Jurnal KONSTRUKSI : teKNik, infraSTRUKtur, dan SaIns
Program Pascasarjana UMI

Vol. 01, No. 05 Tahun 2022
E-ISSN: XXXX-XXXX

Kajian Karakteristik Pergerakan Arus Lalu Lintas dan Kinerja Simpang Bersinyal

(Studi Kasus Jl. Basuki Rahmat - Jl. Sungai Maruni, Kota Sorong, Papua Barat)

Muh. Rizal S [1*], Lambang Basri Sais [2], Ilham Syafei [3]

1*) Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar,
muhrizals97@gmail.com
2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Signalized intersection Basuki Rahmat Road - Sungai Maruni Road KM.10 is one of the intersection points that has a big role in the city of Sorong. The level of traffic density and crowd at this intersection is quite large because it is one of the main routes that use highway to connect Sorong City and Sorong Regency. This intersection area is a primary arterial road. This causes high traffic flow even during rush hour can cause congestion, this is due to the high volume of traffic that passes through this road and illegal parking around this intersection. The analytical method used is the calculation of the intersection's performance with the Indonesian Road Capacity Manual (MKJI) 1997. Based on the results of the analysis for calculating the intersection's performance for the condition of the intersection in the existing state, the calculation results obtained the total current at peak hours of 3214 smp/hour and the value of the intersection delay (D) = 38,90 with a service level of D.

Keywords: Intersection Performance, Signalized Intersection, Sorong City.

Abstrak

Simpang Tiga Bersinyal Jl. Basuki Rahmat-Jl. Sungai Maruni KM.10 adalah salah satu titik persimpangan yang mempunyai peranan besar dikota sorong, Tingkat kepadatan dan keramaian lalulintas pada persimpangan ini cukup besar karena merupakan salah jalur utama yang menggunakan prasaranan jalan raya untuk menghubungkan antara Kota Sorong dan Kabupaten Sorong. Kawasan Simpang ini merupakan jalan arteri primer. hal ini menyebabkan arus lalulintas tinggi bahkan pada jam-jam sibuk sering terjadi kemacetan, Hal ini dikarenakan oleh tingginya volume lalulintas yang melewati jalan ini dan parkir liar yang ada disekitar simpang ini.Metode analisis yang digunakan adalah perhitungan kinerja simpang dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) Tahun 1997. Berdasarkan hasil analisis untuk perhitungan kinerja simpang untuk kondisi simpang pada keadaan eksisting, Hasil perhitungan di dapat jumlah arus total pada jam puncak 3214 smp/jam dan nilai tundaan simpang (D) = 38,90 dengan tingkat pelayanan D.

Kata Kunci: Kinerja Simpang, Simpang Bersinyal, Kota Sorong

1. PENDAHULUAN

Kota Sorong adalah sebuah kota di Provinsi Papua Barat, Indonesia. kota ini dikenal dengan sebutan kota minyak, di mana Nederlands Nieuw-Guinea Petroleum Maatschappij (NNGPM) mulai melakukan aktivitas pengeboran minyak bumi di Sorong sejak tahun 1935. Luas wilayah kota Sorong mencapai 1.105 km² atau sekitar 1.13% dengan pertumbuhan penduduk 289.767 jiwa pada tahun 2021 dibandingkan pada tahun 2017 dengan jumlah penduduk 239.815 jiwa. Hal ini menunjukan peningkata penduduk sebesar 20% dalam kurung 5 tahun (Badan Pusat Statistik, 2022). Wilayah kota ini berada pada ketinggian 3 meter dari permukaan laut. Keadaan topografi kota Sorong sangat bervariasi

terdiri dari pegunungan, lereng, bukit-bukit dan sebagian adalah dataran rendah, sebelah timur di kelilingi hutan lebat yang merupakan hutan lindung dan hutan wisata.

Bertambahnya penduduk di wilayah Papua Barat terkhus kota Sorong, akibat adanya urbanisasi ini sering menimbulkan konflik lalu lintas pada ruas jalan utama dalam kota maupun simpang. Selain dari jumlah penduduk yang terus bertambah dari tahun ketahun juga dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah pengguna kendaraan, yang dimana jumlah kendaraan 15.116 kendaraan pada tahun 2021 dibandingkan pada tahun 2017 dengan jumlah kendaraan 13.217 kendaraan. Dapat dilihat persentasi peningkatan penggunaan kendaraan dalam kurung 5 tahun sebesar 14%. Perubahan yang begitu cepat ini tentunya berpengaruh pada permasalahan yang semakin kompleks dibidang transportasi perkotaan, khusunya peningkatan arus lalu lintas yang tidak seimbang dengan ketersediaan kapasitas jalan yang tergolong kecil. Permasalahan ini akan timbul ketika pertambahan demand tidak diikuti suplay sarana dan prasarana transportasi yang memadai (Cindy dalam Indry Ana, 2019).

Simpang Tiga Bersinyal Jl. Basuki Rahmat-Jl. Sungai Maruni KM.10 adalah salah satu titik persimpangan yang mempunyai peranan besar dikota sorong, Tingkat kepadatan dan keramaian lalulintas pada persimpangan ini cukup besar karena merupakan salah jalur utama yang menggunakan prasaranan jalan raya untuk menghubungkan antara Kota Sorong dan Kabupaten Sorong.

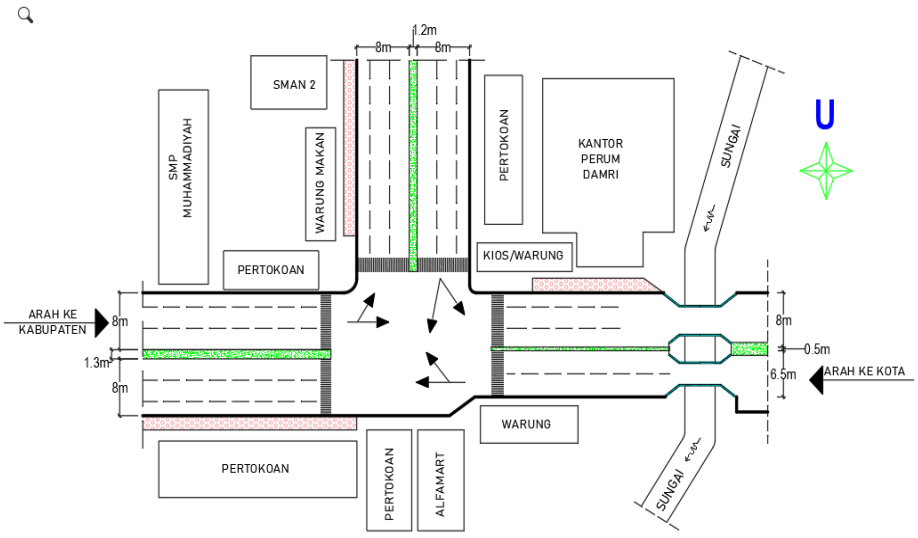
Kawasan Simpang ini berada di Kelurahan Klawuyuk, Distrik Sorong Timur, garis lintang 0°53'28.39"S garis bujur 131°18'56.50"T. Kawasan Simpang ini merupakan jalan arteri primer. hal ini menyebabkan arus lalulintas tinggi bahkan pada jam-jam sibuk sering terjadi kemacetan, Hal ini dikarenakan oleh tingginya volume lalulintas yang melewati jalan ini dan parkir liar yang ada disekitar simpang ini.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kinerja simpang tiga bersinyal pada Jl Basuki Rahmat – Jl. Sungai Maruni pada kondisi eksisting.

2. METODE

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi ini dilakukan pada simpang tiga bersinyal Jl. Basuki Rahmat - Jl. Sungai Maruni kota Sorong. **Gambar 1** berikut merupakan denah dari lokasi penelitian ini:



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 4 hari yaitu pada hari kerja senin, kamis sabtu, dan hari minggu untuk kondisi waktu libur kerja pada simpang tersebut. Volume lalu linas dicatat per 15 menit agar mendapatkan data yang lebih akurat yang kemudian diolah untuk menjadi volume lalu lintas tiap jam. Untuk menentukan jam pengamatan dilakukan pada jam pagi 07.00 s/d 19.00. agar lebih akurat.

B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan suatu informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian menggunakan 2 cara berikut merupakan uraian yang digunakan adalah observasi dan pengamatan langsung keadaan lapangan sesungguhnya. Hal ini untuk dilakukan agar dapat diketahui kondisi actual pada saat ini, Sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam evaluasi dan perencanaan. Data yang diperoleh dari kegiatan survey ini disebut data primer adalah data utama yang diperoleh dengan cara observasi langsung ke lapangan

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait dan buku-buku yang berhubungan dengan study literature untuk memperluas penelitian ini.

1. Data Jumlah Penduduk; Data jumlah penduduk ditempat lokasi kota Sorong diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022.
2. Luas Wilayah; Data luas wilayah kota Sorong diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022.
3. Jumalah kendaraan selama wilayah kota Sorong pada tahun 2022.

Berikut data primer yang harus didapatkan dilapangan:

1. Data geometri simpang berupa lebar pendekat efektif (We) pada masing-masing pendekat, lebar masuk (WMasuk) pada masing-masing pendekat, lebar keluar (WKeluar) pada masing-masing pendekat., gambar topografi dari lokasi penelitian, kelandaian, dengan menggunakan alat theodolite.
2. Data Sinyal berupa Waktu siklus total, Waktu hijau pada masing-masing lengan, Waktu kuning pada masing-masing lengan, Jumlah fase.
3. Data arus lalu lintas berupa arus lalu lintas belok kiri dan lurus langsung pada pendekat, arus lalu lintas belok kanan dan lurus yang dilepaskan saat lampu hijau pada pendekat, arus lalu lintas lurus pada pendekat, dan gambar topografi pada simpang 3 bersinyal.

C. Metode Analisis dengan MKJI 1997

Adapun analisa data yang digunakan adalah mengacu pada pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 untuk mengetahui kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan terhenti dan tundaan pada simpang. Untuk derajat kejenuhan yang terdapat pada MKJI 1997 adalah 0.75. Alternatif perbaikan dillakukan jika sudah diketahui derajat kejenuhan pada simpang tersebut lebih dari 0.75 maka harus dilakukan alternatif perbaikan pada simpang. Jika derajat kejenuhan pada simpang lebih dari 0.75 maka alternatif perbaikan yang dilakukan untuk menaikan kinerja simpang tersebut adalah melakukan pengaturan ulang sinyal, melakukan perubahan fase, melakukan pelebaran geometrik serta melakukan kombinasi dari alternatif perbaikan.

3. PEMBAHASAN

A. Geometrik Simpang

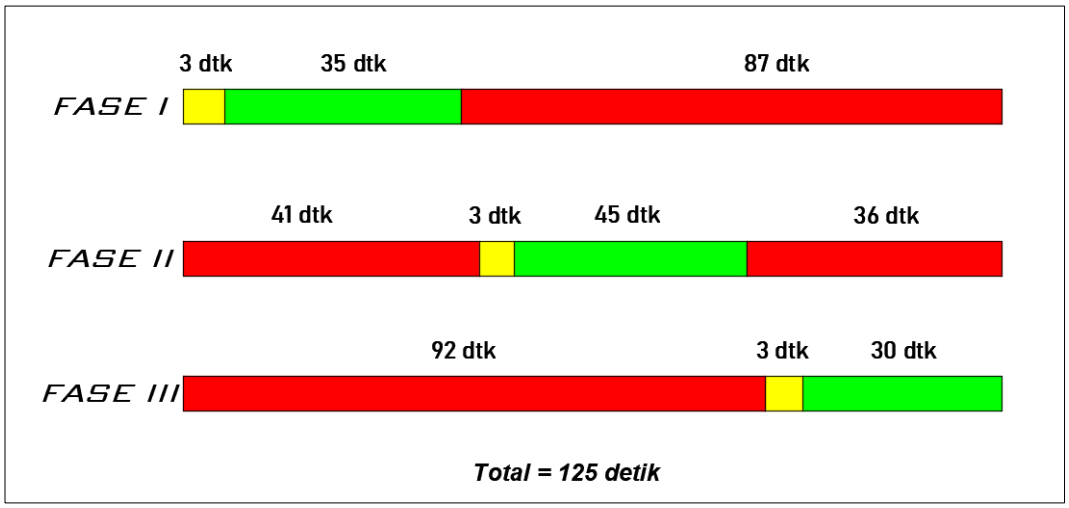
Simpang bersinyal Jl. Basuki Rahmat - Jl. Sungai Maruni kota Sorong merupakan simpang yang menghubungkan Kota Sorong dengan Kabupaten Aimas yang dimana salah satu titik

konflik kemacetan pada jam–jam puncak. Adapun gambaran geometrik jalan pada **Gambar 2** dibawah ini:

KONDISI LAPANGAN										
Kode pendekat	Tipe lingkungan jalan	Hambatan samping Tinggi / Rendah	Median Ya/Tidak	Kelandaian +/- %	Belok kiri langsung Ya/Tidak	Jarak ke kendaraan parkir (m)	Lebar pendekat (m)			
							Pendekat W_A	Masuk W MASUK	Belok kiri langsung W_{LTOR}	W KELUAR
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T	Kom	Tinggi	Ya	0.3%	Ya	0.5	6.50	4.40	2.10	8.00
B	Kom	Tinggi	Ya	0.0%	Ya	0.5	8.00	5.90	2.10	8.00
U	Kom	Tinggi	Ya	0.0%	Ya	0.5	8.00	5.90	2.10	8.00

Gambar 2 Data Geometrik

Untuk fase yang ada dilapangan dapat diliahat pada gambar 4.2 yang dimana fase I yang dari arah timur, fase II dari arah barat dan fase III dari arah utara (**Gambar 3**)



Gambar 3 Gambar 4.2 Fase Persimpangan

B. Volume Simpang

Data volume lalu lintas yang diperoleh pada Jalan Jl. Basuki Rahmat pendekat timur yang di lakukan pada hari senin, kamis, sabtu dan minggu pada pukul 07.00 sampai pukul 19.00 WIT. Data yang digunakan dalam perhitungan merupakan total kendaraan tertinggi diantara hari yang lain untuk pendekat timur. Arus lalu lintas yang diamati adalah lalu lintas kendaraan dengan klasifikasi kendaraan berat, kendaraan ringan, kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Untuk mendapatkan volume per jam, data pengamatan dengan periode 15 menit diakumulasikan sebagai volume jam puncak. Memproses data per jam dengan mengonversi setiap jenis kendaraan (Kend/jam) menjadi setara mobil penumpang (Smp/jam).

Tabel 1 Arus lalu lintas tiap pendekat pada jam puncak

Pendekat (Jam Puncak)	ST			LT			RT			Q Smp/Jam
	LV (1)	HV (1,3)	MC (0,2)	LV (1)	HV (1,3)	MC (0,2)	LV (1)	HV (1,3)	MC (0,2)	
Eksisting (T)	149	22	217	0	0	0	396	46	205	1035
Eksisting (B)	317	18	378	322	87	152	0	0	0	1328
Eksisting (U)	0	0	0	82	49	53	382	164	121	851

C. Kinerja Simpang

Beberapa tahapan dalam menghitung kinerja simpang, antara lain:

1. Menghitung Rasio Berbelok Kiri dan Berbelok Kanan (PLTOR dan PRT)
2. Menghitung rasio kendaraan tak bermotor (QUM)
3. Menghitung Waktu Hilang Total (LTI)
4. Menentukan Lebar Pendekat Efektif
5. Arus Jenuh Dasar (SO)
6. Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota (FCS) Pada Persimpangan
7. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)
8. Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)
9. Faktor penyesuaian parkir (FP)
10. Nilai Penyesuaian belok kanan dan kiri (FRT dan FLT)
11. Menghitung Nilai Arus Jenuh Yang Disesuaikan (S)
12. Menghitung Rasio Arus Jenuh (FR)
13. Rasio arus simpang (IFR)
14. Menghitung rasio fase (PR)
15. Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua)
16. Menghitung waktu hijau (g)
17. Menghitung Waktu Siklus Yang Disesuaikan (c)
18. Menghitung Kapasitas (C)
19. Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)
20. Menghitung Rasio Hijau (GR)
21. Menghitung Nilai NQ1, NQ2 dan NQ
22. Menghitung Panjang Antrian (QL)
23. Menghitung Rasio Kendaraan Terhenti (NS)
24. Menghitung Kendaraan Terhenti (NSV)
25. Menghitung Angka Henti (NSTOT)
26. Menghitung Tundaan Lalu-Lintas Rata-Rata (DT)
27. Tundaan Geometrik (DG)
28. Tundaan Rata-Rata Untuk Suatu Pendekat, Tundaan Total, dan Tundaan Rata-rata masing-masing pendekat (D)

D. Tingkat Pelayanan Simpang Pada Kondisi Eksisting

Tingkat pelayanan pada setiap pendekat dapat diketahui melalui tundaan rata-rata ditiap pendekat itu. Dimana hubungan antara tundaan rata-rata dan tingkat pelayanan dapat dilihat melalui **Tabel 2** dan **Tabel 3** berikut:

Tabel 2 Kriteria tingkat pelayanan untuk simpang bersinyal

Tingkat Pelayanan	Tundaan per kendaraan (det/smp)
A	≤ 5
B	> 5,1 - 15
C	> 15,2 - 25
D	> 25,1 - 40
E	> 40,1 - 60
F	≥ 60,0

Tabel 3 Nilai tingkat Pelayanan untuk setiap pendekat

Pendekat	Tundaan (detik/smp)	Tingkat Pelayanan	Tundaan Simpang rata-rata (detik/smp)	Tingkat Pelayanan Simpang
Utara	51.24	E	38.90	D
Timur	40.26	E		
Barat	21.77	C		

E. Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan data untuk kinerja simpang eksisting diketahui bahwa kapasitas simpang bersinyal Jl. Basuki Rahmat - Jl. Sungai Maruni pada jam puncak pagi berada dalam kondisi jenuh, dimana simpang ini memiliki nilai derajat kejenuhan (DS) > 0,97 (0,85 adalah batas derajat kejenuhan yang disarankan MKJI 1997). Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil perhitungan pada tabel 4.17, dimana nilai derajat kejenuhan yang diperoleh = 0,97 (pada pendekat timur Jl. Basuki Rahmat). Dari hasil ini perhitungan dapat diketahui tundaan simpang dengan nilai D = 38,90 det/smp. Yang dimana dari nilai tundaan simpang dapat dilihat tingkat pelayanan pada kondisi D.

penelitian sebelumnya:

1. Berdasarkan hasil survei lapangan dari penelitian sebelumnya dengan judul Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor) yang dilakukan oleh Muhamad Fikri Tamam, Budi Arief, Andi Rahmah. Yang dilakukan pada tahun 2016 di jl. Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor dengan hasil analisis yang didapat adalah derajat kejenuhan (DS) 0,935, tingkat pelayanan F, dan nilai tundaan 64 det/smp. Dengan alternatif solusinya dengan mengatur sistem pengaturan lalu lintas dan penambahan lebar pendekatan pada Jalan Raya Bogor. Sehingga terjadi penurunan derajat kejenuhan.
2. Berdasarkan hasil survei lapangan dari penelitian sebelumnya dengan judul Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar) yang dilakukan oleh Oyi Febri Suryaningsih, Hermansyah, Eti Kurniati pada tahun 2020 di Jl. Hasanuddin-Jalan Kamboja, Sumbawa Besar. dengan hasil analisis yang didapat adalah derajat kejenuhan (DS) 0,56, tingkat pelayanan C, dan nilai tundaan 0,75 det/smp. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi penelitian masih stabil.
3. Berdasarkan hasil survei lapangan dari penelitian sebelumnya dengan judul Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Palopo Yang dilakukan oleh Rakhmawati Natsir. pada tahun 2016. dengan hasil analisis yang didapat adalah volume lalu lintas mencapai 2000 smp/jam dan nilai tundaan 66 det/smp. Dengan alternatif solusinya dengan mengatur sistem pengaturan lalu lintas. Sehingga terjadi penurunan derajat kejenuhan.

4. Berdasarkan hasil survei lapangan dari penelitian sebelumnya dengan judul Kajian Analisis Lalulintas Simpang Bersinyal di By Pass Krian Untuk Perencanaan Pelebaran Jalan dan Fly Over Surabaya yang dilakukan oleh R. Endro Wibisono, Adhi Muhtadi, M. S. Donny Cahyono, pada tahun 2019. dengan hasil analisis yang didapat adalah derajat kejenuhan (DS) 4,85, dengan alternatif solusinya melakukan pembangunan flyover dengan skenario 20% kendaraan melalui eksisting dan 80 % kendaraan melalui fly over. Sehingga terjadi penurunan derajat kejenuhan menjadi 0,56.
5. Berdasarkan hasil survei lapangan dari penelitian sebelumnya dengan judul Peningkatan Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Studi Kasus Simpang Tiga Purin Kendal yang dilakukan oleh Dwi Wahyu Hidayat, Aris Budi Sulistyo, Yogi Oktopianto. pada tahun 2020. dengan hasil analisis yang didapat adalah volume lalu lintas yang didapat 84.364 kend, derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,90, tingkat pelayanan simpang D. dengan tundaan simpang rata-rata 34, 27 det/smp. simulasi peningkatan kapasitas simpang dengan dua alternatif tersebut menghasilkan yaitu untuk alternatif pelebaran geometrik jalan menghasilkan tundaan 24,58 det/smp masuk dalam tingkat pelayanan simpang C, untuk alternatif perubahan kebijakan arus lalulintas dari 2 arah 1 jalur menjadi 1 arah 1 jalur menghasilkan tundaan 17, 39 det/smp masuk dalam tingkat pelayanan simpang C.

Berdasarkan penelitian sekarang dan sebelumnya memiliki kesamaan dalam mengetahui kinerja pada simpang pada kondisi eksisting.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis untuk perhitungan kinerja simpang untuk kondisi simpang pada keadaan eksisting, Hasil perhitungan di dapat jumlah arus total pada jam puncak 3214 smp/jam dan nilai tundaan simpang (D) = 38,90 dengan tingkat pelayanan D.

Pada pendekat Timur (Jl. Basuki Rahmat) dengan jumlah arus kendaraan 1035 smp/jam memperoleh nilai tundaan (D) = 51,24 dtk/smp dengan tingkat pelayanan E. Pada pendekat Barat (Jl. Basuki Rahmat) dengan jumlah arus total 1328 smp/jam memperoleh nilai tundaan (D) = 40,26 dtk/smp. Dengan tingkat pelayanan dengan nilai E. Sementara pada pendekat Utara (Jl. Sungai Maruni) dengan jumlah arus total 851 smp/jam memperoleh nilai tundaan (D) = 21,77 dtk/smp. Sehingga didapatkan tingkat pelayanan dengan nilai E.

5. DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahim, M., & Sukarno. (2018). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Gomong Mataram Berdasarkan Pada MKJI dan KAJI 1997. Jurnal Teknik Sipil, 14 No. 4, 7. https://ojs.uajy.ac.id/index.php/jts/article/view/2003

Akbar Indrawan Saudi, ST., M., Nur Fahri Tadjuddin, S.Pd., M. Pm., & Amalia Nurdin ST., M. (2020). Optimalisasi Kinerja Simpang Bersinyal Kawasan Pertokoan Majene. Bandar: Journal Of Civil Enginering, 2 No. 2, 8. https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/bjce/article/view/769

Almakassari, N.D, dkk. 2022. Analisis Dampak Lalu Lintas Kegiatan Transaksi Mobile terhadap Kinerja Jalan Nasional Studi Kasus : Jalan Poros Sungguminasa – Takalar. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 3 Halaman 1-9. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Anjarwati, S. (2014). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Dukuhwaluh Purwokerto. Techno, 15 No. 1, 7. http://jurnalnasional.ump.ac.id/index.php/ Techno/ article/view/69

Anonim. (1997). Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta : Direktorat Jenderal Bina Marga

Bowoputro, H., Arifin, M. Z., Djakfar, L., & Kusumaningrum, R. (2014). Kajian Arus Jenuh Pada Simpang Bersinyal Di Kota Malang Bagian Selatan. Jurnal Rekayasa Sipil, 8, No.2, 6. https://rekayasasipil.ub.ac.id/index.php/rs/article/view/280

Budi, S., Sihite, G., Indriastuti, A. K., & Priyono, Y. (2017). Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Berdasarkan PKJI 2014 dan Pengamatan Langsung (Studi Kasus : Simpang Jl. Brigjend Sudiarto/ Jl. Gajah Raya/ Jl. Lamper Tengah Kota Semarang). Jurnal Karya Teknik Sipil, 6 No. 2, 15. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/16306

Budiman, A., Intari, D. E., & Mulyawati, D. (2016). Analisa Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Boru Kota Serang. Fondasi : Jurnal Teknik Sipil, 5 No. 2, 11. https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jft/article/view/1252

Budiman, A., Intari, D. E., & Sianturi, L. (2016). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor). Fondasi : Jurnal Teknik Sipil, 5 No 1, 10.

Constanti, N. (2017). Studi Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Ranu Grati – Jalan Danau Toba Kota Malang [Institut Teknologi Nasional Malang]. http://eprints.itn.ac.id/2018/

H, St. Maryam, dkk. 2021. Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Persimpangan Jalan di Kota Makassar. Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 1 Halaman 41-49. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Hasanuddin, H. A., Halim, H., Maulidiyah, I., & Trisnawathy. (2021). Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Abdullah Dg. Sirua. JACEE, 1 No. 1, 6. http://jurnal.poliupg.ac.id/index.php/JACEE/article/view/2700

Hidayat, D. W., Sulistyo, A. B., & Oktopianto, Y. (2020). Peningkatan Kinerja Simpang Tiga Bersinyal Studi Kasus Simpang Tiga Purin Kendal. Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety), 7 No. 2, 10. https://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj/article/view/289

Iqbal, Sugiarto, & Isya, M. (2017). Kinerja Dan Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal Pada Simpang Remi Kota Langsa. Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, 1 No. 1, 8. http://e-repository.unsyiah.ac.id/JTS/article/view/9854

Kendek, F. G., Rachman, R., & Radjawane, L. E. (2020). Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Abdullah Daeng Sirua – Batua Raya – Taman Makam Pahlawan Kota Makassar. Paulus Civil Engineering Journal, 2 No.1, 8. http://ojs.ukipaulus.ac.id/index.php/pcej/article/view/117

Khisty, C. J., & Lall, B. K. (1998). Dasar-dasar Rekayasa Transportasi.

Lestari Lia Mei, 2018. Tugas Akhir: Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan Warung Jati BaratJalan Raya Raguna

Mamu, I., Kadir, Y., & Patuti, I. M. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan J. A. Katili-Jalan Tondano-Jalan Madura Dengan Metode Pkji. Composite Journal, 1 No. 1, 9. https://composite.ft.ung.ac.id/index.php/cj/article/view/5

Morlok, E., K. 1978. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga

Muslim,M.R.(2018).Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus : Jalan Haji Bau – Jalan Cendrawasih – Jalan Arif Rate di Makassar).Makassar.

Natsir, R. (2016). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Palopo. Pena Teknik Jurnal Ilmiah Ilmu - Ilmu Teknik, 1, Nomor 1, 6. https://unanda.ac.id/ojs/index.php/jiit/article/view/49

Nurdin, Ridha Darmawan, dkk. 2022. Kajian Dampak Lalulintas Pasca Pengembangan Kapasitas Gedung Rumah Sakit Ibnu Sina Makassar. Jurnal Konstruksi : Teknik, Infrastruktur dan Sains, Volume 1 Nomor 1 Halaman 33-43. Program Pascasarjana UMI Makassar.

P, R. W. A., Herlina, N., & Hidayat, A. K. (2019). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mitra Batik Kota Tasikmalaya). Akselerasi, 1 No. 1, 8. https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/akselerasi/article/view/829

Pradana F. (2016). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciruas Serang, Banten.

Prakoso, D. B., Sutoyo, & Sudibyo, T. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Pahlawan – Raden Saleh Sarif Bustaman di Bogor Jawa Barat. Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan, 04 No. 02, 14. https://journal.ipb.ac.id/index.php/jsil/article/view/25333

Pratama A. (2017). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Apmd Di Jalan Timoho Yogyakarta Menggunakan Metode Mkji 1997. Yogyakarta.

Prayitno, E. A., Abidin, Z., & Huda, M. (2019). Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden - Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014. Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, 02 No. 01, 6. http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1105655&val=16630 &title=Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl Raya Nginden - Jl Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014

Rahma, Andi,dkk, 2016. Jurnal: Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Jalan Tegar Beriman-Jalan Raya Bogor). Bogor. Universitas Pakuan

Saputro, E. (2013). Studi Evaluasi Simpang Empat Bersinyal Jalan Adhiyaksa Kota Banjarmasin. Jurnal Rekayasa Sipil, 1 N0. 2, 12. http://riset.unisma.ac.id/index.php/ft/article/view/1113

Sembiring, D. H., & Darmadi. (2020). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dan Ruas Jalan pada Jl. Tegar Beriman – Jl. Raya Bogor Kecamatan Cibinong Kabupaten Bogor. Jurnal Teknik Sipil - Arsitektur, 19 No. 1, 8. http://jurnalftspjayabaya.ac.id/index.php/jsa/article/view/25

Sitanggang, L. H. S., & Harianto, J. (2014). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Jalan K.H Wahid Hasyim - Jalan Gajah Mada). Jurnal Teknik Sipil USU, 3, No 2, 11. https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1437553

Syaikhu, M., Widodo, E., & A, A. K. (2017). Analisa Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Tiga Purwosari Kabupaten Pasuruan). UREKA : Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia, 1 No. 1, 12. https://publikasi.unitri.ac.id/index.php/teknik/article/view/614

Tamam, M. F., Arief, B., & Andi, R. (2016). ANALISIS KINERJA SIMPANG BERSINYAL (Studi Kasus : Jalan Tegar Beriman – Jalan Raya Bogor). JURNAL ONLINE MAHASISWA (JOM), 1, 10. https://jom.unpak.ac.id/index.php/tekniksipil/article/view/483

Vanidi, M. (2021). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Glugur Darat Medan Timur Sampai Tahun 2031. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan.

Warsiti, Sukoyo, Pamungkas G, Herdiansyah MR. 2016. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal pada Jalan Kaligarang - Jalan Kelud Raya - Jalan Bendungan Raya. Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial, dan Humaniora 2(2): 32-39

Wibisono, R. E., Muhtadi, A., & Donny, M. S. C. (2019). Kajian Analisis Lalulintas Simpang Bersinyal di By Pass Krian Untuk Perencanaan Pelebaran Jalan dan Fly Over. Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, 02, Nomor, 7. https://www.researchgate.net/publication/332562421_Kajian_Analisis_Lalulintas_Simpang_Bersinyal_di_By_Pass_Krian_Untuk_Perencanaan_Pelebaran_Jalan_dan_Fly_Over

Yunus, Trisna W, dkk. 2021. Analisis Kinerja Ruas Jalan Akibat Pembangunan Saluran dan Trotoar Pada Kawasan Jalan Nusantara dan Jalan Sulawesi. Jurnal Flyover, Volume 1 Nomor 1 Halaman 33-40. Program Pascasarjana UMI Makassar.

Yuwono, R., SP, Y. C., & K, L. D. (2018). Study Analisa Volume Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Di Perempatan Alun Alun Kota Kediri. Jurmateks, 1, No. 1, 11. http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jurmateks/article/view/144