

ANALISIS KINERJA RUAS JALAN ANDALAS MENGGUNAKAN METODE PEDOMAN KINERJA JALAN INDONESIA 2014 DAN SIMULASI SOFTWARE VISSIM

Riskia Novita Elwanda¹, Rizky Indra Utama²

^{1,2}Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Email: novitariskia@gmail.com, rizkyindrautama@ft.unp.ac.id

Abstrak: Ruas pada Jalan Andalas yang terletak di Kecamatan Padang Timur, berdasarkan dari observasi langsung di lapangan ditemukan beberapa permasalahan, di sekitar Ruas Jalan Andalas banyak terdapat toko, banyaknya terdapat kegiatan angkutan umum menaikkan dan menurunkan penumpang di bahu jalan, dan Kemacetan yang terjadi diakibatkan oleh kecilnya luas badan jalan yang mengakibatkan pengendara mengalami kesulitan pada saat *U-turn*. Dibagian sisi jalan juga ada beberapa angkutan umum yang berhenti untuk menurunkan dan menaikkan penumpang hal tersebut juga menjadi penyebab terjadinya kemacetan, tidak hanya itu penyebab kemacetan yang lain adalah tidak jarang ada pengendara yang tidak disiplin yang melawan arah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari Solusi alternatif untuk meningkatkan kinerja ruas jalan tersebut. Data primer yang diperoleh dari survei ke lapangan pada saat jam puncak pagi, siang dan sore selama empat hari, kemudian akan dianalisis dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014) dan akan disimulasi menggunakan *software* VISSIM. Hasil analisis menunjukkan bahwa alternatif pemecahan masalah yang paling tepat untuk perbaikan Ruas Jalan Andalas adalah, dengan menggunakan alternatif ketiga, yaitu dengan memperlebar bahu jalan selebar 1 meter. Dari analisis yang didapatkan kapasitas (C) = 3455,42 ekr/jam, derajat kejenuhan (DJ) = 0,77, dengan tingkat pelayanan yang didapatkan adalah D. Sedangkan pada simulasi *software* VISSIM didapatkan tundaan simpang = -, dengan *level of service* (LOS)= A.

Kata Kunci: Kinerja Ruas Jalan, PKJI 2014, PTV VISSIM

Abstract: Andalas Road is located in the Eastern Padang district, based on direct observation in the field found some problems, around the Andalas Street there are many shops, many there are public transport activities lifting and dropping passengers on the shoulder of the road, and the congestion that occurred due to the small size of the body of the street resulting in drivers having difficulties at the time of *U-turn*. On the road side there are also some public transport that stops to lower and raise passenger this also becomes the cause of the occurrence of congestion, not that it is only cause of other congestion is not uncommon there are undisciplined drivers against the direction. The aim of this research is to find alternative solutions to improve the performance of the street. The primary data obtained from the survey to the field at peak hours in the morning, afternoon and afternoon for four days, will then be analyzed using the Indonesia Road Capacity Guidelines (PKJI, 2014) and will be simulated using VISSIM software. The results of the analysis show that the most appropriate problem-solving alternative for repairing the Andalas Street is, using a third alternative, that is, by widening the shoulder of the road 1 meter wide. From the analysis obtained capacity (C) = 3455.42 ekr/h, degree of saturation (DJ) = 0.77, with the level of service achieved is D. Whereas in the simulation of VISSIM software obtains delayed storage = -, with level of services (LOS) = A.

Keyword: Street performance, PKJI 2014, PTV VISSIM

PENDAHULUAN

peningkatan jumlah penduduk maka akan mengakibatkan meningkatnya kebutuhan penggunaan alat-alat transportasi (Ali & Abidin, 2018). Di kota-kota besar di Indonesia pada umumnya pertumbuhan penduduk dan jumlah kendaraan sangat pesat, salah satunya adalah Kota Padang. Kota Padang merupakan Ibu Kota dari Provinsi Sumatera Barat dengan peningkatan penduduk yang cukup tinggi. Kota ini juga menjadi pusat perkantoran berbagai instansi Pemerintah Provinsi, banyaknya masyarakat yang menuntut ilmu, bekerja, maupun berwisata. Hal tersebut tentu akan meningkatkan tarikan volume kendaraan, karena tidak semua pegawai dan pelajar berasal dari Kota Padang.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2022, kota ini memiliki jumlah penduduk sebanyak 909.040 jiwa dengan luas wilayah 693,66 Km², peningkatan penduduk di Kota Padang sekitar 913 jiwa pertahun (Badan Pusat Statistik, 2023). Bertambahnya jumlah penduduk akan menimbulkan peningkatan jumlah pemakaian transportasi, dikarenakan banyak masyarakat yang menggunakan transportasi sebagai sarana perpindahan barang atau jasa. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Padang dapat dilihat bahwa persentase jumlah penduduk di Kota Padang pada tahun 2021 dari 33,97% menurun menjadi 32,48% pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2023).

Transportasi merupakan sarana penting bagi masyarakat, baik sebagai sarana interaksi maupun sebagai alat yang memungkinkan manusia untuk memindahkan barang dari satu tempat ketempat yang lain dengan lebih mudah. Transportasi memegang peranan penting pada setiap daerah, karena masyarakat membutuhkan sarana dan prasarana untuk kegiatan sehari-hari. Dalam proses perpindahan tersebut terdapat suatu proses dimana seseorang akan mencerminkan pertumbuhan ekonomi secara langsung sehingga transportasi mempunyai peranan penting. Transportasi dengan sendirinya akan meningkat sejalan dengan peningkatan pergerakan yang dilakukan manusia terhadap kendaraan (Amin, 2017).

Transportasi mengalami penurunan pada jumlah kendaraan pada tahun 2022 dan mengalami peningkatan jumlah kendaraan pada tahun 2021 yang merupakan peningkatan jumlah kendaraan tertinggi yang mencapai 477.499 unit. Jika dibandingkan dengan kondisi ruas jalan dan kendaraan yang beroperasi, maka akan menimbulkan kemacetan khususnya pada jam-jam

sibuk dan berdampak pada peningkatan polusi, waktu tempuh, biaya sosial, dan waktu efektif kerja. Bertambahnya jumlah kendaraan dapat mengakibatkan lalu lintas tidak terkontrol dan menimbulkan konflik yang paling sering dijumpai yaitu kemacetan.

kemacetan merupakan kondisi apabila arus lalu lintas yang melewati ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan mengalami antrian dengan kecepatan mendekati 0 km/jam. saat terjadinya kemacetan nilai derajat kejenuhan di ruas jalan akan ditinjau apabila terjadi kemacetan dimana nilai kejenuhan mencapai lebih dari 0,5 km/jam. Banyaknya lalu lintas yang bergerak, namun jika kapasitas jalan tidak dapat menampung, maka lalu lintas yang ada akan terhambat dan akan mengalir sesuai dengan kapasitas jaringan maksimum (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997).

Ada beberapa faktor yang sering menjadi permasalahan dari kemacetan, baik kemacetan yang disebabkan oleh faktor tidak terduga seperti kemacetan yang diakibatkan oleh keramaian mendadak, kecelakaan, bencana, dan lain-lain. Dan juga oleh faktor kondisi eksisting jalan yang tidak memadai untuk melayani pertumbuhan kendaraan yang setiap tahunnya mengalami peningkatan, dimana kemacetan tersebut bisa terjadi dimanapun pada jalan raya, salah satunya Ruas Jalan Andalas.

Perilaku pengendara yang tidak tertib juga merupakan faktor utama penghambat kelancaran arus lalu lintas, banyak pengemudi kendaraan yang tidak menghargai pengguna jalan yang lain, pengemudi banyak yang tidak memahami jika menyalip dari sebelah kiri pengendara yang disalip tidak benar (Poei & Dwijoko Ansusanto, 2016).

Hasil survei observasi di lapangan selama 1 hari pada tanggal 04 Agustus di ruas jalan andalas pada jam 06.00-18.00 wib, pada interval 15 menit tundaan dan kemacetan yang terjadi sekitar 35 m pada jam 16.45-17.00 wib. Kemacetan yang terjadi diakibatkan oleh kecilnya luas badan jalan yang mengakibatkan pengendara mengalami kesulitan pada saat *U-turn*. Dibagian sisi jalan juga ada beberapa angkutan umum yang berhenti untuk menurunkan dan menaikkan penumpang hal tersebut juga menjadi penyebab terjadinya kemacetan, tidak hanya itu penyebab kemacetan yang lain adalah tidak jarang ada pengendara yang tidak disiplin yang melawan arah. Untuk mengatasi hal tersebut maka perlu dibuat analisis kinerja suatu ruas jalan untuk mengatasi perkembangan lalu

lintas sekarang ini dan dimasa yang akan datang, hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2.



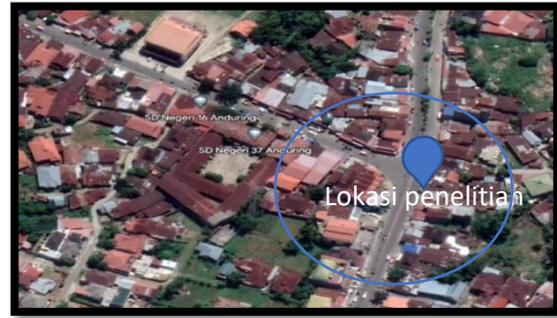
Gambar 1. Kemacetan dari arah Jalan Andalas



Gambar 2. Kemacetan dari arah Jl. M Yunus

Perkembangan transportasi yang semakin berkembang dan teknologi transportasi yang semakin maju terdapat beberapa perangkat lunak, untuk bidang transportasi dalam Teknik Sipil ada beberapa perangkat lunak salah satunya adalah *software* PTV (*Planning Transportasi Verkehr AG*) VISSIM yang berbasis simulasi lalu lintas. *Verkehr in Stadten SIMulationsmpdelL* (VISSIM) merupakan simulasi mikroskopis, berdasarkan waktu dan perilaku yang dikembangkan untuk model lalu lintas perkotaan. Program ini dapat digunakan untuk menganalisa operasi lalu lintas dibawah batasan konfigurasi garis jalan, komposisi lalu lintas, tempat pemberhentian, dan lain-lain. Sehingga *software* ini menjadi *software* yang sangat berguna untuk mengevaluasi berbagai macam alternatif rekayasa transportasi dan tingkat perencanaan yang paling efektif.

Dari analisis dan simulasi ruas jalan dapat terlihat kebutuhan dan pemenuhan pelayanan jaringan jalan untuk mengatasi permasalahan kemacetan maupun permasalahan lalu lintas lainnya pada Ruas Jalan Andalas. Berdasarkan uraian permasalahan di atas peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Kinerja Ruas Jalan Andalas Menggunakan Metode PKJI 2014”.



Gambar 3. Lokasi Penelitian Ruas Jalan Andalas

METODE PENELITIAN

1. Jenis Penelitian
Penelitian yang digunakan dalam tugas akhir ini yaitu penelitian kuantitatif yang menggunakan perhitungan angka berdasarkan data empiris dan diukur. Kemudian dilakukan survei pendahuluan untuk mengetahui kondisi nyata yang terjadi dilapangan, penelitian ini berpedoman kepada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) Tahun 2014 dalam menganalisis tundaan dan kemacetan lalu lintas pada simpang tak bersinyal.
2. Tempat dan Waktu Penelitian
Di Ruas Jalan Andalas lebih tepatnya di Kecamatan Padang Timur, Kota Padang, Sumatera Barat. Dilaksanakan selama 4 hari, yaitu, Kamis 12 Oktober 2023, Sabtu 14 Oktober, Minggu 15 Oktober dan Senin 16 Oktober.
3. Instrument Penelitian
Peralatan yang digunakan untuk survei adalah sebagai berikut:
 - a. Formulir
 - b. Alat Tulis
 - c. *Stopwatch*, untuk menghitung kecepatan kendaraan saat terjadi kemacetan
 - d. *Traffic counter*, untuk menghitung jumlah kendaraan
 - e. Laptop untuk mengolah data
 - f. *Handphone*, untuk memakai aplikasi *traffic counter*.
 - g. Meteran, untuk mengukur panjang jalan yang diteliti.
4. Metode Pengumpulan Data
Data yang aka diperlukan pada penelitian ini yaitu data primer dan data sekunder, penjelasannya sebagai berikut:
 - a. Data Primer
Data primer adalah data yang didapatkan secara langsung di lapangan yaitu:

- 1) Data volume lalu lintas, data volume lalu lintas diambil berdasarkan komposisi kendaraan yang melewati Jalan Andalas dari dua arah yang berbeda dengan interval waktu 15 menit dengan menggunakan *traffic counter*.
- 2) Geometri Jalan, pengambilan data Geometri dilaksanakan dengan mengukur langsung di lapangan yang meliputi:
 - a) Lebar badan jalan
 - b) Lebar bahu jalan
 - c) Panjang jalan
 - d) Jumlah lajur
- 3) Data survei kecepatan kendaraan, menghitung kecepatan kendaraan yang ditempuh pada jam sibuk.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari instansi-instansi pemerintah terkait, sehingga didapatkan data yang tepat dan benar untuk melakukan penelitian ini. Data sekunder yang diperlukan untuk menunjang penelitian ini meliputi:

- 1) Data jumlah penduduk
- 2) Peta lokasi penelitian

5. Pengolahan Data

Penelitian ini di dimulai dengan menghitung volume lalu lintas, kapasitas jalan, kecepatan arus lalu lintas, derajat kejenuhan, waktu tempuh dan tingkat pelayanan pada ruas jalan, berikut merupakan jenis perhitungan yang dilakukan terhadap kinerja ruas.

a. Volume Lalu Lintas

Setelah didapatkan volume kendaraan dari berbagai tipe akan diubah dalam satuan kendaraan ringan (skr), untuk merubah tipe kendaraan akan digunakan ekivalen kendaraan ringan (ekr). Untuk sepeda motor ekr 0,4, kendaraan ringan 1,00, kendaraan berat menengah 1,3, bus berat 1,5 dan truk berat 2,5

b. Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan menghitung seluruh arus yang melewati ruas jalan

$$C = C_0 \times F_{CW} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{Cuk}$$

- 1) C = kapasitas simpang skr/jam
- 2) C_0 = kapasitas dasar simpang skr/jam
- 3) F_{cw} = faktor penyesuaian kapasitas terkait lebar jalur
- 4) F_{cpa} = faktor penyesuaian akibat pemisah arah

- 5) F_{chs} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping
- 6) F_{cuk} = faktor penyesuaian ukuran kota

c. Derajat Kejenuhan

Rumus derajat kejenuhan

$$DJ = Q/C$$

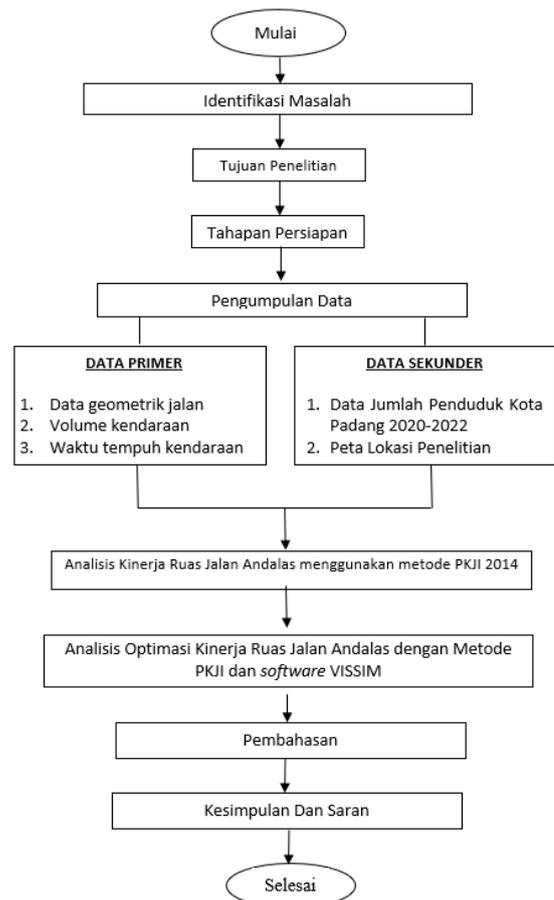
d. Waktu Tempat

Rumus waktu tempuh

$$WT = L/V$$

e. Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan jalan dinilai dengan melihat DJ unntuk kondisi yang diamati. alir dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pedoman Kinerja Jalan Indonesia 2014

a. Volume Lalu Lintas

Data volume lalu lintas diambil dari dua arah yaitu arah barat (Jalan Andalas – Jalan Moh Hatta) dan arah Timur (Jalan Moh Hatta - Jalan Andalas), volume kendaraan didapatkan dengan menghitung kendaraan yang melewati Jalan Andalas, untuk menentukan volume lalu lintas digunakan jumlah tertinggi arus lalu lintas yang melewati ruas jalan dengan satuan kendaraan per jam, dibawah ini merupakan

data rekapitulasi volume lalu lintas yang didapatkan pada saat survei 4 hari dilapangan. Berikut data tabel volume hari Kamis 12 Oktober - Senin 16 Oktober 2023. Dari data survei yang dilakukan selama 4 hari, yaitu hari Kamis tanggal 12 Oktober 2023, Sabtu tanggal 14 Oktober 2023, Minggu tanggal 15 Oktober 2023, dan Hari Senin tanggal 16 Oktober 2023.

Volume Lalu Lintas kendaraan yang lewat akan dihitung selama setiap 2 jam dalam interval 15 menit akan dikonversikan menjadi 60 menit. Volume kendaraan dihitung di titik ruas jalan yang ditentukan beserta rata-rata kendaraannya

b. Kapasitas Ruas

Kapasitas ruas jalan merupakan jumlah maksimum arus lalu lintas yang mampu melewati ruas jalan persatuan waktu sesuai dengan PKJI 2014.

1) Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar ditentukan berdasarkan Tabel 4 halaman 12 untuk tipe 2/2TT. Dari ketentuan tersebut didapatkan kapasitas dasar sebesar 3100 skr/jam.

2) Faktor Penyesuaian Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (F_{LJ})

Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas berdasarkan Tabel 6 halaman 13 untuk tipe jalan 2/2TT dengan jalur efektif 9,7-10 meter. Dari ketentuan tersebut didapatkan faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas sebesar 1,21.

3) Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (F_{CPA})

Pada ruas jalan yang disurvei terdapat faktor penyesuaian pemisah arah sesuai dengan Tabel 7 halaman 13 yaitu 50% - 50% sehingga nilai faktor penyesuaian pemisah arah sebesar 1,00.

4) Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{CHS})

Faktor penyesuaian hambatan samping ditentukan berdasarkan Tabel 8 halaman 14 untuk tipe jalan 2/2TT dengan kelas hambatan samping sedang dan lebar bahu efektif 2 m maka didapatkan nilai 0,97.

5) Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping ditentukan berdasarkan Tabel 10 halaman 15 didapatkan kelas hambatan samping sedang yaitu 250 karena merupakan daerah kampung kegiatan pemukiman.

6) Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{CUK})

Nilai Faktor Koreksi Ukuran Kota ditentukan berdasarkan jumlah penduduk Kota, berdasarkan jumlah penduduk Kota Padang tahun 2023 adalah 919145 jiwa. Dapat dilihat pada Tabel 9 halaman 14 nilai F_{CUK} berada pada rentang 0,5 – 1 juta jiwa, maka nilai F_{CUK} adalah 0,94.

c. Perhitungan

1) Analisis kinerja jalan

$$C = C_0 \times F_{CW} \times F_{CPA} \times F_{CHS} \times F_{CUK}$$

$$= 3100 \times 1,21 \times 1 \times 0,98 \times 0,94$$

$$= 3455,42 \text{ ekr/jam}$$

2) Derajat Kejenuhan

$$D_j = Q/C = 2649,5/3455,42 = 0,77$$

3) Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan di Ruas Jalan Andalas adalah D.

2. Software VISSIM

Berikut adalah hasil simulasi kondisi eksisting ruas jalan

Tabel 1. Kondisi Eksisting

Perpindahan	Panjang Antrian	Panjang Antrian Maks	Tundaan (det/sk)	(LOS)
Timur – Barat				LOS_A
Barat – Timur				LOS_A

Kondisi eksisting PVT VISSIM

Berikut adalah hasil analisis Kinerja Ruas Jalan Andalas menggunakan PKJI dan VISSIM dengan menggunakan data waktu survei jam puncak, maka berikut adalah alternatif yang digunakan:

- Alternatif 1 mengurangi hambatan samping
- Alternatif 2 memperlebar bahu jalan seluas 1 meter

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis PKJI 2014 dan VISSIM

Kinerja Jalan	Kapasitas Jalan	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan
Kondisi eksisting	2649,5 ekr/jam	0,77	D
Alternatif 1	2649,5 ekr/jam	0,63	C
Alternatif 2	2649,5 ekr/jam	0,60	C

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Ruas Jalan Andalas, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil kinerja Ruas Jalan Andalas pada saat kondisi *existing* dengan standar Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0,77 dengan tingkat pelayanan di level D. Berdasarkan alternatif yang diberikan kinerja ruas jalan yang mulanya derajat kejenuhan sebesar 0,63 menjadi 0,60. Tingkat pelayanan jalan menurut PKJI 2014 yang mulanya berada pada level D menjadi C.
2. Hasil analisis perhitungan antara PKJI 2014 dengan VISSIM menunjukkan hasil yang jauh berbeda dikarenakan tundaan dan tingkat pelayanan pada PKJI tingkat pelayanan didapatkan $D=0,77$ pada rentang $\leq 0,75-0,84$.
3. Adapun manajemen lalu lintas yang diusulkan yaitu pada badan jalan dilarang parkir membuat tempat pemberhentian sementara khusus untuk angkutan umum untuk mengurangi kemacetan, dan mempelebar setiap ruas jalan sepanjang 1 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. I., & Abidin, M. R. (2018). *Pengaruh kepadatan penduduk terhadap intensitas kemacetan lalu lintas di Kecamatan Rappocini Makassar*.
- Amin, M. C. (2017). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Kendaraan Bermotor Roda Dua di Kota Pekanbaru. *JOM Fekon, Vol.04 No.1*, 1106–1120.
- BPS. (2023). *Badan Pusat Statistik*.
- Desra Ilham, A. (2020). *Studi Analisis Kinerja Ruas Jalan Dengan Metoda PKJI 2014 (Studi Kasus: Ruas Jalan Raya Padang-Bukittinggi Km 20-Km 33)*.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*.
- Furgani, F. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Berdasarkan Pertumbuhan Lalu Lintas dan Kapasitas Jalan Menggunakan PKJI 2014 (Studi Kasus: Jalan Raya Kapas Panji, Pasar Padang Luar Kabupaten Agam). *Tugas Akhir*.
- Haryadi. (2017). *Kumpulan Bahan Kuliah*.
- Hidayati, R., Widodo, S., & Sumiyattinah. (2018). *Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisa Simpang Bersinyal (Studi Kasus: JL. Sultan Hamid – JL. Tanjung Raya I – JL. Perintis Kemerdekaan – JL. Tanjung Raya II Pontianak)*.
- Munawar, A. (2014). *Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta)*.
- Perhubungan, M. (2006). *Peraturan Menteri Perhubungan-KM 14 Tahun 2006*.
- PKJI. (2014). *Kapasitas Jalan Luar Kota*.
- Poei, E. P., & Dwijoko Anusanto, J. (2016). *Perilaku Berjalan Lintas Yang Mendukung Keselamatan Di Jalan Raya (Vol. 14, Issue 1)*.
- Putri, I. (2022). Analisis Kinerja Ruas Jalan Siaran Perumnas Sako kota Palembang dengan Metode PKJI 2014. *Skripsi*.
- Rahadiyan, A. P. (2018). Analisis Antrian dan Tundaan Kendaraan pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Raya Pekayon. *Skripsi*.
- UU No. 38. (2004). *Tentang Jalan*.
- Morlok, E.K. 1995, Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, Jakarta
- Novriyadi Rorong (2015) tentang Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S. Parman dan Jalan DI. Panjaitan
- Untoro Nugroho, Ganang Cucu Dwiatmaja 2020, Tentang Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Vissim Student Version Studi Kasus: Simpang Sompok, Candisari, Semarang
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015, Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas, Jakarta
- Soedidjo, Titi Liliani. 2002. Rekayasa Lalu Lintas. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Bandung.
- Sonny, Imam. (2015). Simulasi Model Kinerja Pelayanan Ruas Jalan di Jakarta Menggunakan Aplikasi Vissim Studi Ruas Jalan Diponegoro. *Warta Penelitian Perhubungan*, 27(2), 85–94.
- Supratman, J., Jalan, D., Lopian, B., Bawangun, V., Sendow, T., & Lintong, E. (2015). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang. *Jurnal Sipil Statik*, 3(6), 422–434.
- Untoro Nugroho, & Ganang Cucu Dwiatmaja. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Vissim Student Version. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Vrisilya Bawangun, Sendow, T. K., & Lintong Elisabeth. (2015). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Untuk Simpang Jalan W.r. Supratman Dan Jalan B.w. Lopian Di Kota Manado. *Jurnal Sipil Statik*.