

ANALISIS HAMBATAN SAMPING TERHADAP TINGKAT PELAYANAN JALAN

Andhy Willianto¹, FA. Luky Primantari²
Program Studi Teknik Sipil Universitas Surakarta
E-mail : andhywilly@gmail.com

ABSTRAK

Jalan Lawu adalah salah satu ruas jalan di kabupaten Karanganyar. Sepanjang ruas jalan lawu, di beberapa tempat tidak sama lebarnya. Hal tersebut menimbulkan permasalahan baru akibat kapasitas jalan yang berbeda-beda serta kondisi hambatan di sepanjang jalan yang berbeda-beda pula. Salah satu ruas jalan yang memiliki permasalahan tersebut adalah di jalan Lawu Sta 17+400 sampai dengan sta18+000.

Metode penelitian dengan kuantitatif yaitu suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Dari hasil pengamatan didapat volume lalu lintas di Jalan Raya Lawu tertinggi terjadi sebesar 2023,3 SMP/jam. Nilai kapasitas jalan 4.927,65 smp/jam. Jumlah hambatan adalah 434 termasuk kategori kelas hambatan sedang. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa adanya hambatan samping dengan kategori sedang tidak signifikan menurunkan kapasitas jalan terbukti dengan tingkat pelayanan jalan masih baik. Nilai (*Level Of Service*) LOS 0,41 Smp/jam, maka Tingkat Pelayanan Jalan di Jalan lawu Karanganyar (STA 17+400 – STA 18+000) dikategorikan B. Tingkat Pelayanan B artinya arus stabil, tetapi kecepatan operasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu-lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan.

Kata Kunci : Hambatan Samping, Tingkat Pelayanan Jalan

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di Jawa Tengah yang berbatasan dengan kabupaten Magetan di propinsi Jawa Timur. Seiring dengan makin baiknya infrastruktur di bidang transportasi juga mempengaruhi volume lalu lintas yang melewati daerah tersebut. Salah satu ruas jalan yang menghubungkan kedua kabupaten tersebut adalah jalan lawu.

Jalan Lawu adalah jalan propinsi yang dimulai dari kota Solo berakhir di perbatasan kabupaten Karanganyar dan kabupaten Magetan. Pada sepanjang jalan Lawu terutama daerah Tawangmangu banyak tempat tujuan wisata. Seiring kebutuhan orang untuk mencari hiburan dengan pergi ke tempat-tempat wisata

berakibat peningkatan volume lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Peningkatan ini terlihat dengan jumlah kendaraan yang melintas dan antrian pada ruas-ruas jalan yang akan menuju ke Tawangmangu ataupun turun dari Tawangmangu.

Sepanjang ruas jalan lawu, di beberapa tempat tidak sama lebarnya. Seperti contoh di Sta 6+000-7+000 lebar jalan lebih dari 14 meter sedangkan di Sta 24+000-25+000 lebar hanya 12 meter. Hal tersebut tentu menimbulkan permasalahan baru. Beberapa ruas jalan memiliki permasalahan akibat kapasitas jalan yang berbeda-beda serta kondisi hambatan di sepanjang jalan yang berbeda-beda pula. Salah satu ruas jalan yang memiliki permasalahan tersebut

adalah di jalan Lawu Sta 17+400-18+000. Berdasarkan latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan pada ruas jalan tersebut.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian menggunakan metodologi kuantitatif yaitu suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui. Lokasi penelitian adalah di Jalan Lawu Karanganyar (STA 17+400) sampai (Sta 18+000). Pada ruas tersebut terdapat pertemuan sebidang berupa perlimaaran. Lokasi ini dipilih karena terdapat penyempitan lebar jalan (*bottle neck*) pada area tersebut. Daerah di sekitar lokasi cukup ramai dengan adanya sekolah, pertokoan, bengkel, terminal dan pasar. Antrian kendaraan sering terjadi di perempatan lampu merah terutama hari libur.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Ida Bagus Dedy Sanjaya (2016) dalam penelitiannya menyatakan keberadaan tata guna lahan komersial di sepanjang sisi jalan menyebabkan tingginya aktivitas samping jalan. Tingginya aktivitas samping jalan yang terjadi sering menimbulkan konflik hambatan samping yang berpengaruh terhadap kapasitas dan kinerja jalan perkotaan

Hadiat, Raden (2014) menyatakan hambatan samping merupakan salah satu faktor penyebab kemacetan pada ruas jalan Dr. Djunjunan Bandung. Analisis dilakukan dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Berdasarkan Observasi yang dilakukan diketahui bahwa hambatan samping tertinggi pada waktu sore hari, dengan frekuensi bobot tertinggi pada kejadian pejalan kaki.

I Made Tapa Yasa dan I Ketut Sutapa (2011) dalam penelitiannya menyatakan hambatan samping merupakan salah satu

faktor yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan kapasitas ruas jalan. Hambatan samping dapat berupa:

1. Pejalan kaki
2. Kendaraan parkir/berhenti;
3. Kendaraan keluar / masuk dari/ ke sisi jalan
4. Kendaraan bergerak lambat.

Kapasitas adalah jumlah kendaraan maksimum yang dapat melewati suatu penampang jalan pada jalur jalan selama 1 jam dengan kondisi serta arus lalu lintas tertentu. Perbedaan antara VJP dan kapasitas adalah VJP menunjukkan jumlah arus lalu lintas yang direncanakan akan melintasi suatu penampang jalan selama satu jam, sedangkan kapasitas menunjukkan jumlah arus lalu lintas yang maksimum dapat melewati penampang tersebut dalam waktu satu jam sesuai dengan kondisi jalan.

Nilai kapasitas diperoleh dari penyesuaian kapasitas dasar/ideal dengan kondisi dari jalan yang direncanakan (Silvia Sukirman,1999).

Kapasitas adalah sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan persatuan jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah), untuk jalan bebas hambatan terbagi kapasitas adalah arus maksimum perlajur (MKJI 1997).

Faktor yang mempengaruhi jalan kota adalah:

1. Kapasitas Dasar Jalan (Co)
2. Faktor Penyesuaian Pemisahan Arah (Fcsp)
3. Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)
4. Faktor Penyesuaian Lebar Jalan(fcw)
5. Faktor Koreksi Kapasitas Akibat Gangguan Samping Dan Bahu Jalan (FCsf)
6. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping Dan Bahu Jalan/Kereb (FC_{sf})

Friction atau hambatan samping adalah dampak terhadap kinerja lalu lintas yang berasal dari aktivitas samping segmen jalan. Hambatan samping yang umumnya sangat mempengaruhi kapasitas jalan adalah pejalan kaki, kendaraan parkir dan henti, kendaraan tidak bermotor, serta kendaraan masuk dan keluar dari fungsi tata guna lahan di samping jalan. Apabila hambatan samping lebih besar dibandingkan dengan kapasitas jalan, jalan tersebut akan menjadi terganggu.

Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kelas hambatan samping dengan frekuensi bobot kejadian per jam per 200 meter dari segmen jalan yang diamati, pada kedua sisi jalan seperti tabel 1.

Tabel 1. Penentuan tipe frekuensi kejadian hambatan samping

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot
Pejalan kaki	PED	0,5
Kendaraan parkir	PSV	1.0
Kendaraan masuk dan keluar sisi jalan	EEV	0.7
Kendaraan lambat	SMV	0.4

Sumber : (MKJI 1997)

Tingkat hambatan samping dikelompokkan dalam 5 kelas, yaitu dari yang sangat rendah sampai tinggi dan sangat tinggi seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai kelas hambatan samping

Kelas Hambatan samping (SCF)	Kode	Jumlah kejadian per 200 m perjam	Kondisi Daerah
Sangat rendah	VL	<100	Daerah pemukiman; hampir tidak ada kegiatan
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman; berupa angkutan umum.
Sedang	M	300-499	Daerah industri, beberapa toko di jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial; aktifitas sisi jalan yang sangat tinggi
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial; aktifitas pasar di samping jalan

Sumber : (MKJI 1997)

Dalam menentukan nilai Kelas hambatan samping digunakan rumus (MKJI 1997):

$$SCF = PED + PSV + EEV + SMV$$

Dimana :

SFC = Kelas Hambatan samping

PED = Frekwensi pejalan kaki

PSV = Frekwensi bobot kendaraan parkir

EEV = Frekwensi bobot kendaraan masuk/keluar sisi jalan.

SMV = Frekwensi bobot kendaraan lambat

Dengan ;

1. Faktor Pejalan Kaki

Aktifitas pejalan kaki merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai kelas hambatan samping, terutama pada daerah-daerah yang merupakan kegiatan masyarakat seperti pusat-pusat perbelanjaan. Banyak jumlah pejalan kaki yang menyebrang atau berjalan pada samping jalan dapat menyebabkan laju kendaraan menjadi terganggu. Hal ini semakin diperburuk oleh kurangnya kesadaran pejalan kaki untuk menggunakan fasilitas-fasilitas jalan yang tersedia, seperti trotoar dan tempat-tempat penyeberangan.

2. Faktor kendaraan parkir dan berhenti

Kurangnya tersedianya lahan parkir yang memadai bagi kendaraan dapat menyebabkan kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan. Pada daerah-daerah yang mempunyai tingkat kepadatan lalu lintas yang cukup tinggi, kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan dapat memberikan pengaruh terhadap kelancaran arus lalu lintas.

Kendaraan parkir dan berhenti pada samping jalan akan mempengaruhi kapasitas lebar jalan dimana kapasitas jalan akan semakin sempit karena pada samping jalan tersebut telah diisi oleh kendaraan parkir dan berhenti.

Dalam hal ini yang dimaksud adalah :

- a. Jumlah *manuver* masuk mobil penumpang untuk parkir di tepi jalan,
- b. Jumlah *manuver* keluar mobil penumpang untuk parkir di tepi jalan,
- c. Jumlah *manuver* masuk sepeda motor untuk parkir pada pelataran parkir,
- d. Jumlah *manuver* keluar sepeda motor untuk parkir pada pelataran parkir,
- e. Jumlah *manuver* masuk mobil penumpang untuk parkir pada pelataran parkir,
- f. Jumlah *manuver* keluar mobil penumpang untuk parkir pada pelataran parkir,

3. Faktor kendaraan masuk/keluar pada samping jalan

Banyaknya kendaraan masuk/keluar pada samping jalan sering menimbulkan berbagai konflik terhadap arus lalu lintas perkotaan. Pada daerah-daerah yang lalu lintasnya sangat padat disertai dengan aktifitas masyarakat yang cukup tinggi, kondisi ini sering menimbulkan masalah dalam kelancaran arus lalu lintas. Dimana arus lalu lintas yang melewati ruas jalan tersebut menjadi terganggu yang dapat mengakibatkan terjadinya kemacetan.

4. Faktor kendaraan lambat

Yang termasuk dalam kendaraan lambat adalah becak, gerobak dan sepeda. Laju kendaraan yang berjalan lambat pada suatu ruas jalan dapat mengganggu aktifitas-aktifitas kendaraan yang melewati suatu ruas jalan. Oleh karena itu kendaraan lambat merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kelas hambatan samping. LOS (*Level of Service*) atau Tingkat Pelayanan Jalan adalah salah satu metode yang digunakan untuk menilai kinerja jalan yang menjadi indikator dari kemacetan. Suatu jalan dikategorikan mengalami kemacetan apabila hasil perhitungan LOS menghasilkan nilai mendekati 1. Dalam menghitung LOS di suatu ruas jalan, terlebih dahulu harus mengetahui kapasitas jalan (C) yang dapat dihitung dengan mengetahui kapasitas dasar, faktor penyesuaian lebar jalan, faktor penyesuaian pemisah arah, faktor penyesuaian hambatan samping, dan faktor penyesuaian ukuran kota. Kapasitas jalan (C) sendiri sebenarnya memiliki definisi sebagai jumlah kendaraan maksimal yang dapat ditampung di ruas jalan selama kondisi tertentu (MKJI, 1997).

Level of Service (LOS) adalah perhitungan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas dasar jalan (V/C). Dengan melakukan perhitungan terhadap nilai LOS, maka dapat diketahui klasifikasi jalan atau tingkat pelayanan pada suatu ruas jalan tertentu. Sedangkan tingkat pelayanan jalan ditetapkan berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) seperti pada tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan Jalan	Batas lingkup V/C	Kondisi/Keadaan Lalu Lintas
A	0,00 – 0,19	Arus relatif bebas dengan sesekali terhenti Kecepatan perjalanan rata – rata > 40 km/jam
B	0,20 – 0,44	Arus stabil dengan sedikit tundaan Kecepatan perjalanan rata – rata > 30 km/jam
C	0,45 – 0,74	Arus stabil dengan tundaan yang dapat diterima Kecepatan rata – rata > 25 km/jam
D	0,75 – 0,84	Mendekati arus tidak stabil dengan tundaan yang masih dalam toleransi Kecepatan perjalanan rata – rata > 15 km/jam
E	0,85 – 1,00	Arus tidak stabil Kecepatan perjalanan rata – rata < 15 km/jam
F	>1,00	Arus tertahan Macet Lalu lintas pada kondisi terhambat

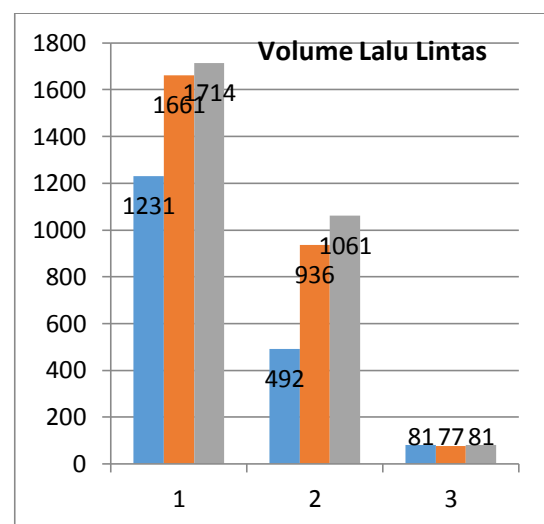
4. PEMBAHASAN

Kondisi geometrik di jalan Lawu lebar jalannya dari 12 m sampai 16 meter. Pada ruas jalan tersebut terdapat lajur untuk sepeda, parkir dan trotoar. Lokasi sekitar terdapat terminal, pom bensin, pasar, bengkel, pertokoan dan perumahan. Pada kanan dan kiri jalan terdapat bahu jalan lebar lebih dari 1m.

Adapun volume lalu lintas dan perhitungannya ke dalam satuan mobil penumpang (SMP) terdapat pada tabel 4.

Tabel 4. Volume Lalu Lintas

Waktu puncak	Jenis Kendaraan			Jenis Kendaraan			Volume SMP/jam
	MC	LV	HV	MC*	LV*	HV*	
06.00 - 08.00	1231	492	81	615,5	492	105,3	1212,8
12.00 - 14.00	1661	936	77	830,5	936	100,1	1866,6
15.00 - 17.00	1714	1061	81	857	1061	105,3	2023,3



Gambar 1. Volume lalu lintas

Berdasarkan pengamatan karakteristik geometrik jalan adalah jalan empat-lajur dua-arah mempunyai kondisi sebagai berikut:

- Lebar jalur lalu-lintas 12 meter
- Lebar bahu efektif paling sedikit 1 m pada setiap sisi
- Tidak ada median
- Pemisahan arah lalu-lintas 50 - 50
- Hambatan samping sedang
- Ukuran kota 0,5 - 1,0 Juta
- Tipe alinyemen datar

Hasil survey untuk hambatan samping seperti pada tabel 5.

Tabel 5. Hambatan samping

Waktu	Segmen	Pejaln Kalki	Kend parkir	Kend masuk & keluar sisi jalan	Kend araan tak berm otor	Juml ah
15.00- 16.00	Utara	12	35	79	8	134
	Selatan	23	78	182	17	300
Total						434

Jumlah hambatan adalah 434 termasuk kategori kelas hambatan sedang.

Berdasarkan data kondisi geometrik dan kondisi lingkungan jalan nilai C_o , FC_w , FC_{sp} , FC_{sf} , FC_{cs} sebagai berikut:

a. Kapasitas Dasar (C_o)

Kapasitas dasar yang diperoleh ditentukan berdasarkan jumlah lajur dan jalur jalan yang ada berupa empat lajur tak terbagi dua arah $C_o = 1500$ smp/jam per lajur.

$$C_o = 4 \times 1500 = 6000$$

b. Lebar Jalur Jalan (FC_w)

Lebar efektif jalur jalan adalah 12 m

$$FC_w = 0,91$$

c. Faktor koreksi Kapasitas akibat pembagi arah (FC_{sp})

Jalan 4 lajur 2 arah tidak terbagi 50-50
 $FC_{sp} = 1,00$

d. Hambatan Samping (FC_{sf})

Hambatan samping sedang dan lebar bahu jalan efektif 1 m $FC_{sf} = 0,95$

e. Faktor Koreksi Kapasitas akibat ukuran kota (FC_{cs})

Karanganyar termasuk golongan kota dengan jumlah penduduk sekitar 856.198 jiwa sehingga $FC_{cs} = 0,95$

Untuk nilai C perhitungannya sebagai berikut :

$$C = C_o \cdot FC_w \cdot FC_{sp} \cdot FC_{sf} \cdot FC_{cs} \text{ (smp/jam)}$$

$$C = (1500 \times 4) \times 0,91 \times 1,00 \times 0,95 \times 0,95$$

$$C = 4.927,65 \text{ smp/jam}$$

Volume lalu lintas diambil yang tertinggi yaitu dengan nilai volume lalu lintas 2023,3 SMP/jam dan nilai kapasitas jalan yaitu 4927,65 SMP/jam.

Maka nilai Tingkat Pelayanan Jalan (LOS) sebagai berikut :

$$LOS = V_{puncak} / C$$

$$= 2023,3 / 4927,65$$

$$= 0,41 \text{ SMP/jam}$$

Dengan nilai LOS 0,41 SMP/jam, maka Tingkat Pelayanan Jalan (*Level Of Service*) di Jalan lawu Karanganyar (STA 17+400 – STA 18+000) dikategorikan B dengan nilai < 1 . Tingkat Pelayanan B artinya arus setabil, tetapi kecepatan oprasi mulai dibatasi oleh kondisi lalu-lintas. Pengemudi memiliki kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatan. Berdasarkan hasil tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa adanya hambatan samping dengan kategori sedang tidak memiliki pengaruh yang signifikan menurunkan kapasitas jalan terbukti dengan tingkat pelayanan jalan B.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang sudah dipaparkan sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Tingkat Pelayanan Jalan adalah 0,41 Smp/jam
2. Jumlah hambatan adalah 434 termasuk kategori kelas hambatan sedang. Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa adanya hambatan samping dengan kategori sedang tidak memiliki pengaruh yang signifikan menurunkan kapasitas jalan terbukti dengan tingkat pelayanan jalan masih B.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhi Muhtadi, 2010 *Analisis Kapasitas, Tingkat Pelayanan, Kinerja dan Pengaruh Pembuatan Media Jalan*, NEUTRON, VOL.10, NO.1, FEBRUARI 2010: 43 – 54
- Anonim, 2004, *Undang-Undang No 38 Tentang Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Anonim, 2009 *Undang-Undang No 22 Tentang Lalu Lintas Angkutan Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

- Anonim, 2006 *Peraturan Pemerintah No 34 Tentang Jalan*, Departemen Pekerjaan Umum Jakarta
- Anonim, 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Anonim, 1992, *Standar Perencanaan Geometrik Untuk Jalan Perkotaan*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Direktorat Pembinaan Jalan kota, Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta: 1992.
- Ahmad Munawar, 2005, *Dasar – Dasar Teknik Transportasi*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Bambang Suponco, 2006, *Analisa Rekayasa Lalu Lintas Di Simpang Empat Jalan Wiradesa Kabupaten Pekalongan*, Surakarta, Universitas Surakarta.
- Clarkson H. Oglesby dan R. Gary Hicks, 1994, *Teknik Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta
- Edy Suprpto, 2015, Analisis Kapasitas Dan Kondisi Ruas Jalan Sragen Palur, Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Febi Anisia Purnama Sari, 2011, *Analisis Kebijakan Kemacetan Lalu Lintas di Jalan Teuku Umar kawasan Jatingaleh Semarang dengan metode Analisis Hieraarki Proses (AHP)*, Semarang, Universitas Diponegoro.
- Gentur Windiatmoko, 2015, Analisis Tingkat Pelayanan Jalan Pada Ruas Jalan Raya Sukowati Sta 2+700 – Sta 2+700, Skripsi, Universitas Surakarta, Surakarta.
- G.R.Wells, 1993, *Rekayasa Lalu Lintas*, Bhatara, Jakarta.
- Hadiat, Raden (2014) *Kajian Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kapasitas Ruas Jalan Dr. Djujungan*. S1, Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia, Jakarta.
- Ida Bagus Dedy Sanjaya, 2016, Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Ruas Jalan Raya Sesetan, Skripsi, Universitas Udayana, Denpasar.
- Imam Roshadi, 2015, Analisis Rekayasa Lalu Lintas Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan (*Level of Service*) (Studi Kasus Jl. Kapten Mulyadi Surakarta STA 01+400 – STA 02+400), Skripsi, Universitas Surakarta, Surakarta
- I Made Tapa Yasa, I Ketut Sutapa, 2011, Pengaruh Hambatan Samping Terhadap kapasitas Ruas Jalan Cokroaminoto Denpasar (Studi Kasus Di Depan Sekolah Taman Mahatma Gandhi), Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah, Denpasar.
- Irwan Susanto, Moch.Duddy Studyana, Yackob Astor, 2012, Analisis Kapasitas Jalan Menggunakan Pendekatan Geospasial (Wilayah Studi: Bandung Tengah), Politeknik Negeri Bandung, Bandung
- Leksmono S. Putranto, Ph. D. 2013, *Rekayasa Lalulintas, Edisi 2*, Indeks, Jakarta Barat.
- Lis Ayu Widari, Said Jalalul Akbar, Rizky Fajar, 2015 *Analisis Tingkat Pelayanan Jalan (Studi Kasus Jalan Medan–Banda Aceh km 254+800 s.d km 256+700)*. Universitas Malikussaleh. Aceh.
- Munawar, Ahmad, 2009. *Manajemen Lalu lintas Perkotaan*. Penerbit Beta Offset. Yogyakarta. Depan Kampus Iisipol). *Jurnal Teknik Sipil Vol 7 No. 1*
- Winarsih, N dan Nhdalina. 2017. Analisis Antrian Dan Tundaan Akibat Lampu Lalu Lintas Dan Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Menggunakan Metode Antrian Deterministik (Studi Kasus: Perlintasan Kereta Api Tanjung

- Barat Jakarta Selatan). *Jurnal Desain Konstruksi Volume 16 No.1*
- Wulandhani, S. 2008. Analisa Penutupan Pintu Perlintasan Kereta Api Terhadap Tundaan, Nilai Waktu, Dan Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus Perlintasan Purwosari Surakarta). *Tesis*. Surakarta; UMS
- Yusyadiputra, M., Hermawanto, R., Pudjianto, B., dan Yulipriyono, E. 2014. Pengaruh Penutupan Pintu Perlintasan Jalan Rel Terhadap Kinerja Lalu Lintas Jalan Raya Di Perlintasan Kaligawe Semarang Dan Kaliwungu Kendal. *Jurnal Karya Teknik Sipil Vol 3 No 3 Hal 723-735*