

# ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA JALAN KALIGARANG – JALAN KELUD RAYA – JALAN BENDUNGAN RAYA

Warsiti<sup>1)</sup>, Sukoyo<sup>1)</sup>, Galih Pamungkas<sup>2)</sup>, Muhamad Ryan Herdiansyah<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang

<sup>2)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang  
[siti.sipil@gmail.com](mailto:siti.sipil@gmail.com)

## ABSTRAK

Sejalan dengan pesatnya perkembangan kota, tuntutan lalu lintas yang semakin padat, dan permintaan masyarakat terhadap kendaraan yang semakin besar memerlukan perhatian maupun penilaian kerja untuk kondisi persimpangan. Tidak seimbang jumlah lalu lintas dengan lebar efektif jalan, pendeknya waktu hijau akan menyebabkan tundaan serta antrian lalu lintas pada persimpangan. Perencanaan lebar pendekat, pengaturan fase dan waktu siklus optimum ditujukan untuk menaikkan kapasitas persimpangan dan sedapat mungkin menghindari terjadinya konflik lalu lintas. Sebagaimana hal tersebut diatas, dicoba untuk mengadakan studi pada persimpangan bersinyal. Studi ini menggunakan metode pendekatan dari MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) dengan meninjau persimpangan “Jalan Kaligarang – Jalan Kelud Raya – Jalan Bendungan Raya”. Setelah dilakukan analisis dari data yang diperoleh di lapangan, didapat nilai derajat kejenuhan untuk tiap pendekat adalah antara 0,907-0,927. Hal ini menunjukkan bahwa kinerja persimpangan tidak layak dioperasikan. Solusi yang dilakukan adalah dengancara perubahan waktu hijau sebanyak 14 detik pada lengan bagian barat (Jalan Kaligarang Barat), waktu siklus berubah dari 157 detik menjadi 171 detik dan penambahan lebar satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat T (Jalan Kaligarang Timur), penambahan satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat U (Jalan Bendungan Raya) dan penambahan 1,4 meter (dari 5,6 meter menjadi 7 meter) pada pendekat S (Jalan Kelud Raya). Setelah dilakukan perubahan tersebut, nilai derajat kejenuhan pada tiap pendekat menurun menjadi 0,494-0,794 dengan tingkat pelayanan simpang E.

**Kata kunci :** Kinerja Simpang, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan.

## PENDAHULUAN

Di dalam jaringan transportasi, persimpangan merupakan tempat pertemuan berbagai ruas jalan, sehingga menjadi sebuah titik rawan terjadinya kemacetan lalu lintas oleh adanya konflik-konflik pergerakan arus, dimana hal ini dapat menimbulkan konflik lalu lintas sampai terjadinya kecelakaan, sehingga perlu dilakukan berbagai upaya untuk memaksimalkan kapasitas dan kinerjanya dengan tetap memperhatikan keselamatan para pengendara dan pejalan kaki. Kota Semarang sebagai kota yang

dinamis, mengalami perkembangan dan penambahan penduduk yang pesat, dimana hal ini akan memicu peningkatan aktifitas penduduk itu sendiri. Aktifitas penduduk perkotaan terjadi akibat adanya kawasan penarik dan kawasan bangkitan yang dapat mengakibatkan meningkatnya tuntutan lalu lintas (*traffic demand*).

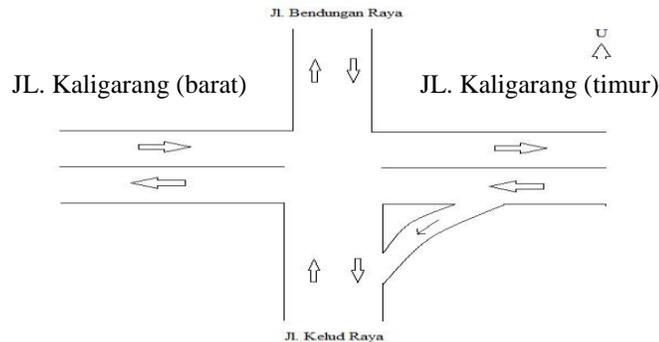
Peningkatan tuntutan lalu lintas akan menambah masalah kemacetan lalu lintas pada ruas jalan dan persilangan jalan, termasuk pada simpang bersinyal. Persimpangan merupakan suatu ruang / tempat pertemuan antara dua atau lebih ruas jalan yang bertemu

atau bersilangan; bervariasi dari persimpangan yang sangat sederhana yang terdiri dari ruang / tempat pertemuan antara dua ruas jalan sampai dengan persimpangan yang sangat kompleks berupa ruang / tempat pertemuan dari beberapa (>2) ruas jalan (Ofyar Z. Tamin 2008). Salah satu persimpangan bersinyal yang cukup mengalami permasalahan seperti yang telah disebutkan sebelumnya adalah Persimpangan Jalan Kaligarang – Jalan Kelud Raya – Jalan Bendungan Raya. Situasi simpang dapat dilihat pada gambar 1.

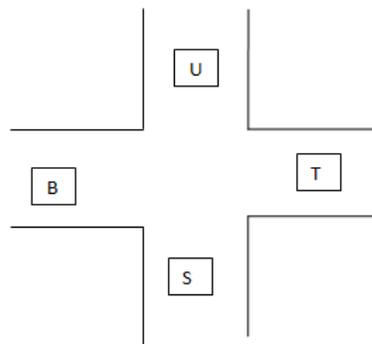
Kondisi lalu lintas di persimpangan bersinyal ini sangat padat, hal ini ditunjukkan dengan adanya antrian yang panjang dan tundaan yang cukup

tinggi pada keempat pendekatan pada lengan persimpangan terutama pada jam puncak, yaitu pada jam ketika masyarakat mengalami pergerakan untuk berangkat dan pulang kerja.

Kondisi lalu lintas yang umum mencerminkan perubahan karakter arus lalu lintas (Oglesby C. H dan Gary Hicks.R., 1990). Hal tersebut menyebabkan pelaku pergerakan terkadang membutuhkan waktu yang cukup lama saat berada di persimpangan ini. Di samping itu, aktifitas di samping jalan kerap kali juga memberikan kontribusi yang tinggi pada tundaan dan kemacetan yang terjadi. Oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi kembali terhadap kinerja simpang tersebut.



Gambar 1. Situasi simpang



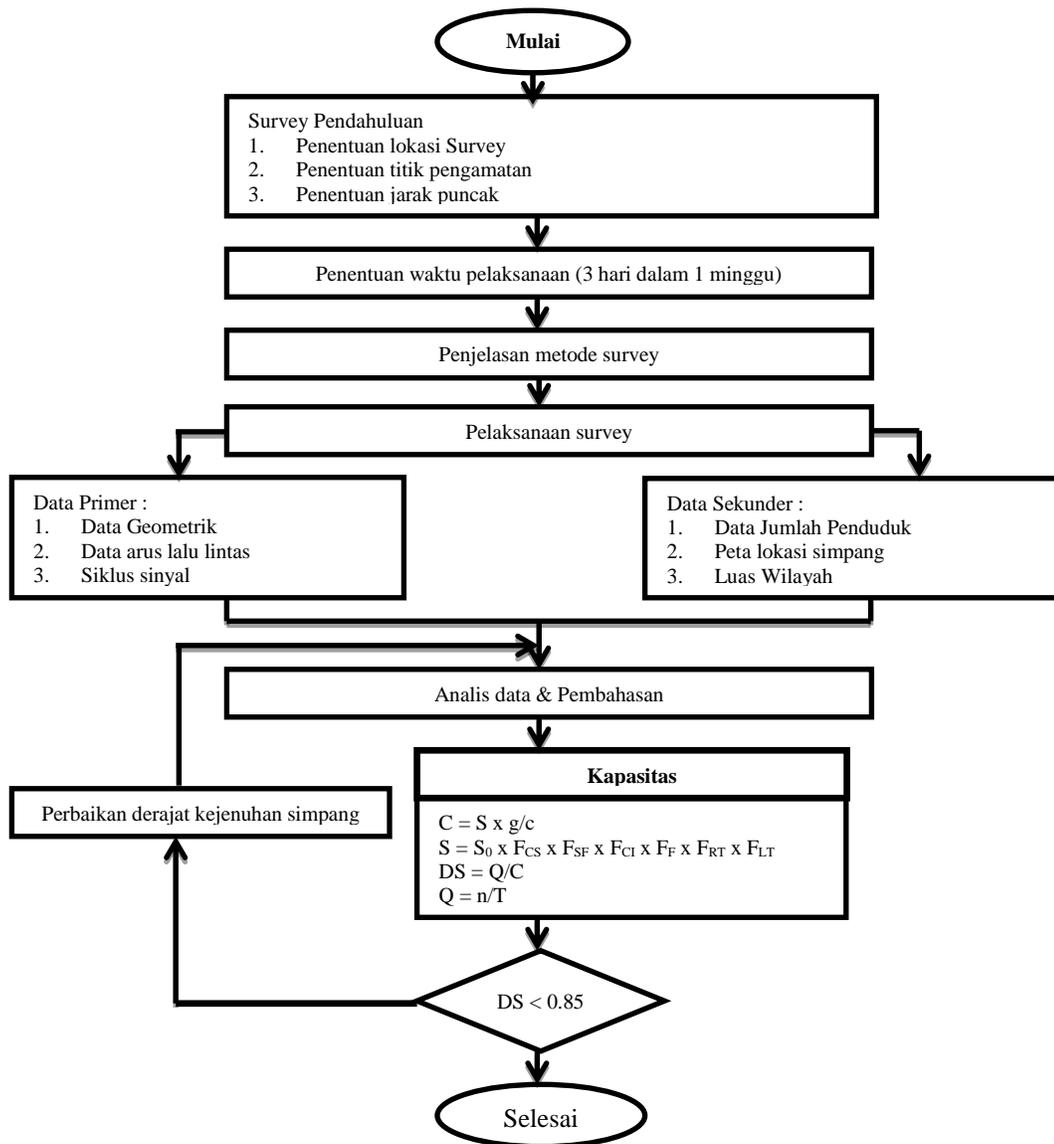
Gambar 2. Nama Pendekat kaki simpang

Pengolahan data dilakukan dengan acuan dari Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 tentang simpang bersinyal. Langkah yang dilakukan dalam penolahan data adalah perhitungan *volume* yang melewati pendekatan pada masing - masing lengan persimpangan, arus

jenuh, kapasitas simpang (C) dan derajat kejenuhan (DS). panjang antrian, tundaan (MKJI, 1997).

### METODE PENELITIAN

Untuk lebih jelasnya metode penelitian dapat dilihat pada diagram Alur Penelitian.



Gambar 3. Diagram alur penelitian

## Survey Pendahuluan

Survey pendahuluan dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui arus lalu lintas terpadat yang berangkat dari tiap lengan simpang untuk masing - masing arah pergerakan yaitu belok kiri, lurus dan belok kanan. Pengamatan dilakukan selama satu minggu (tujuh hari) untuk mengetahui pada hari dan jam apa terjadi puncak arus lalu lintas. Survei ini juga dilakukan untuk mengetahui situasi dan kondisi simpang yang akan diteliti.

## Pengambilan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Adapun teknik pengumpulan data primer dengan cara observasi langsung dilokasi penelitian yaitu di lokasi simpang dan data sekunder diperoleh dari beberapa instansi yang terkait. Data primer yang dibutuhkan adalah sebagai berikut : Geometrik Simpang, Data Arus Lalu Lintas, Siklus Sinyal (Manajemen Lalu lintas Perkotaan). Data sekunder yang dibutuhkan adalah sebagai berikut : Data Jumlah Penduduk, Peta Lokasi Simpang, Survey data lalu lintas dalam penelitian ini dilakukan hari dan jam puncak yaitu hari Senin, Rabu, dan Sabtu yang akan dilakukan 3 (tiga) kali dalam 1 (satu) hari, yaitu pada waktu pagi (06.30 – 08.30), waktu siang (11.00 – 13.00), dan waktu sore (15.30 – 17.30)

## Luas Wilayah

Luas wilayah Kota Semarang diperlukan untuk mengetahui perbandingan jumlah penduduk dan luas wilayah kota (Perencanaan dan

Pemodelan Transportasi). Dalam studi kasus ini rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

## Arus jenuh (S)

Arus jenuh lalu lintas (*saturation flow*) adalah tingkat arus maksimal yang dinyatakan dalam ekivalen mobil penumpang (emp) yang dapat mengalir secara terus menerus melewati garis henti suatu kaki persimpangan selama periode nyala hijau (Salter R. J, 1980).

$$S=S_0 \times F_1 \times F_2 \times F_3 \times F_4 \times \dots \times F_n \quad (3)$$

## Kapasitas ( C )

Kapasitas (C) sendiri dapat diartikan sebagai *volume* maksimum yang dapat ditampung oleh ruas jalan atau persimpangan (Morlok E. K., 1988). Berhubung beragamnya geometri jalan-jalan, kendaraan, pengendara dan kondisi lingkungan, serta sifat saling keterkaitannya, kapasitas bervariasi menurut kondisi lingkungannya (Hobbs F. D., 1995). Kapasitas dihitung dengan rumus sebagai berikut :  
$$C = S \times \frac{g}{c}$$

## Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan lalu lintas (*degree of saturation*) menunjukkan rasio dari suatu arus lalu lintas terhadap kapasitas untuk suatu pendekatan (MKJI, 1997). Besarnya derajat kejenuhan (DS) ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{Q \times c}{s \times g}$$

## Panjang Antrian (QL)

Panjang antrian merupakan jumlah kendaraan yang antri pada suatu pendekat. Pendekat adalah daerah suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Panjang antrian diperoleh dari perkalian jumlah rata-rata antrian (smp) pada awal sinyal hijau dengan luas rerata yang digunakan per smp (20 m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk simpang (MKJI, 1997). Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20m<sup>2</sup>) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{MAX} \times \frac{20}{W_{MASUK}}$$

### Tundaan rata-rata (Dj)

Tundaan rata-rata memiliki pengertian bahwa waktu tempuh yang diperlukan untuk melalui simpang apabila dibandingkan lintasan tanpa melalui suatu simpang. Hobbs F. D. (1995). Ada 2 (dua) macam tundaan yang terdiri dari beberapa hal seperti : tundaan lalu lintas memiliki pengertian bahwa waktu menunggu yang disebabkan interaksi lalu lintas dengan gerakan lalu lintas yang bertentangan,

tundaan geometri memiliki pengertian bahwa disebabkan oleh perlambatan dan percepatan kendaraan yang berbelok disimpangan atau yang terhenti oleh lampu merah. Besarnya tundaan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$Dj = DTj + DGj$$

Dimana :

Dj = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DTj = Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DGj = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data yang ada kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui keadaan eksisting simpang. Kinerja simpang eksisting dianalisis dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Prosedur perhitungan dilakukan dengan menggunakan lembar kerja (*worksheet*) menurut MKJI. Pada perhitungan arus jenuh dasar (S0) dan arus jenuh (S), jika disesuaikan dengan pengaturan lalu lintas yang ada, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Arus Jenuh

Pendekat		We	Arus Lalu Lintas							
Kode	Tipe		So (smp/jam)	Faktor Penyesuaian						S (smp/jam)
				FCS	FSF	FG	FP	FRT	FLT	
T	P	7	4200	1	1	0.91	1	1	1	3614.94
U	P	3.5	2100	1	1	0.97	1	1.03	0.96	1948.671
B	P	7	4200	1	1	1.01	1	1	1	4009.95
S	P	5.6	3360	1	1	0.97	1	1.11	0.95	3297.878
S-LT	-	2.8	1680	1	1	0.97	1	1.11	0.95	1648.939

Dari perhitungan arus jenuh (tabel 3) dapat dikatakan pada pendekat B mempunyai arus jenuh dasar maupun arus jenuh yang terbesar. Jadi pada pendekat B ini mempunyai arus

maksimal 4009.950 (smp/jam). Perhitungan Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS) berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kapasitas Simpang dan Derajat Kejenuhan

Kode Pendekat	S (smp/jam)	Q (smp/jam)	g (smp/detik)	C (smp/jam)	DS (Q/C)
T	3614.94	917.879	43	990.079	0.927
U	1948.671	214.013	19	235.826	0.907
B	4009.95	1265.7	54	1379.218	0.918
S	3297.878	534.4	28	588.157	0.909
S-LT	1561.19	195.55	111	1103.772	0.177

Dari hasil perhitungan di atas semua pendekat mempunyai derajat kejenuhan sekitar 0.9 kecuali pendekat S-LT (pendekat S yang belok kiri langsung). Dengan kata lain pada semua pendekat / lengan persimpangan dengan nilai derajat kejenuhan yang melebihi persyaratan yang ditentukan yaitu 0.85 sehingga dapat dikatakan kinerja persimpangan ini bermasalah. Oleh karena itu perlu dilakukan rekayasa pada ketiga

pendekat tersebut agar nilai derajat kejenuhan sesuai dengan persyaratan. Menurut MKJI 1997, nilai derajat kejenuhan yang lebih tinggi dari 0,85 menunjukkan bahwa simpang tersebut mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang pada kondisi lalu - lintas puncak. Dengan nilai derajat kejenuhan tersebut, didapatkan nilai panjang antrian dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3 . Panjang Antrian Kondisi Eksisting

Kode	NQ1	NQ2	NQ	NQ	QL (m)
T	5.128	38.958	44.086	61	143.529
U	3.366	9.216	12.582	20	100
B	4.688	52.915	57.603	80	228.571
S	3.904	22.852	26.756	39	118.182
S-LT	0	2.856	2.856	7.1	50.714

Kemungkinan yang bisa dilakukan adalah untuk menambah kapasitas simpang melalui salah satu atau kombinasi dari tindakan berikut : penambahan lebar pendekat, perubahan fase sinyal, pelarangan gerakan - gerakan belok kanan. Langkah penyelesaian yang paling sederhana dan memungkinkan untuk diambil adalah dengan cara mengubah siklus sinyal. Perubahan siklus sinyal dilakukan tanpa mengubah fase sinyal. Fase sinyal dengan 4 (empat) fase dinilai merupakan fase yang paling efektif

untuk simpang kaligarang ini. Untuk mengatasi permasalahan ini peneliti melakukan perubahan siklus sinyal yang dilakukan hanya berupa penambahan waktu hijau selama 14 detik pada pendekat barat (Jl. Kaligarang Barat). Dari hasil perhitungan perubahan ini dapat menambah kapasitas dan menurunkan nilai derajat kejenuhan pada pendekat bagian barat, namun hal ini berakibat menurunnya kapasitas dan naiknya derajat kejenuhan pada pendekat yang lain. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan pelebaran pada pendekat yang lain, yaitu penambahan lebar satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat T (Jl. Kaligarang Timur), penambahan satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat U (Jl. Bendungan Raya) dan penambahan 1,4 meter (dari 5,6 meter menjadi 7 meter) pada pendekat S (Jl. Kelud Raya). Penambahan lebar pendekat dapat dilakukan karena daerah lingkungan dari ketiga pendekat ini masih memungkinkan untuk dilebarkan, yaitu masih adanya ruang yang cukup untuk dilakukan pelebaran

Berdasarkan perubahan waktu sinyal dan penambahan lebar pendekat dilakukan analisis maka diperoleh hasil perhitungan derajat kejenuhan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Simpang dan Derajat Kejenuhan setelah Perubahan Siklus Sinyal dan Lebar Pendekat

Kode Pendekat	S (smp/jam)	Q (smp/jam)	g (detik)	C (smp/jam)	DS (Q/C)
T	5422.41	917.879	43	1363.53	0.673
U	3897.342	214.013	19	433.038	0.494
B	4009.95	1265.7	68	1594.6	0.794
S	4106.876	534.4	28	675.004	0.792
S-LT	1561.19	195.55	125	1141.221	0.171

Perhitungan menunjukkan nilai derajat kejenuhan pada keempat lengan persimpangan telah memenuhi persyaratan yang ditentukan ( $<0,85$ ). Hal ini berarti kinerja simpang telah dapat bekerja dengan baik. Nilai panjang antrian (QL) diperoleh dari kendaraan yang tersisa pada fase

sebelumnya (NQ1) ditambah dengan jumlah kendaraan yang datang selama waktu merah (NQ2). Nilai NQ1 ditentukan oleh besarnya derajat kejenuhan (DS). Untuk  $DS \leq 0.5$  nilai NQ1 = 0, sedangkan untuk  $DS > 0.5$  maka nilai NQ1 dapat dihitung, hasilnya dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Panjang Antrian, Angka Henti, Tundaan

Pendekat	Panjang Antrian (m)	Angka Henti (smp/jam)	Tundaan (det/smp)
Jl. Kaligarang (T)	107	755	61
Jl. Bendungan Raya	46	182	75
Jl. Kaligarang (B)	215	1030	51
Jl. Kelud Raya (S)	103	489	80
Jl. Kelud Raya (LT)	47	55	8

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Upaya perbaikan kinerja simpang pada saat ini adalah perubahan siklus sinyal dan penambahan lebar pendekat. Perubahan pada siklus sinyal dengan penambahan waktu hijau sebanyak 14 detik dan penambahan lebar satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat T (Jl. Kaligarang Timur), penambahan satu lajur (sepanjang 3,5 meter) pada pendekat U (Jl. Bendungan Raya) dan penambahan 1,4 meter (dari 5,6 meter menjadi 7 meter) pada pendekat S (Jl. Kelud Raya). Sedangkan nilai tundaan rata-rata pada Simpang Kaligarang adalah 57,436, sehingga simpang ini memiliki tingkat pelayanan E.

### Saran

Pada Simpang Kaligarang, upaya pelebaran jalan tidak mungkin terus dilakukan mengingat pada daerah tersebut dikelilingi oleh pemukiman warga dan daerah komersil. Tingkat pelayanan simpang pun masih berada pada tingkat yang rendah, yaitu E. Untuk perencanaan jangka panjang, salah satu cara yang memungkinkan adalah membuat simpang kaligarang menjadi persimpangan tidak sebidang, yaitu dengan membuat *flyover* atau *underpass* pada salah satu ruas jalan sehingga tidak ada lagi konflik arus lalu lintas yang bertemu pada satu titik yang sama. Dengan begitu arus lalu lintas dapat terus bergerak tanpa harus

bergantian menunggu arus lalu lintas dari ruas jalan lain. Namun, pembangunan *flyover* atau *underpass* ini memerlukan kajian lebih lanjut dengan pertimbangan ekonomis dan pengaruhnya terhadap lingkungan sekitar, apakah pembangunan tersebut layak dilakukan atau tidak.

### DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta: Sweroad and PT. Bina Karya (Persero).
- Hobbs, F.D. 1979. Penyunting: Achmad Djunaedi. 1995. Judul Asli: *Traffic Planning and Engineering Second edition*. Judul Terjemahan: "*Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas Edisi kedua*". Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Morlok, E. K. 1978. Editor: Yani Sianipar (1984). Judul asli: *Introductions to Transportation Engineering and Planning*. Judul Terjemahan: *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Oglesby, Clarkson H; Hicks, R Gary. 1993. *Teknik Jalan Raya Edisi Keempat*. Jakarta: Erlangga.
- Tamin, Ofyar Z. 2000. *Perencanaan dan Permodelan Transportasi*. Bandung : Penerbit ITB.