

## EVALUASI SIMPANG TAK BERSINYAL DAN BIAYA OPERASIONAL DI JALAN LETJEND SUPRAPTO – JALAN HOS. COKROAMINOTO – JALAN LETJEND SUTOYO KOTA KEDIRI

Dwiki Alfian<sup>1</sup>, Udi Subagyo<sup>2</sup>, Burhamtoro<sup>2</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2</sup>, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>3</sup>.

Email: [dwikialfian96@gmail.com](mailto:dwikialfian96@gmail.com)<sup>1</sup>, [subagyoudi@gmail.com](mailto:subagyoudi@gmail.com)<sup>2</sup>, [burhamtoro@polinema.ac.id](mailto:burhamtoro@polinema.ac.id)<sup>3</sup>.

### ABSTRAK

Keberadaan persimpangan tidak dapat dihindari pada sistem lalu lintas, dimana diperlukan pengaturan pergerakan di persimpangan dengan menggunakan lampu lalu lintas, seperti pada Persimpangan Jalan Letjend Suprpto – Jalan Hos. Cokroaminoto – Jalan Letjend Sutoyo. Permasalahan terjadi adalah terjadinya penumpukan kendaraan karena tidak adanya pengaturan lalu lintas. Selain itu panjang antrian akibat tidak adanya pengaturan lalu lintas dapat menyebabkan kemacetan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa persimpangan Jalan Letjend Sutoyo – Jalan Hos. Cokroaminoto – Jalan Letjend Suprpto dengan mengevaluasi kinerja simpang untuk mengurangi tundaan. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung pada lokasi simpang. Adapun data yang diambil adalah volume kendaraan yang dilalui tiap simpang, geometrik simpang. Data yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan kondisi eksisting simpang yang akan menjadi acuan dalam mengevaluasi kinerja simpang dan memberi alternatif dengan nilai tundaan yang sesuai pada klasifikasi jalan dengan memperhatikan teori evaluasi kinerja simpang tak bersinyal. Dari hasil evaluasi, diketahui kinerja simpang kondisi eksisting terdapat nilai Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 1,133 ; tundaan (Delay) 28,81 detik serta tingkat pelayanan D. sedangkan kinerja simpang setelah dilakukan penanganan simpang adalah Derajat Kejenuhan (DS) 0,442 ; tundaan (Delay) 14,85 detik dalam kategori tingkat pelayanan B dan untuk kinerja 5 tahun kedepan tingkat pelayanan C.

**Kata kunci :** Simpang, Tak Bersinyal, BOK

### ABSTRACT

*The existence of an intersection cannot be avoided in the traffic system, where it is necessary to regulate movement at the intersection using traffic lights, such as at the T – Junction Of Letjend Suprpto - Hos Cokroaminoto - Letjend Sutoyo. The problem that occurs is the prohibition of vehicles because there is no traffic regulation. In addition, long queues due to the absence of traffic control can cause congestion. This study aims to analyzed the T – Junction of Letjend Sutoyo - Jalan Hos. Cokroaminoto - Jalan Letjend Suprpto by evaluated the performance of the intersection to reduce the delays. Data collection was carried out by direct observation at the intersection location. The data taken is the volume of vehicles passed at each intersection, geometric intersections. The data obtained is used to obtain existing intersection conditions which will be a reference in evaluating intersection performance and provide alternatives with delay values that are appropriate to road classification by taking into account the performance evaluation theory of signalless intersections. The resulted of analyzed, it is known that the performance of the existing condition in T – Junction intersection has a Degree of Saturation (DS) value of 1.133; delay (Delay) 28.81 seconds and service level D. while the performance of the intersection after handling the intersection is Degree of Saturation (DS) 0.442 ; delay of 14.85 seconds in the category of service level B and for the next 5 years performance level of service C.*

**Keywords:** Intersection, Signalless, BOK

## 1. PENDAHULUAN

Kota Kediri adalah kota terbesar ketiga di Provinsi Jawa Timur setelah Surabaya dan Malang. Kediri juga merupakan ibukota dari Karesidenan Kediri yang terdiri dari beberapa kota dan kabupaten yaitu Kabupaten Kediri, Kota Nganjuk, Kota Tulungagung, Kota Blitar, dan Kota Trenggalek. Sebagai wilayah kota yang merupakan salah satu Pemerintahan Kota yang ada di wilayah Provinsi Jawa Timur, Kota Kediri terletak di wilayah selatan bagian barat Jawa Timur. Kota Kediri dijadikan wilayah pengembangan kawasan lereng Gunung Wilis, dan sekaligus sebagai pusat pengembangan regional eks Wilayah Pembantu Gubernur Wilayah III Kediri yang mempunyai pengaruh timbal balik dengan daerah sekitarnya.

Kota Kediri merupakan pusat perdagangan utama untuk gula Indonesia dan industri rokok. Kota ini dinobatkan sebagai peringkat pertama Indonesia Most Recommended City for Investment pada tahun 2010 berdasarkan survey oleh SWA yang dibantu oleh Business Digest, unit bisnis riset grup SWA, hal ini mengakibatkan meningkatnya aktivitas penduduk, Aktivitas penduduk terjadi karena adanya kawasan penarik dalam hal ini seperti Kawasan perdagangan, perkantoran, sekolah dan lain-lain. Dengan adanya kawasan-kawasan tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan transportasi sehingga sering terjadi tundaan atau kemacetan.

Di dalam suatu jaringan transportasi, terdapat persimpangan yang merupakan titik rawan akan terjadinya kemacetan lalu lintas, oleh adanya konflik – konflik pergerakan arus. Persimpangan merupakan simpul transportasi yang terbenmk dari beberapa pendekat lengan, dimana arus kendaraan dari beberapa pendekat tersebut bertemu dan memencar meninggalkan persimpangan, Pada sistem transportasi jalan dikenal tiga macam persimpangan, yaitu pertemuan jalan sebidang, pertemuan jalan tak sebidang dan kombinasi keduanya.

persimpangan adalah pertemuan atau percabangan jalan, baik sebidang maupun tidak sebidang dengan kata lain persimpangan dapat diartikan sebagai dua jalur atau lebih ruas jalan yang berpotongan, dan termasuk didalamnya fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, Oleh karena itu dilakukan berbagai upaya untuk memaksimalkan kapasitas dan kinerjanya dengan tetap memperhatikan keselamatan para pengendara dan pejalan kaki, Kurang nya Pengaturan lampu lalu lintas yang kurang tepat dapat mengganggu kelancaran sistem lalu lintas secara keseluruhan seperti bertumpuknya kendaraan pada satu atau beberapa ruas.

Berdasarkan latar belakang diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul “Evaluasi

Kinerja Simpang Tak Bersinyal Dan Biaya Operasional Kendaraan Di Jalan Letjend Suprpto – Jalan Hos. Cokroaminoto – Jalan Letjend Sutoyo Kota Kediri”.

## 2. METODE

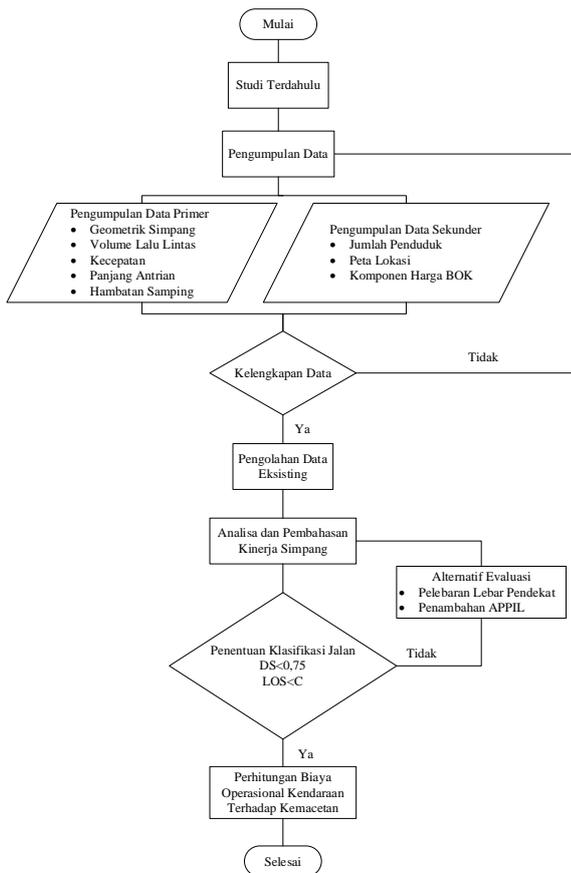
### Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jalan Letjend Suprpto – Jalan Hos. Cokroaminoto – Jalan Letjend Sutoyo Kota Kediri”.



**Gambar 1. Over View Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini, yaitu data primer dan data sekunder. Pengambilan data primer dilakukan dengan cara observasi langsung di lapangan. Pelaksanaan survei dilakukan pada hari minggu dan hari senin dengan waktu pelaksanaan di pagi hari pukul 06.00 – 08.00 WIB, pada siang hari pukul 11.00 – 13.00 WIB, dan sore hari pukul 15.00 – 17.00 WIB. Dalam pelaksanaan suvei dibutuhkan kamera untuk merekam kondisi simpang dan tim survei untuk membantu proses pengambilan data. Tahapan pengerjaan dalam penelitian ini dapat dilihat pada *flowchart* berikut



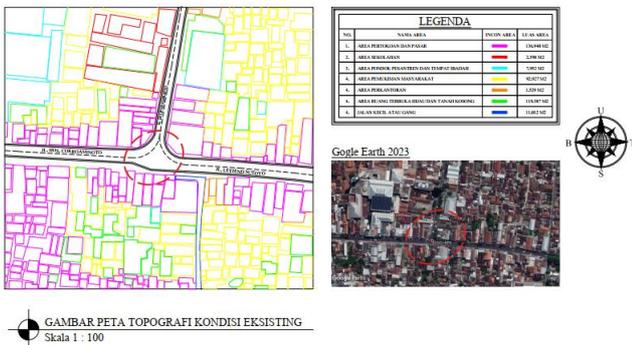
Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Geometrik Simpang

Data geometrik dan kondisi simpang jalan diambil secara langsung oleh peneliti. Pada simpang empat ini digunakan kode pendekat, yaitu

- Jalan Letjend Suprepto : Kode pendekat U (Utara)
- Jalan Hos. Cokroaminoto : Kode pendekat B (Selatan)
- Jalan Letjend Sutoyo : Kode pendekat T (Timur)



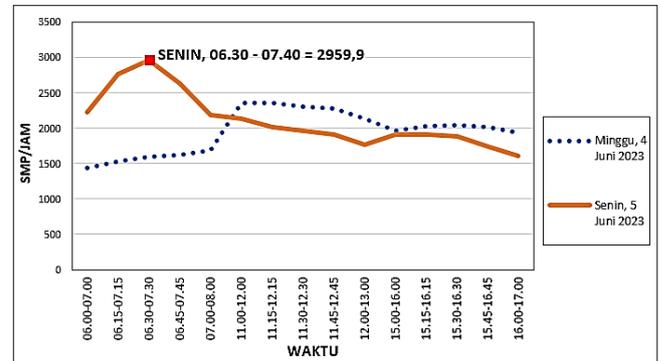
Gambar 3 Kondisi Geometrik simpang

Tabel 1 Geometrik Jalan

Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar Jalan	Lebar Masuk	Lebar Keluar	Median Ya/Tidak	Tipe Jalan Persimpangan
Utara	Jl. Letjend Suprpto	7,4 m	3,7 m	4,6 m	Tidak	2/2 UD
Timur	Jl. Letjend Sutoyo	9,6 m	5 m	3,6 m	Tidak	2/2 UD
Barat	Jl. HOS. Cokroaminoto	9,6 m	6 m	3,7 m	Tidak	2/2 UD

#### B. Data Volume Lalu Lintas

Dari hasil survei yang dilakukan selama dua hari, diambil jam puncak pagi hari jam 06.30 – 7.30 dan didapatkan nilai 2959,9 smp/jam dapat dilihat pada gambar grafik berikut



Gambar 4 Grafik kumulatif Kendaraan Hari Sabtu dan Senin

#### C. Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Pengolahan data analisis kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting menggunakan rumus dari pedoman MKJI 1997 pada formulir USIG-I dan SIG-II, serta didapatkan hasil rekapitulasi sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan Kondisi Eksistin

REKAP KONDISI EKSISTING		
Periode Analisa	:	06.30-07.30
Pengaturan	:	Tak bersinyal 3 lengan
Kapasitas	:	2616 smp
Kapasitas sisa	:	-348 smp
Derajat Jenuh	:	<b>1,133</b>
Tundaan Lalin Simpang	:	24,81 detik
Tundaan Jalan Mayor	:	15,86 detik
Tundaan Geometrik	:	4,00 detik
Tundaan Simpang	:	<b>28,81</b> detik
Peluang Antrian	:	104,55 %
Klasifikasi Jalan	:	Kolektor Primer

Dari hasil rekapitulasi pengolahan data evaluasi kinerja simpang tak bersinyal kondisi eksisting maka diketahui tundaan simpang sebesar 28,81 detik dengan tingkat

pelayanan D, sedangkan menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik, maka dapat disimpulkan bahwa persimpangan Jl. Letjend Suprpto – Jl. Hos. Cokroaminoto – Jl. Letjend Sutoyo perlu adanya penanganan.

**A. Pembahasan Skenario Penanganan Kinerja Simping Tak Bersinyal.**

Pembahasan skenario penanganan evaluasi kinerja simping tak bersinyal bertujuan untuk memperbandingkan alternatif terbaik serta nilai tundaan yang sesuai dengan tingkat pelayanan. Adapun skenario yang direncanakan untuk penanganan kinerja simping antara lain :

1. Penambahan APILL sinyal 3 fase dengan pengaturan belok kiri langsung pada pendekatan utara dan timur serta jalan lurus terus pada pendekatan barat
2. Pelebaran Lebar pendendekat dilakukan pada semua lengan

Dari skenario tersebut, adapun analisa dan pembahasan untuk penanganan kinerja simping tak bersinyal sebagai berikut :

**B. Kinerja Simping Setelah Penanganan Lebar Pendekat**

Pengolahan data analisis kinerja simping tak bersinyal kondisi setelah penanganan pelebaran lebar pendekat menggunakan rumus dari pedoman MKJI 1997 pada formulir USIG-I dan SIG-II, serta didapatkan hasil rekapitulasi sebagai berikut.

**Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Kondisi Pelebaran Lebar Pendekat**

REKAP KONDISI PELEBARAN LEBAR PENDEKAT		
Periode Analisa	:	06.30-07.30
Pengaturan	:	Tak bersinyal 3 lengan
Kapasitas	:	2845 smp
Kapasitas sisa	:	-115 smp
Derajat Jenuh	:	<b>1,040</b>
Tundaan Lalin Simping	:	17,09 detik
Tundaan Jalan Mayor	:	11,73 detik
Tundaan Geometrik	:	4,00 detik
Tundaan Simping	:	<b>21,09</b> detik
Peluang Antrian	:	86,52 %
Klasifikasi Jalan	:	Kolektor Primer

Dari hasil rekapitulasi maka diketahui tundaan simping masuk dalam katagori C dikarenakan kan tundaan simping sebesar 21,09 detik, menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik.

**C. Kinerja Simping Setelah Penanganan Dengan Penambahan APILL Sinyal 3 Fase Dengan Pengaturan Belok Kiri Langsung Dan Jalan Lurus Terus.**

Pengolahan data analisis kinerja simping tak bersinyal kondisi setelah penanganan pelebaran lebar pendekat menggunakan rumus dari pedoman MKJI 1997 pada formulir SIG-I sampai formulir SIG-II, serta didapatkan hasil rekapitulasi sebagai berikut.

**Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Kondisi Penambahan Apill**

REKAPITULASI PENAGANAN APILL								
Kode Pendekat	Waktu Siklus	g (det)	Arus lalu lintas (smp/jam) Q	Derajat kejenuhan DS	Kapasitas (smp/jam) C	panjang Antrian (meter) QL	Tundaan rata-rata D	Tingkat Pelayanan LOS
U	40	3	63,2	0,567	111,405	10,811	22,043	D
T	40	18	700,5	0,567	1234,801	72,000	12,489	D
B	40	6	221,5	0,191	1157,084	16,667	10,029	C
Rata - rata			328,400	0,442	834,430	33,159	<b>14,85</b>	B

Dari hasil rekapitulasi pengolahan data evaluasi kinerja simping tak bersinyal kondisi eksisting maka diketahui tundaan simping sebesar 14,85 detik dengan tingkat pelayanan B, sedangkan menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik, maka dapat disimpulkan bahwa alterntif yang terpilih untuk penanganan kinerja simping tak bersinyal adalah dengan penambahan APILL sinyal 3 fase dengan pengaturan belok kiri langsung pada pendekatan utara dan timur serta jalan lurus terus pada pendekatan barat.

**Tabel 5. Perhitungan BOK Kondisi Eksisting**

Kode Pendekat	Kecepatan	Panjang antrian (km)	Komponen BOK	Total BOK	Biaya Kemacetan
U	12,92	0,077	715,4	Rp 508.092	Rp616.838
S	14,04	0,082	763,3	Rp 550.329	Rp646.319
T	16,54	0,080	370,9	Rp 261.331	Rp266.063
B	13,84	0,075	348,3	Rp 209.670	Rp266.063
<b>TOTAL</b>			<b>Rp34.592</b>	<b>Rp1.529.442</b>	<b>Rp1.680.106</b>

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan pada simpang didapatkan nilai sebesar Rp 1.529.442/jam dan hasil perhitungan Biaya kemacetan didapatkan nilai sebesar Rp 1.680.442/jam.

**D. Analisa Biaya Oprasional Kendaraan Terhadap Kemacetan Kondisi Eksisting**

**Tabel 6. Perhitungan BOK Terhadap Kemacetan Kondisi Eksisting**

BIAYA KEMACETAN EKSISTING								
Lengan	Jenis kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kecepatan		Nilai waktu	Tundaan	Biaya kemacetan (Rp/Jam)	
			BOK eksisting	Kecepatan ideal				
		N	G	A	B	V	T	
Jl. Letjend Suprpto	LV	212	10394,86	11,52954545	36,27934	0,008002	243,15991	
	HV	112	20457,28315	11,52954545	33,1917	0,008002	242,77232	
Jl. Letjend Sutoyo	LV	353	10076,33102	12,09	38,59513	0,008002	415,33222	
	HV	31	19773,45322	12,09	35,5074	0,008002	68,63769	
Jl. HOS. Cokroaminoto	LV	150	10369,83473	11,57142857	38,59502	0,008002	173,10987	
	HV	46	20403,9745	11,57142857	35,5074	0,008002	100,28510	

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan pada Kondisi eksisting didapatkan nilai sebesar Rp.7.780,40 untuk Lv Dan Rp.16.668,95 untuk Hv serta perhitungan biaya oprasional kendaraan terhadap kemacetan sebesar Rp.217,133,506/jam

**Tabel 7. Perhitungan BOK Terhadap Kemacetan Kondisi Setelah Penanganan**

BIAYA KEMACETAN PENANGANAN							
Lengan	Jenis kendaraan	Jumlah Kendaraan	Kecepatan		Nilai waktu	Tundaan	Biaya kemacetan (Rp/Jam)
			BOK eksisting	Kecepatan ideal			
		N	G	A	B	V	T
Jl. Letjend Suprpto	LV	212	10.394,65	11,53	36	0,004277	Rp 129.981
	HV	112	20.457,28	11,53	10	0,004277	Rp 109.065
Jl. Letjend Sutoyo	LV	353	10.076,33	12,09	36	0,004277	Rp 220.907
	HV	31	19.773,45	12,09	33	0,004277	Rp 36.510
Jl. HOS. Cokroaminoto	LV	150	10.369,83	11,57	39	0,004277	Rp 92.536
	HV	46	20.403,97	11,57	10	0,004277	Rp 53.607

Hasil perhitungan biaya operasional kendaraan pada Kondisi eksisting didapatkan nilai sebesar Rp.7.780,40 untuk Lv Dan Rp.16.668,95 untuk Hv serta perhitungan biaya oprasional kendaraan terhadap kemacetan sebesar Rp. 110,536,032/jam

**E. Analisa Perhitungan Kinerja Simpang 5 Tahun Mendatang**

**Tabel 8. Analisa Perhitungan Kinerja 5 Tahun Mendatang**

Tahun	Pendekat	c (det)	g (det)	DS	D (det/smp)	DI (det/smp)	LOS
2024	Utara	41	3	0,594	65,194		
	Timur	41	19	0,594	14,585	18,788	C
	Barat	41	6	0,594	18,930		
2025	Utara	43	3	0,621	68,219		
	Timur	43	20	0,621	14,744	19,072	C
	Barat	43	7	0,621	18,930		
2026	Utara	46	3	0,649	70,543		
	Timur	46	20	0,649	14,834	20,122	C
	Barat	46	7	0,649	22,776		
2027	Utara	49	4	0,678	72,313		
	Timur	49	24	0,678	14,870	20,335	C
	Barat	49	8	0,678	23,228		
2028	Utara	52	4	0,707	73,630		
	Timur	52	26	0,707	14,863	20,482	C
	Barat	52	9	0,707	23,652		

Menurut Peraturan Menteri Nomor 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang untuk kelas jalan kolektor Primer adalah  $D < 15$  detik/smp. dari hasil perhitungan kinerja untuk 5 tahun yang akan datang pada tahun 2028 nilai tundaanya 20,482 det/smp sehingga masuk kategori pelayanan C.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan simpang tak bersinyal di Jalan Letjend Suprpto – Jalan HOS. Cokroaminoto – Jalan Letjend Sutoyo Kota Kediri yang telah dilakukan evaluasi kinerja simpang, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simpang tak bersinyal pada kondisi eksisting tundaan simpang sebesar 28,81 detik dengan tingkat pelayanan (level of service) C, sedangkan menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik.
2. Kinerja simpang tak bersinyal setelah dilakukan penanganan simpang sebagai berikut :
  - a. Skenario I dengan penanganan pelebaran pendekat di semua lengan menghasilkan : tundaan sebesar 21,09 , sedangkan menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik.
  - b. Skenario II dengan penanganan Penambahan Apill snyal 3 fase dengan pengaturan belok kiri langsung menghasilkan : tundaan simpang masuk dalam katagori C dikarenakan tundaan sebesar 14,85 detik, menurut peraturan menteri 96 tahun 2015, klasifikasi jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya B dan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik,
3. Biaya operasional kendaraan terhadap kemacetan pada kondisi eksisting sebesar Rp.207,216,186
4. Biaya operasional kendaraan terhadap kemacetan setelah penanganan simpang sebesar Rp.107,101,802
5. Analisa perkiraan kinerja simpang untuk 5 tahun mendatang pada tahun 2028 didapatkan pada persimpangan Letjend Suprpto – Jalan HOS. Cokroaminoto – Jalan Letjend Sutoyo Kota Kediri Dengan arus lalu lintas sebesar 458/jam untuk derajat kejenuhan 0,70 untuk tundaan simpang 37,382.dan tingkat pelayanan C

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditya Yayang Nurkafi, Y. C. S. S. W. A. I. C., 2019. Analisa Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Simpang Branggahan Ngadiluwih Kabupaten. 2(1), pp. 164-178.
- [2] BPK RI. (n.d.). Kota Kediri. BPK RI. <https://jatim.bpk.go.id/kota-kediri/>
- [3] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [4] Haryati, N., 2020. Analisa Biaya Operasional Kendaraan Akibat Pemakaian Badan Jalan Yang Bersifat Pribadi (Studi Kasus : Penutupan Jl. Wakaaka Dengan Pemilihan Rute Melalui Jl. Hayam Wuruk, Kota Baubau). Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil Unidayan, 9(2), pp. 113-123.
- [5] Hilarius Aban, G. D. P. P. D. R., 2021. Evaluasi Kinerja Kerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Gatot Subroto, Kota Malang. Volume 4, p. B7.1–B7.15.
- [6] Hobbs, F. D. 1995. Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas (Edisi Kedua), Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [7] Morlok, E. K., 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga.
- [8] Muhammad Shofwan Donny Cahyono, A. M. R. E. W., 2019. Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Simpang Mengkreng untuk Perencanaan Jalan Tol Kertosono – Kediri. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil, 2(2), pp. 51-56.
- [9] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, Jakarta.
- [10] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 2006, PP No. 34 Tahun 2006 Tentang Jalan, Jakarta.
- [11] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 1993, PP No. 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, Jakarta.
- [12] Prasetyanto, D. 2008, Buku Ajar Rekayasa Lalu Lintas, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- [13] Selter. R. J, 1974, Highway Traffic Analysis And Design, University of Bradford.
- [14] Tzedakis, A, 1980, Different Vehicles Speeds and Congestion Costs, Journal of Transport Economics and Policy.