

EVALUASI KINERJA LALU LINTAS SEKITAR GERBANG TOL SIDOARJO

Amalia Firdaus Mawardi¹, Machsus¹, Syafira Khayam¹

¹) Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Jawa Timur, 60116
amaliafwirawan@gmail.com

ABSTRAK

Gerbang Tol Sidoarjo memiliki Akses masuk-keluar dengan tingkat kemacetan Lalu lintas cukup tinggi khususnya pada jam puncak (peak hour) pagi, siang dan sore. Persimpangan sebidang dekat dengan akses masuk-keluar gerbang tol, sehingga membuat kondisi tidak teratur dan kurang terkendali. Permukiman, pusat perbelanjaan disekitar akses tersebut, juga menjadi penyebab. Permasalahan, Bagaimana kinerja lalu lintas eksisting disekitar gerbang TOL Sidoarjo saat ini serta 5 tahun mendatang.

Diawali dengan pengumpulan data-data yaitu survey lapangan, geometric, arus lalu lintas, maupun data sekunder dari BAPPEDA dan Dinas Perhubungan Sidoarjo. Analisa pada kondisi eksisting (tahun 2017), dan untuk jangka waktu 5 tahun kedepan (tahun 2023) menggunakan metode MKJI 1977 dengan bantuan program KAJI.

Hasil perhitungan kondisi eksisting pada segmen, simpang tidak bersinyal dan bundaran disekitar TOL Sidoarjo, bervariasi dan pada beberapa bagian telah mencapai LOS F. Perbaikan geometrik dan manajemen lalu lintas 5 tahun kedepan sangat diperlukan, didapatkan tingkat pelayanan menjadi lebih baik. Bundaran taman pinang puncak pagi dan sore tahun 2017-2019 adalah DS > 0,75 dengan LOS E, sedangkan puncak siang tahun 2017-2019 adalah LOS D. Untuk puncak pagi tahun 2020-2022 adalah LOS F sedangkan pada puncak siang dan sore mencapai LOS E. Tingkat pelayanan untuk bundaran TOL Sidoarjo pada puncak pagi, siang, sore pada tahun 2017-2019 adalah LOS C. Sedangkan Untuk puncak pagi tahun 2020 sudah mencapai LOS D dan untuk puncak siang dan sore tahun 2022 mencapai LOS D. Tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal Kahuripan Nirwana pada pagi dan siang adalah LOS E, sedangkan puncak sore sudah mencapai F, dan untuk 5 tahun berikutnya LOS F. Tingkat pelayanan untuk segmen jalan raya jati dari tahun 2017-2022 mencapai LOS F.

Kata kunci : bundaran, Simpang tak bersinyal, MKJI 1997- KAJI, LOS, DS Segment Jalan

PENDAHULUAN

Sidoarjo sebagai salah satu kota di Jawa Timur, merupakan kawasan penyangga dari Kota Surabaya. Pertumbuhan ekonomi setiap daerah tergantung dari ketersediaan infrastruktur yang memadai sesuai kebutuhan saat ini dan harus dapat melayani kebutuhan infrastruktur mendatang yang terintegrasi dengan kota lain dalam satu wilayah.

Secara geografis kota Sidoarjo terletak di ruas jalan Arteri yang menghubungkan Kota Surabaya dengan Kabupaten-kabupaten di sebelah Selatan (Malang, Blitar, dll) dan Timur (Pasuruan, Probolinggo, dll) Provinsi Jawa Timur sehingga wilayah kota Sidoarjo menjadi pusat konflik traffic yang menghubungkan kota Surabaya (Pusat Perdagangan/ Pelabuhan Laut dan Udara) dengan kawasan Selatan dan Timur Provinsi Jawa Timur.

Adanya Ruas Jalan Tol Surabaya-Gempol dan Jalan Lingkar Timur Sidoarjo merupakan salah satu solusi terhadap permasalahan jaringan infrastruktur di Jawa Timur dan Kota Sidoarjo. Namun hal ini tanpa disadari telah membuat kota Sidoarjo terbelah menjadi 2 (dua) kawasan sebagai akibat adanya Jalan Tol ini yakni kawasan Timur dan Kawasan Barat. Pertumbuhan dan perkembangan tata ruang pun bergerak kurang terkontrol sehingga kawasan Timur berkembang dan berubah semula merupakan kawasan Tambak menjadi kawasan Industri, Perdagangan dan Permukiman, sedangkan di wilayah barat yang semula

kawasan persawahan berubah menjadi kawasan industri, perdagangan dan permukiman. Sementara Pusat pemerintahan berkembang disekitar Gerbang Tol Sidoarjo.

Pergerakan orang dan barang yang terjadi dikawasan ini (dari kawasan Timur ke kawasan Barat Jalan Tol Surabaya-Gempol atau sebaliknya) sangatlah besar sedangkan infrastruktur pendukungnya hanyalah 1 (satu) ruas jalan yaitu Jalan Raya Jati, dan Jalan Pahlawan dimana didalamnya terdapat banyak sekali konflik traffic.

Perkembangan wilayah ini juga diikuti dengan pembangunan sarana lain yang sesuai kebutuhan masyarakat seperti mall, hotel maupun apartemen. Hal ini menyebabkan daerah di sekitarnya menjadi padat, untuk itu perlu dilakukan kajian terhadap kinerja jaringan jalan tersebut. Kajian ini dilakukan di beberapa titik yang mengalami kemacetan cukup tinggi, diantaranya adalah Bundaran Taman Pinang, Bundaran Gerbang Tol Sidoarjo dan Simpang tak bersinyal akses masuk dan keluar perumahan Kahuripan, termasuk jalinan jalan yang merupakan penghubung dari daerah pemukiman cemengkalang, kompleks perumahan, pusat perbelanjaan Lippo Plasa, pusat perbelanjaan Suncity mall, The Sun Hotel dan Apartemen yang akan dioperasikan.

Bundaran Taman Pinang merupakan bundaran yang cukup padat dikarenakan adanya tempat- tempat strategis yang menambah pergerakan barang dan orang

di dalam kawasan tersebut, banyaknya area perdagangan di sekitar bundaran membuat bertambahnya jumlah kendaraan yang melewati bundaran tersebut, untuk itu perlu dilakukan peninjauan terhadap bundaran tersebut. Bundaran Gerbang Tol Sidoarjo merupakan persimpangan yang menjadi pusat pergerakan orang dan barang yang masuk/keluar kota sidoarjo menuju ke kota-kota yang lain, khususnya pada jam puncak (peak hour), kinerja bundaran tersebut mengalami kepadatan yang sangat tinggi sehingga diperlukan traffic management yang memadai untuk melayani kinerja pada lokasi tersebut. Akses masuk/keluar dari Perumahan Kahuripan yang memotong jalan Raya Jati merupakan salah satu persimpangan yang memiliki tingkat kemacetan cukup tinggi pula dikarenakan adanya kompleks perumahan Kahuripan dengan area perdagangan yang cukup besar yaitu pasar kuliner, belum lagi dengan akan dibangunnya apartemen di daerah tersebut. Permasalahan, Bagaimana kinerja pada bundaran, persimpangan, dan segmen jalan disekitar Gerbang TOL Sidoarjo tersebut saat ini dan 5 tahun mendatang.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini diawali survey pendahuluan, yaitu survey geometrik dan jam sibuk Kemudian pengumpulan data yaitu data primer dan data sekunder. Data primer berupa data geometrik dan data lalu lintas. Sedaangkan data sekunder diperoleh dari BAPPEDA, DISHUB, BPS berupa data tata guna lahan, data pertumbuhan kendaraan, dll. Pengolahan Data tersebut kemudian diperoleh hasil kinerja dari bundaran, simpang tak bersinyal dan segmen jalan. Performa Indikator adalah DS (*Degree of Saturated*) dan LOS (*Level of Services*) mengacu pada MKJI dan soft ware bantu KAJI 1997. Pedoman ini merupakan acuan utama selain software lain seperti aaSIDRA terhadap beberapa kinerja lalu lintas (Marpaung OR, 2012). Apabila $DS > 0,75$ dan LOS kurang dari C maka di lakukan perbaikan geometrik atau pengaturan lalu lintas. Apabila DS dan LOS sudah lebih baik dari kondisi eksisting maka dianalisa kinerja untuk 5 tahun setelahnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey Jam Puncak

Survey volume kendaraan dilakukan selama 2 hari yaitu hari kerja dan hari libur pada 3 (tiga) waktu estimasi puncak yaitu waktu pagi (06.00 WIB -09.00 WIB), waktu siang (11.00 WIB – 14.00 WIB), dan waktu sore (16.00 WIB – 19.00 WIB)

Data awal Survey *Traffic Counting* per 15 menit, dalam satuan kendaraan per jam. Perhitungan dengan konversi menjadi satuan smp/jam untuk kinerja simpul lalu lintas di sekitar TOL Sidoarjo. Dalam Penelitian lokasi studi yang ditinjau adalah Bundaran Taman Pinang, Bundaran Tol Sidoarjo, Segmen Jl. Jati dan Simpang Tidak bersinyal Kahuripan. Perhitungan jam puncak tidak dilakukan tersendiri melainkan satu simpul agar menjadi satu kesatuan jam puncak terbesar total dari simpul tersebut dalam satuan smp/jam. Data tersebut nanti akan menjadi data masukan untuk perhitungan kinerja lalu lintas, dari perhitungan pagi misaal jam 06.00-07.00 adalah 11243, 7317, 5090,

5187 smp per jam sehingga total adalah 28836 smp/jam untuk satu jam tersebut. Kemudian untuk jam berikutnya yaitu 06.15-7.15 dan seterusnya setiap 15 menit dari jam 06.00 sampai dengan 09.00, terlihat bahwa data terbesar adalah pada jam 06.30-07.30 sebagai jam puncak pagi. Demikian untuk puncak sian dan sore. Data yang diolah daalam soft ware KAJI 1997, kembali dalam satuan kendaraan/jam. Untuk Data eksisting sedangkan data 5 tahun setelahnya, di kalikan dengan pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data sekunder yang diperoleh dengan persamaan regresi (Sudjana, 2005) . Contoh peak hour pagi, Lihat tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Jam Puncak Pagi

Waktu	Arah/Jumlah				
	Bundaran 1	Bundaran 2	Segmen	Simpang	Total
06.00-07.00	11243	7317	5090	5187	28836
06.15-07.15	12139	7990	5609	5775	31513
06.30-07.30	11756	8177	5742	5948	31623
06.45-07.45	11269	8007	5452	5631	30359
07.00-08.00	10884	7752	5259	5492	29387
07.15-08.15	10042	7267	5118	5398	27824
07.30-08.30	9585	6582	4804	5080	26051
07.45-08.45	9243	6153	4577	4961	24934
08.00-09.00	8772	5764	4600	4951	24085

Sumber : Hasil Analisa

Contoh jam puncak pagi adalah pukul 06.30-07.30, maka volume kendaraan perjam yang digunakan untuk perhitungan selanjutnya adalah volume kendaraan pada rentang waktu tersebut. Demikian juga untuk siang dan sore.

Survey Geometrik

Survey dilakukan untuk mengetahui data geometrik pada Bundaran, simpang dan segmen jalan, seperti lebar pendekat, lebar median jalan, marka jalan, rambu lalu lintas, perletakan lampu, lebar median agar dapat melakukan identifikasi berbagai permasalahan yang ada dan alternatif perbaikannya.

Evaluasi Jalinan Bundaran

Evaluasi jalinan bundaran mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data yang diperlukan adalah Volume jam puncak dalam satuan kendaraan per-jam, data geometrik dan beberapa data masukan seperti kondisi lingkungan, hambatan samping, ukuran kota. Kemudian akan terlihat hasil perhitungan yaitu nilai kapasitas (C, smp/jam), DS, Tundaan (detik/smp), serta Peluang antrian (%), Proses analisa diselesaikan dengan program KAJI 1997. Bundaran yang dievaluasi adalah Bundaran Taman Pinang dan Bundaran TOL Sidoarjo. Pada Tahun ekesiting 2017, Bagaimana Perbaikannya dan hasil evaluasi 5 tahun mendatang, hingga tahun 2022.

Evaluasi Kinerja untuk Bundaran Taman Pinang

Bundaran taman pinang, volume yang diidentifikasi dan dinotasikan dari arah B ke C dan dari arah C ke D pada puncak pagi, siang dan sore. Geometrik simpang yang penting dalam input data masukan, adaalah jarak antara jalinan dari pendekat yang ada, serta dimensi pendekat. Hasil analisa terhadap kondisi eksisting puncak pagi, siang dan sore yaitu tahun 2017, Peluang antrian terbesar adalah pada puncak pagi mencapai 48-78%, lihat tabel 2.

Tabel 2. Hasil evaluasi Bundaran Taman Pinang pada Hari Kerja tahun 2017

Jalanan	C (smp/jam)	DS	Tundaan Lalu Lintas (det/smp)	Peluang Antrian (%)
Puncak Pagi				
BC	7949	0.839	6.29	21-47
CD	6835	0.993	14.16	48-78
Puncak Siang				
BC	7909	0.603	2.84	9-20
CD	6811	0.724	4.18	14-31
Puncak Sore				
BC	7950	0.764	4.77	16-36
CD	6823	0.884	7.60	25-55

Sumber : Hasil Analisa

Perbaikan Bundaran Taman Pinang

Kinerja lalin yang kurang baik, tidak selalu karena faktor teknis, bisa saja karena faktor non teknis, misalnya karena banyaknya pelanggaran oleh pengendara. Sebagai satu contoh di lokasi studi Simpang Bundaran Soedarto Semarang, Tingkat Ketertiban yang relatif rendah, akibat pelanggaran arah oleh pengendara yang mengambil jalan pintas melalui bundaran (Sulistya PW, 2014). Perubahan geometrik pada kondisi eksisting dapat mengoptimalkan kinerja lalu lintas pada Bundaran tersebut. Langkah yang dilakukan adalah melebarkan badan jalan pada ruas Jl. Pahlawan sisi barat arah ke Sidoarjo yang semula sebesar 9,47m menjadi 11,47m dan melebarkan badan jalan pada ruas Jl. Pahlawan sisi timur arah ke Krian yang semula sebesar 12,71m menjadi 13,51m. Selain perubahan geometrik, pengaturan kembali manajemen lalu lintas dengan melengkapi rambu lalu lintas dilarang parkir di bahu jalan tersebut, sehingga dapat mengurangi hambatan samping.

Hasil perbaikan bundaran Taman Pinang, LOS menjadi D pada sisi utara dan LOS E pada sisi Timur (Jl. Pahlawan ke arah krian).

Perbaikan 5 tahun s.d tahun 2022, geometrik dan manajemen lalu lintas 5 tahun kedepan, didapatkan tingkat pelayanan untuk **bundaran taman pinang** puncak pagi dan sore tahun 2017-2019 dengan LOS E, sedangkan puncak siang tahun 2017-2019 adalah LOS D. Untuk puncak pagi tahun 2020-2022 adalah LOS F sedangkan pada puncak siang dan sore mencapai LOS E

Evaluasi Kinerja untuk Bundaran TOL Sidoarjo

Kendaraan pribadi yang melalui jalan tol rata-rata lebih besar (68%) dibandingkan dengan prosentase kendaraan yang melewati jalan eksisting (32%) contoh kasus pada jalan Tol Pandaan – Gempol (Prakoso TAR,2016). Terkait hal tersebut, volume pada akses Bundaran Tol Sidoarjo memiliki kemungkinan besar

dilalui oleh volume kendaraan yang lebih besaar dari arah tersebut, sehingga perlu dilakukan evaluasi. Hasil analisa terhadap kondisi eksisting puncak pagi, siang dan sore menghasilkan informasi Kapasitas dalam satuan smp/jam, DS, Tundaan Lali lintas, Serta Peluang antrian tahun 2017. Terlihat bahwa Peluang antrian terbesar adalah pada puncak pagi. Demikian juga dengan DS, lihat tabel 3

Tabel 3. Hasil evaluasi Bundaran Tol Sidoarjo pada Hari Kerja tahun 2017

Jalanan	C (smp/jam)	DS	Tundaan Lalu Lintas (det/smp)	Peluang Antrian (%)
Puncak Pagi				
BC	5232	0.710	3,7	12-27
CD	6056	0.696	3,81	12-28
Puncak Siang				
BC	5514	0.445	2.09	5-10
CD	6187	0.496	2.33	6-13
Puncak Sore				
BC	5643	0.680	3,62	11-27
CD	6215	0.679	1,61	11-26

Sumber : Hasil Evaluasi

Perbaikan Bundaran TOL Sidoarjo

Kondisi eksisting bundaran TOL tidak perlu ada perbaikan kinerja, namun saat ini, pemerintah sedang melakukan pelebaran jalan pada akses keluar gerbang TOL sidoarjo yang semula 11,01 m menjadi 13,01 m. Hasil perbaikan puncak pagi, siang, sore pada tahun 2017-2019 adalah LOS C. Sedangkan Untuk puncak pagi, siang dan sore tahun 2020 sudah mencapai LOS D.

Evaluasi Simpang tak Bersinyal

Evaluasi Simpang tak Bersinyal yang dilakukan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Data Masukan yang diperlukan adalah Volume kendaraan (kendaraan/jam), data geometrik, kondisi lingkungan, hambatan samping, ukuran kota, jalan yang dianggap Major dan Minor, arah arus kendaraan pada setiap apakah dua arah atau satu arah, setelah dianalisa, hasil yang diperoleh sama dengan jalinan bundaran yaitu terkait kapasitas, DS, Tundaan (det/smp), Peluang Antrian (%).

Analisa Kinerja pada Simpang Tidak Bersinyal Kahuripan, hasil pada puncak pagi, siang dan sore, dengan program KAJI 1997,DS adalah 1,15 dengan peluang antrian 63-174% > 100%, LOS F, mengindikasikan bahwa kinerja simpang tersebut tidak memenuhi persyaratan sesuai MKJI 1997.

Perbaikan Simpang Tak Bersinyal Kahuripan

Tingkat pelayanan (LOS, Level of Service) Simpang tak bersinyal Kahuripan yang telah mencapai LOS F, perlu perbaikan geometrik dan manajemen lalu lintas. Perubahan yang dilakukan yaitu melebarkan badan jalan pada ruas Jl. Raya Jati sisi Barat dan Timur yang semula sebesar 11 m atau 5,5 m untuk satu jalur menjadi 16 m atau 8 m untuk satu jalur. Selain perubahan geometrik, dilakukan juga perubahan menjadi simpang bersinyal tanpa bundaran serta penyesuaian manajemen lalu lintas juga dengan melengkapi rambu lalu lintas dilarang parkir di bahu jalan tersebut, sehingga dapat mengurangi hambatan samping. Dengan perbaikan, LOS menjadi E.

Evaluasi kinerja Segmen Jalan Raya Jati

Evaluasi segmen jalan yang dilakukan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, serta dibantu dengan program bantu Kapasitas Jalan Indonesia (KAJI) 1997. Diperlukan Data Volume kendaraan, Hambatan samping, bahu jalan, median, data geometrik, data ukuran kota, faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas. Hasil yang diperoleh pada tahun eksisting 2017 adalah Kapasitas dan DS. Hasil kinerja segmen jalan raya jati, DS mencapai $1,80 > 1$, tidak memenuhi syarat MKJI 1997.

Perbaikan Segmen Jalan Raya Jati

Perbaikan dilakukan dengan alternatif perubahan geometrik dan pengaturan lalu-lintas, dengan menggunakan program KAJI 1997. Perubahan geometrik yang dilakukan adalah dengan melebarkan badan jalan yang semula 11m menjadi 13m. Tingkat pelayanan untuk segmen jalan raya jati dari tahun 2017-2022 dengan LOS F perlu perbaikan geometrik dilokasi tersebut atau perubahan manajemen lalu lintas.

KESIMPULAN

Tingkat pelayanan eksisting 2017 pada Bundaran Taman Pinang adalah E, maka perlu dilakukan perbaikan dengan melebarkan badan jalan di sisi utara (Jl. Raya Ponti) dan sisi timur (Jl. Pahlawan ke arah Krian). Hasil perbaikan LOS menjadi D pada sisi utara dan LOS E pada sisi Timur (Jl. Pahlawan ke arah krian). Tingkat pelayanan pada Bundaran Taman TOL Sidoarjo adalah C, maka tidak perlu dilakukan perbaikan. Namun, realisasi kebijakan pemerintah kabupaten telah membangun pelebaran jalan pada akses keluar gerbang TOL Sidoarjo yaitu penambahan 1 lajur. Tingkat pelayanan pada Simpang tak bersinyal kahuripan nirwana adalah F, maka perlu dilakukan perbaikan dengan melebarkan badan jalan di sisi timur (Jl. Raya Jati arah Krian) dan sisi Barat (Jl. Raya Jati arah Sidoarjo), dengan perbaikan LOS menjadi E.

Perbaikan geometrik dan manajemen lalu lintas 5 tahun kedepan, didapatkan tingkat pelayanan untuk bundaran taman pinang puncak pagi dan sore tahun 2017-2019 dengan LOS E, sedangkan puncak siang tahun 2017-2019 adalah LOS D. Untuk puncak pagi tahun 2020-2022 adalah LOS F sedangkan pada puncak siang dan sore mencapai LOS E. Tingkat pelayanan untuk bundaran TOL Sidoarjo pada puncak pagi, siang, sore pada tahun 2017-2019 adalah LOS C. Sedangkan Untuk puncak pagi, siang dan sore tahun 2020 sudah mencapai LOS D. Tingkat pelayanan untuk simpang tak bersinyal Kahuripan Nirwana pada pagi dan siang adalah LOS E, sedangkan puncak sore sudah mencapai F. Tingkat pelayanan untuk segmen jalan raya jati dari tahun 2017-2022 dengan LOS F perlu perbaikan geometrik dilokasi tersebut atau perubahan manajemen lalu lintas.

REFERENSI

- Departement Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia. PT. Bina Karya (PERSERO)
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga. 1991. Tata Cara Pemasangan Rambu dan Marka Jalan Perkotaan
- DPU, 2004, Perencanaan Bundaran Untuk Persimpangan Sebidang. Jakarta: Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, Departemen Pekerjaan Umum.
- DPU, 2004, RSNI Geometrik Jalan Perkotaan, Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Farid dkk, 2012, Evaluasi kinerja lalu lintas di Simpang Satelit Pasca Pembangunan Underpass di Surabaya, Tugas Akhir D3 Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Mursid Budi dkk, 2014, Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Raya Mengkreng Kabupaten Jombang, Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 8, No.3 – 2014 ISSN 1978 – 5658, Jurusan Teknik Sipil / Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Nugroho, A, dan Handoko, I.S, 2005, Evaluasi Kinerja Operasional Lalu Lintas Bundaran Bubakan Semarang dan Perencanaan Pengembangannya, Semarang: Skripsi S1 Jurusan Teknik Sipil UNDIP Semarang.
- Marpaung OR dkk, Evaluasi Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Menggunakan Program Aasidra (Studi Kasus: Persimpangan Jalan Tni–Jalan Tikala Ares–Jalan Daan Mogot–Jalan Pomorow, Kota Manado), Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.1, November 2012 (16-21), Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi
- Prakoso TAR Dkk, 2016, Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Ruas Jalan Pandaan-Gempol Sebelum Dan Sesudah Adanya Jalan Tol, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya.
- Pratama, YBV, 2011, Tinjauan Pustaka Simpang, diunduh tanggal 24 Agustus 2013 ejournal.uajy.ac.id/1735/4/2TS12231.pdf
- Sulistya PW dkk, 2014, Evaluasi Kinerja Simpang Bundaran Soedarto Dan Usulan Alternatif Pedoman Teknis Pengaturan Lalu Lintas di Persimpangan Berdiri Sendiri dengan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas, 1996
- Sudjana, Prof. Dr. Ma, Msc. 2005. Metoda Statistika Tarsito : Bandung
- Tamrin, O.Z (1997a) Perencanaan dan Pemodelan Transportasi, Edisi I, Penerbit ITB, Bandung
- Pemecahannya, Jurnal Karya Teknik Sipil, Volume 3, Nomor 1, Tahun 2014, Halaman 312 – 322, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.