

STUDI KELAYAKAN LALU LINTAS PERBAIKAN SIMPANG JALAN RAYA PILANG – JALAN RAYA BANAR PILANG KABUPATEN SIDOARJO

Nikita Aurora Prameswari^{1,*}, Achendri M. Kurniawan², Helik Susilo³

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: jasonnikita44@gmail.com¹, achendri.ac@gmail.com, susilohelik@gmail.com

ABSTRAK

Kondisi Simpang Pilang Kabupaten Sidoarjo yang bermasalah pada jam sibuk pagi dan sore hari, sering terjadi antrian panjang oleh berbagai kendaraan. Kinerja Simpang Pilang berada pada kondisi terburuk dengan nilai Dj 0,9 pada kondisi eksisting. Hal ini disebabkan banyaknya kendaraan yang melintasi simpang tersebut. Persimpangan Pilang terletak di kawasan sekolah dan industri. Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan perbaikan lalu lintas yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kinerja simpang eksisting pada simpang Pilang dan mengetahui kelayakan peningkatan lalu lintas ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi. Sumber data meliputi data jumlah kendaraan, kecepatan kendaraan, ukuran jalan, dan data jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo. Metode yang digunakan antara lain mengambil data dengan perekaman dan survey langsung, pencacahan data survey, evaluasi kinerja lalu lintas berdasarkan PKJI 2023 untuk mendapatkan Dj, proyeksi penduduk, perhitungan biaya operasional kendaraan, dan studi kelayakan dari segi lalu lintas berupa nilai Dj serta dari segi ekonomi berupa nilai NPV, BCR, dan IRR. Dengan melakukan perbaikan lalu lintas berupa perubahan fase dan penambahan lebar jalan, simpang Pilang memiliki Dj 0,2-0,4. Didapatkan penghematan BOK sebesar Rp 16.630.874. kemudian untuk nilai BCR = 1,1 > 1, nilai NPV1 = 840.630.804 > 0, nilai NPV2 = 344.082.076 > 0, dan nilai IRR = 7,9% > MARR. Maka dapat disimpulkan perbaikan lalu simpang berupa perubahan fase dan penambahan lebar jalan tersebut layak dari segi lalu lintas dan ekonomi. Dengan adanya kondisi tersebut, lalu lintas simpang menjadi lebih lancar sehingga dapat mengurangi konflik dan mempermudah aktivitas masyarakat.

Kata kunci : kemacetan lalu lintas; simpang bersinyal; studi kelayakan, perbaikan lalu lintas

ABSTRACT

The condition of Pilang Intersection Sidoarjo District is problematic during morning and evening rush hours, there are often long queues by various vehicles. The performance of Simpang Pilang has the worst condition with Dj 0,9 in existing conditions. This is due to the large number of vehicles crossing the intersection. Pilang intersection is located in the school and industrial area. To overcome these problems, proper traffic improvements are needed. This study aims to determine the performance of the existing intersection at the Pilang intersection and determine the feasibility of increasing traffic in terms of traffic and economy. Data sources include data on the number of vehicles, vehicle speed, road size, population data of Sidoarjo Regency, and unit price. The methods used include taking data by recording and surveying directly, enumerating survey data, evaluation of traffic performance based on PKJI 2023 to obtain Dj, population projection, calculation of vehicle operational costs, and feasibility studies in terms of traffic in the form of Dj value and in economic terms in the form of NPV, BCR, and IRR values. By making traffic improvements in the form of phase changes and increasing road width, Pilang intersection have Dj 0,2-0,4. VOC savings obtained Rp 16.630.874. Then for BCR value = 1,1 > 1, NPV1 value = 840.630.804 > 0, NPV2 value = 344.082.076 > 0, and IRR value = 7,9% > MARR. It can be concluded that the improvement of intersection traffic in the form of phase changes and increasing the width of the road is feasible in terms of traffic and economy. With these conditions, intersection traffic becomes smoother so that it can reduce conflicts and facilitate public's activities.

Keywords : traffic jam; signalized intersection; feasibility study; traffic improvement

1. PENDAHULUAN

Persimpangan pilang merupakan salah satu simpang bersinyal di Kabupaten Sidoarjo yang selalu dilewati oleh berbagai macam kendaraan dan terletak pada area pabrik serta kawasan sekolah. Banyaknya bangunan industri menyebabkan tingginya kegiatan para pegawai pabrik yang berlalu lalang khususnya pada pagi saat masuk kerja dan sore hari saat pulang kerja serta banyaknya kendaraan berat yang berlalu lalang. Tingginya jumlah kendaraan yang melintas dari empat ruas jalan tersebut menyebabkan terjadinya kemacetan lalu lintas yang mengakibatkan antrian panjang. Dengan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menentukan alternatif perbaikan simpang yang tepat guna mengurangi masalah lalu lintas melalui studi kelayakan ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengetahui kinerja simpang eksisting tahun 2023 pada simpang bersinyal Jalan Raya Pilang-Jalan Raya Banar Pilang (2) Mengetahui biaya operasional kendaraan dan biaya kemacetan simpang (3) Mengetahui alternatif perbaikan lalu lintas simpang (4) Mengetahui kinerja simpang 5 tahun mendatang setelah dilakukan perbaikan (5) Mengetahui hasil kelayakan setelah diberi alternatif pada simpang ditinjau dari segi lalu lintas dan ekonomi.

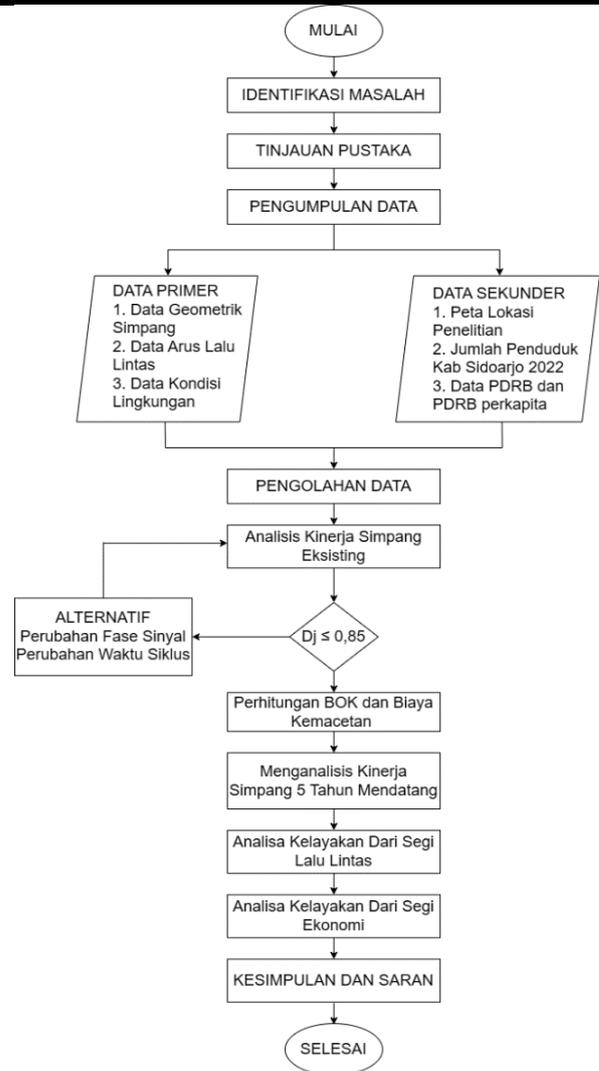
2. METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jalan Raya Pilang dan Jalan Raya Banar Pilang (Simpang Pilang), Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.



Gambar 1. Lokasi penelitian
Sumber: Google Earth Pro



Gambar 2. Bagan Alir
Sumber: Hasil kajian

Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Pengambilan data primer meliputi data geometrik simpang, data arus lalu lintas, dan data kondisi lingkungan.

1. Menentukan waktu survey
2. Menyiapkan peralatan survey yang akan digunakan
3. Menentukan jumlah personil survey
4. Memperhatikan kondisi khusus

Data sekunder yang digunakan untuk penelitian ini adalah gambar peta lokasi penelitian yang didapat dari *google earth pro*, data jumlah penduduk kabupaten sidoarjo yang didapat dari Badan Pusat Statistik Sidoarjo, serta data PDRB dan PDRB per kapita yang didapat dari Badan Pusat Statistik Sidoarjo.

Pengolahan Data

Berikut merupakan langkah-langkah pengolahan data adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan formulir SA-I
Perhitungan formulir SA-I dianalisis dengan mengisi kondisi geometrik jalan, fase simpang, dan kondisi lingkungan
2. Perhitungan formulir SA-II
Perhitungan formulir SIS-II dilakukan untuk menganalisis arus lalu lintas
3. Perhitungan formulir SA-III
Perhitungan formulir SA-III dilakukan untuk menganalisis waktu antar hijau dan waktu hilang
4. Perhitungan formulir SA-IV
Perhitungan formulir SA-IV dilakukan untuk menganalisis kapasitas dan derajat kejenuhan
5. Perhitungan formulir SA-V
Perhitungan formulir SA-V untuk menganalisis tundaan
6. Perhitungan biaya operasional dan perhitungan biaya kemacetan
7. Penentuan alternatif perbaikan
8. Analisa kelayakan dari segi lalu lintas dan ekonomi

Metode Analisis Kinerja Simpang

Metode yang digunakan untuk perhitungan kinerja simpang adalah pedoman PKJI 2023 dan Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015.

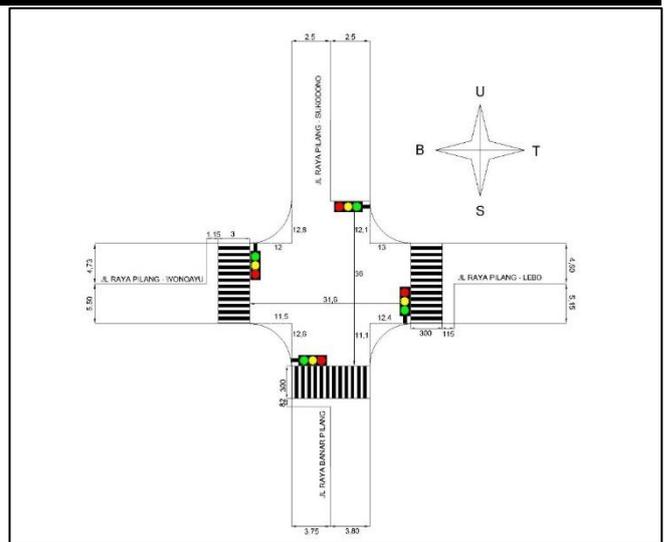
Metode Analisis Biaya Operasional Kendaraan

Metode yang digunakan dalam menghitung biaya operasional kendaraan adalah PCI (*Pacific Consultant International*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data

Data yang diperoleh dari survei langsung lapangan lalu diolah untuk digunakan dalam perhitungan kinerja simpang bersinyal. Berikut merupakan sketsa geometrik simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang kondisi eksisting.



Gambar 3. Geometrik simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang

Sumber: Hasil kajian

Tabel 1. Lebar dan kondisi lingkungan jalan

Kode Pendekat	Nama Jalan	Lebar (m)	Median	Tipe Lingkungan Jalan
U	Jl Raya Pilang - Sukodono	2,5	T	KIM
S	Jl Raya Banar Pilang	3,75	T	KOM
B	Jl Raya Pilang – Wonoayu	4,75	T	KOM
T	Jl Raya Pilang - Lebo	5,15	T	KOM

Sumber : Hasil survei

Data yang diolah didapat dari volume arus lalu lintas tertinggi pada jam puncak pagi, siang, dan sore selama 3 hari yaitu hari Selasa tanggal 14 Februari 2023, Kamis 16 Februari 2023, dan Minggu tanggal 19 Februari 2023. Didapatkan volume arus lalu lintas paling tinggi pada Selasa sore dengan total 3991,9 skr/jam, Kamis sore dengan total 4386,6 skr/jam, dan Minggu sore dengan total 4000,5 skr/jam

Pengolahan Data Hambatan Samping

Dari hasil pengolahan data hambatan samping pada simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang didapatkan nilai hambatan samping pada Jalan Raya Pilang – Sukodono dan Jalan Raya Banar Pilang sebesar 100,5 jam/100m dan 103,1 jam/100m masuk ke dalam kelas hambatan samping Rendah (R), pada Jalan Raya Pilang – Wonoayu dan Jalan Raya Pilang – Lebo sebesar 125,2

jam/100m dan 100,1 jam/100m yang masuk dalam kelas hambatan Rendah (R).

Tabel 2. Perhitungan kelas hambatan samping

Jenis Hambatan Samping	Simbol	Bobot	Jumlah Kejadian	Frekuensi Kejadian
Pejalan Kaki	PED	0,5	63	19
Kendaraan Parkir dan Kendaraan Henti	PSV	1,0	37	50
Kendaraan Masuk/Keluar	EEV	0,7	65	32,9
Kendaraan Lambat	SMV	0,4	28	8,8
Total				110,7

(Sumber : Hasil kajian)

Waktu sinyal kondisi eksisting

Data waktu sinyal kondisi eksisting yang didapat dari hasil survei diolah untuk menentukan waktu siklus pada simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang. Terdapat dua fase pada simpang yang diteliti. Pergerakan dari pendekat utara (Jalan Raya Pilang-Sukodono) dan pendekat selatan (Jalan Raya Banar Pilang) termasuk dalam fase 2. Sedangkan untuk pergerakan dari pendekat barat (Jalan Raya Pilang-Wonoayu) dan pendekat timur (Jalan Raya Pilang-Lebo) termasuk dalam fase 1.



Gambar 1. Diagram sinyal simpang eksisting

Sumber : hasil kajian

Analisa Kinerja Simpang Bersinyal

Berikut merupakan hasil analisa kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting dan setelah adanya alternatif.

a. Analisa kinerja simpang bersinyal kondisi eksisting

Dari hasil perhitungan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang kondisi eksisting menunjukkan nilai derajat kejenuhan tidak memenuhi nilai yang diisyaratkan pada PKJI 2023 yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan kondisi eksisting memiliki tundaan simpang rata-rata sebesar 165,9 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan F.

Tabel 3. Analisa simpang bersinyal kondisi eksisting

Pendekat	U	S	B	T
Kapasitas	769	865	583	756
Derajat Kejenuhan	1,27	0,78	1,02	1,06
Panjang Antrian	43	65	75	77
Tundaan Rata-Rata	165,9			
Tingkat Pelayanan	F			

Sumber: hasil perhitungan

b. Analisa kinerja simpang bersinyal dengan alternatif 1

Alternatif perbaikan pertama yang dilakukan adalah dengan mengubah waktu siklus menjadi 70 detik sesuai waktu siklus yang layak pada pedoman PKJI 2023. Dari hasil perhitungan simpang bersinyal alternatif pertama menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang belum memenuhi persyaratan PKJI 2014 yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan alternatif perbaikan 1 memiliki tundaan rata-rata sebesar 75,3 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan F.

Tabel 4. Analisa simpang bersinyal alternatif 1

Pendekat	U	S	B	T
Kapasitas	684	761	550	713
Derajat Kejenuhan	1,43	0,87	1,07	1,12
Panjang Antrian	378	73	84	93
Tundaan Rata-Rata	75,3			
Tingkat Pelayanan	F			

Sumber: hasil perhitungan

c. Analisa kinerja simpang bersinyal dengan alternatif 2

Alternatif perbaikan kedua yang dilakukan adalah dengan mengubah pengaturan fase menjadi 3 fase dengan waktu siklus 100 detik sesuai waktu siklus yang layak pada pedoman PKJI 2023. Dari hasil perhitungan simpang bersinyal alternatif pertama menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang belum memenuhi persyaratan PKJI 2014 seluruhnya yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan alternatif perbaikan 2 memiliki tundaan rata-rata sebesar 92,3 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan F.

Tabel 5. Analisa simpang bersinyal alternatif 2

Pendekat	U	S	B	T
----------	---	---	---	---

Kapasitas	445	444	697	592
Derajat Kejenuhan	0,95	0,75	0,37	1,35
Panjang Antrian	170	70	22	183
Tundaan Rata-Rata		92,3		
Tingkat Pelayanan		F		

Sumber: hasil perhitungan

d. Analisa kinerja simpang bersinyal dengan alternatif 3

Alternatif perbaikan kedua yang dilakukan adalah dengan mengubah pengaturan fase menjadi 4 fase dengan waktu siklus 130 detik sesuai waktu siklus yang layak pada pedoman PKJI 2023. Dari hasil perhitungan simpang bersinyal alternatif pertama menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang telah memenuhi persyaratan PKJI 2014 seluruhnya yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan alternatif perbaikan 3 memiliki tundaan rata-rata sebesar 48,8 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan E

Tabel 6. Analisa simpang bersinyal alternatif 3

Pendekat	U	S	B	T
Kapasitas	388	344	467	459
Derajat Kejenuhan	0,39	0,45	0,39	0,37
Panjang Antrian	52	25	25	21
Tundaan Rata-Rata		48,8		
Tingkat Pelayanan		E		

Sumber: hasil perhitungan

e. Analisa kinerja simpang bersinyal dengan alternatif 4

Alternatif perbaikan kedua yang dilakukan adalah dengan mengubah pengaturan fase menjadi 4 fase dengan waktu siklus 100 detik sesuai waktu siklus yang layak pada pedoman PKJI 2023 dan disertai dengan penambahan lebar jalan untuk pendekat selatan sebesar 1,45 m. untuk pendekat barat dilakukan penambahan lebar sebesar 3,1 m. untuk pendekat timur dilakukan penambahan lebar sebesar 0,55 m. Dari hasil perhitungan simpang bersinyal alternatif pertama menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang telah memenuhi persyaratan PKJI 2023 seluruhnya yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan alternatif perbaikan 4 memiliki tundaan rata-rata sebesar 21,8 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan E

Tabel 7. Analisa simpang bersinyal alternatif 3

Pendekat	U	S	B	T
Kapasitas	311	506	723	495

Derajat Kejenuhan	0,49	0,30	0,25	0,34
Panjang Antrian	42	20	18	16
Tundaan Rata-Rata		21,8		
Tingkat Pelayanan		C		

Sumber: hasil perhitungan

Analisa kinerja simpang bersinyal 5 tahun mendatang

Dari perhitungan beberapa alternatif sebelumnya, alternatif perbaikan yang memenuhi adalah alternatif keempat. Analisa kinerja simpang ini diperlukan untuk mengetahui efektifitas perbaikan 5 tahun mendatang. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa hasil derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang telah memenuhi persyaratan PKJI 2023 yakni $\leq 0,85$. Simpang dengan alternatif perbaikan keempat pada 5 tahun mendatang diperkirakan memiliki tundaan rata-rata sebesar 24,7 detik yang termasuk dalam tingkat pelayanan C.

Tabel 8. Analisa simpang bersinyal alternatif 4 5 tahun mendatang

Pendekat	U	S	B	T
Kapasitas	311	506	723	495
Derajat Kejenuhan	0,74	0,46	0,38	0,51
Panjang Antrian	75	30	28	25
Tundaan Rata-Rata		24,7		
Tingkat Pelayanan		C		

Sumber: hasil perhitungan

Analisa biaya operasional kendaraan (bok) dan biaya kemacetan

Berikut merupakan hasil perhitungan biaya operasional kendaraan (bok) dan biaya kemacetan pada kondisi simpang eksisting dan setelah diberi alternatif pada simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang.

Tabel 9. Hasil perhitungan bok eksisting dan alternatif 4

Jenis	Eksisting	Alternatif 4
MP	Rp 14.203.299	Rp 5.702.424
KB	Rp 2.070.242	Rp 999.895
SM	Rp 12.201.085	Rp 5.141.432
Total	Rp 28.474.625	Rp 11.843.751

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, pada kondisi eksisting simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang diperoleh biaya operasional kendaraan sebesar Rp 28.474.625/jam. Sedangkan pada kondisi setelah diberi

alternatif, diperoleh biaya operasional kendaraan sebesar Rp 11.843.751/jam.

Tabel 10. Hasil biaya kemacetan eksisting dan alternatif 4

Jenis	Eksisting	Alternatif 4
MP	Rp 13.854.553	Rp 1.821.130
KB	Rp 1.820.913	Rp 239.352
SM	Rp 13.837.239	Rp 918.250,81
Total	Rp 29.512.705	Rp 2.978.734

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, pada kondisi eksisting simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang diperoleh biaya kemacetan sebesar Rp 29.512.705 Sedangkan pada kondisi setelah diberi alternatif, diperoleh biaya operasional kendaraan sebesar Rp 2.978.734

Analisa kelayakan dari segi lalu lintas

Jika ditinjau dari segi lalu lintas, Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, kinerja simpang eksisting dengan kinerja simpang setelah dilakukan perbaikan mempunyai perbedaan yang cukup signifikan. Simpang eksisting memiliki derajat kejenuhan rata-rata sebesar 1,0. Setelah diberikan empat alternatif perbaikan yang berbeda, didapatkan hasil bahwa alternatif perbaikan keempat merupakan alternatif yang memenuhi. Nilai derajat kejenuhan simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang setelah diberi alternatif ketiga adalah rata-rata 0,2 – 0,4 dengan tingkat pelayanan yang sesuai dengan yang diisyaratkan. Berdasarkan hasil perbandingan derajat kejenuhan antara kinerja simpang eksisting dan kinerja simpang setelah diberi alternatif, perbaikan lalu lintas keempat yang direncanakan yakni perubahan fase simpang menjadi empat fase ,menggunakan waktu siklus 100 detik, serta melakukan penambahan lebar jalan dapat dikatakan layak.

Analisa kelayakan dari segi ekonomi

Terdapat perbandingan yang cukup signifikan atau selisih harga untuk biaya operasional kendaraan dan biaya kemacetan pada kondisi eksisting dan kondisi setelah diberi alternatif ketiga. Biaya operasional kendaraan dan biaya kemacetan setelah alternatif lebih rendah dibandingkan biaya operasional kendaraan dan biaya kemacetan sebelum diberi alternatif perbaikan keempat yang berarti adanya alternatif yang disajikan dapat mengurangi biaya kemacetan pada simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang secara signifikan. Dan jika ditinjau dari perhitungan NPV, BCR, dan IRR diperoleh hasil layak seluruhnya untuk masing-masing analisis. Oleh karena itu, dari segi kelayakan ekonomi untuk perbaikan simpang dapat dikatakan layak.

Tabel.11 Hasil analisis kelayakan ekonomi BCR, NPV,IRR

JENIS ANALISIS	SYARAT	HASIL	KETERANGAN
----------------	--------	-------	------------

BCR	>1	1,11	LAYAK
NPV1	>0	840.630.804	LAYAK
NPV2	>0	344.082.076	LAYAK
IRR	>MARR	7,9%	LAYAK

Sumber: hasil perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kinerja simpang bersinyal Jalan Raya Pilang-Jalan Raya Banar Pilang pada kondisi eksisting didapatkan hasil rata rata Derajat kejenuhan 0,9.
2. Biaya operasional kendaraan yang dihasilkan dengan kondisi simpang eksisting untuk kendaraan ringan sebesar Rp14.203.299. untuk kendaraan berat sebesar Rp2.070.242, dan untuk sepeda motor sebesar Rp12.201.085. dengan total biaya kemacetan adalah 29.512.705
3. Terdapat 4 alternatif perbaikan yang diberikan. Alternatif pertama yang pertama adalah perbaikan dengan mengubah waktu siklus untuk pengaturan dua simpang menggunakan 70 detik. Alternatif kedua yang digunakan adalah perubahan fase menjadi 3 fase dengan waktu siklus 100 detik. Alternatif ketiga adalah perubahan fase menjadi 4 fase dengan waktu siklus 130 detik. Alternatif keempat adalah perubahan fase menjadi 4 fase serta penambahan lebar jalan.
4. Kinerja simpang setelah dilakukan perbaikan simpang menggunakan alternatif ketiga menghasilkan derajat kejenuhan rata-rata sebesar 0,3-0,5
5. Hasil kelayakan dari segi lalu lintas dan ekonomi untuk perbaikan lalu lintas simpang bersinyal Jalan Raya Pilang – Jalan Raya Banar Pilang dikatakan layak. Biaya operasional pada kondisi eksisting memiliki nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan biaya operasional saat setelah diberi alternatif keempat, hasil analisa kelayakan BCR, NPV, dan IRR telah memenuhi seluruhnya, serta derajat kejenuhan yang dihasilkan setelah dilakukan perbaikan dan 5 tahun mendatang telah memenuhi persyaratan sesuai PKJI 2023

DAFTAR PUSTAKA

[1] Hardianida Vindi Gita. (2014). Manajemen Lalu Lintas Akibat Pembangunan Rumah Sakit Tipe - C Desa Pilang – Sidoarjo. 13–154..

[2] Aloisius de Rozari, & Yudi Hari Wibowo. (2015). Faktor-faktor Yang Menyebabkan Kemacetan Lalu Lintas di Jalan Utama Kota

- Surabaya. *Jurnal Penelitian Administrasi Publik*, 1(1), 1–5.
- [3] Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. In *Buku Dosen-2014*.
- [4] Rachmadiyah, R. (2020). Bab II Studi Literatur Unikom.1–33.
- [5] Karya, J., & Sipil, T. (2014). Analisis Perbandingan Biaya Operasional Kendaraan (Bok) Jalan Lingkar Ambarawa Dan Jalan Eksisting. Halaman *) Penulis Penanggung Jawab *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(2), 356–366. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- [6] Rinarwastu, F. (2018). Simulasi arus lalu lintas pada persimpangan tunggulwulung untuk meminimasi waiting time kendaraan.
- [7] Mukrimaa, S. S., Nurdyansyah, Fahyuni, E. F., Yulia Citra, A., Schulz, N. D., Taniredja, T., Faridli, E. M., & Harmianto, S. (2016). Title. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 6(August), 128.
- [8] Ridwan, M. (2018). Studi Kelayakan Pembangunan Underpass/Flyover Pada Jalan Yos Sudarso Simpang Glugur By Pass.