

JAJAR SIGNALIZED INTERSECTION PERFORMANCE ANALYSIS AND ROAD USER COMPLIANCE LEVEL AGAINST ROAD MARKING FUNCTION

ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL JAJAR DAN TINGKAT KEPATUHAN PENGGUNA JALAN TERHADAP FUNGSI MARKA

Gotot Slamet Mulyono¹⁾, Sunu Adhi Pradana²⁾, Wasis Warsito Adi³⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Jl. A. Yani Pabelan Kartasura Tromol Pos 1 Surakarta (57102) E-mail : gotot_sm@yahoo.com

^{2), 3)} Alumni Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Surakarta

ABSTRACT

The Jajar signalized intersection is an intersection which have three approach and high volume of traffic. Vehicles from Semarang and Yogyakarta will be pass through this intersection when entered to Solo and conversely Therefore, it is necessary to study whether the performance is still in accordance with standard. Analysis with MKJI 1997 obtained the highest degree of saturation value 0.6 is still under 0.8. The road user compliance are also quite good in the absence of a vehicle stopped in the left turn lane.

Keywords: signalized intersections, degree of saturation, queues length

ABSTRAK

Simpang Tiga Bersinyal Jajar, merupakan simpang tiga dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi. Simpang tiga Jajar dilalui oleh kendaraan yang masuk kota Solo dari Semarang, Yogyakarta. Dan sebaliknya juga dilalui oleh kendaraan yang akan menuju ke arah Semarang ataupun Yogyakarta. Oleh karena itu perlu adanya penelitian apakah kinerjanya masih pada standar yang diharuskan. Untuk menganalisis data digunakan MKJI 1997, yakni diperoleh nilai derajat jenuh tertinggi 0,6, sehingga masih di bawah standar yang disyaratkan. Adapun kepatuhan pengguna jalan juga cukup baik dengan tidak adanya kendaraan yang berhenti pada lajur belok kiri.

Kata-kata kunci : simpang bersinyal, derajat jenuh, panjang antrian.

PENDAHULUAN

Simpang tiga Jajar, merupakan simpang tiga dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi yang dilalui oleh kendaraan yang masuk kota Solo, dari arah Semarang maupun Yogyakarta, dan sebaliknya kendaraan yang akan keluar dari kota Solo menuju ke Semarang, ataupun Yogyakarta juga melalui simpang tersebut. Simpang ini berada di jalan Slamet Riyadi dengan jalan minornya adalah jalan DR. Soeharso. Simpang ini memiliki 4 lajur 2 arah pada jalan utama, dan 2 lajur 2 arah pada jalan minornya. Pada pendekatan Barat, pergerakan lurus (*ST*) ke arah timur mengikuti lampu lalu lintas dan *LTOR* ke arah utara. Pada pendekatan Timur, pergerakan kendaraan *ST* ke arah barat dan belok kanan (*RT*) ke arah utara, keduanya dilengkapi lampu lalu lintas. Pendekat Utara, pergerakan kendaraan *RT* ke barat mengikuti lampu lalu lintas, sedangkan pergerakan belok kiri *LTOR*.

Kondisi yang terjadi dilapangan, untuk pendekatan sebelah barat, pada umumnya di dekat pendekatan tersebut banyak bus yang berhenti untuk menurunkan penumpang bus dari arah Semarang

ataupun Yogyakarta yang turun di Solo, dan juga bus kota yang menaikkan ataupun menurunkan penumpang, sehingga pendekatan sebelah barat tersebut sering terjadi kemacetan. Selain itu, juga seringkali terlihat jalur belok kiri yang seharusnya digunakan oleh kendaraan yang akan belok kiri, sudah terisi oleh kendaraan yang akan berjalan lurus ke arah timur. Hal ini mengakibatkan kendaraan yang akan belok kiri menjadi tertahan tidak bisa berjalan, sehingga kemacetanpun tak terhindarkan. Demikian juga kondisi pendekatan sebelah utara, meskipun belok kiri boleh terus berjalan, tetapi seringkali terjadi jalur belok kiri sudah terisi kendaraan yang akan belok kekanan, sehingga kendaraan yang akan belok kiripun tertahan menunggu lampu hijau menyala lebih dahulu.

Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti ingin mengetahui kondisi kinerja simpang tiga Jajar, yang meliputi kapasitas, derajat jenuh, dan panjang antrian, serta bagaimana kepatuhan masyarakat pengguna jalan terhadap marka jalan.

Tujuan yang ingin didapat dari penelitian ini adalah pertama mengetahui kinerja Simpang Tiga

Jajar dan yang kedua mengetahui tingkat kepatuhan pengguna jalan terhadap marka di simpang. Manfaat penelitian ini adalah pertama dapat untuk melakukan perbaikan atau peningkatan kinerja simpang dan yang kedua dapat digunakan untuk mempertahankan ataupun meningkatkan kepatuhan pengguna jalan terhadap marka, khususnya di simpang tiga bersinyal Jajar.

TINJAUAN PUSTAKA

Pergerakan Kendaraan dan Arus Lalu lintas

Terdapat 4 jenis alih gerak kendaraan yang terjadi pada simpang yakni berpecah (*diverging*), bergabung (*merging*), berpotongan (*crossing*), dan jalinan (*weaving*). Untuk mengurangi banyaknya konflik tersebut dapat dilakukan dengan cara membuat bundaran atau lampu lalu lintas.

Simpang

Simpang merupakan pertemuan atau perpotongan jalan tempat terjadinya gerakan membelok atau memotong arus lalu lintas. Jenis simpang antara lain simpang tak bersinyal, simpang bersinyal dan bundaran. Simpang tak bersinyal pada umumnya digunakan untuk daerah dengan arus lalu lintas rendah, simpang bersinyal digunakan untuk daerah dengan arus lalu lintas tinggi, dengan tujuan menekan kecelakaan serta menghindarkan kemacetan. Sedangkan bundaran berfungsi mengontrol arus lalu lintas berputar.

Volume

Volume lalu lintas didefinisikan sebagai jumlah kendaraan melintasi suatu pendekat dalam satuan waktu tertentu (misal jam, hari, tahun).

Satuan Mobil Penumpang

Untuk mengolah data arus lalu lintas yang diperoleh di lapangan dilakukan dengan konversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang per-jam (smp/jam), dengan menggunakan nilai ekivalensi mobil penumpang (emp), adapun nilai emp menurut MKJI (1997) sebagai berikut :

Tabel 1 Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang

Tipe Kendaraan	emp	
	Pendekat Terlindung	Pendekat Terlawan
Kendaraan Ringan (<i>LV</i>)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (<i>HV</i>)	1,3	1,3
Sepeda Motor (<i>MC</i>)	0,2	0,4

Sumber: MKJI 1997

Marka Jalan

Menurut Munawar (2004) marka jalan adalah suatu tanda yang berada dipermukaan jalan atau diatas permukaan jalan yang meliputi peralatan atau tanda yang membentuk garis membujur, garis melintang, garis serong, serta lambang yang berfungsi untuk mengarahkan arus lalu lintas dan membatasi daerah kepentingan lalu lintas. Adapun marka jalan menurut jenisnya antara lain :

1. Marka membujur, yang terdiri dari :
 - a. Marka berupa garis utuh yang berfungsi sebagai larangan bagi kendaraan melintas garis tersebut.
 - b. Garis ganda terdiri dari garis utuh dan garis putus-putus atau garis ganda berupa 2 garis utuh. Garis ganda yang terdiri dari garis utuh dan garis putus-putus berarti lalu lintas yang berada pada sisi garis putus-putus boleh melintasi garis ganda tersebut, sedangkan lalu lintas yang berada pada sisi garis utuh dilarang melintasi garis ganda tersebut.
 - c. Marka berupa satu garis utuh juga menandakan tepi jalur lalu lintas.
 - d. Marka membujur dengan garis putus-putus berfungsi sebagai pengarah lalu lintas, peringatan adanya marka membujur garis utuh di depan, pembatas jalur pada jalan 2 arah.
2. Marka melintang, yang terdiri dari :
 - a. Garis utuh, menyatakan batas berhenti kendaraan yang diwajibkan oleh alat pemberi isyarat lalu lintas atau rambu larangan.
 - b. Garis ganda putus-putus menyatakan batas berhenti kendaraan sewaktu mendahului kendaraan lain yang diwajibkan oleh rambu larangan.
 - c. Marka melintang yang tidak dilengkapi rambu larangan, harus didahului marka lambang berupa segitiga yang salah satu alasnya sejajar dengan marka tersebut.
3. Marka garis serong, yang terdiri dari :
 - a. Garis utuh dilarang dilintasi kendaraan.
 - b. Pernyataan pemberitahuan awal atau akhir pemisah jalan, pemisah lalu lintas dan pulau lalu lintas.
 - c. Bila dibatasi dengan rangka garis utuh, menyatakan daerah yang tidak boleh dimasuki kendaraan, pemberitahuan awal sudah mendekati pulau lalu lintas.
 - d. Bila dibatasi oleh garis putus-putus, menyatakan bahwa kendaraan tidak boleh memasuki daerah tersebut sampai mendapat kepastian selamat.
4. Marka lambang berupa panah, segitiga, atau tulisan, dipergunakan untuk mengulangi maksud rambu-rambu lalu lintas atau memberi tahu

pemakai jalanyang tidak dinyatakan dengan rambu lalu lintas. Marka ini digunakan untuk :

- a. Menyatakan tempat pemberhentian bus, untuk menaikkan atau menurunkan penumpang.
 - b. Menyatakan pemisah arus lalu lintas sebelum mendekati persimpangan yang tanda lambangnya berbentuk panah.
5. Marka lainnya, terdiri dari :
- a. Marka untuk penyeberang pejalan kaki dinyatakan dengan marka berupa garis utuh yang membujur tersusun melintang jalur lalu lintas (*Zebra Cross*), dan marka berupa dua garis utuh melintang jalur lalu lintas.
 - b. Marka untuk tempat penyeberangan sepeda dinyatakan dengan dua garis putus-putus berbebntuk bujursangkar atau belah ketupat.
 - c. Paku jalan dengan pemantul cahaya berwarna kuning digunakan untuk pemisah jalur atau lajur lalu lintas.
 - d. Paku jalan dengan pemantul cahaya berwarna merah, ditempatkan pada garis batas disisi kiri jalan.
 - e. Paku jalan dengan pemantul cahaya berwarna putih, ditempatkan pada garis batas sisi kanan jalan.

Tingkat Kepatuhan

Patuh artinya melatih diri agar supaya segala perbuatannya selalu menaati tata tertib, sehingga kepatuhan artinya menaati ketentuan atau aturan dengan ketentuan yang berlaku, dengan demikian kepatuhan terhadap fungsi marka adalah mentaati penggunaan fungsi marka. Sedangkan ketidakpatuhan dalam hal ini merupakan pelanggaran terhadap aturan lalu lintas yang dalam hal ini adalah pelanggaran terhadap marka jalan.

Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Menurut MKJI (1997), arus jenuh dasar (S_o) yaitu besarnya keberangkatan antrian dalam pendekat selama kondisi sinyal hijau (smp/lampu hijau).

$$S_o = 600 \times W_e \quad (1)$$

dengan

S_o = arus jenuh dasar (smp/jam hijau)

W_e = lebar pendekat efektif (meter)

Perhitungan Arus Jenuh yang disesuaikan.

Menurut MKJI (1997) nilai arus jenuh yang disesuaikan dihitung sebagai berikut :

$$S = S_o \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad (2)$$

dengan :

S = arus jenuh yang disesuaikan (smp/ jam hijau)

S_o = arus jenuh dasar (smp/ jam hijau)

F_{CS} = faktor penyesuaian ukuran kota

F_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping

F_G = faktor penyesuaian kelandaian

F_P = faktor penyesuaian parkir

F_{RT} = faktor penyesuaian belok kanan

F_{LT} = faktor penyesuaian belok kiri

Perhitungan Kapasitas

Menurut MKJI (1997) nilai kapasitas (C) yaitu jumlah arus lalu lintas maksimum yang dapat ditampung oleh suatu pendekat dalam waktu tertentu. Satuan yang digunakan adalah smp/jam atau kendaraan / jam. Nilai kapasitas dihitung sebagai berikut :

$$C = S \times g/c \quad (3)$$

dengan :

C = kapasitas (smp/jam)

S = arus jenuh yang disesuaikan (smp/jam hijau)

g = sinyal hijau (detik)

c = waktu siklus (detik)

Perhitungan Derajat Jenuh

Menurut MKJI (1997) nilai derajat jenuh dihitung sebagai berikut :

$$DS = Q / C \quad (4)$$

Perhitungan Panjang Antrian

Menurut MKJI (1997) jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau (NQ_1) dihitung berdasarkan nilai derajat jenuh dengan syarat jika :

1. $DS > 0,5$ maka

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + 8 \left(\frac{DS - 0,5}{C} \right)} \right] \quad (5)$$

2. $DS \leq 0,5$ maka $NQ_1 = 0$

dengan :

NQ_1 = jumlah antrian yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

NQ_2 = jumlah antrian kendaraan yang datang selama fase merah (smp)

DS = derajat jenuh

C = kapasitas

$$NQ_2 = c \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad (6)$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad (7)$$

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \quad (8)$$

dengan:

GR = rasio hijau = g/c

c = waktu siklus (detik)

Q = arus lalu lintas pada ruas masuk di luar lalulintas belok kiri saat lampu merah (smp/jam)

NQ = jumlah antrian keseluruhannya

QL = panjang antrian (meter)

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi dari penelitian ini adalah simpang tiga bersinyal Jajar di kota Surakarta, simpang ini merupakan simpang yang terletak di jalan Slamet Riyadi dengan jalan minornya adalah jalan Prof. Dr. Suharso. Adapun dipilihnya simpang tiga bersinyal Jajar ini sebagai lokasi penelitian, karena simpang tiga bersinyal ini arusnya tinggi, yakni jalan masuk ke kota Surakarta, dan jalan ke luar ke arah kota Yogyakarta ataupun ke kota Semarang.

Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang digunakan dalam pengambilan data survai di lapangan adalah :

1. Alat tulis dan formulir survai yang akan digunakan untuk mencatat hasil dari pengamatan di lapangan.
2. Alat ukur (*roll meter*) yang digunakan untuk mengukur lebar jalan.
3. Pencacah (*hand counter*) untuk menghitung jumlah kendaraan yang melalui pendekatan.

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Data Geometrik Simpang

Adapun data geometrik simpang tiga bersinyal jajar yang diukur langsung di lapangan, serta kondisi lingkungan yang diamati adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Data geometrik simpang

Pendekat	Nama Jalan	Tipe Lingkungan	Hambatan Samping	Lebar Pendekat (m)
Utara	Prof. Dr. Soeharso	Komersial	Sedang	4
Timur	Slamet Riyadi	Komersial	Sedang	6
Barat	Slamet Riyadi	Komersial	Sedang	6

Sumber : Survai

Volume

Data arus lalulintas satu jam-an adalah sebagai berikut :

Tabel 3 Arus lalu lintas

Periode Waktu	Arus lalu lintas (smp/jam)
06.15 – 07.15	1410,2
06.30 – 07.30	1416,1
06.45 – 07.45	1402,2
07.00 – 08.00	1397,5
07.15 – 08.15	1343,8
12.30 – 13.30	1320,0
12.45 – 13.45	1281,7
13.00 – 14.00	1296,8
13.15 – 14.15	1281,1
13.30 – 14.30	1264,8
15.30 – 16.30	1356,5
15.45 – 16.45	1313,1
16.00 – 17.00	1275,6
16.15 – 17.15	1254,7
16.30 – 17.30	1235,2

Sumber: Hasil Survai

Data Lampu Lalu Lintas

Tabel 4. Data lampu lalu lintas

Pendekat	Hijau (detik)	Kuning (detik)	Merah (detik)
Utara	<i>LT</i>	<i>LTOR</i>	
	<i>RT</i>	15	82
Timur	<i>ST</i>	72	25
	<i>RT</i>	15	82
Barat	<i>ST</i>	52	45
	<i>LT</i>	<i>LTOR</i>	

Sumber : Hasil Survai

Perhitungan Arus Jenuh Dasar

Menurut MKJI (1997) nilai arus jenuh dasar dihitung dengan rumus sebagai berikut $S_o = 600 \times W_e$ smp/ jam hijau, dengan W_e = lebar pendekatan efektif.

Tabel 5 Perhitungan arus jenuh dasar

Pendekat	W_e (m)	S_o (smp/jam hijau)
Utara	2	1200
Timur	3	1800
Barat	3	1800

Sumber : Hasil Analisis

Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan

- Karena penduduk kota solo berkisar 1 juta orang maka nilai $F_{CS} = 1$
 - Data lapangan yang didapat untuk menentukan faktor penyesuaian hambatan samping adalah :
 1. Lingkungan jalan adalah komersial.
 2. Hambatan samping sedang
 3. Tipe fasenya terlindung.
 4. Rasio kendaraan tak bermotor = 0
- Sehingga nilai $F_{SF} = 0,94$

- Kondisi simpang, jalannya datar maka nilai $F_G = 1$.
- Kondisi simpang tiga bersinyal Jajar di lengan Utara tidak ada yang parkir, lengan Timur tidak ada yang parkir, sedangkan lengan Barat tempat parkir bus dengan Simpang berjarak 90 meter. Jadi nilai $F_p = 1$.
- Perhitungan faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT}) dan faktor penyesuaian belok kiri (F_{LT}) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perhitungan F_{RT} dan F_{LT}

Pendekat	Periode waktu	LT (smp/jam)	RT (smp/jam)	Total (smp/jam)	P_{RT}	P_{LT}	F_{RT}	F_{LT}
Utara	06.30 - 07.30	53	70,8	123,8	0,571		1,148	1
	12.30 - 13.30	43,8	93,6	137,4	0,681		1,177	1
	15.30 - 16.30	75,2	94,2	169,4	0,556		1,144	1
Timur		ST	RT					
	06.30 - 07.30	480,7	83	563,7	0,147		1,038	1
	12.30 - 13.30	485,2	68,7	553,9	0,124		1,032	1
Barat		ST	LT					
	06.30 - 07.30	567,2	161,4	728,6		0,221	1	0,964
	12.30 - 13.30	424,7	204,1	628,8		0,324	1	0,948
	15.30 - 16.30	406,2	185,4	591,6		0,313	1	0,949

Sumber : Hasil Analisis

Tabel 7. Perhitungan Arus Jenuh yang Disesuaikan.

Pendekat	Periode waktu	S_o (smp/jam hijau)	F_{CS}	F_{SF}	F_G	F_P	F_{RT}	F_{LT}	S (smp/jam hijau)
Utara	06.30 - 07.30	1200	1	0,94	1	1	1,15	1	1297,2
	12.30 - 13.30	1200	1	0,94	1	1	1,18	1	1331,04
	15.30 - 16.30	1200	1	0,94	1	1	1,14	1	1285,92
Timur	06.30 - 07.30	1800	1	0,94	1	1	1,04	1	1759,68
	12.30 - 13.30	1800	1	0,94	1	1	1,03	1	1742,76
	15.30 - 16.30	1800	1	0,94	1	1	1,04	1	1759,68
Barat	06.30 - 07.30	1800	1	0,94	1	1	1	0,97	1641,24
	12.30 - 13.30	1800	1	0,94	1	1	1	0,95	1607,4
	15.30 - 16.30	1800	1	0,94	1	1	1	0,95	1607,4

Sumber : Hasil Analisis

Hasil perhitungan kapasitas dan derajat jenuh dapat dilihat pada Tabel 8 di bawah ini:

Tabel 8 Perhitungan Kapasitas dan Derajat Jenuh

Pendekat	Periode waktu	S (smp/jam hijau)	g (detik)	c (detik)	C (smp/jam)	Q (smp/jam)	$DS = Q/C$
Utara	06.30 - 07.30	1297,2	15	100	194,59	70,8	0,363
	12.30 - 13.30	1331,04	15	100	199,65	93,6	0,468
	15.30 - 16.30	1285,92	15	100	192,88	94,2	0,488
Timur	06.30 - 07.30	1759,68	72	100	1266,97	466,6	0,368
	12.30 - 13.30	1742,76	72	100	1254,78	485,2	0,386
	15.30 - 16.30	1759,68	72	100	1266,97	511,9	0,404
Barat	06.30 - 07.30	1641,24	52	100	853,44	567,2	0,664
	12.30 - 13.30	1607,4	52	100	835,84	424,7	0,508
	15.30 - 16.30	1607,4	52	100	835,84	406,2	0,485

Sumber: Hasil Analisis

Tabel 9. Hasil Perhitungan Jumlah Antrian dan Panjang Antrian

Pendekat	Periode waktu	C (smp/jam)	Q (smp/jam)	DS = Q/C	NQ ₁ (smp)	NQ ₂ (smp)	NQ (smp)	NQmax (smp)	Panjang antrian (m)
Utara	06.30 - 07.30	194,59	70,8	0,363	0	1,78	1,78	2	6
	12.30 - 13.30	199,65	93,6	0,468	0	2,33	2,33	4	13
	15.30 - 16.30	192,88	94,2	0,488	0	2,39	2,39	4	13
Timur	06.30 - 07.30	1266,97	466,6	0,368	0	0,368	4,93	8	26
	12.30 - 13.30	1254,78	485,2	0,386	0	0,386	3,77	6	20
	15.30 - 16.30	1266,97	511,9	0,404	0	0,404	5,61	11	36
Barat	06.30 - 07.30	853,44	567,2	0,664	0,489	11,55	12,04	21	70
	12.30 - 13.30	835,84	424,7	0,508	0,016	7,69	7,71	12	40
	15.30 - 16.30	835,84	406,2	0,485	0	7,24	7,24	12	40

Sumber: Hasil Analisis

Pembahasan

Berdasarkan analisis perhitungan, terlihat bahwa derajat jenuh Simpang Tiga Bersinyal Jajar, berada dalam standar yang disyaratkan yakni kurang dari 0,8. Dengan demikian kinerjanya masih dalam batas yang dapat diterima, misalnya panjang antrian terpanjang terjadi di lengan barat pada pagi hari yakni 70 m.

Sedangkan kepatuhan pengguna kendaraan bermotor juga terlihat tertib, karena pada saat menunggu lampu merah tidak berhenti pada jalur yang dilarang, sehingga untuk kendaraan yang akan belok kiri tidak terhalang oleh kendaraan yang berhenti, karena menunggu lampu merah.

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Kinerja simpang tiga bersinyal Jajar masih pada standar yang diharuskan yakni derajat jenuhnya

kurang dari 0,8. Tertinggi DS = 0,6 pada lengan barat pada waktu pagi.

2. Kepatuhan pengguna kendaraan cukup baik, di mana lajur belok kiri dapat digunakan oleh kendaraan yang akan belok kiri tidak terhalang kendaraan yang berhenti menunggu lampu merah.

SARAN

1. Pada lengan barat perlu adanya petugas yang selalu mengontrol, agar bis kota maupun bis antar kota tidak menurunkan penumpang dekat dengan simpang.
2. Pada lengan utara, perlu pemikiran apakah belok kiri tetap dibolehkan. Hal ini disebabkan karena arus belok kiri dari lengan utara volumenya rendah, dan mengganggu arus dari barat yang lurus ke timur.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Anonim, *Manajemen Lalulintas di Pertemuan Jalan*, Modul ML-02, Pelatihan Manajemen Transportasi Perkotaan.
- Edward K Morlok, 1984, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Hobbs F.D., 1995, *Perencanaan Teknik Lalulintas*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- R.J. Salter, 1985, *Highway Traffic Analysis and Design*, Macmillan Education Ltd, London.
- Nurul Hidayati, 2006, *Teknik Lalulintas*, Fakultas Teknik UMS.