MANAJEMEN REKAYASA LALU LINTAS PADA KAWASAN STASIUN KLAKAH DI KABUPATEN LUMAJANG

Salwa Nur Ramadhanti*¹, Ataline Muliasari², Yunanda Raharjanto³

Program Studi Sarjana Terapan Transportasi Darat

Politeknik Transportasi Darat Indonesia-STTD

Jalan Raya Setu Km 3,5, Cibitung, Bekasi, Jawa Barat, ID 17520

*salwanur301@gmail.com

Abstract

Lumajang Regency is one of the areas in East Java which is crossed by the main transportation route between provinces, this causes many vehicles to pass through Lumajang. The Klakah Station area is close to the market, which is where most people carry out economic activities. Apart from the market, there are also shops to meet their daily needs. This affects the performance condition of the surrounding road network.

This study aims to determine the existing condition of the road network performance and proposed solutions to overcome existing problems. The analysis used is analysis of road performance, intersection performance, pedestrian analysis, parking analysis, and PTV Vissim microsimulation analysis. Based on this analysis, 3 scenarios were obtained as proposed treatments which were compared to each other in order to get the best recommendation.

Based on the results of the comparison of road network performance, it can be seen that scenario 3 shows the best road network performance results, namely an average delay of 20.70 vehicles/second, a network speed of 27.60 km/hour, a total distance traveled of 5423.84 vehicle-km, and the total travel time is 196.51 veh-hours, so that it can be the main recommendation to be applied in solving problems in the Klakah Station Area, Lumajang Regency.

Keywords : *Traffic Engineering Management , Road Network Performance, PTV Vissim, Pedestrians, Parking.*

ABSTRAK

Kabupaten Lumajang adalah salah satu daerah di Jawa Timur yang dilintasi oleh jalur transportasi utama antar provinsi, hal ini menyebabkan banyaknya kendaraan yang melintas di Lumajang. Kawasan Stasiun Klakah berdekatan dengan pasar yang merupakan tempat sebagian besar masyarakat melakukan kegiatan perekonomian selain pasar juga terdapat pertokoan, untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Hal tersebut mempengaruhi kondisi kinerja jaringan jalan di sekitarnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi eksisting kinerja jaringan jalan serta usulan penanganan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan yang ada. Analisis yang digunakan adalah analisis kinerja ruas jalan, kinerja simpang, analisis pejalan kaki, analisis parkir, dan analisis mikro simulasi PTV Vissim. Berdasarkan analisis tersebut diperoleh 3 skenario sebagai usulan penanganan yang dibandingkan satu sama lain guna mendapatkan rekomendasi yang terbaik.

Berdasarkan hasil perbandingan kinerja jaringan jalan dapat diketahui bahwa skenario 3 menunjukkan hasil kinerja jaringan jalan terbaik yaitu tundaan rata-rata 20,70 kend/detik, kecepatan jaringan 27,60 km/jam, total jarak yang ditempuh 5423,84 kend-km, serta total waktu perjalanan 196,51 kend-jam, sehingga dapat menjadi rekomendasi utama untuk diterapkan dalam menyelesaikan permasalahan di Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang.

Kata Kunci : Manajemen Rekayasa Lalu Lintas, Kinerja Jaringan Jalan PTV Vissim, Pejalan Kaki, Parkir.

PENDAHULUAN

Lumajang salah satu daerah di Jawa Timur yang dilintasi oleh transportasi utama antar provinsi. Hal ini menyebabkan banyaknya kendaraan yang melintas di Lumajang, wilayah bagian utara Kabupaten Lumajang berbatasan langsung dengan Kabupaten Probolinggo, Jawa Timur yang berfungsi sebagai gerbang perhubungan yang menghubungkan kota-kota dari Surabaya ke kota timur Jawa yaitu Jember dan Banyuwangi. Kawasan Stasiun Klakah mempunyai tingkat aktivitas perjalanan yang tinggi sehingga pada ruas-ruas jalan di kawasan ini memiliki volume lalu lintas yang tinggi pada jam puncak pagi. Adanya hambatan samping seperti penggunaan badan jalan untuk parkir dan lapak dagang juga menambah permasalahan pada Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang. Terdapat parkir di badan jalan di Jalan Stasiun Klakah sehingga mengurangi lebar efektifitas badan jalan. Belum tersedianya fasilitas pejalan kaki berupa trotoar dan fasilitas penyeberangan, aktivitas parkir, lapak pedagang, dan pejalan kaki di badan jalan ditambah perilaku pejalan kaki cenderung bergerak bebas tanpa memperhatikan lalu lintas sehingga dapat mempengaruhi masalah lalu lintas utamanya pada jam sibuk berupa kemacetan lalu lintas.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kinerja jaringan jalan eksisting di Kawasan Stasiun Klakah.
2. Untuk menyusun usulan skenario manajemen dan rekayasa lalu lintas pada Kawasan Stasiun Klakah.
3. Membandingkan kondisi jaringan jalan setelah dilakukan skenario penerapan pelaksanaan manajemen dan rekayasa lalu lintas di Kawasan Stasiun Klakah.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 menyatakan bahwa Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas adalah serangkaian usaha dan kegiatan yang meliputi perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas perlengkapan jalan dalam rangka mewujudkan, mendukung, memelihara keamanan, keselamatan, ketertiban, kelancaran lalu lintas.

Volume Lalu Lintas

Berdasarkan (MKJI 1997), Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan per hari, smp per jam, dan kendaraan per menit.

Kapasitas Jalan

Menurut Yuniarta, A (2006) Kapasitas suatu ruas jalan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut (dalam satu maupun dua arah) dalam periode waktu tertentu dan di bawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum.

Persamaan dasar umum untuk menentukan kapasitas ruas adalah sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas Dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping

FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

Kecepatan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997) Kecepatan didefinisikan dalam beberapa hal antara lain; Kecepatan tempuh adalah kecepatan rata-rata kendaraan (km/jam) arus lalu lintas dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan. Persamaan yang digunakan untuk menentukan kecepatan sebagai berikut:

$$V = \frac{L}{TT}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

V = Kecepatan ruang rata-rata kendaraan ringan (km/jam)

L = Panjang Segmen (km)

TT = Waktu tempuh rata-rata dari kendaraan ringan sepanjang segmen jalan (jam)

Kepadatan

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati panjang ruas jalan atau lajur tertentu, yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah kendaraan per kilometer atau satuan mobil penumpang per kilometer (smp/km). Kepadatan dapat dinyatakan dengan perbandingan antara volume lalu lintas dengan kecepatan. Hubungan ketiga variabel tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{Q}{V}$$

Sumber: MKJI, 1997

Dimana:

D = Kerapatan lalu lintas (kend/km atau smp/km)

Q = Arus lalu lintas (kend/jam atau smp/jam)

V = kecepatan ruang rata-rata (km/jam)

Vissim

Vissim adalah mikroskopis, waktu langkah dan perilaku yang berbasis model simulasi untuk permodelan kota dan lalu lintas.

Konsepsi Kalibrasi dan validasi model simulasi. Kalibrasi adalah proses menyesuaikan parameter untuk mendapatkan kesesuaian antara nilai simulasi dan data yang diamati. Data lalu lintas yang digunakan sebagai perbandingan dalam proses kalibrasi adalah jumlah arus lalu lintas di kaki-kaki simpang baik yang masuk ke simpang maupun keluar dari simpang (Yulianto, 2013). Validasi berkaitan dengan penentuan apakah secara konseptual model simulasi dapat merepresentasikan permodelan secara akurat.

Uji statistik yang digunakan untuk menguji apakah hasil permodelan yang dihasilkan dapat diterima atau tidak adalah Uji Chi-kuadrat ruas jalan di wilayah studi. Menghitung Chi-kuadrat tiap link berdasarkan volume hasil survei dan volume hasil model, dengan rumus:

$$X^2 = (F_o - F_h)^2 / F_h$$

Sumber : (Tamin 2008)

Dimana:

X² = Chi Kuadrat

F_o = Frekuensi hasil observasi

F_h = Frekuensi hasil model

Penyelenggaraan Fasilitas Parkir

Parkir pada badan jalan sendiri merupakan parkir yang mengambil tempat di sepanjang badan jalandengan maupun tidak melebarkan jalan untuk fasilitas parkir.

Adapun analisa data parkir dengan menggunakan:

- a. Kebutuhan Ruang Parkir
- b. Durasi parkir
Menurut (Munawar 2004) menyatakan bahwa durasi parkir adalah rentang waktu sebuah kendaraan parkir di suatu tempat (dalam satuan menit atau jam).
- c. Kapasitas Parkir
Kapasitas parkir adalah banyaknya kendaraan yang dapat dilayani oleh suatu lahan parkir selama waktu pelayanan. Kapasitas parkir tidak hanya didasarkan pada volume maksimum pada kondisi sibuk, tetapi juga harus memperhatikan keseluruhan perilaku kendaraan baik durasi waktu maupun akumulasi parkir selama selang waktu tertentu.
- d. Volume Parkir
Volume Parkir merupakan total jumlah kendaraan yang telah menggunakan ruang parkir pada suatu lokasi pada suatu lokasi parkir dalam satu satuan waktu tertentu (hari).

Pergerakan Pejalan Kaki

Menurut Munawar (2004), ada dua pergerakan yang dilakukan pejalan kaki, meliputi pergerakan menyusuri sepanjang kiri kanan jalan dan pergerakan memotong jalan pada ruas jalan (menyeberang jalan). Adapun ketentuan mengenai fasilitas pendukung kegiatan lalu lintas angkutan jalan untuk pejalan kaki terdiri dari:

- a. Trotoar
- b. Zebra Cross
- c. Penyeberangan dengan lampu pengatur (pelican crossing)
- d. Jembatan penyeberangan atau terowongan bawah tanah

Pendekatan dalam hal penyediaan fasilitas pejalan kaki adalah:

- a. Pergerakan menyusuri untuk kriteria penyediaan trotoar yang aman untuk masyarakat dan penyandang disabilitas
- b. Pergerakan memotong jalan pada ruas jalan (menyeberang jalan)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk memecahkan permasalahan lalu lintas di Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang, dengan cara mengetahui dan menganalisis tingkat kinerja lalu lintas di Kawasan Stasiun Klakah. Setelah memperoleh hasil kinerja lalu lintas ruas jalan dan simpang kawasan tersebut, tahapan selanjutnya adalah membuat model lalu lintas eksisting dengan bantuan program aplikasi vissim.

ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Kinerja Jaringan Jalan Kawasan Stasiun Klakah Kondisi Eksisting

Kinerja lalu lintas saat ini terdiri dari kinerja ruas jalan, analisis kinerja persimpangan, analisis perjalanan kaki dan analisis parkir. Dari hasil analisis tersebut dilanjutkan dengan distribusi perjalanan pada Kawasan Stasiun Klakah yang digunakan untuk di input pada vehicle route di software Vissim dengan satuan kendaraan/jam. Selanjutnya dilakukan validasi antara volume survei dengan volume model dengan menggunakan metode Chi Square.

- 1) Menyatakan hipotesis awal dan hipotesis alternatif
Ho : hasil model = hasil survei
H1 : hasil model $\neq$ hasil survei
- 2) Batasan daerah penolakan atau batas kritis dari tabel X^2 menentukan tingkat signifikan dengan derajat kejenuhan 95% atau $\alpha=5\%$. Terdapat 20 data volume lalu lintas yang berarti $k = 18$, sehingga derajat kebebasan $=k-1 = 18-1=17$. Dengan melihat tabel distribusi X^2 dapat diketahui nilai $X^2 (0,05 ; 17) = 27,59$
- 3) Aturan keputusan
Menentukan kriteria uji
H₀ : diterima jika X^2 hitung $< 27,59$
H₁ : diterima jika X^2 hitung $> 27,59$

Tabel 1 Kinerja Jaringan Jalan Eksisting

PARAMETER	KINERJA JARINGAN JALAN
Tundaan Rata-rata (kend/detik)	29,41
Kecepatan Jaringan (km/jam)	21,60
Total Jarak yang Ditempuh (kend-km)	5137,99
Total Waktu Perjalanan (kend-jam)	237,57

Analisis Parkir

Parkir pada badan jalan (*on street parkir*) merupakan salah satu faktor penyebab menurunnya kapasitas jalan. Dengan hal tersebut maka perlu dilakukan pengaturan parkir yang disesuaikan dengan volume lalu lintas pada jalan tersebut. Dalam mengatasi permasalahan parkir yang ada pada ruas Jalan Stasiun Klakah, penulis memberikan rekomendasi berupa parkir *on street* ke parkir *off street*. Hal ini berdasarkan Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Darat Nomor 272/HK.105/DRJD/96 Tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Fasilitas Parkir, lebar minimum jalan kolektor untuk parkir pada badan jalan. Berikut tabel perhitungan kebutuhan lahan parkir:

Tabel 2 Kebutuhan Lahan Parkir Off Street

Nama Jalan	Kebutuhan Ruang Parkir	Jumlah Ruang Parkir	Lebar Kaki Ruang Parkir (B)	Ruang Parkir Efektif (D)	Ruang Maneuver	Satuan Ruang Parkir	Total Luas Lahan Parkir
	(SRP)		(m)	(m)		(m ²)	(m ²)
Jalan Stasiun Klakah	154	100	1	1,05	1,22	2	350

Berdasarkan tabel di atas, keberadaan parkir pada badan jalan tersebut harus dipindahkan. Lokasi parkir off street, yang direkomendasikan berada di depan Pasar Klakah dengan luas lahan parkir 350m².

Pejalan Kaki

Analisis pejalan kaki dilakukan pada ruas Jalan Gn. Ringgit 1, Jalan Gn. Ringgit 2 dan Jalan Stasiun Klakah yang berada di Kawasan Stasiun Klakah. Pejalan kaki yang berjalan menuju Kawasan Stasiun Klakah biasanya menggunakan badan jalan dan menyeberang di sembarang titik sehingga mengakibatkan ketidaklancaran lalu lintas yang dapat membahayakan pengguna jalan.

Berdasarkan survei pejalan kaki menyusuri dapat diketahui volume pejalan kaki menyusuri sebelah kanan dan kiri. Tata guna lahan pada Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang merupakan jalan daerah pertokoan dengan tanpa etalase. Hal tersebut mempunyai nilai N adalah 1,00 yang nantinya akan digunakan sebagai analisis kebutuhan lebar trotoar.

Tabel 3 Rekomendasi Lebar Trotoar Pejalan Kaki Menyusuri

Nama Ruas	Jenis Jalan	Nilai Konstanta	Jumlah Orang Menyusuri Rata-rata (orang/menit)		Lebar Trotoar yang Dibutuhkan (m)	
			Kiri	Kanan	Kiri	Kanan
Jl. Gn. Ringgit 1	Jalan Daerah Pertokoan dengan Kios Tanpa Etalase	1,00	0.86	1.02	1.025	1.029
Jl. Gn. Ringgit 2			0.91	1.20	1.026	1.034
Jl. Stasiun Klakah			1.17	1.11	1.033	1.032

Dari data di atas dapat diketahui bahwa total lebar trotoar tertinggi yang dibutuhkan berada pada ruas Jalan Stasiun Klakah yaitu sebesar 1,033 sisi kiri dan 1,032 sisi kanan. Sedangkan terendah berada pada ruas Jalan Gn. Ringgit 1 yaitu sebesar 1,025 sisi kiri dan 1,029 sisi kanan. Dari perhitungan tersebut kemudian disesuaikan dengan lebar trotoar minimum sesuai Peraturan Pekerjaan Umum No. 2 Tahun 2018 sebesar 1,5 m untuk masing-masing jalan.

Tabel 4 Rekomendasi Fasilitas Penyeberangan Pejalan Kaki

Nama Ruas	Jumlah Orang Menyeberang Rata-rata (Orang/jam)	Volume (Kend/jam)	PV ²	Rekomendasi Fasilitas Penyeberang
Jl. Gn. Ringgit 1	62	3639	8,2 x 10 ⁸	Pelikan dengan lapak tunggu
Jl. Gn. Ringgit 2	59	3429	6,9 x 10 ⁸	Pelikan dengan lapak tunggu
Jl. Stasiun Klakah	51	3092	4,8 x x 10 ⁸	Pelikan dengan lapak tunggu

Dari hasil perhitungan di atas diketahui rekomendasi fasilitas penyeberangan kebanyakan pelikan dengan lapak tunggu dikarenakan jumlah orang, volume rata-rata kendaraan serta hasil perhitungan PV² memasuki kategori pelikan dengan lapak tunggu.

Skenario Penangan Masalah

Dalam permasalahan yang ada pada Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang, maka diberikan alternatif pemecahan masalah guna meningkatkan kinerja jaringan jalan. Alternatif pemecahan masalah dibagi menjadi 3 skenario penanganan antara lain:

Tabel 5 Skenario Penanganan Masalah

Skenario	Uraian
1	a. Pengadaan fasilitas pejalan kaki
2	b. Penertiban pedagang kaki lima
	c. Mengusulkan penataan parkir on street menjadi parkir off street
3	a. Pengadaan fasilitas pejalan kaki
	b. Mengusulkan penataan parkir on street menjadi parkir off street
	c. Penertiban pedagang kaki lima

Dari beberapa skenario diatas, diambil mana skenario terbaik untuk penanganan permasalahan di Kawasan penelitian. Dari ketiga skenario diatas, akan dilakukan permodelan dengan menggunakan aplikasi vissim. Setelah dilakukan pemodelan, selanjutnya akan dilakukan analisis untuk mengetahui kinerja jaringan jalan setelah dilakukannya skenario.

Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan Setiap Skenario Penanganan

Berdasarkan hasil analisis usulan penanganan yang terdiri dari 3 skenario, maka dapat dibandingkan kinerja jaringan jalan, kinerja ruas jalan dan kinerja simpang sebagai berikut :

Tabel 6 Perbandingan Kinerja Jaringan Jalan

Parameter	Eksisting (Model)	Skenario 1 (Model)	Skenario 2 (Model)	Skenario 3 (Model)
Tundaan Rata-rata (kend/detik)	29,41	32,58	22,86	20,70
Kecepatan Jaringan (km/jam)	21,60	24,20	27,03	27,60
Total Jarak yang Ditempuh (kend-km)	5137,99	5251,63	5362,51	5423,84
Total Waktu Perjalanan (kend-jam)	237,57	217,00	198,39	196,51

Dari data perbandingan di atas, kinerja jaringan terbaik berada di kondisi dengan skenario 3 memiliki tundaan rata-rata 20,70 kend/detik, kecepatan jaringan 27,60 km/jam, total jarak perjalanan yang ditempuh 5423,84 kend-km, total waktu perjalanan 196,51 kend-jam. Dari perbandingan di atas dapat disimpulkan bahwa usulan penanganan terbaik adalah dengan menerapkan skenario 3. Dilakukan dengan Pengadaan fasilitas pejalan kaki, mengusulkan penataan parkir on street menjadi parkir off street, dan penertiban pedagang kaki lima.

KESIMPULAN

1. Kinerja jaringan jalan pada kondisi eksisting pada Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang sebagai berikut :
 - a. Tundaan rata-rata yaitu 29,41 kend/detik;
 - b. Kecepatan rata-rata jaringan jalan yaitu 21,60 km/jam;
 - c. Total jarak yang ditempuh yaitu 5137,99 kend-Km; dan
 - d. Total waktu perjalanan yaitu 237,57 kend-jam.
2. Dalam permasalahan yang ada pada Kawasan Kawasan Stasiun Klakah Kabupaten Lumajang, maka diberikan usulan pemecahan masalah guna meningkatkan kinerja jaringan jalan, maka diberikan usulan pemecahan masalah guna meningkatkan kinerja jaringan jalan, yaitu :
Skenario 3 merupakan gabungan skenario 1 dan skenario 2 antara lain pengadaan fasilitas pejalan kaki, mengusulkan penataan parkir on street menjadi parkir off street, pembatasan jam operasi angkutan barang, penertiban pedagang kaki lima, pemasangan rambu dan pemberian marka jalan. Dalam penerapan skenario 3 ini diharapkan dapat mengoptimalkan waktu tundaan sehingga dapat meningkatkan kapasitas jalan sehingga kinerja jaringan jalan dapat meningkat.
3. Berikut merupakan perbandingan kinerja jaringan jalan eksisting dengan usulan penanganan skenario 3:
Skenario 3 memiliki tundaan rata-rata 20,70 kend/detik, kecepatan jaringan 27,60 km/jam, total jarak perjalanan yang ditempuh 5423,84 kend-km, total waktu perjalanan 196,51 kend-jam.

SARAN

1. Penertiban dan pengawasan oleh pihak yang berwenang terhadap lapak pedagang yang berada di badan jalan untuk mengembalikan fungsi jalan sebagaimana untuk ruang lalu lintas kendaraan maupun pejalan kaki.
2. Pembatasan jam operasi kendaraan bongkar muat untuk mengurangi hambatan samping pada saat jam sibuk.
3. Pemindahan parkir badan jalan ke luar badan jalan untuk meningkatkan kinerja jaringan jalan Kawasan
4. Perlu diusulkan fasilitas pejalan kaki berupa trotoar dan fasilitas penyeberangan.
5. Perlu kajian lebih lanjut terkait penyertaan rambu maupun marka
6. untuk mengoptimalkan skenario yang diusulkan.
7. Perlu kajian lebih lanjut untuk menghitung fase pelican crossing.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 1997. "Manual Kinerja Jalan Indonesia 1997." Departemen Pekerjaan Umum, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia."
- _____. 2009. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan."
- _____. 2011. "Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2011 Manajemen Dan Rekayasa, Analisis, Dampak, Serta Manajemen Kebutuhan Lalu Lintas."
- _____. 2013. "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2013 Tentang Jaringan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan," 1–97.
- _____. 2015. "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas."
- _____. 2018. "Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan Dan Rekayasa Sipil: Perencanaan Teknis Fasilitas Pejalan Kaki." Kementerian PUPR.
- Azhar, Des Aufar, and Mohammad Yuzril Nurhuda. 2020. "Modul Pembelajaran Simulasi Lalu Lintas Program PTV Vissim 20" 21 (1): 1–9.
- Darat, Direktorat Jenderal Perhubungan. 1997. "Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Darat No. SK 43/AJ007/DRJD/97."
- Risdiyanto. 2018. "Rekayasa Dan Manajemen Lalu Lintas Teori Dan Aplikasi."
- Yuanianta, Andung. 2006. "Pengaruh Manuver Kendaraan Parkir Badan Jalan Terhadap Karakteristik Lalu Lintas Di Jalan Diponegoro Yogyakarta,"
- Munawar. (2004). Manajemen Sistem Transportasi Perkotaan Yogyakarta. Jurnal Penelitian Transportasi Darat, 20(1).
- Tamin, Ofyar Z. 2008. ITB Perencanaan, Permodelan, & Rekayasa Transportasi : Teori, Contoh Soal, Dan Aplikasi. Bandung (ID): Ganesha
- Dipahada, R., Parman, S., & Putro, S. (2014). Analisis Level of Service (Los) Dalam Mengantisipasi Kemacetan Lalu Lintas Menggunakan Sig Di Jalan Utama Kecamatan Kota Kendal.