

EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL KAWASAN PASAR NGRONGGO DAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DI KOTA KEDIRI

Rochy Arrafi¹, Achendri M. Kurniawan², Dandung Novianto³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: rochy.arafi@gmail.com¹, achendri.ac@gmail.com², dandung.novianto@polinema.ac.id

ABSTRAK

Simpang bersinyal Kawasan Pasar Ngronggo merupakan simpang dengan tingkat kepadatan yang tinggi terutama pada saat jam puncak. Atas hal itu simpang tersebut perlu dilakukan analisa untuk mengetahui kinerja simpang dan biaya operasional kendaraan juga memberi solusi tepat untuk dapat memperbaiki kualitas pelayanan simpang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer kondisi eksisting volume kendaraan, waktu sinyal dan geometrik simpang. Survei volume lalu lintas dilaksanakan pada pagi, siang dan sore di hari Jum'at, Minggu dan Senin, sedangkan data jumlah penduduk tahun 2020-2022 didapat dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kediri. Metode analisa data lalu lintas menggunakan pedoman MKJI 1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan no 96 Tahun 2015 perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) menggunakan Bina Marga 2005, dan biaya kemacetan menggunakan Persamaan Tzedakiz 1980. Hasil penelitian didapat derajat kejenuhan (DS) = 0,847; tundaan (D) = 49,762 det/smp; dan nilai tingkat pelayanan (LOS) E, alternatif solusi yang digunakan dengan melakukan perubahan fase kondisi eksisting dari 3 fase ke 4C fase, arus belok kiri langsung dan pelebaran jalan untuk pendekat utara dari 7 m ke 10 m, selatan 8 m ke 10 m, barat 9 m ke 10 m dan dari timur 6 m ke 10 m maka didapatkan DS = 0,408; D = 23,777 det/smp; dan LOS C. Biaya operasional kendaraan terhadap kemacetan pada kondisi eksisting Rp. 832.429/km. Dari simulasi alternatif didapatkan menjadi Rp. 354.944/km.

Kata kunci : simpang bersinyal, biaya operasional kendaraan, MKJI 1997, Tzedakis 1980

ABSTRACT

Ngronggo Market signalized intersection is of high level of density, especially during peak hours. As a result, it is required to determine the performance of the intersection and the operational cost of the vehicle, as well as to provide the appropriate solution to improve the quality of intersection service. The required data were of existing vehicle volume, signal time, and intersection geometry. The traffic volume surveys were carried out in the morning, afternoon, and evening on Friday, Sunday, and Monday. The population data 2020- 2022 were obtained from Kediri Central Statistics Agency (BPS). MKJI guidelines 1997 and the Minister of Transportation Regulation No.96 Year 2015 were used to determine the intersection performance. Bina Marga 2005 was for finding out the vehicle operational cost (BOK) and Equation Tzedakiz 1980 was for the vehicle operational cost on congestion. The results were as follows: 0.847 degree of saturation (DS); 49.762 sec/pcu delay (D); and E level of service (LOS). Some alternative solutions were made: the existing 3 phases to phase 4C; direct left-turning, and widening the north road from 7m to 10m, south from 8m to 10m, west from 9m to 10m and east from 6m to 10m to obtain 0.408 DS; 23.777 sec/pcu D; and LOS C; Rp.832,429,-/km vehicle operational cost on congestion in the existing conditions. The simulation resulted in Rp.354,944,-/km.

Keywords: signalized intersection, vehicle operational costs, MKJI 1997, Tzedakis 1980

1. PENDAHULUAN

Prasarana transportasi darat yang berada di bawah tanah dan permukaan tanah disebut jalan raya [1]. Jalan adalah struktur fisik yang dirancang untuk memfasilitasi pergerakan orang, hewan, dan kendaraan. Umat manusia mulai mengembangkan teknologi untuk membangun jalan dari berbagai bahan seperti batu, tanah, dan kayu. Di jalan banyak dijumpai titik pertemuan antara dua atau lebih jalan yang memungkinkan perpindahan lalu lintas dari berbagai arah. Persimpangan menjadi tempat yang rawan terhadap kendaraan karena sering terjadi permasalahan atau konflik antara kendaraan dengan pejalan kaki dan kendaraan lain. Kemacetan lalu lintas juga banyak terjadi di persimpangan karena penting untuk mengatur lalu lintas. Banyak faktor yang menjadi penyebab permasalahan di simpang yaitu kapasitas jalan yang melebihi batas, geometrik eksisting yang terjadi masalah, sistem pengaturan lalu lintas yang belum teratur, kinerja jalan mengalami masalah seperti lampu sinyal, waktu siklus, fase, dan hambatan samping. Untuk memperbaikinya harus mengevaluasi dan menganalisis kinerja jalan tersebut guna merubah tingkat pelayanan jalan sesuai klasifikasi jalan tersebut.

“Kota Kediri merupakan bagian dari Provinsi Jawa Timur dan meliputi wilayah seluas 67,20 km². Kota Kediri dibelah oleh Sungai Brantas yang membentang tujuh kilometer dari utara ke selatan. Kota ini memiliki populasi 287.962.” [2]. Kota Kediri dikenal terdapat industri rokok terbesar di Indonesia dan berbagai industri lainnya oleh karena itu pendapatan daerah tersebut tergolong tinggi. Dengan adanya industri ini berpengaruh pada kepadatan arus lalu lintas Kota Kediri yang tinggi selain kendaraan dari industri peningkatan transportasi Kota Kediri berasal dari aktivitas masyarakat yang berbelanja di pasar modern atau tradisional dan juga terdapat berbagai universitas yang berkembang maka dari itu terjadi peningkatan jumlah kendaraan pada jam tertentu yang mengakibatkan kemacetan pada beberapa lokasi. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kemacetan lalu lintas, salah satunya adalah arus lalu lintas yang melewati jalan hingga melampaui kemampuan jalan. Persimpangan adalah tempat di mana kemacetan lalu lintas dapat terjadi karena konflik pergerakan arus. Sehingga harus melakukan tindakan guna memaksimalkan kapasitas dan kinerja dengan tetap memperhatikan keselamatan para pengendara dan pejalan kaki.

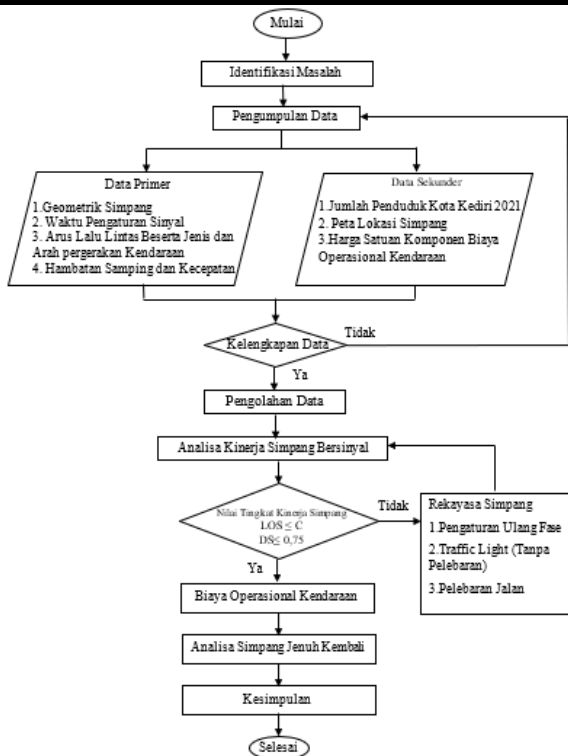
Berdasarkan berita kawasan simpang Pasar Ngeronggo yang berada di Kota Kediri menjadi salah satu simpang yang mengalami kemacetan yang diakibatkan oleh aktivitas di pasar ngronggo. Simpang Ngeronggo (Bence) merupakan salah satu bagian dari jalan kota di Kota Kediri

yang dianggap perlu membutuhkan evaluasi pada tiap pendekat. Pada daerah tersebut merupakan akses jalan antar Kota, menuju sekolah, universitas, dinas kesehatan dan pasar. Jalan Kapten Tendean terdapat pasar ngronggo dan menjadi jalan menuju ke Blitar di arah selatan dan di arah utara terdapat pertokoan dan menjadi jalan menuju ke Kota Kediri dan Pabrik Gula Pesantren situasi Jalan kapten Tendean bisa dilihat di lampiran no 1 dan 2. Jalan Super Semar bisa menjadi akses jalan antar kota yang sering digunakan untuk keluar masuk wilayah Kota Kediri ke daerah Tulungagung dan sering dilewati bis dan terdapat area pasar grosir ngronggo dan area kampus IAIN Kediri situasi Jalan Super Semar dapat dilihat di lampiran no 3. Jalan Betet Bawang juga termasuk dengan jalan intensitas padat karena merupakan akses jalan alternatif untuk menuju ke kantor, perkampungan dan pertokoan di Kota Kediri situasi Jalan Betet Bawang dapat dilihat di lampiran no 4.

Kondisi eksisting diatas ini menyebabkan kemacetan dan antrian kendaraan pada kawasan simpang pasar ngronggo Kota Kediri. Karena terjadi kemacetan dan arus kendaraan terhambat maka menyebabkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) meningkat untuk setiap kendaraan yang melewati simpang. Evaluasi kinerja lalu lintas di wilayah tersebut diperlukan untuk mengetahui bagaimana pengaruh pergerakan lalu lintas yang berdampak pada sistem jaringan jalan dan mencari solusi penanganan untuk masalah tersebut. Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis ingin melakukan penelitian dengan mengambil judul “EVALUASI KINERJA SIMPANG KAWASAN PASAR NGRONGGO DAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN DI KOTA KEDIRI”.

2. METODE

Lokasi penelitian ini terletak di persimpangan Perhitungan dan analisa dari kinerja persimpangan Kawasan Pasar Ngronggo Kota Kediri pada bulan Mei 2023. Metode evaluasi kinerja lalu lintas didasarkan pada pedoman MKJI 1997 dan Peraturan Menteri Perhubungan 96 Tahun 2015, biaya operasional kendaraan dihitung dengan Bina Marga 2001, dan persamaan Tzedakiz 1980 digunakan untuk menghitung biaya kemacetan. ata yang dikumpulkan dari survei lapangan digabungkan dan dikalkulasi menggunakan Microsoft Excel untuk analisis data. Tahapan perhitungan dapat dilihat pada *flowchart* berikut.

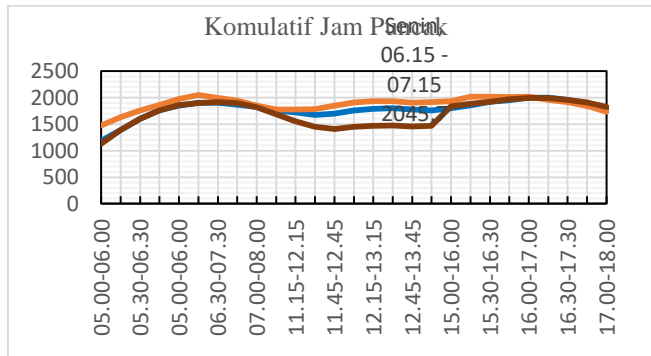


Gambar 1. Diagram Alir Perhitungan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Volume Lalu Lintas

Peneliti menemukan *peak hour* lalu lintas pada pagi, siang, dan sore hari berdasarkan hasil survei yang dilakukan selama tiga hari. Hasilnya ditampilkan pada grafik volume berikut.



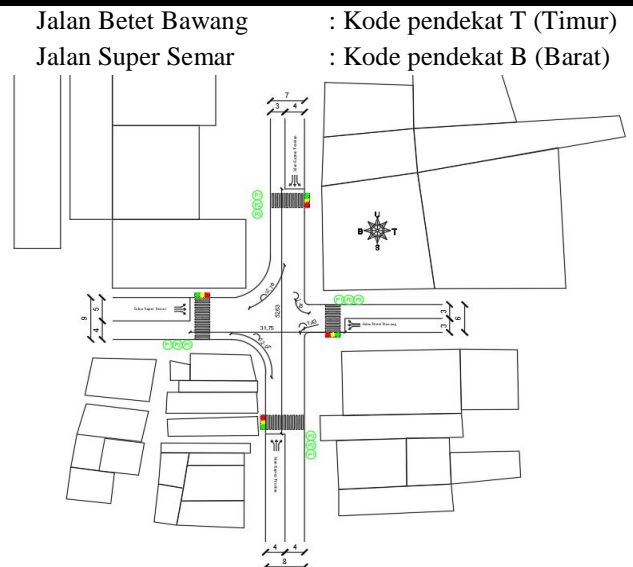
Gambar 2. Grafik Volume Kendaraan Hari Jumat, Minggu dan Senin

Garis biru merupakan data hari minggu
 Garis oranye merupakan data hari senin
 Garis coklat merupakan data hari jumat

B. Geometrik Simpang

Peneliti mendapatkan data geometrik dan kondisi simpang jalan secara langsung. Simpang empat ini menggunakan kode pendekat :

- Jalan Kapten Tendean : Kode pendekat U (Utara)
- Jalan Kapten Tendean : Kode pendekat S (Selatan)



Gambar 3. Kondisi Geometrik simpang

Peneliti mengadakan pengukuran mengenai kondisi eksisting geometri simpang kawasan Pasar Ngernggo. Berikut hasil dari pengukuran.

Tabel 1. Geometrik Jalan Eksisting

Kode Pendekat	Medan Ya/tdk	Belok kiri langsung ya/tdk	Lebar Pendekat (m)			
			Pendekat (W _a)	Masuk (W _{masuk})	Belok kiri langsung (W _{LTO})	Keluar (W _{keluar})
U	T	T	4,0	4,0	-	4,0
S	T	T	4,0	4,0	-	3,0
T	T	T	3,0	3,0	-	4,0
B	T	T	5,0	5,0	-	3,0

C. Kinerja Simpang Kondisi Eksisting

Analisis ini menggunakan rumus MKJI 1997, yang mengikuti alur perhitungan pada formulir SIG IV dan SIG V.

Tabel 2. Kinerja SIG IV

Kode pendekat	(S) smp/jam	(Q) smp/jam	(g) det	(C) smp/jam S x g/c=	(DS)
(1)	(17)	(18)	(21)	(22)	(23)
U	1841,6	484,7	27	558,688	0,868
S	1807,6	460,4	25	507,752	0,907
T	1246,3	231,3	22	308,069	0,751
B	2819,9	601,7		697,057	0,863

1. Kapasitas Simpang (C)

Dari nilai-nilai diatas dapat dicari nilai C rasio pada simpang, dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut:

$$C = S \times \frac{g}{c}$$

$$C = 1841,6 \times 27/89$$

$$C = 558,688 \text{ smp/jam}$$

2. Derajat kejenuhan

Dengan menggunakan pedoman MKJI 1997, perhitungan di atas menunjukkan kapasitas simpang pendekat utara sebesar 697,057 smp/jam. Sementara itu, derajat kejenuhan diperoleh dengan membagi arus lalu lintas (Q) sebesar 6 smp/jam dengan kapasitas sebenarnya (C), sehingga dapat dituliskan:

$$DS = Q / C$$

$$DS = 601,7 / 697,057$$

$$DS = 0,863$$

3. Tundaan

Tabel 3. Kinerja SIG V

Kode Pendekat	(Q)	(DS) Q/C	Tundaan		
			DT	DG	D= DT + DG
(1)	(2)	(4)	(13)	(14)	(15)
U	484,70	0,86	46,02	4,015	50,074
S	460,40	0,90	57,57	3,960	61,906
T	231,30	0,75	42,43	4,083	46,437
B	601,70	0,86	36,63	3,972	40,631

Tundaan dapat dinyatakan dengan rumus berikut :

$$D = DT + DG$$

$$D = 46,02 + 4,015$$

$$D = 50,074$$

D. Analisa Kinerja Simping dan Biaya Operasional kendaraan Kondisi Eksisting

Tabel 4. Hasil Analisis Kinerja Simping Kondisi Eksisting

Pendekat	(Q) smp/jam	(DS)	(C) smp/jam	(D)	LOS
U	484,70	0,86	558,68	50,074	E
S	460,40	0,90	507,75	61,906	F
T	231,30	0,75	308,06	46,437	E
B	601,70	0,86	697,05	40,631	E
Rata - rata	444,52	0,84	558,68	49,762	E

Analisis kinerja simping pada kondisi saat ini menunjukkan bahwa simpang memiliki waktu siklus yang buruk, nilai derajat kejenuhan lengan masih tinggi dan belum memenuhi ($DS \leq 0,75$), dan tingkat pelayanan simpang masih rendah, yaitu E. Oleh karena itu, simpang dibuat sebagai pilihan alternatif untuk mengurangi derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan.

Tabel 5. Biaya Operasional Kendaraan dan Biaya Kemacetan Kondisi Eksisting

Kode Pendekat	Kecepatan	Panjang antrian (km)	Komponen BOK	Total BOK	Biaya Kemacetan
---------------	-----------	----------------------	--------------	-----------	-----------------

U	22,39	0,08	Rp6.340	Rp247.600	Rp285.08
S	24,86	0,09	Rp6.070	Rp265.503	Rp363.40
T	12,00	0,05	Rp8.380	Rp102.735	Rp31.145
B	12,35	0,08	Rp8.337	Rp401.325	Rp146.17
TOTAL			Rp29.128	Rp1.107.163	Rp825.80

Hasil perhitungan menghasilkan biaya operasional kendaraan di simpang sebesar Rp. 1.107.163 per jam dan biaya kemacetan sebesar Rp. 825.808 per jam.

E. Analisa Penanganan Kinerja Simping Bersinyal

Untuk meningkatkan kinerja simpang, ada beberapa alternatif yang diperlukan. Berikut ini adalah beberapa rencana alternatif penanganan simpang:

1. Perubahan waktu siklus
2. Perubahan fase menjadi 2 fase
3. Perubahan fase menjadi 4 fase
4. Perubahan geometric simpang (pelebaran)
5. Perubahan fase menjadi 4 fase dengan arus belok kiri langsung dan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing
6. Perubahan jenis fase sinyal menjadi 4 fase belok kiri langsung dan lurus dengan belok kanan terpisah pada tiap lengan 44C.

F. Analisa Kinerja Simping Bersinyal Setelah Penanganan

Setelah skenario simpang dicoba dari alternatif I hingga IV, alternatif IV dianggap paling efektif. Dari hasil perhitungan kinerja simpang saat alternatif ini diterapkan, dapat disimpulkan bahwa kinerjanya sudah memenuhi syarat yang sesuai dengan MKJI 1997. Nilai derajat kejenuhan dari semua pendekat simpang setelah penggunaan alternatif IV ini lebih rendah dari batas derajat kejenuhan yang ditetapkan oleh MKJI 1997, yaitu derajat kejenuhan (DS) kurang dari 0,75, yang mendasari kesimpulan ini terbukti pada lengan Utara, Utara-RT, Selatan, Selatan-RT, Timur, Timur-RT, Barat dan Barat-RT nilai derajat kejenuhannya sebesar 0,340, 0,883, 0,472, 0,262, 0,139, 0,313, 0,480 dan 0,376. Hasil evaluasi tundaan simpang per kendaraan juga menunjukkan bahwa tingkat pelayanan sudah sesuai standar, yaitu 23,777 det/kend atau tingkat pelayanan berdasarkan PM No 96 Tahun 2015 berada pada tingkat C (Cukup).

Tabel 6. Hasil Analisa Kinerja Simping Setelah Penanganan

Kode Pendekat	Q	DS	C	QL	D	LOS
U	240,4	0,34	706,28	26,66	21,82	C
U-RT	186,4	0,88	211,14	40,00	34,86	D
S	316,0	0,47	669,83	32,66	23,26	C
S-RT	41,8	0,26	159,25	15,00	21,27	C
T	36,4	0,13	262,42	13,33	19,94	C

T-RT	83,1	0,31	265,42	25,00	23,01	C
B	133,4	0,48	277,91	20,00	23,35	C
B-RT	89,7	0,37	238,66	26,00	22,66	C
Rata - rata	148,2	0,40	364,61	24,66	23,77	C

Tabel 7. Hasil Analisis Biaya Operasional Kendaraan dan Nilai Kemacetan Setelah Penanganan

Pen de kat	Kece patan	Panjan g antria n (km)	Kompone n BOK	Total BOK	Biaya Kemacet an
U	22,39	0,040	Rp6.340	Rp106.97	Rp122.85
S	24,86	0,033	Rp6.070	Rp70.354	Rp135.47
T	12,00	0,005	Rp8.380	Rp446	Rp13.159
B	12,35	0,026	Rp8.337	Rp48.093	Rp83.461
TOTAL			Rp29.128	Rp225.872	Rp354.461

Dibandingkan dengan kondisi saat ini, yang masing-masing sebesar Rp. 1.107.163 per jam dan Rp. 825.808 per jam, Menggunakan alternatif IV menghasilkan biaya operasional kendaraan sebesar Rp. 225.872 per km dan biaya kemacetan sebesar Rp. 354.461 per km.

G. Perhitungan Kemampuan Kinerja Simpang Setelah dilakukan Penanganan Simpang

Data yang dipakai dalam perhitungan ini menggunakan data faktor pertumbuhan lalu lintas Kota Kediri 2022 berikut merupakan perhitungan setiap untuk beberapa tahun yang akan datang. Contoh perhitungan pada pendekat selatan tahun ke - 1 :

Diketahui perhitungan setelah penanganan :

- DS = 0,61
- Tundaan (D) = 28,35
- Faktor pertumbuhan lalu lintas = 6% (0,06)
- Volume arus lalu lintas (Q) = 426,8

1. Derajat kejenuhan tahun ke – 1

$$DS_n = DS + (DS \times i)$$

$$= 0,61 + (0,61 \times 0,04)$$

$$= 0,65$$

2. Tundaan tahun ke – 1

$$D_n = D + (D \times i)$$

$$= 28,35 + (28,35 \times 0,06)$$

$$= 30,05$$

3. Volume arus lalu lintas tahun ke – 1

$$Q_n = Q + (Q \times i)$$

$$= 426,8 + (426,8 \times 0,06) = 452,41$$

Tabel 8. Prediksi Kemampuan Simpang Pendekat Utara

Tahun ke	Tahun rencana	Faktor pertumbuhan	DS	Tundaan
	2023	0,06	0,61	28,35
1	2024	0,06	0,65	29,48

2	2025	0,06	0,69	30,66
3	2026	0,06	0,73	31,89
4	2027	0,06	0,77	33,16
5	2028	0,06	0,82	34,49

Tabel 9. Prediksi Kemampuan Simpang Pendekat Selatan

Tahun ke	Tahun rencana	Faktor pertumbuhan	DS	Tundaan
	2023	0,06	0,37	22,27
1	2024	0,06	0,39	23,61
2	2025	0,06	0,41	25,02
3	2026	0,06	0,44	26,52
4	2027	0,06	0,46	28,12
5	2028	0,06	0,49	29,80

Tabel 10. Prediksi Kemampuan Simpang Pendekat Timur

Tahun ke	Tahun rencana	Faktor pertumbuhan	DS	Tundaan
	2023	0,06	0,23	21,48
1	2024	0,06	0,24	22,77
2	2025	0,06	0,25	24,13
3	2026	0,06	0,27	25,58
4	2027	0,06	0,29	27,11
5	2028	0,06	0,30	28,74

Tabel 11. Prediksi Kemampuan Simpang Pendekat Barat

Tahun ke	Tahun rencana	Faktor pertumbuhan	DS	Tundaan
	2023	0,06	0,43	23,01
1	2024	0,06	0,45	24,39
2	2025	0,06	0,48	25,86
3	2026	0,06	0,51	27,41
4	2027	0,06	0,54	29,05
5	2028	0,06	0,57	30,80

Tabel 12. Prediksi kemampuan tahun simpang setelah penanganan

Kesimpulan	Tahun ke	DS	Tingkat layanan
Jl. Kaptan Tendean (U)	5	0,82	34,49
Jl. Kaptan Tendean (S)	5	0,49	29,80
Jl. Betet Bawwang	5	0,30	28,74
Jl. Super Semar	5	0,57	30,80

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil diantaranya :

1. Pada kondisi saat ini, Kawasan Pasar Ngronggo Kota Kediri memiliki arus lalu lintas (Q) rata-rata sebesar 444,525 smp/jam, kapasitas (C) rata-rata sebesar 517,891 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) rata-rata sebesar 0,847, tundaan simpang (D) rata-rata sebesar

- 49,762 det/smp, dan tingkat pelayanan (LOS) adalah E (40,1–60) kurang.
2. Mendapatkan biaya operasional kendaraan keadaan eksisting sebesar Rp. 1.017.163 per jam dan menghasilkan nilai Rp. 825.808 per jam dari perhitungan biaya kemacetan.
 3. Setelah melakukan analisis skenario simpang dari alternatif I hingga alternatif IV, alternatif IV dianggap sebagai alternatif paling efektif. Untuk kinerjanya, alternatif IV memperoleh rata-rata arus lalu lintas (Q) sebesar 148,214 smp/jam, kapasitas (C) sebesar 364,612 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) sebesar 0,408, tundaan simpang (D) sebesar 23,78 det/smp, dan tingkat pelayanan (LOS) Biaya operasional kendaraan keadaan eksisting setelah penanganan sebesar Rp. 622.879/km dan biaya kemacetan sebesar Rp. 354.944/km.
 4. Menurut analisis, simpang Kawasan Pasar Ngronggo akan jenuh kembali setelah perbaikan. Ini terjadi pada tahun ke-6 di sisi utara Jl. Kapten Tendean, tahun ke-19 di sisi selatan Jl. Kapten Tendean, tahun ke-31 di sisi timur Jl. Betet Bawang, dan tahun ke-15 di sisi barat Jl. Super Semar.
 5. Berdasarkan analisis perkiraan tahun simpang Kawasan Pasar Ngronggo untuk lima tahun mendatang yang telah dilakukan penanganan, ditemukan bahwa pendekat utara akan memiliki nilai DS lebih dari 0,75 pada tahun keempat, dan pendekat timur, barat, dan selatan akan tetap memiliki kapasitas yang sama untuk lima tahun berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pemerintah Indonesia. Undang – Undang (UU) Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan. LN.2004/ No.132.
- [2] BPS Kota Kediri, 2023, Kota Kediri Dalam Angka. [Badan Pusat Statistik Kota Kediri \(bps.go.id\)](https://bps.go.id)
- [3] Dukcapil Kemendagri 2021, Diakses tanggal 09 Juli 2023. Dari www.dukcapil.kemendagri.go.id.
- [4] Direktorat Jendral Bina Marga, (1997), Manual kapasitas jalan Indonesia, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- [5] Departemen Pekerjaan Umum (DPU) Direktorat Bina Marga, 1997 Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).
- [6] Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah No. PP 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan Presiden Republik Indonesia. Jakarta
- [7] Tzedakis, A., 1980, Different Vehicle Speeds and Congestion Cost, Journal of Transport Economics and Policy, 14 (1), 81-103