

OPTIMALISASI KINERJA SIMPANG EMPAT APILL KOTA AGUNG

OPTIMIZING THE PERFORMANCE OF APILL KOTA AGUNG INTERSECTION

Ihsan Pradana¹, Mohammad Sugiarto², Panji Pasa Pratama³

Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD

Jl. Raya Setu No. 89, Cibuntu, Bekasi, Jawa Barat 17520

ihsanprad25@gmail.com

Abstract

An intersection is a meeting point for several road sections, so it has the potential to cause several conflicts at the intersection. Intersections can cause traffic problems such as too long queues and delays due to inappropriate red duration. Because of this, it is necessary to have intersection controls that are adjusted to the needs of traffic movement at the intersection so that the intersection capacity can accommodate traffic optimally during peak hours. The intersection studied in this research was Simpang Empat APILL Kota Agung. This research was conducted in order to optimize intersection performance with the hope of reducing the degree of saturation, queue length and delays at intersections. The method used in this research was quantitative descriptive. The results of this research were according to analysis of the existing performance of APILL Kota Agung intersection which has the highest degree of saturation that was 0.71 on the east approach, the longest queue that was 62,49 meters on the east approach, and an average intersection delay that was 61,30 seconds. Referring to the results of the analysis of existing conditions, there needs to be a proposal to increase Simpang Empat APILL Kota Agung performance by changing the APILL phase and adjusting the intersection cycle time.

Keywords: *Intersections, Degree of Saturation, Queue Length, Delay*

Abstrak

Persimpangan merupakan titik temu dari beberapa ruas jalan sehingga berpotensi menimbulkan beberapa konflik di persimpangan tersebut. Persimpangan dapat menimbulkan permasalahan lalu lintas seperti terlalu panjang antrian yang terjadi dan terlalu lama durasi tundaan akibat durasi merah yang tidak sesuai. Karena hal itu, perlu adanya pengendalian simpang yang disesuaikan dengan kebutuhan pergerakan lalu lintas di persimpangan sehingga kapasitas simpang dapat menampung lalu lintas dengan optimal pada saat jam puncak sibuk terjadi. Simpang yang dikaji dalam penelitian ini adalah Simpang Empat APILL Kota Agung. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan kinerja persimpangan dengan harapan dapat menurunkan nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan di persimpangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil dari penelitian ini adalah analisis kinerja eksisting dari Simpang Empat APILL Kota Agung yang memiliki nilai derajat kejenuhan tertinggi sebesar 0,71 pada kaki pendekat timur, antrian terpanjang yaitu 62,49 meter pada kaki pendekat timur, serta tundaan simpang rata-rata selama 61,30 detik. Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting, perlu adanya usulan untuk meningkatkan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung yang optimal dengan cara mengubah fase APILL dan menyesuaikan waktu siklus simpang.

Kata Kunci: Persimpangan, Derajat Kejenuhan, Panjang Antrian, Tundaan

PENDAHULUAN

Persimpangan merupakan titik temu dari beberapa ruas jalan sehingga berpotensi menimbulkan beberapa konflik di persimpangan tersebut. Persimpangan dapat menimbulkan permasalahan lalu lintas seperti terlalu panjang antrian yang terjadi dan terlalu lama durasi tundaan akibat durasi lampu merah yang tidak sesuai. Karena hal itu, perlu adanya pengendalian simpang yang disesuaikan dengan kebutuhan pergerakan lalu lintas di persimpangan sehingga kapasitas simpang dapat menampung lalu lintas dengan optimal pada saat jam puncak sibuk terjadi.

Simpang Empat APILL Kota Agung merupakan simpang yang menggunakan pengendalian simpang APILL 4 fase dengan total waktu siklus selama 152 detik. Pada Simpang Empat APILL Kota Agung memiliki tata guna lahan yang didominasi oleh komersil dan permukiman.

Simpang Empat APILL Kota Agung dilalui oleh berbagai jenis kendaraan dan memiliki volume lalu lintas yang cukup tinggi. Namun, simpang ini dinilai belum optimal dikarenakan memiliki tundaan simpang rata-rata sebesar 61,30 detik/SMP yang dikategorikan dalam nilai F berdasarkan penetapan tingkat pelayanan pada persimpangan sesuai Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Kabupaten Tanggamus yang dilaksanakan pada bulan Februari – Mei 2024. Lokasi penelitian dilakukan di Simpang Empat APILL Kota Agung, tepatnya di Pekon Kuripan, Kecamatan Kota Agung, Kabupaten Tanggamus.

Teknik pengumpulan data merupakan kegiatan pengumpulan berbagai informasi dan pengetahuan secara lengkap mengenai kondisi wilayah studi penelitian sehingga analisisnya dapat digunakan untuk perencanaan, pengaturan, dan pengendalian. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Analisis Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Analisis kinerja persimpangan berfokus pada jenis pengendalian simpang bersinyal guna mengetahui kinerja dari simpang tersebut. Analisis dilakukan menggunakan panduan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

2. Analisis Kinerja Simpang Kondisi Usulan

Analisis kinerja simpang berdasarkan kondisi usulan dilakukan guna mengetahui kondisi simpang setelah dilakukan peningkatan dan mengetahui usulan yang terbaik sebagai langkah peningkatan kinerja persimpangan. Usulan-usulan yang diberikan diantaranya adalah:

- a. Menyesuaikan waktu siklus yang selaras dengan volume lalu lintas di persimpangan.
- b. Melakukan perubahan fase APILL pada simpang kondisi eksisting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Kapasitas

Simpang Empat APILL Kota Agung merupakan simpang dengan pengendalian APILL. Perhitungan kapasitas pada Simpang Empat APILL Kota Agung diperoleh menggunakan rumus:

$$C = J \times \frac{W_H}{s}$$

Tabel 1. Nilai Kapasitas Simpang Empat APILL Kota Agung Kondisi Eksisting

Kaki Pendekat	J (SMP/jam)	W _H (detik)	S (detik)	C (SMP/jam)
Utara	1942,81	30	152	383,45
Selatan	3082,91	30	152	608,47
Timur	1696,51	30	152	334,84
Barat	3339,17	30	152	659,05

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Derajat Kejenuhan

Perhitungan untuk derajat kejenuhan dapat menggunakan rumus:

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Tabel 2. Nilai Derajat Kejenuhan Simpang Empat APILL Kota Agung Kondisi Eksisting

Kaki Pendekat	Nama Jalan	q (SMP/jam)	C (SMP/jam)	D _j
Utara	Jl. Bhayangkara	67	383,45	0,18
Selatan	Jl. Merdeka	132	608,47	0,22
Timur	Jl. Ir. H. Juanda Segmen 10	237	334,84	0,71
Barat	Jl. Ir. H. Juanda Segmen 9	291	659,05	0,44

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Panjang Antrian

Perhitungan untuk nilai panjang antrian dapat menggunakan rumus:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$$

Tabel 3. Nilai Panjang Antrian Simpang Empat APILL Kota Agung Kondisi Eksisting

Kaki Pendekat	Nama Jalan	N _q (SMP)	Lebar Efektif (L _M) (m)	Panjang Antrian (P _A) (m)
Utara	Jl. Bhayangkara	2,36	4	11,79
Selatan	Jl. Merdeka	4,66	6,1	15,29
Timur	Jl. Ir. H. Juanda Segmen 10	10	3,2	62,49
Barat	Jl. Ir. H. Juanda Segmen 9	10,80	6,4	33,74

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Tundaan

Perhitungan untuk nilai tundaan lalu lintas dapat menggunakan rumus:

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C}$$

Perhitungan untuk nilai tundaan lalu lintas dapat menggunakan rumus:

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

Tabel 4. Nilai Tundaan Simpang Empat APILL Kota Agung Kondisi Eksisting

Kaki Pendekat	Tundaan Lalu Lintas (TLL) (detik/SMP)	Tundaan Geometri (TG) (detik/SMP)	Tundaan (T) (detik/SMP)
Utara	50,71	4,16	54,87
Selatan	51,15	4,36	55,51
Timur	64,23	3,86	68,09
Barat	53,63	3,34	56,97

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Kondisi Usulan

Untuk meningkatkan kinerja di Simpang Empat APILL Kota Agung maka dilakukan beberapa usulan sebagai berikut:

1. Usulan pertama yaitu dilakukan penyesuaian waktu siklus.
2. Usulan kedua yaitu dilakukan penyesuaian fase APILL dari 4 fase menjadi 3 fase.
3. Usulan ketiga yaitu dilakukan penyesuaian fase APILL dari 4 fase menjadi 2 fase.

Perhitungan Kondisi Usulan

Waktu Siklus

Perhitungan untuk waktu merah semua dapat menggunakan rumus:

$$W_{MS} = \text{Max} \left\{ \begin{array}{l} \frac{L_{KBR} + P_{KBR}}{V_{KBR}} - \frac{L_{KDT}}{V_{KDT}} \\ \frac{L_{PK}}{V_{PK}} \end{array} \right.$$

Perhitungan untuk waktu hijau hilang total dapat menggunakan rumus:

$$W_{HH} = \sum_i (W_{MS} + W_K)_i$$

Perhitungan untuk waktu hijau pada tiap kaki pendekat dapat menggunakan rumus:

$$W_{Hi} = (s - W_{HH}) \times \frac{R_{q/j \text{ kritis}}}{\sum_i (R_{q/j \text{ kritis}})_i}$$

Tabel 5. Perhitungan Waktu Siklus Kondisi Usulan

Usulan		Utara	Selatan	Timur	Barat
I	Waktu Hijau Hilang Total (W_{HH})	44	44	44	44
	Waktu Siklus (s)	97	97	97	97
II	Waktu Hijau Hilang Total (W_{HH})	33	33	33	33
	Waktu Siklus (s)	77	77	77	77
III	Waktu Hijau Hilang Total (W_{HH})	22	22	22	22
	Waktu Siklus (s)	55	55	55	55

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Kapasitas

Kapasitas

Perhitungan kapasitas pada Simpang Empat APILL Kota Agung diperoleh menggunakan rumus:

$$C = J \times \frac{W_H}{s}$$

Tabel 6. Perhitungan Nilai Kapasitas Kondisi Usulan

Usulan		Utara	Selatan	Timur	Barat
I	Arus Jenuh (J)	1942,81	3082,91	3190,28	3339,17
	Waktu Hijau (W _H)	7	8	22	16
	Waktu Siklus (s)	97	97	97	97
	Kapasitas (C)	140,20	254,26	723,57	550,79
II	Arus Jenuh (J)	1439,91	2783,34	3190,28	3339,17
	Waktu Hijau (W _H)	14	14	17	13
	Waktu Siklus (s)	77	77	77	77
	Kapasitas (C)	261,80	506,06	704,35	563,76
III	Arus Jenuh (J)	1439,91	2783,34	3216,30	3163,29
	Waktu Hijau (W _H)	10	10	23	23
	Waktu Siklus (s)	55	55	55	55
	Kapasitas (C)	261,80	506,06	1345	1322,83

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Derajat Kejenuhan

Perhitungan untuk derajat kejenuhan dapat menggunakan rumus:

$$D_j = \frac{q}{C}$$

Tabel 7. Perhitungan Nilai Derajat Kejenuhan Kondisi Usulan

Usulan		Utara	Selatan	Timur	Barat
I	Arus Lalu Lintas (q)	67	132	378	291
	Kapasitas (C)	140,20	254,26	723,57	550,79
	Derajat Kejenuhan (D _j)	0,48	0,52	0,52	0,53
II	Arus Lalu Lintas (q)	132	255	378	291
	Kapasitas (C)	261,80	506,06	704,35	563,76
	Derajat Kejenuhan (D _j)	0,51	0,50	0,54	0,52
III	Arus Lalu Lintas (q)	132	255	656	502
	Kapasitas (C)	261,80	506,06	1345	1322,83
	Derajat Kejenuhan (D _j)	0,51	0,50	0,49	0,38

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Panjang Antrian

Perhitungan untuk nilai panjang antrian dapat menggunakan rumus:

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M}$$

Tabel 8. Perhitungan Nilai Panjang Antrian Kondisi Usulan

Usulan		Utara	Selatan	Timur	Barat
I	Jumlah rata-rata antrian kendaraan (N _q)	1,74	3,44	8,97	7,23
	Lebar efektif (L _M)	4	6,1	6,4	6,4
	Panjang Antrian (P _A)	8,69	11,27	28,02	22,59
II	Jumlah rata-rata antrian kendaraan (N _q)	2,56	4,92	7,21	5,70
	Lebar efektif (L _M)	4	6,1	6,4	6,4
	Panjang Antrian (P _A)	12,82	16,12	22,55	17,80
III	Jumlah rata-rata antrian kendaraan (N _q)	1,83	3,51	7,32	5,30
	Lebar efektif (L _M)	4	6,1	6,4	6,4
	Panjang Antrian (P _A)	9,17	11,51	22,88	16,56

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Tundaan

Perhitungan untuk nilai tundaan lalu lintas dapat menggunakan rumus:

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C}$$

Perhitungan untuk nilai tundaan geometri dapat menggunakan rumus:

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4)$$

Tabel 9. Perhitungan Nilai Tundaan Kondisi Usulan

Usulan		Utara	Selatan	Timur	Barat
I	Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})	43,25	43,18	33,11	37,43
	Tundaan Geometri (T_G)	4,08	4,19	3,71	3,46
	Tundaan	47,33	47,37	36,82	40,89
II	Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})	28,54	28,37	26,91	29,34
	Tundaan Geometri (T_G)	4,11	4,27	3,73	3,44
	Tundaan	32,65	32,65	30,64	32,78
III	Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})	20,43	20,27	11,69	11,06
	Tundaan Geometri (T_G)	4,11	4,28	3,52	2,80
	Tundaan	24,55	24,55	15,21	13,86

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Perbandingan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Usulan Berdasarkan Derajat Kejenuhan

Tabel 10. Perbandingan Nilai Derajat Kejenuhan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Usulan

Kaki Pendekat	Kaki Pendekat	Eksisting	Usulan		
			I	II	III
Utara	Jalan Bhayangkara	0,18	0,48	0,51	0,51
Selatan	Jalan Merdeka	0,22	0,52	0,50	0,50
Timur	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 10	0,71	0,52	0,54	0,49
Barat	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 9	0,44	0,53	0,52	0,38
	Rata-Rata	0,38	0,51	0,52	0,47

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan tabel usulan peningkatan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung di atas, usulan terbaik adalah terdapat pada usulan III yaitu penyesuaian fase dari 4 fase menjadi 2 fase dan penyesuaian waktu siklus. Nilai derajat kejenuhan pada usulan III memiliki nilai 0,47.

Berdasarkan Panjang Antrian

Tabel 11. Perbandingan Nilai Panjang Antrian Kondisi Eksisting dengan Kondisi Usulan

Kaki Pendekat	Kaki Pendekat	Eksisting (m)	Usulan (m)		
			I	II	III
Utara	Jalan Bhayangkara	11,79	8,69	12,82	9,17
Selatan	Jalan Merdeka	15,29	11,27	16,12	11,51
Timur	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 10	62,49	28,02	22,55	22,88
Barat	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 9	33,74	22,59	17,80	16,56
	Rata-Rata	30,82	17,64	17,12	15,03

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan tabel usulan peningkatan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung di atas, usulan terbaik adalah terdapat pada usulan III yaitu penyesuaian fase

dari 4 fase menjadi 2 fase dan penyesuaian waktu siklus. Nilai panjang antrian mengalami penurunan sepanjang 15,79 meter dari nilai kondisi eksisting 30,82 meter menjadi 15,03 meter.

Berdasarkan Tundaan

Tabel 12. Perbandingan Nilai Tundaan Kondisi Eksisting dengan Kondisi Usulan

Kaki Pendekat	Kaki Pendekat	Eksisting (det/SMP)	Usulan (det/SMP)		
			I	II	III
Utara	Jalan Bhayangkara	54,87	47,33	32,65	24,55
Selatan	Jalan Merdeka	55,51	47,37	32,65	24,55
Timur	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 10	68,09	36,82	30,64	15,21
Barat	Jalan Ir. H. Juanda Segmen 9	56,97	40,89	32,78	13,86
	Rata-Rata	61,30	40,60	31,97	17,12

Sumber : Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan tabel usulan peningkatan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung di atas, usulan terbaik adalah terdapat pada usulan III yaitu penyesuaian fase dari 4 fase menjadi 2 fase dan penyesuaian waktu siklus. Nilai tundaan mengalami penurunan selama 44,18 detik dari nilai kondisi eksisting 61,30 detik menjadi 17,12 detik.

KESIMPULAN

Analisis kinerja pada Simpang Empat APILL Kota Agung berdasarkan kondisi eksisting dan kondisi usulan peningkatan kinerja dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil analisis kinerja simpang kondisi eksisting, Simpang Empat APILL Kota Agung memiliki nilai derajat kejenuhan 0,38, panjang antrian 30,82 meter, dan tundaan selama 61,30 detik.
2. Untuk meningkatkan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung, diberikan 3 (tiga) usulan peningkatan kinerja optimal. Usulan I yaitu penyesuaian waktu siklus, usulan II yaitu penyesuaian fase APILL dari 4 fase menjadi 3 fase dan penyesuaian waktu siklus, dan usulan III yaitu penyesuaian fase APILL dari 4 fase menjadi 2 fase dan penyesuaian waktu siklus.
3. Usulan peningkatan terbaik adalah dengan melakukan usulan III. Usulan waktu siklus yang diberikan adalah selama 55 detik. Sesuai analisis yang telah dilakukan, terjadi penurunan dari tundaan rata-rata simpang dari 61,30 detik menjadi 17,12 detik. Selain itu, panjang antrian juga mengalami penurunan dari 30,82 meter menjadi 15,03 meter. Dengan usulan ini, tingkat pelayanan Simpang Empat APILL Kota Agung berdasarkan nilai tundaan rata-rata simpang mengalami peningkatan dari nilai F menjadi C.

SARAN

Dari hasil analisis kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung berdasarkan kondisi eksisting dan kondisi usulan peningkatan kinerja, saran yang dapat diberikan untuk meningkatkan kinerja simpang yaitu:

1. Perlu dilakukannya peningkatan kinerja Simpang Empat APILL Kota Agung dari kinerja simpang yang buruk menjadi kinerja simpang yang optimal dengan melakukan perubahan fase dan penyesuaian waktu siklus pada

- simpang sehingga dapat mengurangi nilai derajat kejenuhan, antrian dan tundaan di persimpangan.
2. Perlu dilakukannya penyesuaian waktu siklus sesuai dengan kondisi jam sibuk supaya pengendalian APILL dapat berfungsi dengan baik serta mengurangi perilaku pelanggaran lalu lintas
 3. Perlu dilakukannya evaluasi dan upaya peningkatan kinerja persimpangan secara periodik. Hal ini bertujuan untuk mengetahui dan mengantisipasi terjadinya peningkatan volume lalu lintas di persimpangan sehingga pengendalian simpang APILL dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan kondisi lalu lintas saat itu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan Kertas Kerja Wajib ini tidak terlepas dari dukungan berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membantu penulis. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua Orang Tua tercinta, adik tersayang penulis, serta keluarga yang telah memberikan doa, semangat, dan dukungannya kepada penulis;
2. Bapak Avi Mukti Amin, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD;
3. Kepala Dinas Perhubungan Kabupaten Tanggamus beserta jajarannya;
4. Ibu Anisa Mahadita Candrarahayu, S.S.T., M.Tr. selaku Ketua Jurusan Program Studi Diploma III Manajemen Transportasi Jalan;
5. Bapak Mohammad Sugiarto, A.Md. PKB., S.T., M.Sc. dan Bapak Panji Pasa Pratama, S.ST. (TD), M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan Kertas Kerja Wajib ini dengan baik;
6. Bapak/Ibu dosen Politeknik Transportasi Darat Indonesia STTD yang telah memberikan ilmu selama mekaskan pendidikan;
7. Rekan-rekan Praktik Kerja Lapangan Kabupaten Tanggamus 2024;
8. Rekan-rekan Taruna/i Politeknik Transportasi Darat Indonesia – STTD Angkatan XLIII;
9. Teman – teman penulis yang saling mendoakan dan memberikan semangat satu sama lain;
10. Semua pihak yang telah membantu dan terlibat dalam penyusunan Kertas Kerja Wajib ini sehingga dapat selesai tepat pada waktunya;

REFERENSI

- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas*.

- AASHTO. (2001). A Policy on Geometric Design of Highways and Streets. In *American Association of State Highway and Transportation Officials*.
www.transportation.org
- Arrang, A. T., & Rangan, P. R. (2020). Arus Lalu Lintas, Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Dalam Kota Rantepao. *Journal Dynamic Saint*, 5(1), 874–883.
<https://media.neliti.com/media/publications/315827-arus-lalu-lintas-kapasitas-dan-tingkat-p-4855f50f.pdf>
- 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(2), 6.
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=310399&val=7370&title=Kajian%20Arus%20Jenuh%20Pada%20Simpang%20Bersinyal%20Di%20Kota%20Malang%20Bagian%20Selatan>
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*.
<https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/1942/09pbm2023-pedoman-kapasitas-jalan-indonesia-.pdf>
- Google Inc. 2024. *Google Maps: Peta Titik Lokasi Simpang Empat APILL Kota Agung*.
<https://maps.app.goo.gl/cYdwj3GsWgui7JU6>
- I Made Kariyana, Gede Sumarda, & I Gede Aryanta Putra. (2021). Analisis Perbandingan Arus Jenuh Pada Pendekat Simpang Terlindung Dan Terlawan Dengan Metode Mkji Dan Metode Time Slice (Studi Kasus: Simpang Subita Dan Simpang Waribang). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 385–397.
<https://doi.org/10.22225/pd.10.2.3885.385-397>
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall. 2005. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Pehan, R. N., Ircham, dan Veronica Diana Anis. (2020). Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 (Simpang Jlagran LOR, Yogyakarta). *Equilib*, 01(02), 89–98.
- Pline, J. S. (Ed.) (1992). *Traffic Engineering Handbook*. Fourth Edition. Institute of Transportation Engineering, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.
- Prayitno, E. A., Zainal A., dan Miftachul H. (2019). Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden - Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 2(1), 23–28.
<https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/gestram/article/view/1491/pdf>
- Putranto, Leksmono Suryo. 2016. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: indeks.
- Risdiyanto. *REKAYASA & MANAJEMEN LALU LINTAS: TEORI DAN APLIKASI*, 2018.
https://www.researchgate.net/profile/Risdiyanto-Risdiyanto/publication/32222507_Rekayasa_dan_Manajemen_Lalu_lintas_Teori_dan_Aplikasi/links/5a61b560a6fdccb61c5039e7/Rekayasa-dan-Manajemen-Lalu-lintas-Teori-dan-Aplikasi.pdf

- Savitri, N. M. (2021). *Program Studi Teknik Sipil S1 , ITN MALANG KAJIAN KARAKTERISTIK SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2014 STUDI KASUS PADA SIMPANG JALAN PANJI SUROSO – JALAN SUNANDAR PRIYO SUDARMO – JALAN LAKSDA ADI SUCIPTO KOTA MALANG Program Studi Teknik Sipil S1 , ITN.* 3(2), 1–10.
- Surbakti, R. I. L. dan M. S. (1997). *Analisa Arus Jenuh Dan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Dan Mikrosimulasi Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Hotel Danau Toba Internasional dan Simpang Karya Wisata di Kota Medan) atau bersimpangan , termasuk jalan dan fasilitas te.*
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1437826&val=4146&title=Analisa%20Arus%20Jenuh%20Dan%20Panjang%20Antrian%20Pada%20Simpang%20Bersinyal%20Dan%20Mikrosimulasi%20Menggunakan%20Software%20Vissim%20Studi%20Kasus%20Simpang%20Hotel%20Danau%20Toba%20Internasional%20dan%20Simpang%20Karya%20Wisata%20di%20Kota%20Medan>
- Pemerintah Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan.* Jakarta: Pemerintah Republik Indonesia.
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 49 Tahun 2014 Tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas.*
- Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2015. *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen Dan Rekayasa Lalu Lintas.*
- AASHTO. (2001). *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.* In *American Association of State Highway and Transportation Officials.*
www.transportation.org
- Arrang, A. T., & Rangan, P. R. (2020). Arus Lalu Lintas, Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Dalam Kota Rantepao. *Journal Dynamic Saint*, 5(1), 874–883.
<https://media.neliti.com/media/publications/315827-arus-lalu-lintas-kapasitas-dan-tingkat-p-4855f50f.pdf>
- 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(2), 6.
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=310399&val=7370&title=Kajian%20Arus%20Jenuh%20Pada%20Simpang%20Bersinyal%20Di%20Kota%20Malang%20Bagian%20Selatan>
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2023. *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia.*
<https://binamarga.pu.go.id/uploads/files/1942/09pbm2023-pedoman-kapasitas-jalan-indonesia-.pdf>
- Google Inc. 2024. *Google Maps: Peta Titik Lokasi Simpang Empat APILL Kota Agung.*
<https://maps.app.goo.gl/cYdwj3GsWgui7JU6>

- I Made Kariyana, Gede Sumarda, & I Gede Aryanta Putra. (2021). Analisis Perbandingan Arus Jenuh Pada Pendekat Simpang Terlindung Dan Terlawan Dengan Metode Mkji Dan Metode Time Slice (Studi Kasus: Simpang Subita Dan Simpang Waribang). *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(2), 385–397.
<https://doi.org/10.22225/pd.10.2.3885.385-397>
- Khisty, C. Jotin dan B. Kent Lall. 2005. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Pehan, R. N., Ircham, dan Veronica Diana Anis. (2020). Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 (Simpang Jlagran LOR, Yogyakarta). *Equilib*, 01(02), 89–98.
- Pline, J. S. (Ed.) (1992). *Traffic Engineering Handbook*. Fourth Edition. Institute of Transportation Engineering, Prentice Hall, Englewood Cliffs. New Jersey.
- Prayitno, E. A., Zainal A., dan Miftachul H. (2019). Analisis Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jl. Raya Nginden - Jl. Raya Panjang Jiwo Menggunakan PKJI 2014. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 2(1), 23–28.
<https://ejournal.unitomo.ac.id/index.php/gestram/article/view/1491/pdf>
- Putranto, Leksmono Suryo. 2016. *Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta: indeks.
- Risdiyanto. *REKAYASA & MANAJEMEN LALU LINTAS: TEORI DAN APLIKASI*, 2018.
https://www.researchgate.net/profile/Risdiyanto-Risdiyanto/publication/322222507_Rekayasa_dan_Manajemen_Lalu_lintas_Teori_dan_Aplikasi/links/5a61b560a6fdccb61c5039e7/Rekayasa-dan-Manajemen-Lalu-lintas-Teori-dan-Aplikasi.pdf
- Savitri, N. M. (2021). *Program Studi Teknik Sipil S1 , ITN MALANG KAJIAN KARAKTERISTIK SIMPANG BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2014 STUDI KASUS PADA SIMPANG JALAN PANJI SUROSO – JALAN SUNANDAR PRIYO SUDARMO – JALAN LAKSDA ADI SUCIPTO KOTA MALANG Program Studi Teknik Sipil S1 , ITN*. 3(2), 1–10.
- Surbakti, R. I. L. dan M. S. (1997). *Analisa Arus Jenuh Dan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Dan Mikrosimulasi Menggunakan Software Vissim (Studi Kasus : Simpang Hotel Danau Toba Internasional dan Simpang Karya Wisata di Kota Medan) atau bersimpangan , termasuk jalan dan fasilitas te*.
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1437826&val=4146&title=Analisa%20Arus%20Jenuh%20Dan%20Panjang%20Antrian%20Pada%20Simpang%20Bersinyal%20Dan%20Mikrosimulasi%20Menggunakan%20Software%20Vissim%20Studi%20Kasus%20Simpang%20Hotel%20Danau%20Toba%20Internasional%20dan%20Simpang%20Karya%20Wisata%20di%20Kota%20Medan>
- Tim Praktik Kerja Lapangan Kabupaten Tanggamus. 2024. *Laporan Umum Manajemen Transportasi Jalan Kabupaten Tanggamus dan Identifikasi Permasalahan*.
- Transportation Research Board. (1994). Unsignalised Intersections. *Highway Capacity Manual*. TRB National Research Council. Washington D.C.
<https://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/trr/1994/1457/1457.pdf>
- Transportation Research Board. (2000). *Highway Capacity Manual*. Washington, D.C.: Transportation Research Board Publications.
https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2008/08/highway_capacital_manual.pdf