

## ANALISIS KINERJA SIMPANG KARANGLO PASCA PEMBANGUNAN UNDERPASS KARANGLO TOL MALANG – PANDAAN

**Aliffasha Wianda Putranto<sup>1</sup>, Dwi Ratnaningsih<sup>2</sup>, Muhamad Fajar Subkhan<sup>3</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: [aliffashawianda@gmail.com](mailto:aliffashawianda@gmail.com)<sup>1</sup>, [dwiratna.polinema@gmail.com](mailto:dwiratna.polinema@gmail.com)<sup>2</sup>, [m\\_fajarsubkhan@yahoo.co.id](mailto:m_fajarsubkhan@yahoo.co.id)<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Pembangunan *underpass* Karanglo bertujuan untuk mengurai kemacetan pada simpang Karanglo akibat penambahan lengan Tol Malang - Pandaan. Namun demikian, pada pertemuan jalan tersebut, pada Simpang Karanglo justru terjadi kemacetan dan antrian kendaraan yang panjang. Sehubungan dengan permasalahan tersebut, maka diperlukan untuk menganalisa kinerja simpang pada kondisi eksisting, alternatif perbaikan, dan biaya operasional kendaraan pada Simpang Karanglo. Data yang digunakan pada analisis ini yaitu data primer dan sekunder. Data primer didapat dari pengukuran geometrik jalan dan pengukuran fase serta siklus sinyal, sedangkan data sekunder didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Malang dan *forecasting* data LHR serta hambatan samping. Untuk pengolahan data menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997. Biaya operasional kendaraan menggunakan pedoman dari Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2005. Berdasarkan hasil analisa, didapatkan kinerja simpang kondisi eksisting diperoleh tundaan (D) = 220,12 dan tingkat pelayanan simpang (LOS) = E. Dari hasil analisa tersebut maka perlu dilakukan alternatif perbaikan simpang yaitu dengan mendesain fase sinyal, sehingga diperoleh tundaan (D) = 21,99 dan tingkat pelayanan simpang (LOS) = C. Biaya operasional kendaraan pada kondisi sebelum ada *underpass* untuk kendaraan ringan sebesar Rp 6.143/km. Biaya operasional kendaraan pada kondisi setelah ada *underpass* untuk kendaraan ringan sebesar Rp 4.979/km.

**Kata kunci :** Simpang bersinyal, tingkat pelayanan simpang, biaya operasional kendaraan

### ABSTRACT

*Karanglo underpass construction aims to reduce traffic congestion at the Karanglo intersection due to the addition of the Malang - Pandaan Toll Road arm. Anyhow, at the end road of Karanglo Intersection causes traffic jam and long vehicle queue. Related with that problem, so it is necessary to analyze the intersection performance, alternative improvement, and vehicle operating cost at the Karanglo intersection. The data used in this analysis are primary and secondary data. Primary data are obtained from road geometric measurements and phase and signal cycle measurements, while secondary data are obtained from the Central Statistics Agency (BPS) of Malang Regency and forecasting LHR data and side barriers. For the data processing, it uses Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI) method 1997. Vehicle operating cost uses a handbook from Ministry of Public Works Directorate General of Highways 2005. Based on the analysis' result, the performance of the existing intersection condition obtained delay (D) = 220.12 and the intersection service level (LOS) = E. From the analysis' result, it is needed an alternative of intersection refinement by designing the signal phase, so that the delay (D) = 21.99 and the intersection services level (LOS) = C. The Vehicle operating cost before there was underpass for light vehicle was Rp 6.143/km. The vehicle operating cost after the underpass for light vehicle was Rp. 4.979/km.*

**Keywords :** *Signalized intersections, intersection service level, vehicle operating cost*

### 1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang sering terjadi di kota – kota besar timbul akibat pertumbuhan volume lalu-lintas yang jauh lebih cepat melebihi kapasitas jalan yang menyebabkan kemacetan berkepanjangan terutama jika kapasitas jalan

tidak segera ditingkatkan. Salah satu titik kemacetan di Kota Malang berada di Simpang Karanglo yang menghubungkan Kota Malang, Kota Surabaya, dan Kota Batu dan mempunyai arus lalu lintas sangat padat yang diakibatkan dari pertemuan arus lalu lintas tak sebidang sehingga terjadi permasalahan

transportasi yang mengakibatkan kemacetan. Sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan di Simpang Karanglo,

Pemerintah Kota Malang membangun tol Malang – Pandaan pada tahun 2017 sebagai salah satu alternatif pilihan pengguna jalan khususnya kendaraan beroda 4 agar terhindar dari kemacetan. Dari dampak pembangunan tol Malang - Pandaan ini, simpang menjadi tak sebidang karena adanya Underpass yang menghubungkan jalan yang semula 3 ruas menjadi 4 ruas agar tidak terjadi penumpukan kendaraan.

Panjang antrian kendaraan ini terjadi akibat lajur kendaraan dari arah exit tol yang memiliki 2 lajur dan dari arah Underpass memiliki 2 lajur yang bertemu menjadi 2 lajur saja. Antrian kendaraan terjadi karena penumpukan kendaraan yang bergantian melintas di ruas jalan utama. Kemacetan bisa saja bertambah parah ketika musim libur.

Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa kinerja simpang pasca pembangunan underpass pada Simpang Karanglo dari dampak pembangunan tol Malang – Pandaan.

## 2. METODE

### Metode Pengumpulan Data

Data yang diperoleh langsung dari pengamatan di lokasi penelitian pada ketiga simpang.

#### Data Primer

Data primer yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Geometrik Simpang  
Data geometrik simpang didapat dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan menggunakan alat ukur roll meter. Hal-hal yang diukur antara lain adalah: Lebar pendekat; Lebar masuk; Lebar keluar; Keberadaan median dan lebarnya; Pembagian jalur; Jarak antar simpang
- 2) Fase dan Waktu Sinyal  
Survei ini dilakukan untuk mengetahui arah pergerakan dan pengaturan waktu di setiap simpang bersinyal. Data ini didapat dengan melakukan survei langsung ke lapangan yaitu dengan cara menghitung lamanya waktu merah, kuning, hijau, dan waktu antar hijau di setiap pendekat pada masing-masing simpang menggunakan stopwatch. Serta menghitung waktu siklus dan jumlah fase di setiap simpang dengan mencatat lamanya fase dari mulai menyala, berhenti hingga menyala kembali.

#### Data Sekunder

Data yang diperoleh dari beberapa instansi terkait serta dari beberapa penelitian terdahulu dimana memiliki kesinambungan jenis penelitian dan teknik metode penelitian dengan penelitian ini. Data sekunder pada penelitian ini berupa:

- 1) Peta Situasi dalam bentuk AutoCAD (dwg.)
- 2) Jumlah Penduduk Kota Malang didapat dari situs Badan Pusat Statistik Kota Malang (<https://malangkota.bps.go.id/>)
- 3) Data LHR *Forecast* data tahun 2018 dari penelitian sebelum adanya *Underpass*
- 4) Data Hambatan Samping *Forecast* data tahun 2018 dari penelitian sebelum adanya *Underpass*

### Metode Analisa Kinerja Simpang

Metode yang digunakan dalam menganalisa waktu sinyal dan kinerja simpang adalah dengan menggunakan pedoman MKJI 1997 Bab 2 tentang Simpang Bersinyal yang terdiri dari 5 form SIG.

### Metode Analisa Biaya Operasional Kendaraan

Metode yang digunakan dalam menghitung Biaya Operasional Kendaraan adalah dengan menggunakan pedoman perhitungan Biaya Operasional Kendaraan Untuk Jalan Perkotaan Indonesia yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Tahun 2005

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Faktor Perhitungan Analisa Kinerja Simpang

- 1) Kapasitas  
Kapasitas pada persimpangan didasarkan pada konsep dan angka arus aliran jenuh (Saturation Flow). Angka Saturation Flow didefinisikan sebagai angka maksimum arus yang dapat melewati pendekatan pertemuan jalan menurut kontrol lalu lintas yang berlaku dan kondisi jalan Saturation Flow bernotasi S dinyatakan dalam unit kendaraan perjam pada waktu lampu hijau, dimana hitungan kapasitas masing-masing pendekat :  
 $C = S \times g/c$
- 2) Arus Jenuh Dasar  
Arus jenuh biasanya dinyatakan sebagai hasil perkalian dari arus jenuh dasar ( $S_0$ ) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan faktor penyesuaian ( $F$ ) untuk penyimpangan dari kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi- kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.  
 $S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$
- 3) Derajat Kejenuhan  
Kapasitas pendekat diperoleh dengan perkalian arus jenuh dengan rasio hijau ( $g/c$ ) pada masing masing pendekat.  
 $DS = Q/C$
- 4) Panjang Antrian  
Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau ( $NQ$ ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya ( $NQ_1$ ) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah ( $NQ_2$ ).  $NQ = NQ_1 + NQ_2$   
$$NQ_1 = 0.25 \cdot c \cdot \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \cdot (DS - 0.5)}{C}} \right]$$
  
Jika  $DS < 0,5$  maka:  $NQ_1 = 0$   
$$NQ_2 = c \cdot \frac{1 - GR}{1 - GR \cdot DS} \cdot \frac{Q}{3600}$$
- 5) Tundaan  
Tundaan rata-rata untuk suatu pendekat  $j$  dihitung sebagai berikut  
$$DT_j = c \cdot \frac{0.5 \cdot (1 - GR)^2}{(1 - GR \cdot DS)} + \frac{NQ_1 \cdot 3600}{C}$$
- 6) *Level Of Services (LOS)*

Adapun kriteria penilaian tingkat pelayanan jalan yang diatur dalam Keputusan Menteri Perhubungan no 96 Tahun 2015

**Tabel 1. Level Of Services (LOS)**

No	Tingkat Pelayanan	Waktu Tundaan (detik per kendaraan)
1	A	< 5
2	B	5 – 15
3	C	15 – 25
4	D	25 – 40
5	E	40 – 60
6	F	> 60

Sumber PM Perhubungan No. 96 Tahun 2015

**Faktor Perhitungan Analisa Biaya Operasional Kendaraan**

1) Biaya Tetap

Biaya tetap adalah biaya yang dikeluarkan secara rutin oleh pengguna jalan untuk jangka waktu tertentu dan tidak dipengaruhi oleh operasional kendaraan itu sendiri. Biaya tetap terdiri dari :

- Biaya penyusutan :

$$Y = \frac{1}{2,5 VR + 125}$$

- Biaya Bunga Modal

$$Y = \frac{120}{500 VR}$$

- Biaya Asuransi

$$Y = \frac{35 \times 0,5}{500 VR}$$

2) Biaya Tidak Tetap

- Perhitungan Biaya Konsumsi Bahan Bakar (KBBM)

$$KBBM = \left( \alpha + \frac{\beta_1}{VR} + \beta_2 \times VR^2 + \beta_3 + R_R + \beta_4 \times F_R + \beta_5 \times F_R^2 + \beta_6 \times DT_R + \beta_7 \times A_R + \beta_8 \times SA + \beta_9 \times BK + \beta_{10} \times BK \times A_R + \beta_{11} \times BK \times SA \right) / 1000$$

- Perhitungan Biaya Oli (BO)

$$BO_i = KO_i \times HO_j = (OHK_i + OHO_i \times KBBM_i) \times HO_j = [(KAPO/JPO) + OHO_i \times KBBM_i] \times HO_j$$

- Perhitungan Biaya Suku Cadang (BP)

$$BP_i = P_i \times HKB_i / 1000000 = [(\phi + \gamma_1 \times IRI) (KJT_i / 100000)^2] \times HKB_i / 1000000$$

- Perhitungan Biaya Upah Tenaga Kerja (BU)

$$BU = JP_i \times UTP / 1000 = (a_0 \times P_i^{ai}) \times UTP / 1000$$

- Perhitungan Biaya Ban (BB)

$$BB = KB_i \times HB_j / 1000 = (\chi + \delta_1 \times IRI + \delta_2 \times TT_R + \delta_3 \times DT_R) \times HB_j / 1000$$

**ANALISA KINERJA SIMPANG**

**Kondisi Eksisting**

Berdasarkan waktu sinyal pada semua simpang dalam kondisi eksisting dapat disimpulkan bahwa waktu sinyal ketiga simpang belum terkoordinasi dibuktikan dengan waktu siklus yang berbeda-beda pada tiap simpang.

fase sinyal hijau yang sesuai kondisi alternatif 1 sebagai berikut :

1. Lengan Selatan : 25 detik
2. Lengan Barat : 35 detik
3. Lengan Timur : 30 detik
4. Lengan Utara : 45 detik

**Tabel 2. Kinerja Simpang Kondisi Eksisting**

KODE	TIPE PENDEKAT	HIJAU DALAM FASE	C	DS	QL (m)	D	LOS
S	P	1	546	1,14	267	220,12	F
B	P	2	764	1,32	267		
T	P	3	655	0,16	133		
U	P	4	982	0,58	177		

Sumber : Hasil analisa

Dari hasil analisis diatas pada kondisi eksisting setelah ada *underpass* nilai derajat kejenuhan (DS) yaitu :

1. lengan Selatan = 1,14
2. lengan Barat = 1,31
3. lengan Timur = 0,16
4. lengan Utara = 0,50

Dan dilihat dari tundaan 220,12, tingkat pelayanan menurut PM 96 tahun 2015 yaitu F.

**Kondisi Alternatif**

Untuk perbaikan simpang ketiga yaitu dengan menerapkan 3 fase, rekayasa sinyal dan merubah arah siklus yang awalnya (S-B-T-U) menjadi (S-U)-(Barat Belok kanan (B-RT)-Timur Belok Kanan (T-RT ))-(Barat arah lurus (B)-Timur arah lurus (T)) dan untuk setiap pendekatan Selatan, Barat, Utara, Timur diberlakukan belok kiri langsung (LTOR). Untuk Selatan dan Utara arah lurus (ST) tidak dihitung dalam perhitungan ini dikarenakan melalui *underpass* dikarenakan melalui *underpass*.

fase sinyal hijau yang sesuai kondisi alternatif sebagai berikut:

1. Lengan Selatan & Utara : 17 detik
2. Lengan Barat & Timur belok kanan : 21 detik
3. Lengan Barat & Timur lurus : 17 detik

**Tabel 3.** Kinerja Simpang Kondisi Alternatif

KODE	TIPE PENDEKAT	HJAU DALAM FASE	C	DS	QL (m)	D	LOS
S	P	1	816	0,76	83	21,99	C
U	P	1	825	0,69	80		
B-RT	P	2	497	0,76	57		
T-RT	P	2	497	0,10	53		
B	P	3	816	0,76	83		
T	P	3	807	0,06	80		

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisis alternatif 1 diatas pada kondisi nilai derajat kejenuhan yaitu :

1. lengan Selatan = 0,76
2. lengan Utara = 0,69
3. lengan Barat RT = 0,76
4. lengan Timur RT = 0,10
5. lengan Barat = 0,76
6. lengan Timur = 0,06

Dan dilihat dari tundaan 21,99, tingkat pelayanan menurut PM 96 tahun 2015 yaitu C.

**ANALISA BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN**  
**Biaya Operasional Kendaraan Kondisi Sebelum Ada Underpass**

**Tabel 4.** Analisa Biaya Operasional Kendaraan Sebelum Ada Underpass

JALAN	TIPE	BOK	
		BIAYA TETAP	BIAYA TIDAK TETAP
Lawang - Singosari	LV	2.149	3.994
	HV	6.051	11.171
Singosari - Karanglo	LV	2.149	3.998
	HV	6.051	11.182
Karanglo - Karangploso	LV	1.173	3.912
	HV	3.302	11.086
Singosari - A. Yani	LV	1.051	3.919
	HV	4.226	11.129

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa biaya operasional kendaraan sebelum ada underpass yaitu :

- Untuk jenis kendaraan ringan (LV) :
  1. Jl. Lawang - Jl. Singosari : Rp 6.143/km
  2. Jl. Singosari - Jl. Karanglo : Rp 6.147/km
  3. Jl. Karanglo - Jl. Karangploso : Rp 5.085/km
  4. Jl. Singosari - Jl A Yani : Rp 5.420/km

- Untuk jenis kendaraan berat (HV) :
  1. Jl. Lawang - Jl. Singosari : Rp 17.222/km
  2. Jl. Singosari - Jl. Karanglo : Rp 17.223/km
  3. Jl. Karanglo - Jl. Karangploso : Rp 14.388/km
  4. Jl. Singosari - Jl A Yani : Rp 15.355/km

**Biaya Operasional Kendaraan Kondisi Pasca Pembangunan Underpass**

**Tabel 5.** Analisa Biaya Operasional Kendaraan Pasca Pembangunan Underpass

JALAN	TIPE	BOK	
		BIAYA TETAP	BIAYA TIDAK TETAP
Lawang - Singosari	LV	1.060	3.919
	HV	2.985	11.068
Singosari - Karanglo	LV	1.060	3.921
	HV	2.985	11.073
Karanglo - Karangploso	LV	1.759	3.930
	HV	4.952	14.160
Singosari - A. Yani	LV	1.060	3.918
	HV	2.985	11.062

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa biaya operasional kendaraan pasca pembangunan underpass yaitu:

- Untuk jenis kendaraan ringan (LV):
  1. Jl. Lawang - Jl. Singosari : Rp 4.979/km
  2. Jl. Singosari - Jl. Karanglo : Rp 4.981/km
  3. Jl. Karanglo - Jl. Karangploso : Rp 5.689/km
  4. Jl. Singosari - Jl A Yani : Rp 4.978/km
- Untuk jenis kendaraan berat (HV):
  1. Jl. Lawang - Jl. Singosari : Rp 14.052/km
  2. Jl. Singosari - Jl. Karanglo : Rp 14.058/km
  3. Jl. Karanglo - Jl. Karangploso : Rp 19.065/km
  4. Jl. Singosari - Jl A Yani : Rp 14.046/km

**4. KESIMPULAN**

Dari pembahasan kesimpulan yang dibahas di jurnal ini dengan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang pasca pembangunan underpass:
  - a. Kapasitas (C) : 764 smp/jam
  - b. Derajat kejenuhan (DS) : 1,31
  - c. Panjang antrian (QL) : 267 m
  - d. Tundaan simpangnya (D) : 220,12
  - e. Tingkat pelayanan simpang : F
2. Rekayasa perbaikan simpang yaitu dengan menerapkan 3 fase, (S-U)-(Barat Belok kanan (B-RT)-Timur Belok Kanan (T-RT )-(Barat arah lurus (B)-Timur arah lurus(T)) dan untuk setiap pendekat Selatan, Barat, Utara, Timur diberlakukan belok kiri langsung (LTOR).
3. Alternatif solusi untuk memperbaiki kinerja simpang pasca pembangunan underpass adalah dengan penerapan 3 fase. Berikut kinerja simpang:
  - a. Kapasitas (C) : 825 smp/jam

- b. Derajat kejenuhan (DS) : 0.69
  - c. Panjang antrian (QL) : 80 m
  - d. Tundaan simpangnya (D) : 21,99
  - e. Tingkat pelayanan simpang : C
4. Dapat disimpulkan bahwa perhitungan biaya operasional kendaraan terjadi penghematan biaya setelah adanya *underpass*.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abidin, dkk. (2017). *Analisa Kinerja Lalu Lintas Akibat Pembangunan Underpass Di Simpang Bundaran Dolog Kota Surabaya*. Jurnal Skripsi Institut Sepuluh Nopember
- [2] Badan Pusat Statistik Kabupaten Malang. (2020), *Kabupaten Malang dalam angka 2020*. Malang
- [3] Departemen Pekerjaan Umum, *Pedoman Perhitungan Biaya Operasi Kendaraan, Pd T-15-2005-B*, Badan Litbang PU.Jakarta.
- [4] Direktorat Jendral Bina Marga (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Bina Karya. Jakarta.
- [5] Ir. Joni Harianto. (2004). *Perencanaan Persimpangan Tidak Sebidang pada Jalan Raya*. Diakses dari repository.usu.ac.id. Pada tanggal 24 November 2019.
- [6] Morlok, Edward. (1998). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi* Diakses dari dokumen.tips. Pada tanggal 26 November 2019.
- [7] Nida, Ramadhani. (2018). *Analisis Kinerja Simpang Tiga Karanglo Sebagai Pintu Masuk Tol Malang-Pandaan*. Jurnal Skripsi Politeknik negeri Malang
- [8] Priyambodo. (2017), *Kondisi dan Prediksi Kepadatan Lalu Lintas di Kabupaten Malang*. Badan Litbang Provinsi Jawa Timur. Malang
- [9] Republik Indonesia, Peraturan Menteri Perhubungan No.96 tahun 2015. *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Jakarta.