

EVALUASI KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL (Studi kasus: Simpang Tiga Jambu Jl.Raya Duri Kosambi)

Tommy Iduwin¹, Dicki Dian Purnama²

¹ Sekolah Tinggi Teknik PLN - Jakarta

² Sekolah Tinggi Teknik PLN - Jakarta

E-mail: tommyiduwin@sttpln.ac.id

ABSTRACT

The increasing human need for motorized vehicles has an impact on the number of trips made by humans using motor vehicles will increase. This condition is seen during peak hours, namely during working hours and returning to work so that research is needed to reduce congestion and accidents that occur. Calculation of performance intersection use MKJI 1997. File of this research that got from survey in two times on one day, those are morning and afternoon. The results of the intersection research for the existing conditions produce a degree of saturation (DS) of 1.07. This value exceeds the limit suggested by MKJI 1997 for unsigned intersections (DS < 0.75). some alternatives are used to improve the performance of the intersection. Alternative I is an unsignalized intersection by giving a traffic signal and produces DS = 0.92. Alternative II with geometric widening of road and traffic signal generating value DS = 0.74 and delay 32.16 det / smp. Level of intersection service is at level C which means stable traffic, travel speed and freedom of movement has been influenced by the large volume of traffic so that the driver can no longer choose the desired speed.

Keywords: *Performance of unsignalized intersections, MKJI 1997, Degree of saturations, Delay*

ABSTRAK

Seiring meningkatnya kebutuhan manusia terhadap kendaraan bermotor berdampak semakin hari jumlah perjalanan yang dilakukan oleh manusia dengan menggunakan kendaraan bermotor akan bertambah banyak. Pada kondisi jam sibuk terlihat bahwa pada pagi hari yang merupakan jam berangkat kantor dan jam sore yang merupakan pulang kerja sehingga perlu dilakukan research untuk mengurangi kemacetan. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 digunakan dalam perhitungan kinerja simpang. Data penelitian didapat berupa hasil survey yang dilakukan pagi dan sore pada hari yang sama. Hasil penelitian simpang tiga Jambu Duri Kosambi untuk kondisi eksisting menghasilkan (DS) derajat kejenuhan sebesar 1,07. Batas yang disarankan oleh MKJI 1997 untuk simpang tak bersinyal (DS < 0,75) sehingga perlu dilakukan alternatif permasalahan. Alternatif I simpang tak bersinyal dengan memberi sinyal lalu lintas dan menghasilkan DS = 0.92. Aternatif II dengan pelebaran jalan dan pemberian sinyal lalu lintas menghasilkan nilai DS = 0,74 dan tundaan 32.16 det/smp. Hasil beberapa alternatif menghasilkan tingkat pelayanan simpang berada pada tingkat C yang artinya artinya lalu lintas stabil, kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkan.

Kata kunci: *Kinerja Simpang Tak Bersinyal, MKJI 1997, Derajat Kejenuhan, Tundaan.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan manusia terhadap kendaraan bermotor berdampak semakin hari jumlah perjalanan yang dilakukan oleh manusia dengan menggunakan kendaraan bermotor akan bertambah banyak. Simpang Jambu adalah simpang dengan tiga lengan yang belum dilengkapi dengan sinyal lampu lalu lintas. Simpang yang terletak di Kota Jakarta Barat, DKI Jakarta ini menghubungkan antara ruas jalan akses Tol Lingkar Luar Jakarta, Tol Jakarta Tangerang, dan akses menuju Stasiun Rawa buaya. Kondisi lingkungan sekitar persimpangan tersebut merupakan daerah padat. Hal ini terlihat dengan adanya perkantoran, pertokoan, akses tol dan akses stasiun. Persimpangan ini adalah persimpangan sebidang tidak bersinyal sehingga tidak ada keteraturan dalam hak jalan. Pola pengaturan lalu lintas di persimpangan ini belum teratur sehingga sering ditemukan kendaraan yang berebut ruang untuk melewati persimpangan sehingga mengakibatkan kemacetan dan resiko kecelakaan yang lebih tinggi. Pada jam-jam sibuk pagi hari berupa pada jam masuk kerja dan pagi hari saat pulang kerja sering terjadi kemacetan yang menyebabkan kemacetan berupa antrian panjang sehingga perlu dianalisa dan dicari alternatif solusinya.

1.2 Tinjauan Pustaka

1. Persimpangan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997), ukuran-ukuran yang digunakan untuk memperhitungkan kinerja simpang tak bersinyal berhubungan dengan geometri, lingkungan dan Lalu-lintas terdiri dari :

1. Kapasitas.
2. Derajat kejenuhan.
3. Tundaan.
4. Peluang antrian.

2. Jenis Simpang

Menurut Alamsyah, A, A (2005) jenis-jenis persimpangan dapat dibedakan antara lain berdasarkan pada hal berikut ini:

1. Persimpangan sebidang

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan atau ujung jalan yang masuk ke persimpangan mengarahkan lalu-lintas masuk ke jalur yang berlawanan dengan lalu-lintas lainnya, seperti persimpangan pada jalan-jalan di kota.

2. Persimpangan tak sebidang

Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan raya yang menuju ke persimpangan ditempatkan pada ketinggian yang berbeda.

3. Kapasitas Simpang Tak Bersinyal

$$C = CO \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$$

(1)

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

CO = Kapasitas dasar (smp/jam)

FW = Faktor lebar pendekat

FM = Faktor median jalan utama

FCS = Faktor ukuran kota

FRSU = Faktor hambatan samping dan kendaraan tak bermotor

FMI = Rasio jalan minor
 FRT = Faktor belok kanan
 FLT = Faktor belok kiri

$$Q_{tot} = Q_A + Q_B + Q_D \quad (2)$$

4. Derajat Kejenuhan

DS atau singkatan dari derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas (smp/jam) dilambangkan dengan Q dibagi dengan kapasitas (smp/jam) dilambangkan dengan C dapat digunakan dengan persamaan berikut:

$$DS = \frac{Q_{tot}}{C} \quad (3)$$

keterangan ;

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

5. Tundaan

a. Tundaan lalu lintas rata-rata untuk seluruh simpang atau disimbolkan dengan (DTi)

$$DT_i = 2 + (8.2078 \times D_s) - [(1 - D_s) \times 2] \quad (4)$$

$$DT_i = \frac{1,0504}{(0,2742 - (0,2042 \times D_s))} - (1 - D_s) \times 2 \quad (5)$$

b. Rata-rata tundaan lalu lintas pada jalan utama (DTMA)

$$DTMA = 1.8 + (5.8234 \times D_s) - [(1 - D_s) \times 1.8] \quad (6)$$

$$DT_i = \frac{1,05034}{(0,346 - (0,2046 \times D_s))} - [(1 - D_s) \times 1,8] \quad (7)$$

c. Rata-rata tundaan lalu lintas pada jalan minor (DTMI)

$$DT_i = \frac{(Q_{tot} \times DT_i) - (Q_{MA} \times DTMA)}{Q_{MI}} \quad (8)$$

keterangan ;

Q_{tot} = Arus total (smp/jam),

Q_{MA} = Banyaknya kendaraan yang masuk pada simpang melalui jalan major (smp/jam)

Q_{MI} = Banyaknya kendaraan yang masuk pada simpang melalui jalan minor (smp/jam)

d. Tundaan geometrik simpang (DG)

Untuk DS < 1,0 :

$$DG = (1 - DS) \times (PT \times 6 + (1 - PT) \times 3) + DS \times 4 \quad (9)$$

6. Tundaan simpang (D)

Tundaan simpang dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$D = DG + DT_i \quad (10)$$

7. Peluang Antrian (QP)

Batas atas :

$$QP_a = (47,71 \times DS) - (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3) \quad (11)$$

Batas Bawah :

$$QP_b = (9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3) \quad (12)$$

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan oleh peneliti adalah :

1. Menganalisis kinerja simpang bersinyal di Simpang Tiga Jambu, Duri Kosambi, Jakarta Barat pada kondisi eksisting.
2. Mengetahui faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja Simpang Tiga Jambu, Duri Kosambi, Jakarta Barat
3. Memberikan alternatif solusi berupa pemecahan masalah yang timbul di Simpang Tiga Jambu, Duri Kosambi, Jakarta Barat

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diperoleh dari penelitian ini antara lain adalah :

1. Bisa memperlihatkan kondisi simpang pada kondisi saat ini.
2. Membantu instansi terkait dalam menentukan kebijakan yang berkaitan dengan kinerja simpang.

2. METODE/PERANCANGAN PENELITIAN

2.1 Tahap Pengumpulan Data

1. Data yang diperlukan

Dimana data yang diperlukan antara lain adalah :

- 1) Data Primer yang digunakan adalah data hasil survei geometri, data hasil survei volume lalu lintas, dan data hasil survei waktu siklus.
- 2) Data Sekunder yang digunakan adalah data yang diperoleh dari pihak instansi yang terkait seperti data jumlah pertumbuhan penduduk Provinsi DKI, peta lokasi Provinsi DKI Jakarta dan klasifikasi jalan.

2. Pemilihan Waktu Survei

Pemilihan waktu survei dilakukan pada waktu jam puncak dilokasi Simpang Tiga Jambu Duri Kosambi yaitu pada jam 06.00-09.00 WIB dan sore hari 17.00-20.00 WIB.

3. Peralatan Penelitian

- 1) Alat Tulis digunakan untuk pencatatan survei.
- 2) Meteran Roll digunakan untuk pengukuran geometri.
- 3) Stop Watch digunakan untuk mencatat waktu tiap interval 15 menit.
- 4) Jam tangan untuk penunjuk waktu.
- 5) Kamera digunakan untuk dokumentasi.
- 6) Surveyor sebagai pengamat dan pencatat arus lalu lintas.
- 7) Komputer digunakan untuk menganalisis data.

2.2 Tahap Analisa

Ketika semua data-data yang dibutuhkan sudah terkumpul selanjutnya dianalisa. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 digunakan dalam perhitungan analisis kinerja simpang. Data penelitian didapat berupa hasil survey yang dilakukan pagi dan sore pada hari yang sama yang selanjutnya dilakukan analisis untuk mengetahui panjang antrian, derajat kejenuhan dan tundaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Survei Geometri Jalan

Data yang diperoleh dari pengukuran geometrik pada simpang Jambu Duri Kosambi adalah sebagai berikut :

- Tipe Simpang = 324 (dua arah)
- Lebar Jalan Mayor B (Barat) = 6 meter
- Lebar Jalan Mayor D (Timur) = 6 meter
- Lebar Jalan Minor A (Utara) = 6 meter
- Hambatan Samping = Komersial, Sedang
- Jumlah Penduduk = 2.317.181 Jiwa (Sumber BPS Jakarta Barat)

3.2 Arus Lalu Lintas

1. Pagi Hari

Tabel 1 Rekapitulasi Arus Lalu-Lintas Pagi Hari

No	Waktu (06.00 - 09.00)	Kendaraan	Dari Jl. Duri Kosambi (GITC)						No	Waktu (06.00 - 09.00)	Kendaraan	Jl. Pondok Randu						No	Waktu (06.00 - 09.00)	Kendaraan	Jl. Duri Kosambi (Kresek)																				
			Pondok Randu			Kresek						GITC			Kresek						Pondok Randu			GITC																	
			LV	HV	MC	LV	HV	MC				LV	HV	MC	LV	HV	MC				LV	HV	MC	LV	HV	MC	LV	HV	MC												
1	06.00-07.00	Kendaraan	32	1	81	98	3	362	1	06.00-07.00	Kendaraan	19	0	56	43	3	130	1	06.00-07.00	Kendaraan	472	15	1431	83	6	362															
		smp	32	1.3	40.5	98	3.9	181			smp	19	0	28	43	3.9	65			smp	472	19.5	715.5	83	7.8	181															
Total (smp)		73.8						282.9						Total (smp)		47						111.9						Total (smp)		1207						271.8					
Total QA (smp)		356.7						Total QB (smp)		158.9						Total QC (smp)		1478.8																							
2	07.00-08.00	Kendaraan	66	1	181	323	16	692	2	07.00-08.00	Kendaraan	36	2	91	49	3	252	2	07.00-08.00	Kendaraan	521	18	2143	92	5	402															
		smp	66	1.3	90.5	323	20.8	346			smp	36	2.6	46	49	3.9	126			smp	521	23.4	1072	92	6.5	201															
Total		157.8						689.8						Total (smp)		84.1						178.9						Total (smp)		1615.9						299.5					
Total QA (smp)		847.6						Total QB (smp)		263						Total QC (smp)		1915.4																							
3	08.00-09.00	Kendaraan	63	1	242	96	25	785	3	08.00-09.00	Kendaraan	32	1	140	110	19	348	3	08.00-09.00	Kendaraan	421	55	1695	74	5	454															
		smp	63	1.3	121	96	32.5	392.5			smp	32	1.3	70	110	25	174			smp	421	71.5	847.5	74	6.5	227															
Total		185.3						521						Total (smp)		103.3						308.7						Total (smp)		1340						307.5					
Total QA (smp)		706.3						Total QB (smp)		412						Total QC (smp)		1647.5																							

Sumber : Hasil Analisis

Dari Tabel 1 diatas didapatkan hasil data Q_{TOT} untuk pagi hari didapat Q_A, Q_B dan Q_C yang dijumlahkan menjadi Qtot. Nilai Qtot diambil dari data Q_A, Q_B dan Q_C yang memiliki nilai terbesar untuk jam pagi hari

$$\begin{aligned}
 Q_{tot} &= Q_B + Q_A + Q_D \\
 &= 848 + 412 + 1915 = 3175 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

2. Sore Hari

Tabel 2 Rekapitulasi Arus Lalu-Lintas Pagi Hari

No	Waktu (17.00 - 20.00)	Dari Jl. Duri Kosambi (GITC)						No	Waktu (17.00 - 20.00)	Jl. Pondok Randu						No	Waktu (17.00 - 20.00)	Jl. Duri Kosambi (Kresek)							
		Pondok Randu			Kresek					GITC			Kresek					Pondok Randu			GITC				
		LV	HV	MC	LV	HV	MC			LV	HV	MC	LV	HV	MC			LV	HV	MC	LV	HV	MC		
1	Kendaraan	56	1	244	124	18	1165	1	7.00-18.0	Kendaraan	50	0	132	271	22	473	1	7.00-18.0	Kendaraan	238	19	1128	83	8	583
	smp	56	1.3	122	124	23.4	582.5			smp	50	0	66	271	29	237			smp	238	24.7	564	83	10.4	291.5
Total (smp)		179.3			729.9			Total (smp)		116			536.1			Total (smp)		826.7			384.9				
Total QA (smp)		909.2						Total QB (smp)		652.1						Total QC (smp)		1211.6							
2	Kendaraan	40	0	169	112	9	1022	2	8.00-19.0	Kendaraan	51	1	143	349	18	434	2	8.00-19.0	Kendaraan	220	18	904	69	5	568
	smp	40	0	84.5	112	11.7	511			smp	51	1.3	72	349	23	217			smp	220	23.4	452	69	6.5	284
Total (smp)		124.5			634.7			Total (smp)		123.8			589.4			Total (smp)		695.4			359.5				
Total QA (smp)		759.2						Total QB (smp)		713.2						Total QC (smp)		1054.9							
3	Kendaraan	44	0	159	123	9	1127	3	9.00-20.0	Kendaraan	51	0	138	322	6	340	3	9.00-20.0	Kendaraan	192	8	659	52	6	807
	smp	44	0	79.5	123	11.7	563.5			smp	51	0	69	322	7.8	170			smp	192	10.4	329.5	52	7.8	403.5
Total (smp)		123.5			698.2			Total (smp)		120			499.8			Total (smp)		531.9			463.3				
Total QA (smp)		821.7						Total QB (smp)		619.8						Total QC (smp)		995.2							

Sumber : Hasil Analisis

Dari Tabel 2 diatas didapatkan hasil data Q_{TOT} untuk pagi hari didapat Q_A , Q_B dan Q_C yang dijumlahkan menjadi Q_{tot} . Nilai Q_{tot} diambil dari data Q_A , Q_B dan Q_C yang memiliki nilai terbesar untuk jam sore hingga malam hari

$$Q_{tot} = Q_B + Q_A + Q_C$$

$$= 909 + 713 + 1212 = 2834 \text{ smp/jam}$$

3.3 Analisa Simpang

Hasil perhitungan analisis simpang tiga Jambu Duri Kosambi, didapatkan nilai derajat kejenuhan paling besar adalah pada waktu sore hingga malam hari yaitu dengan derajat kejenuhan sebesar 1,07 dan Panjang antrian batas atas dan bawah sebesar 46.16 – 91.97. Dengan diperoleh derajat kejenuhan sebesar 1,07 yang artinya simpang tersebut memiliki tundaan yang tak terhingga. Sehingga tingkat pelayanan simpang ini termasuk F yang artinya Arus lalu lintas tertahan pada kecepatan rendah, sering kali terjadi kemacetan dan arus lalu lintas rendah.

Tabel 3 Perbandingan Kinerja Simpang Tiga Jambu

Waktu	Arus Total (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS	D (det/smp)	QP (%)
06.00 - 09.00	3175	4053	0.8	13.21	25.81 - 51.29
17.00 - 20.00	2834	2640	1.07	18	46.16 - 91.97

Sumber : Hasil Analisis

3.4 Alternatif Solusi

1. Pemberian Sinyal Lalu Lintas

Pemberian sinyal lalu lintas cukup berpengaruh untuk mengurangi nilai derajat kejenuhan dan nilai tundaan. Nilai derajat kejenuhan yang didapat pada simpang menjadi 0.92. Sedangkan nilai tundaan lalu lintas Simpang Tiga Jambu menjadi 51.24 detik/smp yang artinya masih diatas standar acuan

MKJI yaitu 0.75 sehingga masih perlu dilakukan alternatif lain untuk mengurangi tundaan dan derajat kejenuhan.

Tabel 4 Penentuan Waktu Sinyal

Arus lalu lintas smp/j	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=
Q	Q/S	$\frac{FR_{CRIT}}{IER}$ IER	g	Sxg/c	Q / C
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
696	0.195	0.233	32	760	0.9154
768	0.215	0.257	35	839	0.9154
1041	0.291	0.348	47	1137	0.9154

Sumber : Hasil Analisis

2. Pelebaran Jalan dan Pemberian Sinyal Lalu Lintas

Tabel 5 Hasil Perhitungan DS setelah pelebaran jalan

Arus lalu lintas smp/j	Rasio Arus FR =	Rasio fase PR =	Waktu hijau det	Kapasitas smp/j C =	Derajat jenuh DS=
Q	Q/S	$\frac{FR_{CRIT}}{IER}$ IER	g	Sxg/c	Q / C
(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)
696	0.130	0.228	10	944	0.7370
768	0.129	0.227	10	1042	0.7370
1041	0.175	0.307	13	1412	0.7370

Sumber : Hasil Analisis

Pelebaran Jalan dan pemberian sinyal lalu lintas sangat berpengaruh untuk mengurangi nilai derajat kejenuhan yang terjadi. Nilai DS dan D pada simpang tiga jamba menjadi 0.74 yang sebelumnya 0.92. Nilai 0.74 sudah memenuhi standar dari MKJI yaitu kurang dari sama dengan 0.75.

3. Rekapitulasi Alternatif Solusi

Pada Table 6 dapat dilihat bahwa pada saat diberikan alternatif 1 yaitu pemberian sinyal lalu lintas nilai derajat kejenuhan turun dari 1.07 menjadi 0.92. Akan tetapi masih dalam *Level of service* (LOS) tipe D yang artinya arus lalu lintas masih belum stabil. Sedangkan Pada saat diberikan alternatif 2 yaitu pelebaran jalan mayor minor dan pemberian sinyal lalu lintas nilai drajat kejenuhan turun lagi hingga 0.74. Hal ini memberikan nilai *level of service* (LOS) pada lalu lintas tersebut menjadi tipe C yang artinya lalu lintas masih stabil, kecepatan perjalanan dan kebebasan bergerak sudah dipengaruhi oleh besarnya volume lalu lintas sehingga pengemudi tidak dapat lagi memilih kecepatan yang diinginkannya.

Tabel 6 Rekapitulasi Alternatif Kinerja Simpang

Data	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	Tundaan	Level Of Service
Eksisting	2640	1.07	18	F
Alternatif 1				
Pendekat Utara	760	0.92	51.24	D
Pendekat Barat	839	0.92	51.24	D
Pendekat Timur	1137	0.92	51.24	D
Alternatif 2				
Pendekat Utara	944	0.74	33.16	C
Pendekat Barat	1042	0.74	33.16	C
Pendekat Timur	1412	0.74	33.16	C

Sumber : Hasil Analisis

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan pada penelitian ini adalah kinerja simpang tiga Jambu Duri Kosambi untuk kondisi simpang tak bersinyal pada keadaan eksisting menghasilkan derajat kejenuhan (DS) = 1,07 dan peluang antrian antara 46%- 92%. Alternatif solusi digunakan untuk mengurangi nilai derajat kejenuhan dan tundaan, alternatif 1 adalah dengan memberikan sinyal lalu lintas pada simpang di tiap jalan baik berupa jalan mayor maupun jalan minor. Hasil dari alternatif 1 adalah didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,92. Alternatif 1 ini memberikan sedikit pengaruhnya dalam mengurangi derajat kejenuhan (DS) yaitu sebesar 0,92. Untuk nilai tundaan berkurang sebesar 51.24 det/smp. Tingkat pelayanan simpang (*level of service*) tiga dengan hasil tersebut dari F menjadi D. Alternatif solusi kedua yaitu pelebaran jalan mayor minor dan diberikan sinyal lalu lintas didapat derajat kejenuhan sebesar 0,74 dengan tundaan rata-rata sebesar 33.14 det/smp. Pada alternatif solusi kedua tingkat pelayanan simpang (*level of service*) menjadi C dikarenakan derajat kejenuhan sudah diangka < 0.75. Alternatif yang terbaik adalah alternatif 2 karena memiliki nilai DS dan antrian paling rendah tetapi untuk implementasinya membutuhkan *cost* yang tinggi. Saran dalam penelitian ini adalah sebaiknya memperhitungkan pertumbuhan jumlah kendaraan dalam beberapa tahun kedepan, memperhitungkan alternatif lain yang lebih optimal sehingga dapat meningkatkan kinerja simpang dan kepada pihak terkait seperti dishub, LLAJ dan Polantas dapat melakukan rekayasa lalu lintas pada jam sibuk yaitu pada Simpang Tiga Jambu jam puncaknya pada pagi dan sore hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alamsyah, A., (2005), *Rekayasa Lalulintas*, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang
- [2] Abubakar, I., (1995). *Menuju Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Yang Tertib*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta
- [3] Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004, *Perencanaan Bundaran untuk Persimpangan Sebidang*. Pd T-20-2004-B.
- [4] Direktorat BSLAK, 1999, *Pedoman Perencanaan dan Pengoperasian Lalu Lintas di Wilayah Perkotaan*, Jakarta
- [5] Direktorat Jendral Bana Marga, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Jakarta.
- [6] Tamin, Ofyar Z, . 1997, *Perencanaan Dan Permodelan Transportasi*. ITB, Bandung.