami prasarana dan sarana transportasi jalan serta penggunaannya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, sudah tidak sesuai lagi dengan karakteristik lalu lintas dan kondisi prasarana saat itu. Pada kota Semarang, jumlah kendaraan bermotor khususnya pada moda sepeda motor mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Kondisi tersebut diduga akan mengubah parameter analisis dalam MKJI. Peningkatan jumlah sepeda motor, perilaku pengendara yang berbeda-beda, meningkatnya perkembangan mesin motor mengakibatkan meningkatnya nilai emp MC. Hal ini berpengaruh pada kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas. Karakteristik lingkungan juga merupakan salah satu faktor penyebab meningkatnya nilai emp MC. Hasil dari analisis didapatkan nilai emp untuk jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi) adalah emp HV = 0,705 dan emp MC = 0,459 sedangkan untuk jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi) adalah emp HV = 1,055 dan emp MC = 0,418. Dengan adanya dominasi sepeda motor maka perlu adanya pemberlakuan jalur khusus sepeda motor.*

**Kata kunci:** Ekuivalensi Mobil Penumpang, Perubahan, Sepeda Motor

### ABSTRACT

*Since the published of Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM) 1997, the conditions of road transport infrastructure and facilities as well as users, both in terms of quantity and quality, is no longer appropriate to the characteristics of the traffic and infrastructure conditions at that time. In Semarang city, the number of vehicles, especially in the mode of motorcycles has increased significantly. The conditions are expected to change the parameters of analysis in IHCM. The increasing number of the motorcycle, rider behavior, the increasing development of the engine resulted in the increasing value of passenger car equivalent (pce) MC. The results of the pce analysis for Soekarno Hatta road (divided urban road) is HV = 0.705 and MC = 0.459 while for Pandanaran road (urban road undivided) is HV = 1.055 and MC = 0.418. With the dominance of motor cycle so the implementation of a special line for motor cycles are needed.*

**Keywords:** Passenger Car Equivalent, Changes, Motor Cycle

### PENDAHULUAN

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 digunakan sebagai manual berkaitan dengan kegiatan analisis, perencanaan, operasi fasilitas, dan model manajemen lalu lintas sebagai salah satu pedoman untuk pengawalan mutu pembangunan, pemeliharaan, dan pengoperasian jalan. Kurun waktu sejak diterbitkannya MKJI 1997, kondisi yang dialami

prasarana dan sarana transportasi jalan serta penggunaannya, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, sudah tidak sesuai lagi dengan karakteristik lalu lintas dan kondisi prasarana saat itu. Menurut data dari Badan Pusat Statistika, peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Jawa Tengah dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 sebesar 12,30 % dengan jumlah terbesar pada moda sepeda motor dengan prosentase peningkatan 13,11%. Kondisi tersebut diduga akan mengubah parameter analisis dalam MKJI. Ketidaksiesuaian parameter analisis bisa menghasilkan hasil rancangan teknis yang mungkin *over/under design*.

Maksud dari studi ini adalah untuk menghitung ulang nilai emp pada ruas jalan perkotaan dan membandingkan dengan nilai emp yang direkomendasikan oleh MKJI 1997. Studi ini juga memiliki tujuan, yaitu:

1. Mengidentifikasi perubahan nilai ekivalen mobil penumpang dalam MKJI 1997 terhadap parameter-parameternya terutama pada sepeda motor.
2. Memperbaiki nilai emp pada MKJI 1997 dalam perencanaan, perancangan, dan analisis operasional jalan.

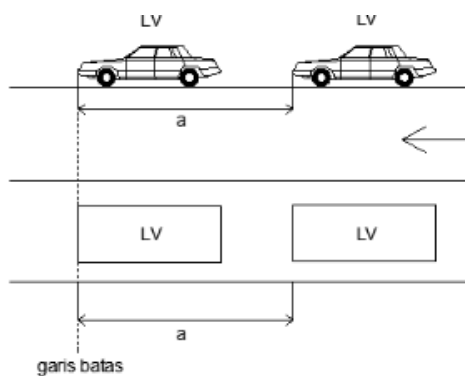
**STUDI PUSTAKA**

**Metode *Time Headway***

R.J. Salter (1980) menerangkan cara menentukan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp). Nilai emp didapat dengan mencatat waktu antara (*time headway*) kendaraan yang berurutan pada saat kendaraan-kendaraan tersebut melewati suatu titik yang telah ditentukan.

Rasio *headway* yang diperlukan mencakup 7 macam kombinasi kendaraan, yaitu LV-LV, LV-HV, HV-LV, HV-HV, LV-MC, MC-LV, MC-MC.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat contoh cara perhitungan *headway* pada Gambar 1.



Gambar 1. Contoh cara pencatatan *headway* LV-LV

Nilai emp HV dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$ta + td = tb + tc \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

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

Keadaan yang dapat memenuhi persamaan diatas sulit diperoleh karena tiap kendaraan mempunyai karakteristik yang berbeda. Oleh karena itu diperlukan suatu koreksi pada nilai rata-rata *time headway* yang dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

dengan nilai koreksi k:

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

dengan :

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

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

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

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

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

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

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

$$ta_k + td_k = tb_k + tc_k \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

- ta<sub>k</sub> = nilai rata-rata *time headway* LV-LV terkoreksi
- tb<sub>k</sub> = nilai rata-rata *time headway* LV-HV terkoreksi
- tc<sub>k</sub> = nilai rata-rata *time headway* HV-LV terkoreksi
- td<sub>k</sub> = nilai rata-rata *time headway* HV-HV terkoreksi

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

$$emp\ HV = \frac{td_k}{ta_k} \dots\dots\dots (6)$$

Sedangkan rumus untuk mencapai emp MC sama dengan rumus emp HV namun variabel HV diganti dengan variabel MC.

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

$$E = \frac{s}{\sqrt{n-1}} \dots\dots\dots (7)$$

dengan s adalah standart deviasi:

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

dengan:

- n = jumlah sampel
- x<sub>i</sub> = nilai *time headway* ke-i
- x = nilai rata-rata sampel *time headway*
- s = standar deviasi

E = standar eror

Untuk perkiraan nilai rata-rata *time headway* seluruh pasangan kendaraan (D) dapat disesuaikan dengan tingkat kepastian atau keyakinan yang diinginkan (*desired level of confidence*). Perkiraan ini terletak dalam suatu interval yang disebut interval keyakinan (*confidence interval*) yang mempunyai batas toleransi kesalahan sebesar e:

$$e = K.E \dots\dots\dots (9)$$

dengan:

K = tingkat kepastian distribusi normal

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

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

dengan:

$\mu_{1,2}$  = batas keyakinan atas dan bawah nilai rata-rata

x = nilai rata-rata sampel *time headway*

e = batas toleransi kesalahan

Jika sampel random lebih kecil dari 30 ( $n < 30$ ), maka perkiraan rata-rata *time headway* pasangan kendaraan secara keseluruhan sebaiknya dilakukan dengan distribusi t (distribusi *student*). Perkiraan rata-rata *time headway* seluruh pasangan kendaraan dapat ditulis sebagai berikut:

$$\mu_{1,2} = x \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1\right)} s/n^{1/2} \dots\dots\dots (11)$$

dengan s adalah standar deviasi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i - x^2} \dots\dots\dots (12)$$

dengan:

$\mu_{1,2}$  = batas keyakinan atas dan bawah nilai rata-rata

x = nilai rata-rata sampel *time headway*

s = standar deviasi

n = jumlah sampel

$\alpha$  = kesalahan duga, dengan (1- $\alpha$ ) merupakan tingkat kepastian

**Metode Kecepatan**

Persamaan matematik untuk kecepatan arus lalu lintas sesuai kriteria ini adalah:

$$S = S_F - N_{LV} \cdot q_{LV} - N_{HV} \cdot q_{HV} - N_{MC} \cdot q_{MC} \dots\dots\dots (13)$$

dimana:

S = kecepatan arus lalu lintas (km/jam)

S<sub>F</sub> = kecepatan arus bebas (km/jam)

q = arus lalu lintas untuk setiap kelas kendaraan (kendaraan/jam)

Nilai emp yang diperoleh dengan cara ini adalah dengan membandingkan koefisien regresi persamaan (13) untuk setiap kendaraan tertentu terhadap koefisien regresi LV. Dengan demikian, nilai-nilai emp untuk HV (emp<sub>HV</sub>), dan MC (emp<sub>MC</sub>), dapat diperoleh dari:

$$emp_{HV} = \frac{N_{HV}}{N_{LV}} \dots\dots\dots (14a)$$

$$emp_{MC} = \frac{N_{MC}}{N_{LV}} \dots\dots\dots (14b)$$

**Metode Kapasitas**

Nilai emp yang ditetapkan menggunakan cara ini menganalisis hubungan antara besarnya arus kendaraan ringan terhadap kapasitas pada tingkat kecepatan tertentu yang akan direduksi besarnya oleh kehadiran kendaraan jenis lain. Persamaan matematik untuk pendekatan ini adalah:

$$q_{LV} = C - emp_{HV} \cdot q_{HV} - emp_{MC} \cdot q_{MC} \dots\dots\dots(15)$$

dimana:

- q<sub>LV</sub> = arus kendaraan ringan (kend/jam)
- q<sub>HV</sub> = arus kendaraan berat (kend/jam)
- q<sub>MC</sub> = arus sepeda motor (kend/jam)
- C = kapasitas jalan pada kelas kecepatan tertentu (smp/jam)

**Kapasitas Ruas Jalan**

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang melalui titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{CF} \times FC_{CS} \dots\dots\dots(16)$$

dimana:

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C<sub>0</sub> = Kapasitas dasar (smp/jam)
- FC<sub>W</sub> = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas.
- FC<sub>SP</sub> = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (smp/jam)
- FC<sub>SF</sub> = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (smp/jam)
- FC<sub>CS</sub> = Faktor penyesuaian ukuran kota (smp/jam)

**Metode Greenshield**

Menurut Tamin (2000), Greenshield merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan diasumsikan linear.

Kepadatan maksimum dapat dihitung dengan :

$$D_m = \frac{D_j}{2} \dots\dots\dots(17)$$

Kondisi kecepatan pada saat arus maksimum (S<sub>m</sub>) didapat dengan persamaan:

$$S_m = \frac{S_{ff}}{2} \dots\dots\dots(18)$$

Kondisi V berubah menjadi V<sub>m</sub> dan D menjadi D<sub>m</sub> diperoleh:

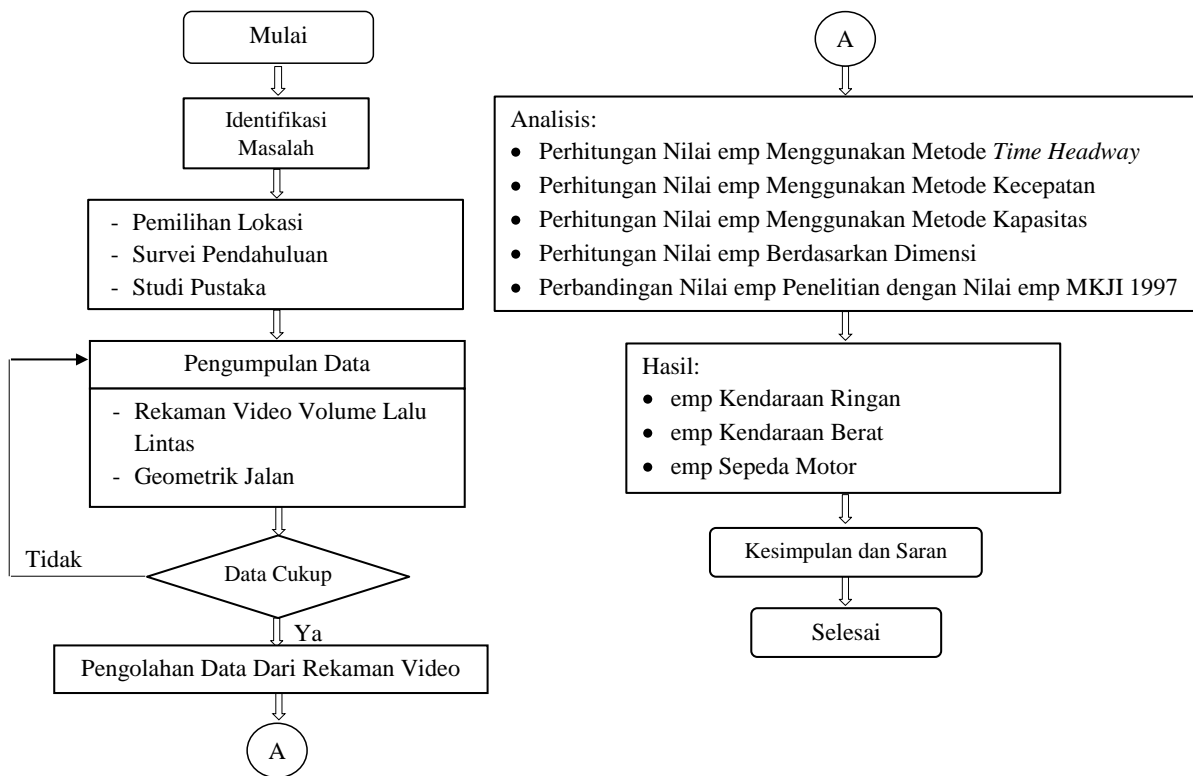
$$V_m = \frac{D_f \cdot U_f}{4} \dots\dots\dots(19)$$

dimana:

- V<sub>m</sub> = volume maksimum (km/jam)
- D<sub>m</sub> = kepadatan maksimum (smp/km)

**METODOLOGI**

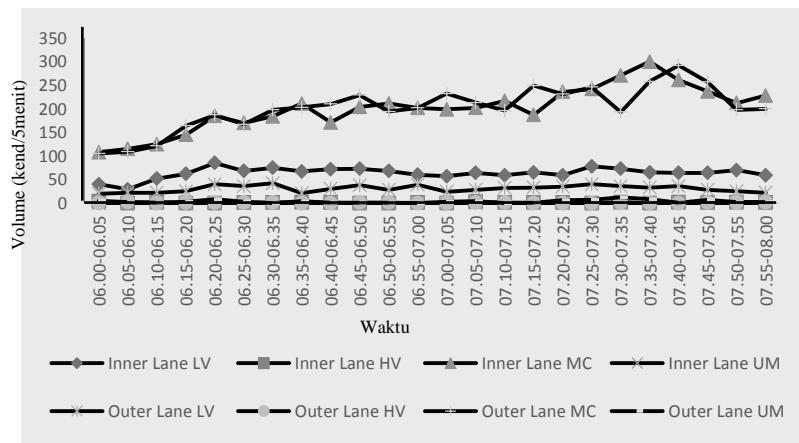
Metodologi pengerjaan laporan tugas akhir ini seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

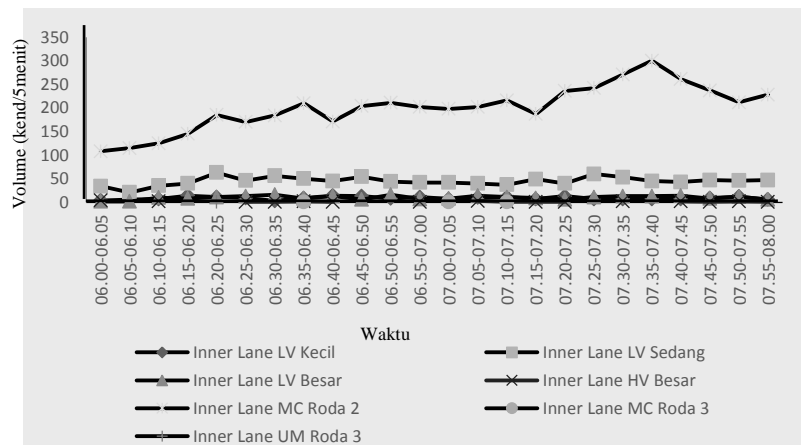
**PENYAJIAN DATA**

Survei volume dan kecepatan lalu lintas serta data *time headway* ruas jalan Pandanaran dan Soekarno Hatta dilakukan pada jam puncak pagi (06.00-08.00 WIB) dan jam non puncak sore (14.00-16.00 WIB) menggunakan video recorder. Untuk jalan Soekarno Hatta dibedakan menjadi dua yaitu arah 1 untuk arah pergerakan dari Pedurungan menuju ke USM dan arah 2 untuk arah dari USM menuju ke Pedurungan. Untuk jalan Pandanaran dibagi menjadi dua yakni Pandanaran I yang berada pada jembatan penyebrangan depan toko buku Merbabu dan Pandanaran II untuk titik di dekat rumah sakit Hermina. Untuk pembagian arah yaitu arah 1 untuk arah pergerakan dari Simpang Lima menuju Tugu Muda dan arah 2 untuk arah dari Tugu Muda menuju Simpang Lima. Berikut hasil rekap survei pada ruas Pandanaran II yaitu:

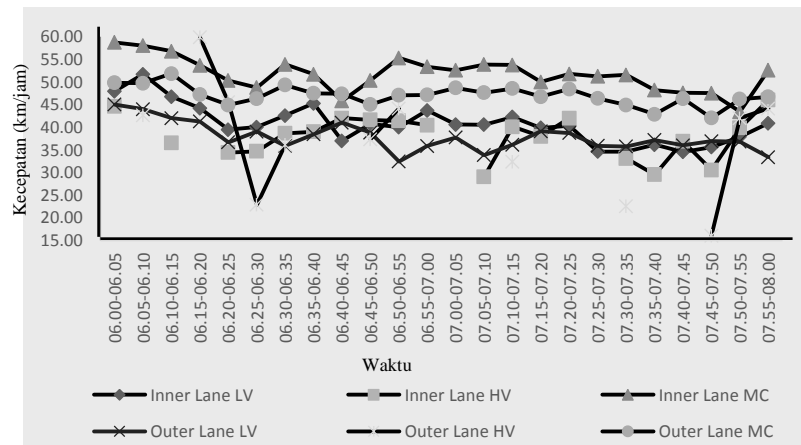


Gambar 3. Grafik volume lalu lintas jalan Pandanaran II arah 1

(Simpang Lima – Tugu Muda) Senin pagi



Gambar 4. Grafik variasi lalu lintas jalan Pandanaran II arah 1 (Simpang Lima – Tugu Muda) inner lane Senin pagi



Gambar 5. Grafik kecepatan kendaraan jalan Pandanaran II arah 1 (Simpang Lima – Tugu Muda) Senin pagi

Tabel 1. Data *time headway* jalan Pandanaran II arah 1 (Simpang Lima – Tugu Muda) Senin pagi

Interval Waktu	Pandanaran II Arah 1 (Simpang Lima - Tugu Muda)								
	Inner Lane						Outer Lane		
	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV	LV-LV
06.30-06.35	0,59	1,88	1,46	2,39	1,62		1,65	1,44	2,63
	1,97	1,59	3,27	1,70	1,04		2,40	2,07	1,31
	1,67	1,29	2,28	1,25	0,78		1,17	3,57	2,61
	1,23	1,55	1,95	2,03	1,65		0,98	1,13	1,97
	1,65	0,78	0,84	0,86	1,25		1,82	2,03	1,79
	2,09	1,82	1,37				1,97	1,37	2,13
							1,11	2,85	

ANALISA DATA

Metode Kapasitas

Nilai emp yang dihasilkan menggunakan metode kapasitas menganalisis hubungan antara besarnya arus kendaraan ringan terhadap kapasitas pada tingkat kecepatan tertentu yang akan direduksi besarnya oleh kehadiran kendaraan jenis lain. Hasil volume yang didapatkan

pada survei lalu lintas tidak dapat mengindikasikan kapasitas jalan sebenarnya. Untuk mencari volume kendaraan maksimal di lapangan di gunakan metode Greenshield dengan kepadatan = x dan kecepatan = y. Kecepatan pada perhitungan Greenshield metode kapasitas merupakan kecepatan rata-rata dari LV, HV, dan MC.

Tabel 2. Nilai kepadatan, kecepatan, dan volume maksimum pada jalan Pandanaran II arah 1

		Arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda)					
		Inner Lane		Outer Lane		All Lane	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Senin	D <sub>M</sub>	160,155	128,133	159,301	122,905	323,015	157,185
	S <sub>M</sub>	28,637	23,752	26,163	19,106	27,160	27,814
	V <sub>M</sub>	4586,277	3043,383	4167,802	2348,259	8773,081	4371,933
Kamis	D <sub>M</sub>	134,082	126,241	105,189	116,688	228,783	183,693
	S <sub>M</sub>	31,716	24,553	29,922	19,957	31,267	25,488
	V <sub>M</sub>	4252,604	3099,536	3147,409	2328,707	7153,439	4681,982
Sabtu	D <sub>M</sub>	113,088	111,439	70,303	99,363	183,325	156,660
	S <sub>M</sub>	35,139	23,721	32,723	21,594	33,874	26,617
	V <sub>M</sub>	3973,856	2643,451	2300,522	2145,593	6209,903	4169,877

Untuk menentukan nilai kapasitas jalan sebenarnya, dibutuhkan perbandingan antara volume hasil survei dengan nilai volume maksimum hasil perhitungan metode Greenshield. Setelah nilai pembanding diketahui kemudian dikalikan dengan nilai kapasitas berdasarkan MKJI 1997 untuk mengetahui nilai kapasitas jalan akhir.

Analisa kapasitas menurut MKJI 1997 untuk jalan Pandanaran II arah 1 *inner lane* Senin sore:

$$C = C_0 \times F_{CW} \times F_{CSP} \times F_{CSF} \times F_{CCS} = 1500 \times 1,00 \times 0,97 \times 1,00 \times 1,00 = 1455 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{max} = V_M = 3043,383 \text{ kend/jam}$$

$$\frac{Q}{Q_{max}} = \frac{91 * 12 + 1 * 12 + 131 * 12}{3043,383} = 0,879$$

$$C \text{ akhir} = C \text{ MKJI} * \frac{Q}{Q_{max}} = 1455 * 0,879 = 1279,359$$

$$C \text{ akhir} = LV * 12 * X_1 + HV * 12 * X_2 + MC * 12 * X_3$$

$$1279,359 = 1092 * X_1 + 12 * X_2 + 1572 * X_3$$

$$187,359 = 12 * X_1 + 1572 * X_3$$

Tabel 3. Nilai emp dan koefisien korelasi pada jalan Pandanaran II arah 1

		Arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda)											
		Inner Lane				Outer Lane				All Lane			
		HV	MC	r	r <sup>2</sup>	HV	MC	r	r <sup>2</sup>	HV	MC	r	r <sup>2</sup>
Pandanaran I		0,441	0,332	0,872	0,760	1,386	0,164	0,836	0,699	1,514	0,200	0,869	0,754
		1,953	0,559	0,884	0,781	0,479	0,316	0,924	0,853	1,234	0,465	0,936	0,875
		0,918	0,339	0,931	0,867	0,843	0,170	0,731	0,535	1,154	0,222	0,869	0,755
		0,440	0,470	0,889	0,791	0,694	0,374	0,963	0,927	0,846	0,457	0,894	0,800
		0,975	0,388	0,858	0,737	1,495	0,239	0,789	0,622	1,223	0,256	0,821	0,674
		0,134	0,533	0,829	0,688	1,315	0,317	0,866	0,750	0,332	0,374	0,842	0,709
Pandanaran II		1,589	0,262	0,888	0,788	0,211	0,325	0,968	0,938	2,194	0,291	0,945	0,893
		1,634	0,371	0,831	0,691	0,347	0,507	0,973	0,947	0,103	0,618	0,954	0,909
		2,511	0,367	0,951	0,904	0,983	0,410	0,968	0,938	1,338	0,388	0,950	0,903
		0,529	0,399	0,902	0,814	0,597	0,492	0,963	0,927	0,683	0,565	0,978	0,956
		0,554	0,337	0,976	0,953	0,604	0,634	0,995	0,991	0,181	0,450	0,989	0,977
		0,691	0,414	0,901	0,812	0,652	0,576	0,962	0,926	0,389	0,657	0,974	0,948



Berdasarkan analisis regresi linier berganda, terdapat hasil regresi yang memenuhi analisa koefisien korelasi dengan ketentuan:

- Jika  $r < 0,5$ , maka persamaan ditolak.
- Jika  $r > 0,5$ , maka persamaan diterima.

Tabel 4. Hasil nilai emp metode kapasitas pada jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi)

Arus Lalu Lintas per Lajur (kend/jam)		LV	HV	MC
MKJI 1997	< 1050	1,00	1,30	0,40
	≥ 1050	1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>				
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,144	0,268
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,732	0,771
<i>All Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,333	0,389
<u>Arah 2</u>				
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,478	0,468
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,696	0,455
<i>All Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,040	0,400

Tabel 5. Hasil nilai emp metode kapasitas pada jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi)

Arus Lalu Lintas Total 2 Arah (kend/jam)		LV	HV	MC
MKJI 1997	< 3700	1,00	1,30	0,40
	≥ 3700	1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>				
<i>Inner Lane</i>	< 3700	1,00	0,672	0,338
<i>Outer Lane</i>	< 3700	1,00	0,674	0,499
<i>All Lane</i>	≥ 3700	1,00	0,551	0,454
<u>Arah 2</u>				
<i>Inner Lane</i>	< 3700	1,00	1,018	0,685
<i>Outer Lane</i>	< 3700	1,00	1,719	0,321
<i>All Lane</i>	≥ 3700	1,00	0,948	0,618
Total 2 arah	≥ 3700	1,00	0,927	0,457

**Berdasarkan Dimensi Kendaraan**

Nilai emp yang dihasilkan memiliki cara perhitungan yang sama metode kapasitas. Perbedaan terletak pada kendaraan tinjauan yang didasarkan pada dimensinya. Volume kendaraan maksimal di lapangan di gunakan metode Greenshield. Kecepatan merupakan kecepatan rata-rata dari  $LV_K, LV_S, LV_B, HV, MC_2$ , dan  $MC_3$  (lihat Tabel 6).

Analisa kapasitas menurut MKJI 1997 untuk jalan Pandanaran II arah 1 *inner lane* Senin sore:

$$C = C_0 \times F_{CW} \times F_{CSP} \times F_{CSF} \times F_{CCS} = 1500 \times 1,00 \times 0,97 \times 1,00 \times 1,00 = 1455 \text{ smp/jam}$$

$$Q_{max} = VM = 3311,799 \text{ kend/jam}$$

$$Q_{\max} = \frac{17 \cdot 12 + 62 \cdot 12 + 12 \cdot 12 + 1 \cdot 12 + 131 \cdot 12 + 0 \cdot 12}{3311,799} = 0,808$$

$$C_{\text{akhir}} = C_{\text{MKJI}} \cdot \frac{Q}{Q_{\max}} = 1455 \cdot 0,808 = 1175,669$$

$$C_{\text{akhir}} = LV_S \cdot 12 \cdot 1 + LV_K \cdot 12 \cdot X_1 + LV_B \cdot 12 \cdot X_2 + HV \cdot 12 \cdot X_3 + MC_2 \cdot 12 \cdot X_4 + MC_3 \cdot 12 \cdot X_5$$

$$1175,669 = 62 \cdot 1 + 17 \cdot X_1 + 12 \cdot X_2 + 1 \cdot X_3 + 131 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5$$

$$431,669 = 17 \cdot X_1 + 12 \cdot X_2 + 1 \cdot X_3 + 131 \cdot X_4 + 0 \cdot X_5$$

Tabel 6. Nilai kepadatan, kecepatan, dan volume maksimum pada jalan Pandanaran II arah 1

		Arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda)					
		Inner Lane		Outer Lane		All Lane	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Senin	D <sub>M</sub>	155,447	151,369	183,205	132,594	326,428	169,090
	S <sub>M</sub>	28,309	21,879	24,694	18,164	26,554	26,060
	V <sub>M</sub>	4400,499	3311,799	4523,988	2408,442	8667,985	4406,510
Kamis	D <sub>M</sub>	138,086	131,896	124,727	143,211	244,571	197,760
	S <sub>M</sub>	30,825	23,863	27,803	18,173	29,942	24,112
	V <sub>M</sub>	4256,493	3147,439	3467,803	2602,563	7322,868	4768,388
Sabtu	D <sub>M</sub>	119,678	112,516	72,003	102,095	188,958	156,429
	S <sub>M</sub>	34277	23,425	32,126	20,896	33,176	26,469
	V <sub>M</sub>	4102,255	2635,751	2313,177	2133,365	6268,951	4140,596

Tabel 7. Nilai emp dan koefisien korelasi pada jalan Pandanaran II arah 1

		Arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda)						
		Inner Lane						
		LVk	LVb	HV	MC2	MC3	r	r <sup>2</sup>
Pandanaran I		0,620	0,336	1,135	0,291	1,150	0,938	0,880
		0,267	0,147	2,407	0,353	0,262	0,848	0,719
		0,395	0,461	0,440	0,360	0,397	0,977	0,955
		0,150	1,181	1,068	0,368	1,587	0,902	0,814
		0,549	0,280	0,747	0,374	1,508	0,973	0,947
		0,430	0,263	0,095	0,489	0,096	0,989	0,978
Pandanaran II		0,334	0,074	2,249	0,312	1,790	0,950	0,903
		0,631	0,101	1,468	0,396	1,570	0,919	0,845
		0,040	0,375	1,904	0,335	0,455	0,970	0,941
		0,855	0,214	1,265	0,387	1,148	0,957	0,916
		0,308	0,916	0,479	0,332	0,057	0,984	0,968
		0,330	0,159	0,596	0,448	1,138	0,936	0,876

Berdasarkan ketentuan uji statistik untuk memilih emp yang akan dipakai, nilai koefisien korelasi (r) dan nilai determinan (r<sup>2</sup>) menjadi pertimbangan (lihat Tabel 8 dan 9).

### Metode Kecepatan

Analisis berdasarkan kecepatan arus bertujuan untuk mendapat hubungan antara u<sub>SMS</sub> (kecepatan) terhadap arus kendaraan ringan (q<sub>LV</sub>), arus kendaraan berat (q<sub>HV</sub>) dan arus sepeda motor (q<sub>MC</sub>) (lihat Tabel 10).

Tabel 8. Hasil nilai emp berdasarkan dimensi kendaraan pada jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi)

Arus Lalu Lintas per Lajur (kend/jam)		LV <sub>K</sub>	LV <sub>S</sub>	LV <sub>B</sub>	HV	MC <sub>2</sub>	MC <sub>3</sub>	LV	MC
MKJI 1997	< 1050		1,30		1,00	0,40			
	≥ 1050		1,20		1,00	0,25			
<i>Arah 1</i>									
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	0,343	1,000	0,557	0,387	0,303	0,932	0,784	0,306
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	0,824	1,000	0,932	0,832	0,881	0,884	0,965	0,881
<i>All Lane</i>	≥ 1050	1,030	1,000	0,502	0,890	0,395	0,308	0,902	0,395
<i>Arah 2</i>									
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	0,281	1,000	0,590	0,777	0,453	2,527	0,894	0,464
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	0,736	1,000	0,657	0,314	0,607	0,550	0,899	0,607
<i>All Lane</i>	≥ 1050	0,733	1,000	0,282	0,696	0,602	0,602	0,933	0,572

Tabel 9. Hasil nilai emp berdasarkan dimensi kendaraan pada jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi)

Arus Lalu Lintas Total 2 Arah (kend/jam)		LV <sub>K</sub>	LV <sub>S</sub>	LV <sub>B</sub>	HV	MC <sub>2</sub>	MC <sub>3</sub>	LV	MC
MKJI 1997	< 3700				1,30			1,00	0,40
	≥ 3700				1,20			1,00	0,25
<i>Arah 1</i>									
<i>Inner Lane</i>	< 3700	0,379	1,000	0,460	0,295	0,394	0,081	0,736	0,393
<i>Outer Lane</i>	< 3700	0,613	1,000	0,534	0,861	0,554	1,105	0,865	0,557
<i>All Lane</i>	≥ 3700	0,400	1,000	0,541	1,330	0,391	1,587	0,786	0,395
<i>Arah 2</i>									
<i>Inner Lane</i>	< 3700	0,776	1,000	0,749	0,777	0,442	2,585	0,902	0,444
<i>Outer Lane</i>	< 3700	0,141	1,000	0,467	0,823	0,339	1,016	0,709	0,340
<i>All Lane</i>	≥ 3700	0,293	1,000	0,448	0,746	0,401	2,063	0,733	0,405
Total 2 arah	≥ 3700	0,259	1,000	0,249	0,699	0,414	0,875	0,712	0,415

Tabel 10. Nilai koefisien regresi dan koefisien korelasi pada jalan Pandanaran II Arah 1

Koefisien		Arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda)					
		<i>Inner Lane</i>		<i>Outer Lane</i>		<i>All Lane</i>	
		Pagi	Sore	Pagi	Sore	Pagi	Sore
Senin	a	62,134	15,169	54,478	32,086	65,872	31,688
	X1	0,163	0,023	0,161	0,197	0,176	0,097
	X2	0,255	0,066	0,841	0,911	0,603	0,386
	X3	0,053	0,107	0,044	0,082	0,026	0,056
	r	0,884	0,624	0,717	0,568	0,923	0,456
Kamis	a	78,081	26,004	58,605	25,716	56,697	40,641
	X1	0,145	0,060	0,114	0,236	0,166	0,137
	X2	0,534	0,483	0,346	0,386	0,336	0,088
	X3	0,073	0,005	0,037	0,080	0,050	0,011
	r	0,804	0,228	0,394	0,534	0,711	0,412
Sabtu	a	76,430	13,905	59,139	30,280	69,346	28,103
	X1	0,390	0,339	0,314	0,333	0,212	0,046
	X2	0,485	0,478	0,908	0,577	0,174	0,009
	X3	0,017	0,093	0,066	0,115	0,017	0,024
	r	0,744	0,663	0,480	0,639	0,687	0,132

Nilai emp yang didapat dari hasil regresi yang terpilih untuk jalan Pandanaran II arah 1 *inner lane*:

$$\text{emp HV} = \frac{X_2}{X_1} = \frac{0,255}{0,163} = 1,564$$

$$\text{emp MC} = \frac{X_3}{X_1} = \frac{0,053}{0,163} = 0,325$$

Tabel 11. Hasil nilai emp metode Kecepatan pada jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi)

Arus Lalu Lintas per Lajur (kend/jam)		LV	HV	MC
MKJI 1997	< 1050	1,00	1,30	0,40
	≥ 1050	1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>				
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	1,00	3,691	0,231
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	1,00	0,545	0,140
<i>All Lane</i>	≥ 1050	1,00	1,041	0,216
<u>Arah 2</u>				
<i>Inner Lane</i>	≥ 1050	1,00	1,054	0,226
<i>Outer Lane</i>	≥ 1050	1,00	2,609	0,179
<i>All Lane</i>	≥ 1050	1,00	6,418	0,022

Tabel 12. Hasil nilai emp metode kecepatan pada jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi)

Arus Lalu Lintas Total 2 Arah (kend/jam)		LV	HV	MC
MKJI 1997	< 3700	1,00	1,30	0,40
	≥ 3700	1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>				
<i>Inner Lane</i>	< 3700	1,00	1,790	0,325
<i>Outer Lane</i>	< 3700	1,00	2,480	0,215
<i>All Lane</i>	≥ 3700	1,00	1,826	0,452
<u>Arah 2</u>				
<i>Inner Lane</i>	< 3700	1,00	3,963	0,418
<i>Outer Lane</i>	< 3700	1,00	1,224	0,109
<i>All Lane</i>	≥ 3700	1,00	0,896	0,266
Total 2 arah	≥ 3700	1,00	3,899	0,381

### Metode *Time Headway*

Berdasarkan persamaan-persamaan tinjauan statistik, maka dapat dihitung senjang rata-rata *time headway* seluruh pasangan kendaraan. Perhitungan senjang rata-rata *time headway* seluruh pasangan iringan kendaraan di ruas jalan Pandanaran II arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda) *inner lane* Senin sore untuk pukul 14.00-14.05 (lihat Tabel 13 dan 14).

Dari analisis nilai emp MC dan HV setiap 5 menit waktu survei menggunakan langkah seperti Tabel 13 dan 14, diperoleh emp MC dan HV pada masing-masing waktu survei. Agar nilai emp dapat menjadi acuan pada saat perhitungan lalu lintas pada jalan Pandanaran dan jalan Soekarno Hatta secara keseluruhan maka perlu adanya satu nilai emp yang dapat

mewakili tiap jenis kendaraan. Untuk mendapatkan satu nilai emp yang mewakili, maka dicari rata-rata nilai emp pada kedua titik survei (lihat Tabel 15 dan 16).

Tabel 13. Perhitungan rata-rata senjang *time headway*

	n	x	S	E	K	e	$\mu_1$	$\mu_2$
LV-LV	23	2,085	0,523	0,109	2,073	0,226	2,31	1,86
LV-MC	16	1,269	0,513	0,128	2,131	0,274	1,54	1,00
MC-LV	12	1,468	0,742	0,214	2,201	0,471	1,94	1,00
MC-MC	35	0,962	0,310	0,052	1,96	0,103	1,06	0,86

Tabel 14. Perhitungan nilai emp pada jalan Pandanaran II arah 1 (Simpang Lima-Tugu Muda) *inner lane* Senin sore pukul 14.00-14.05

	n	x	k	T terkoreksi	Jumlah	emp MC
LV-LV	6	2,010		1,888	2,768	0,466
MC-MC	11	0,946	0,731	0,880		
LV-MC	8	1,246		1,338	2,768	
MC-LV	5	1,284		1,430		

Tabel 15. Hasil nilai emp metode *time headway* pada jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi)

	Arus Lalu Lintas per Lajur (kend/jam)		LV	HV	MC
	< 1050	≥ 1050			
MKJI 1997			1,00	1,30	0,40
			1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>					
<i>Inner Lane</i>	< 1050		1,00	2,420	0,628
<i>Outer Lane</i>	< 1050		1,00	2,144	0,461
<i>All Lane</i>	≥ 1050		1,00	2,474	0,633
<u>Arah 2</u>					
<i>Inner Lane</i>	< 1050		1,00	1,378	0,771
<i>Outer Lane</i>	< 1050		1,00		0,522
<i>All Lane</i>	≥ 1050		1,00	1,308	0,780

Tabel 16. Hasil nilai emp metode *time headway* pada jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi)

	Arus Lalu Lintas Total 2 Arah (kend/jam)		LV	HV	MC
	< 3700	≥ 3700			
MKJI 1997			1,00	1,30	0,40
			1,00	1,20	0,25
<u>Arah 1</u>					
<i>Inner Lane</i>	< 3700		1,00	1,444	0,563
<i>Outer Lane</i>	< 3700		1,00		0,587
<i>All Lane</i>	≥ 3700		1,00	1,459	0,602
<u>Arah 2</u>					
<i>Inner Lane</i>	< 3700		1,00	2,268	0,611
<i>Outer Lane</i>	< 3700		1,00	2,718	0,623
<i>All Lane</i>	≥ 3700		1,00	1,955	0,642
Total 2 arah		≥ 3700	1,00	1,539	0,617

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisa dan pembahasan nilai emp pada jalan Soekarno Hatta dan jalan Pandanaran dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai emp hasil analisa untuk jalan Soekarno Hatta (jalan perkotaan terbagi) yaitu 1,000 untuk LV, 0,705 untuk HV, dan 0,459 untuk MC dengan nilai emp LV 1,000, HV 1,200, dan MC 0,250 untuk arus lalu lintas per lajur  $\geq 1050$  kend/jam menurut MKJI 1997. Untuk jalan Pandanaran (jalan perkotaan tak terbagi) yaitu 1,000 untuk LV, 1,055 untuk HV, dan 0,418 untuk MC dengan nilai emp LV 1,000, HV 1,200, dan MC 0,250 untuk arus lalu lintas total dua arah  $\geq 3700$  kend/jam menurut MKJI 1997.
2. Nilai emp sepeda motor (MC) lebih besar dibandingkan dengan nilai emp pada MKJI 1997 karena variasi arus lalu lintas lebih didominasi oleh sepeda motor sehingga menyebabkan gangguan pada laju kendaraan lain.
3. Adanya perbedaan pengaruh hambatan samping terhadap kecepatan lalu lintas dan nilai emp pada kedua lokasi pengamatan karena adanya perbedaan lingkungan dan karakteristik lalu lintas pada kedua lokasi pengamatan. Pada jalan perkotaan tak terbagi, lokasi penelitian memiliki hambatan samping berupa parkir samping jalan dan keluar masuk kendaraan dari dan ke perkantoran dan pertokoan disekitarnya. Untuk jalan perkotaan terbagi, lokasi penelitian memiliki hambatan samping yang sangat kecil sehingga dapat diabaikan.
4. Semakin meningkatnya perkembangan mesin motor dan atribut keselamatan menyebabkan kecepatan dan kinerja operasional motor menjadi lebih baik. Sehingga kecepatan motor menjadi lebih tinggi dan kemampuan manuver kendaraan meningkat.
5. Perilaku pengendara sepeda motor pada jalan yang padat seringkali menggunakan lajur lawan, terutama pada jalan tak terbagi, menyebabkan terjadinya kemacetan pada lajur lawan. Sedangkan pada jalan terbagi, sepeda motor lebih banyak menggunakan lajur dalam (inner lane) dibandingkan lajur luar (outer lane) karena lajur dalam lebih sering digunakan oleh kendaraan dengan kecepatan rendah sehingga mengganggu kecepatan sepeda motor yang tinggi.
6. Nilai emp MC mendekati nilai emp LV sehingga gangguan akibat sepeda motor hampir sama dengan gangguan akibat kendaraan ringan yang melintas.

## **SARAN**

Berdasarkan uraian pada bagian sebelumnya dan hasil perhitungan analisis nilai emp berbagai metode pada jalan Pandanaran dan Soekarno Hatta, maka kami menyarankan:

1. Penelitian yang sama dapat dikembangkan lebih lanjut lagi pada lokasi yang memiliki karakteristik geometri maupun lalu lintas yang lain (tidak terdapat gangguan lalu lintas dari arah samping terutama pada jalan tak terbagi).
2. Nilai emp pada MKJI 1997 jauh lebih kecil dibandingkan dengan nilai emp pada penelitian sehingga disarankan untuk menggunakan nilai emp pada penelitian ini agar diperoleh arus dalam smp sesuai kenyataan.
3. Perlu ada studi lebih lanjut yang mendalam dan spesifik terhadap kecenderungan model yang akan dipakai untuk mencari emp pada kondisi dan karakteristik lalu lintas tertentu.
4. Dengan adanya dominasi sepeda motor maka perlu dipikirkan pemberlakuan jalur khusus sepeda motor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andiani, Christy Alty, 2013. *Studi Penetapan Nilai Ekuivalensi Penumpang (emp) Kendaraan Bermotor Menggunakan Metode Time Headway dan Aplikasinya Untuk Menghitung Kinerja Ruas Jalan (Kasus Pada Ruas Jalan Solo-Sragen Km.12) (Skripsi)*, Universitas Sebelas Maret, Solo.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Jakarta.
- Ditjen Perhubungan Darat, 2013. *Profil dan Kinerja Perhubungan Darat 2013 Propinsi Jawa Tengah*.
- Iskandar, Hikmat, 2010. *Cara Pemutakhiran Nilai Ekivalen Mobil Penumpang dan Kapasitas Dasar Ruas Jalan Luar Kota*, Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Koeswandono, Windarto, 2007. *Pengaruh Kendaraan Tidak Bermotor pada Jalan 2 Lajur 2 Arah Tanpa Median (Studi Kasus Jalan Parangtritis Kota Yogyakarta)* (Tesis), Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kusnandar, Erwin, 2009. *Pengkinian Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997*, Jurnal Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Morlok, Edward K, 1995. *Introduction to Transportation Engineering and Planning*, Trans. Johan Kelanaputra Haimin, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Ogden, K.W. dan D.W. Bennet, 1989. *Traffic Engineering Practice (fourth ed)*, Department of Civil Engineering Monash University, Australia.
- Putranto, Leksmono Suryo, 2008. *Rekayasa Lalu Lintas*, Indeks, Jakarta.
- Salter, R.J, 1980. *Highway Traffic Analysis and Design*, The Macmillan Press LTD, London
- Setiawan, Arief, 2011. *Studi Penentuan Nilai Ekuivalensi Mobil Penumpang (emp) Berbagai Jenis Kendaraan Pada Ruas Jalan Utama di Kota Palu*, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Transportasi.
- Sukowati, Dwi Guntoro, 2004. *Karakteristik Time Headway Kendaraan di Jalan Tol dan Jalan Non Tol (Studi di Jalan Tol Seksi B Semarang dan Jalan Lingkar Demak)* (Tesis), Program Magister Teknik Sipil Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tamin, O.Z, 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Institut Teknologi Bandung, Bandung.