

ANALISIS KINERJA SIMPANG EMPAT TAK BERSINYAL (STUDY KASUS SIMPANG EMPAT JALAN VETERAN KABUPATEN KUNINGAN)

Repica Dwi Agustira¹, Uu Saepudin², Taufik Martha³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email: repicaagt28@gmail.com, uusaepudin20@gmail.com, taufikmartha90@gmail.com

ABSTRACT

Roads are land transportation infrastructure that is very important to launch economic activities in an area. High public mobility results in congestion, accidents and long queues can have an impact on the intersection area. One way to regulate intersections is to use traffic lights (Traffic Signals). At the intersection of Veteran road, Kuningan regency, there is an intersection with a traffic sign that is not working. This is the main reason for the conflict and the need to control traffic movements at intersections. Therefore, research was conducted to determine the capacity, and level of service at the four-unsignaled intersection of Veteran Road, Kuningan Regency and to find out alternative improvements to solve problems at the four-unsignaled intersection of Veteran Road, Kuningan Regency using the 2023 PKJI method. There are results of analysis of calculations with a degree of saturation of 0.9 where the value of the degree of saturation has exceeded the 2023 PKJI standard, which is 0.85, then alternative improvements are carried out with a result of 0.77, it can be concluded that this solution is effective to achieve the LOS target, namely C.

Keywords: Simpang, Pkji 2023, Degree of saturation.

I. PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana pengangkutan darat yang sangat penting untuk melancarkan kegiatan perekonomian dalam suatu wilayah. Dengan demikian semakin meningkatnya usaha pembangunan maka akan menuntut peningkatan pembangunan jalan untuk memudahkan mobilitas penduduk dan memperlancar lalu lintas barang dari satu daerah ke daerah lainnya. Jalan juga merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri atas sistem jaringan primer dan sistem jaringan jalan skunder yang terjalin dalam hubungan hierarkis.

Jumlah penduduk yang semakin meningkat setiap tahunnya akan berdampak bertambahnya kebutuhan akan sarana dan prasarana

transportasi. Mobilitas masyarakat yang tinggi untuk melaksanakan aktivitas yang tinggi disesuaikan dengan dinamika kehidupan masyarakat yang beraneka ragam sehingga lalu lintas padat sering ditemukan di berbagai tempat pada jam-jam tertentu. Akibatnya masalah kemacetan, kecelakaan serta antrian yang panjang sering terjadi di beberapa ruas jalan dan kemacetan yang berdampak di area persimpangan. Pada daerah perkotaan transportasi darat merupakan masalah yang paling dominan bila dibandingkan dengan transportasi lainnya, dikarenakan mempunyai intensitas yang tinggi dalam mobilitasnya.

Transportasi darat ini tidak bisa dipisahkan dengan persimpangan jalan, persimpangan yang memiliki rambu adalah bagian yang sangat

penting dari jalan darat khususnya jalan perkotaan, sebab sebagian besar dari efisiensi, keamanan, kecepatan, dan tingkat pelayanan jalan. Setiap persimpangan mencakup pergerakan lalu lintas menerus dan lalu lintas yang saling memotong pada satu atau lebih dari ruas persimpangan. Salah satu cara mengatur simpang adalah dengan menggunakan lampu lalu lintas (*Traffic Signal*). Lampu lalu lintas merupakan alat pengatur lalu lintas yang mempunyai fungsi utama sebagai pengatur hak berjalan pergerakan lalu lintas (Siti Malkhamah, 1996, p.19). Pada persimpangan jalan Veteran kabupaten Kuningan terdapat persimpangan dengan rambu lalu lintas yang tidak berfungsi. Inilah alasan utama terjadinya konflik dan dibutuhkannya pengendalian pergerakan lalu lintas pada simpang jalan. Menurut Ffunky Pramesti “Pergerakan lalu lintas ini dapat dikendalikan dengan berbagai cara. Tujuannya adalah mengurangi titik konflik di persimpangan jalan, mengurangi kecelakaan lalu lintas, mengurangi waktu tundaan, derajat kejenuhan, peluang antrian dan mengoptimalkan arus lalu lintas. Salah satu bagian dari jalan yang dianggap perlu dianalisa adalah persimpangan baik dari simpang tiga mau pun simpang empat.”

Simpang empat merupakan salah satu titik rawan dalam sistem transportasi perkotaan yang membutuhkan perhatian khusus dalam pengaturan lalu lintas. Jalan Veteran Kabupateter Kuningan merupakan salah satu jalan arteri utama yang memiliki simpang empat tak bersinyal yang sangat rawan terjadinya kecelakaan dan juga kemacetan di jam padat. Berdasarkan data yang berasal dari DISHUB Kota Kuningan, bahwasanya “pada persimpangan Jalan Veteran Kota Kuningan telah terjadi peningkatan kecelakaan sebesar 5% dari tahun 2 tahun kebelakang”. Namun, belum ada penelitian yang mendalam mengenai kinerja simpang empat tersebut. Berdasarkan dari permasalahan ini, maka penulis tertarik melakukan penelitian untuk menganalisis kinerja simpang yang terdapat di Jalan Veteran dan memberikan alternatif solusi dari permasalahan yang terjadi dilapangan.

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Mei 2024. Adapun yang menjadi lokasi penelitian yaitu simpang empat tak bersinyal jalan Veteran Kabupaten Kuningan.



Gambar 2. 1 Peta Lokasi Penelitian Simpang Empat jalan Veteran

Metode yang digunakan dalam penelitian ini dengan melakukan pengamatan langsung keadaan lapangan sesungguhnya. Hal ini mutlak dilakukan agar dapat diketahui kondisi actual pada saat ini, sehingga diharapkan tidak terjadi kesalahan dalam evaluasi dan perencanaan perbaikan.

Data yang diperoleh antara lain:

a. Data Primer

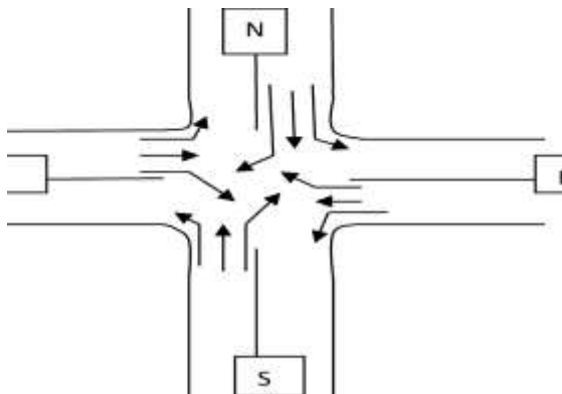
Data primer yaitu data yang didapatkan langsung dari lapangan Adapun data yang diambil diantaranya adalah kondisi geometrik jalan. volume lalu lintas dan hambatan samping.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait atau dari sumber lainnya, diantaranya peta jaringan jalan dan data jumlah penduduk kabupaten Kuningan

III. HASI DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Geometris Simpang



Gambar 3.1 Geometrik Simpang

Data geometris simpang adalah data kaki kaki simpang yang dihitung berdasarkan PKJI 2023 sebagai berikut :

Paremeter	: Data Teknisi
Daerah/Kabupaten / kota	: Kabupaten Kuningan
Jumlah Penduduk (Ukuran kota)	: 4.791.335,00 jiwa
Segmen Simpang	: Jl. Veteran (A,C)
	: Jl. Holil (B)
	: Jl. Otista (D)
Tipe Simpang	: 422
Hambatan	: Sedang
Samping	
Waktu Analisis	: Pagi, Siang dan Sore. Tahun 2024
Lebar Jalur Jalan	: Jl. Veteran (A,C) : 8 m
	: Jl. Holil (B) : 6 m
	: Jl. Otista (D) : 7 m
Tipe jalan	: 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD)

Sumber : Hasil Survey Lapangan 2024

3.2 Data Volume Lalu Lintas Simpang

3.2.1 Perhitungan Volume Simpang Tak Bersinyal Existing

Berikut perhitungan volume lalu lintas (smp/jam) pada simpang tak bersinyal existing berdasarkan hasil survey. Data lalu lintas yang diambil untuk perhitungan adalah data lalu lintas yang tinggi yaitu pada hari Sabtu, tanggal 06 Juli 2024 pukul 16.00 – 17.00 WIB.

Data hasil survei volume lalu lintas seperti disajikan pada tabel dibawah .

Tabel 3.1 Volume Lalu Lintas (Sabtu, 6 Juli 2024)

Waktu	Pendekat (Lengan Simpang)	Arah	Jenis Kendaraan					Total Kend / jam	Total Kend / jam
			K B	K S	M P	S M	KT B		
07.00	Jl. Veteran arah timur (Mayor)	LT	12	6	90	22	12	348	4387
		ST	11	10	110	10	5	224	
		RT	21	13	71	21	32	363	
08.00 Pagi	Jl. Holil (Minor)	LT	12	12	65	29	11	403	
		ST	3	10	76	21	21	347	
		RT	16	33	67	117	3	303	
-	Jl. Otista (Minor)	LT	2	25	99	28	8	452	
		ST	2	6	83	27	12	388	
		RT	3	13	83	134	5	278	
-	Jl. Veteran arah barat (Mayor)	LT	2	10	173	22	2	421	7912
		ST	21	23	136	25	4	461	
		RT	5	23	173	26	8	399	
12.00 - 13.00 Siang	Jl. Veteran arah timur (Mayor)	LT	3	32	458	26	12	422	
		ST	4	56	200	67	2	482	
		RT	5	13	352	35	2	503	
-	Jl. Holil (Minor)	LT	10	67	80	24	5	785	
		ST	3	45	256	35	17	815	
		RT	12	14	213	24	15	483	
-	Jl. Otista (Minor)	LT	1	42	256	25	17	527	7912
		ST	2	21	245	35	14	616	
		RT	5	52	117	164	13	1045	
-	Jl. Veteran arah barat (Mayor)	LT	8	6	256	54	14	822	
		ST	2	34	442	44	2	705	
		RT	4	13	245	42	34	707	
-	Jl. Veteran	LT	0	29	120	55	21	726	
		ST							
		RT							

16.00 - 17.00 Sore	arah timur (Mayor)	ST	3	21	14 2	55 6	31	753	8015
		RT	2	35	99	55 0	22	708	
	Jl. Holil (Minor)	LT	4	11	93	52 2	32	569	
		ST	2	23	72	56 0	27	533	
		RT	3	11	86	43 5	34	672	
	Jl. Otista (Minor)	LT	4	22	98	98	87	733	
		ST	11	31	14 3	14 3	67	812	
		RT	0	29	10 0	10 0	56	620	
	Jl. Veteran arah barat (Mayor)	LT	2	25	67	43 4	21	549	
		ST	7	32	85	47 4	34	632	
RT		22	22	80	49	67	708		

Tabel 3.2 Perhitungan volume lalu lintas tak bersinyal

[illegible]

Sumber : Hasil survei lapangan 2024

$$= \left(\frac{4 + 3 + 4 + 3,5}{4} \right)$$
$$= 3,63 \text{ m}$$

Lebar rata-rata pendekat utama dan minor terhadap jumlah lajur, simpang Jalan Veteran Kabupaten Kuningan memiliki kode IT 422, karena jumlah lengan simpang = 4, jumlah lajur jalan utama = 2, jumlah lajur jalan minor = 2.

Berikut ini hasil perhitungan lebar pendekatan dan tipe simpang tersebut :

Tabel 3.3 Perhitungan Lebar Pendekatan dan Tipe Simpang

Jumlah Lengan Simpang	Lebar pendekatan (m)						Lebar pendekatan rata-rata W1	Jalan Mayor	Jalan Minor	Tipe
	Jalan minor			Jalan utama						
	A	C	LRP AC	B	D	LRP BD				
4	8	8	4	6	7	3.25	3.63	2	2	422

Sumber : Hasil Perhitungan Data,2024

3.3 Kapasitas

3.3.1 Nilai Kapasitas Dasar (CO)

Hal ini dilihat pada tabel 2.3.kapasitas dasar menurut tipe simpang, kode IT 422, maka nilai kapsitas dasar (CO) = 2900 smp/Jam.

1.3.2 Faktor koreksi Lebar Pendekatan Rata – Rata (LP)

Nilai LP didapat dari perbandingan lebar rata-rata pendekat dengan tipe simpang, maka :

$$LP = 0,70 + 0,0866 \times W1$$

$$LP = 0,70 + 0,0866 \times 3,63$$

$$LP = 1,00$$

1.3.3 Faktor koreksi tipe Median Jalan Utama (FM)

Pada simpang empat Jalan Veteran Kabupaten Kuningan, jalan utama tidak memiliki median jadi nilai $F_m = 1,00$

1.3.4 Faktor koreksi Ukuran Kota Fuk

Daerah Kabupaten Kuningan dengan jumlah penduduk sebesar 4.791.335,00 jiwa (data BPS Kabupaten Kuningan 2024) termasuk ukuran sangat besar. Sehingga dapat dilihat factor penyesuaian ukuran kota (Fuk), nilai $Fuk = 1,05$.

1.3.5 Faktor koreksi hambatan samping dan kendaraan tak bermotor Fhs

Faktor penyesuaian hambatan samping dan kendaraan tak bermotor $UM/MV = 0,1$ daerah simpang tak bersinyal merupakan area lingkungan komersial dengan kelas hambatan sedang. Maka $Fhs = 0,85$

1.3.6 Faktor koreksi Belok Kiri (FBKI)

$$FBKI = 0,84 + 1,61 RBKI$$

$$FBKI = 0,84 + 1,61 (0,3)$$

$$FBKI = 1,1$$

1.3.7 Faktor koreksi Belok Kanan (FBKa)

Berdasarkan PKJI 2023 untuk simpang tak bersinyal dengan 4 lengan memiliki nilai :

$$FBKa = 1,0$$

Faktor koreksi Rasio Arus Jalan Minor (FRMI)

$$FRMI = 1,19 \times Rmi^2 - 1,19 \times Rmi + 1,19$$

$$FRMI = 1,19 \times 0,42^2 - 1,19 \times 0,42 + 1,19$$

$$FRMI = 0,90$$

Tabel 3.4 Perhitungan Kapasitas Simping Tak Bersinyal

Sumber : Hasil Perhitungan Data, 2024

1.3.8 Kapasitas (C)

$$C = CO \times LP \times FM \times Fuk \times Fhs \times FFKI \times FBKa \times FRMI$$

Periode	Kapasitas Dasar Co (smp/jam)	Faktor Penyesuaian Kapasitas (F)							Kapasitas C (smp/jam)
		LP	FM	Fuk	Fhs	FBKI	FBKa	FRMI	
Pagi	2900	1,05	1,00	0,05	0,85	1,33	1,00	0,90	3.028

$$C = 2900 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,05 \times 0,85 \times 1,3 \times 1,0 \times 0,90$$

$$C = 3.028$$

1. Derajat Jenuh

$$DJ = \frac{Q_{tot}}{C}$$

$$DJ = \frac{2874}{3028}$$

$$DJ = 0,9$$

2. Tundaan Lalu Lintas Simping (TTL)

Untuk $DJ > 0,60$ maka:

$$TLL = \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times DJ) - (1 - DS)^2}$$

$$= \frac{1,0504}{(0,2742 - 0,2042 \times 0,90) - (1 - 0,90)^2}$$

$$= 12 \text{ det/smp}$$

3. Tundaan Lalu Lintas Jalan Utama (TLLma)

Untuk $DS > 0,60$ maka :

$$TLLMA = \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \times DJ) - (1 - DJ)^{1,8}}$$

$$= \frac{1,0503}{(0,3460 - 0,2460 \times 0,9) - (1 - 0,9)^{1,8}}$$

$$= 8 \text{ det/ smp}$$

4. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (TLLMI)

$$TLLMI = \frac{(QKB \times TLL - QMA \times TLLMA)}{QMI}$$

$$= \frac{1165 \times 12 - 628 \times 8}{537}$$

$$= 17 \text{ det/smp}$$

5. Tundaan Geometrik Simpang (TG)

$$DJ = 0,9$$

Untuk $DJ < 1$ maka TG

$$\begin{aligned} &= (1 - 0,9) \times \{6 \cdot 0,41 + 3 (1 - 0,41)\} \\ &\quad + 4 \cdot 0,9 \\ &= (1 - 0,9) \times 4,27 + 3,6 \\ &= 4 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

6. Tundaan Simpang (T)

$$T = TG + TLL$$

$$T = 4 + 12$$

$$T = 16 \text{ det/smp}$$

7. Peluang Antrian

Batas Atas

$$Pa = (47,71 \times DJ) - (24,68 \times DJ^2) + (56,47 \times DJ^3)$$

$$Pa = (47,71 \times 1,1) - (24,68 \times 1,1^2) + (56,47 \times 1,1^3)$$

$$Pa = 64 \%$$

Batas Bawah

$$Pa = (9,02 \times DJ) + (20,66 \times DJ^2) + (10,49 \times DJ^3)$$

$$Pa = (9,02 \times 1,1) + (20,66 \times 1,1^2) + (10,49 \times 1,1^3)$$

$$Pa = 32 \%$$

Arus Lalu Lintas (Q)	Arus Lalu Lintas (Q)	DJ	TLL	TLLMA	TLLMI	TG	T	Pa	Sasaran
Kend./jam	(Q)								
2874	0,9	12	8	17	4	25	64	DJ >	
7516							32	0,85	

Setelah melakukan perhitungan di atas, dapat hasil perhitungan perilaku lalu lintas.

Tabel 3.5 Rekapitulasi Perhitungan Perilaku Lalu Lintas Simpang

Sumber : Hasil Perhitungan Data, 2024

3.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil perhitungan simpang empat tak bersinyal jalan Veteran Kabupaten kuningan bahwa volume lalu lintas tersibuk terjadi pada hari Sabtu, 06 Juli 2024 pada jam 16.00 – 17.00 WIB, dengan jumlah kendaraan sebesar 2.874 kend/jam dengan nilai kapasitas simpang 2874 smp/jam, lebar pendekat simpang 3,55 m, dimana nilai DJ telah melebihi standar PKJI 2023 yaitu 0,85. Berdasarkan nilai derajat kejenuhan (DJ) simpang tak bersinyal pada kondisi existing yaitu 0,9, tundaan lalu lintas simpang sebesar 25 det/smp, tundaan lalu lintas jalan mayor sebesar 8 det/smp, tundaan lalu lintas jalan minor sebesar 17 det/smp, peluang antrian batas atas 64 % peluang antrian batas bawah 32 %. Dengan ciri – ciri arus lalu lintas tersebut dapat disimpulkan Tingkat pelayanan = D.

3.5 Pembahasan

Pelebaran jalan (menertibkan pasar darurat) dan pemberian sinyal lalu lintas,dan pelarangan belok kiri pada Jalan Veteran (D) menuju Jalan Holil (A).

Optimalisasi kinerja simpang dilakukan dengan cara :

1. Pelebaran jalan geometrik simpang dengan cara penertian pasar darurat agar simpang minim hambatan dan tidak adanya parker sembarangan pada simpang jalan yang dimana lebar jalan Holil dari 6 m menjadi 7 m
2. Pemberian Lampu Lalu lintas agar kendaraan menjadi kondusif dan juga pemasangan rambu dilarang parkir sembarangan dan berhenti di area simpang, agar nilai hambatan turun menjadi rendah.

Tabel 3.6 Hasil Perhitungan akainerja simpang Alternatif

Variabel Perhitungan	Existing	Alternatif
----------------------	----------	------------

Tipe Simpang	422	422
Lebar rata-rata pendekat A	8	8
Lebar rata-rata Pendekat C	8	8
Lebar rata-rata pendekat B	6	7
Lebar rata-rata pendekat B	7	7
Lebar rata-rata pendekat Minor	3,5	3,5
Lebar rata-rata pendekat Umum	3,62	3,75
Lebar rata-rata pendekat mayor	4	4
Kapasitas Dasar	2900	2900
Faktor Penyesuaian Lebar Pendekat	1	1
Faktor penyesuaian tipe median jalan utama	1	1,02
Penyesuaian Ukuran Kota	1,05	1,05
Faktor Penyesuaian tipe median jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor	0,85	1
Faktor Penyesuaian belok kiri	17	1,3
Faktor penyesuaian belok kanan		1
Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor		0,92
Kapasitas	3.028	3.715
Arus lalu lintas		
Derajat kejenuhan	0,90	0,77
Tundaan lalu lintas	12	8,9
Tundaan lalu lintas jalan utama	8	6,6
Tundaan lalu lintas jalan Minor		11,6
Tundaan geometrik simpang	4	4
Tundaan simpang	16	13,9
Peluang Antrian	64-32	47-24
Tingkat Pelayanan	D	C

Sumber : Hasil Perhitungan Data, 2024

Setelah dilakukan perbaikan simpang menggunakan alternatif, maka terjadi penurunan derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tingkat pelayanan. Berdasarkan nilai derajat kejenuhan kondisi existing dari 0,90 menjadi 0,77, maka nilai LOS (Level of Servis) dari D menjadi C. Solusi ini sudah efektif untuk mencapai target sasaran derajat kejenuhan yaitu $<0,85$.

IV. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada simpang tak bersinyal ruas jalan Veteran Kabupaten Kuningan dengan jumlah kendaraan sebesar 2.874 kend/jam, lebar pendekat simpang 3,55 m, maka nilai kapasitas simpang adalah 2874 smp/jam. Berdasarkan nilai derajat kejenuhan simpang tak bersinyal pada kondisi existing yaitu 0,9, tundaan lalu lintas simpang sebesar 25 det/smp, tundaan lalu lintas jalan mayor sebesar 8 det/smp, tundaan lalu lintas jalan minor sebesar 17 det/smp, peluang antrian batas atas 64 % peluang antrian batas bawah 32 %. dimana nilai derajat jenuh telah melebihi standar PKJI 2023 yaitu 0,85. Maka dengan ciri – ciri arus lalu lintas tersebut dapat disimpulkan Tingkat pelayanan = D.
2. Alternatif perbaikan yang ditemukan untuk memecahkan masalah simpang empat tak bersinyal ini yaitu dengan hasil Derajat kejenuhan 0,77, tundaan simpang 12,9 det/smp, peluang antrian 47-24, Menjadikan tingkat layanan adalah C.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Penertiban pemerintah setempat pada pasar darurat yang terdapat pada persimpangan karma dapat memicu kemacetan pada

- simpang empat tak bersinyal Jalan Veteran Kabupaten Kuningan.
2. Penertiban parker bebas dan berentinya angkutan umum agar tidak ada tundaan lalu lintas yang sangat mengganggu efisiensi lalu lintas pada simpang empat tak bersinyal jalan Veteran Kabupaten Kuningan

DAFTAR PUSTAKA

- Intari, Dwi Esti. 2019. "Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Study Kasus : Simpang Tiga Jalan Raya Serang KM 24 – Jalan Akses Tol Balaraja Barat, Kab.Tangerang,Banten) ": Skripsi Teknik Sipil.Banten : Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- Hapriawal, Hardinal Aksan.2019. "Evaluasi Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dikota Makasar",Skripsi Teknik Sipil.Makasar : Universitas Bosowa.
- Direktorat Jendral Bina Marga . 2017.Manual Kapasitas Jalan Indonesia. Jakarta Selatan: Departemen Pekerjaan Umum.
- Aska,.2022."Pengertian Jalan dan Jenis Jenis Jalan di Indonesia" dalam. diaskes 20 Desember 2022.
- Listiana Novi, 2019, Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Raya Dramaga-Bubulak Bogor, Jawa Barat. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan. Vol. 04 No. 01, April.
- Mahendra GD, 2013, Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal dan Ruas Jalan di Kota Denpasar. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil.Vol. 17, No.2, Juli.
- Malkhamah Siti, 1996,"Lampu lalu lintas merupakan alat pengatur lalu lintas yang mempunyai fungsi utama sebagai pengatur hak berjalan pergerakan lalu lintas "
- Pramesti F.fungky "Pergerakan lalu lintas ini dapat dikendalikan dengan berbagai cara. Tujuannya adalah mengurangi titik konflik di persimpangan jalan, mengurangi kecelakaan lalu lintas, mengurangi waktu tundaan, derajat kejenuhan, peluang antrian dan mengoptimalkan arus lalu lintas"