

ANALISIS KAPASITAS DAN TINGKAT KINERJA SIMPANG BERSINYAL PADA SIMPANG JALAN NASIONAL III KABUPATEN BANYUWANGI

Yulianita Zulfa¹, Muhamad Fajar Subkhan², Achendri M.Kurniawan³.

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: yulianitazulfa965@gmail.com¹, muh.fajar@polinema.ac.id², achendri.ac@gmail.com³.

ABSTRAK

Kemacetan pada simpang Jalan Nasional III Kabupaten Banyuwangi terdapat banyak pertokoan atau pasar dan pusat perbelanjaan, sehingga memiliki lalu lintas yang kompleks dan tingkat pertumbuhan lalu lintas yang pesat. Hal ini juga dipengaruhi dengan adanya lahan parkir untuk pasar atau pertokoan di sekitar simpang jalan angkutan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti di bahu jalan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari geometrik simpang, volume kendaraan yang dilakukan pada jam puncak dan data sinyal, sedangkan data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Banyuwangi. Dari hasil analisa kinerja simpang eksisting diperoleh nilai bagian lengan utara DS = 0,89; barat DS = 0,58 dan timur DS = 0,99 (DS > 0,75 menurut MKJI 1997) memiliki nilai tundaan (D) = 52,25 det/smp masuk dalam kategori E, sedangkan setelah penanganan alternatif yaitu pada alternatif 3 (mengatur belok kiri menjadi LTOR (Belok Kiri Langsung), pengaturan arus lalu lintas dan menambah waktu siklus) diperoleh nilai pada bagian lengan utara DS = 0,74; barat DS = 0,26 dan timur DS = 0,65 memiliki nilai tundaan simpang (D) = 24,72 det/smp masuk dalam kategori C. Perhitungan tersebut didapat selisih yang cukup besar antara eksisting dan alternatif 3 dengan golongan I yaitu sebesar Rp 115.386,21/jam; golongan IIA Rp 10.218,87/jam; dan golongan IIIA Rp 19.620,01/jam dengan penggunaan alternatif 3 menghasilkan akibat tundaan lebih murah ketimbang eksisting simpang bersinyal ini.

Kata kunci : Simpang Bersinyal, Derajat Kejenuhan, Waktu Tundaan, Metode MKJI

ABSTRACT

The congestion at the intersection of National Road III Banyuwangi Regency has many shops or markets and world centers, so it has a complex cross section and a fast traffic growth rate. This is also influenced by the existence of parking lots for markets or shops around the intersection of public transportation and other vehicles that stop on the shoulder of the road. The data used in this study are primary data and secondary data. Primary data was obtained from geometric intersections, vehicle volume during peak hours and signal data, while secondary data was obtained from the Central Bureau of Statistics (BPS) of Banyuwangi Regency. From the results of the analysis of the performance of the existing intersection, the value of the north arm DS = 0.89; west of DS = 0.58 and east of DS = 0.99 (DS > 0.75 according to MKJI 1997) has a delay value (D) = 52.25 sec/pcu included in category E, whereas after alternative treatment, namely alternative 3 (adjust left turn to LTOR (Direct Left Turn), regulate traffic flow and increase cycle time) obtain a value on the north arm DS = 0.74; west of DS = 0.26 and east of DS = 0.65 has an intersection delay value (D) = 24.72 sec/smp included in category C. The calculation obtained a sizable difference between the existing and alternative 3 with group I which is Rp. 115,386.21/hour; class IIA IDR 10,218.87/hour; and class IIIA Rp. 19,620.01/hour with the use of alternative 3 resulting in a cheaper delay than this signalized intersection.

Keywords : Signalized Intersection, Degree of Saturation, Delay Time, MKJI Method

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Banyuwangi adalah kabupaten yang terletak di ujung paling timur Pulau Jawa. Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan berkembangnya pariwisata kabupaten banyuwangi yang semakin tumbuh pesat. Hal tersebut menimbulkan permasalahan pada kinerja lalu lintas, yaitu terjadi kepadatan lalu lintas. Untuk mengatasi kepadatan lalu lintas yang terjadi, dibuatlah simpang bersinyal. Daerah

lengan bagian utara, barat dan timur termasuk kawasan komersial yang terdapat banyak pertokoan atau pasar dan pusat perbelanjaan, sehingga memiliki lalu lintas yang kompleks. Hal ini juga dipengaruhi dengan adanya lahan parkir untuk pasar atau pertokoan di sekitar simpang jalan angkutan umum dan kendaraan lainnya yang berhenti di bahu jalan. Peningkatan volume lalu lintas ini menimbulkan permasalahan lalu lintas berupa kemacetan hingga tundaan.

Kondisi tersebut menyebabkan terjadinya kemacetan yang cukup panjang di lengan simpang atau terjadi tundaan pada kendaraan di persimpangan Jalan Nasional III. Masalah ini sangat terasa terutama pada jam kerja atau hari kerja, sehingga salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan mengubah belok kiri dijadikan belok kiri langsung (LTOR), pengalihan arus, dan penambahan waktu siklus.

Berdasarkan uraian diatas penelitian ini bertujuan menganalisa kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting dan setelah dilakukan penanganan alternatif.

Simpang Bersinyal

Berdasarkan MKJI (1997) Parameter arus lalu lintas yang merupakan faktor penting dalam perencanaan lalu lintas simpang eksisting.

1. Volume (Q)

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati satu titik pengamatan selama periode waktu tertentu. Volume kendaraan dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$Q = N / T$$

Keterangan :

Q = volume (kend/jam)

N = jumlah kendaraan (kend)

T = waktu pengamatan (jam)

2. Kapasitas (C)

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu dan perhitungan kapasitas menggunakan rumusan berikut:

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

Keterangan:

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu Siklus (det)

3. Derajat kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio arus jalan terhadap kapasitas, yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan. Nilai DS menunjukkan apakah segmen jalan tersebut mempunyai masalah kapasitas atau tidak dapat di hitung menggunakan rumus berikut:

$$DS = Q / C$$

dimana:

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

Derajat kejenuhan digunakan untuk menganalisis perilaku lalu lintas.

4. Panjang Antrian (QL)

Jumlah rata – rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ₁) ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ₂).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

Untuk DS > 0,5 maka :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times ((DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{c}})$$

Jika DS ≤ 0,5, maka : NQ₁ = 0

$$NQ_2 = C \times \frac{1 - GR}{1 - GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Keterangan :

NQ₁ = jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ₂ = jumlah smp yang datang selama fase merah

DS = derajat kejenuhan

GR = rasio hijau

c = waktu siklus (detik)

C = kapasitas (smp/jam) = S x GR

Q = arus lalu lintas pada pendekat (smp/detik)

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian NQ dengan luas rata-rata yang digunakan per smp dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = \frac{NQ_{max} \times 20}{W_{masuk}}$$

5. Tundaan (D)

Tundaan didefinisikan sebagai perbedaan waktu perjalanan dari satu titik ke titik tujuan. Tundaan ini merupakan penjumlahan dari faktor tundaan lalu lintas dan faktor tundaan geometri dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$D = DT + DG$$

Keterangan :

D = Tundaan

DG = Tundaan geometrik simpang.

DT = Tundaan lalu lintas simpang.

Tundaan lalu lintas (DT) rata – rata pada suatu pendekat ditentukan dari persamaan:

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

Tundaan geometrik (DG) rata – rata pada suatu pendekat dihitung menggunakan persamaan:

$$DG = (1 - P_{SV}) \times P_T \times 6 + (P_{SV} \times 4)$$

Keterangan :

DG = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat (det/smp)

P_{SV} = Rasio kendaraan terhenti

P_T = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

6. Tingkat Pelayanan Simpang (Level of Service)

Tingkat pelayanan (*Level of Service*) adalah tingkat pelayanan dari suatu jalan yang menggambarkan kualitas suatu jalan dan merupakan batas kondisi pengoperasian sesuai Peraturan Menteri 96 Tahun 2015 yaitu:

Tingkat pelayanan pada persimpangan diklasifikasikan atas:

- 1) Tingkat pelayanan A, dengan kondisi tundaan kurang dari 5 detik perkendaraan.
- 2) Tingkat pelayanan B, dengan kondisi tundaan lebih dari 5 detik sampai 15 detik perkendaraan.
- 3) Tingkat pelayanan C, dengan kondisi tundaan lebih dari 15 detik sampai 25 detik perkendaraan.
- 4) Tingkat pelayanan D, dengan kondisi tundaan lebih dari 25 detik sampai 40 detik perkendaraan.

- 5) Tingkat pelayanan E, dengan kondisi tundaan lebih dari 40 detik sampai 60 detik perkendaraan.
- 6) Tingkat pelayanan F, dengan kondisi tundaan lebih dari 60 detik perkendaraan.

7. Biaya Operasional Kendaraan

Perhitungan biaya operasional kendaraan dilakukan agar dapat bisa menghitung BOK saat kondisi eksisting dan BOK setelah dilakukan penanganan untuk mendapatkan manfaat (*benefit*) dengan adanya usaha dilakukan penanganan terhadap simpang. Secara umum komponen dari biaya operasional kendaraan sebagai berikut :

1. Biaya Tidak Tetap (*Running Cost*)
 - Biaya bahan bakar kendaraan
 $Y1 = ((0,04376 \times S^2) - (4,94078 \times S) + (207,0484)) \times \text{Harga BBM}$
 - Biaya oli / pelumas kendaraan
 $Y2 = ((0,00037 \times S^2) - (0,0407 \times S) + (1,69613)) \times \text{Harga Oli}$
 - Biaya pemakaian ban kendaraan
 $Y3 = ((0,0008848 \times S) - (0,0045333)) \times \text{Harga Ban} \times \text{Jumlah Ban}$
 - Biaya pemeliharaan
 $Y4 = ((0,0000064 \times S) - (0,0005567)) \times \text{Harga kendaraan Baru}$
 - Biaya terhadap kemacetan
 $Y5 = ((0,00362 \times S) + (0,36267)) \times \text{Upah Mekanik}$
2. Biaya Tetap
 - Suku Bunga
 $Y6 = (1 / (2,5 \times S + 100)) \times \text{Harga kendaraan Baru}$
 - Asuransi
 $Y7 = (150 / (500 \times S)) \times \text{Harga kendaraan Baru}$
 - Depresiasi (Penyusutan dari nilai kendaraan)
 $Y8 = (38 / (500 \times S)) \times \text{Harga kendaraan Baru}$

8. Biaya Kemacetan

Perhitungan biaya kemacetan dengan menggunakan persamaan dari Tzedakis 1980.

Rumusan model:

$$C = N \left[GA + \left(1 - \frac{A}{B} \right) V' \right] T$$

Keterangan :

- C = Biaya Kemacetan (Rupiah),
- N = Jumlah Kendaraan (Kendaraan),
- G = Biaya Operasional Kendaraan (Rp/Kend.Km),
- A = Kendaraan dengan Kecepatan eksisting (Km/Jam),
- B = Kendaraan dengan Kecepatan Ideal (Km/Jam),
- V' = Nilai Waktu Perjalanan Kendaraan (Rp/Kend.Jam),
- T = Jumlah Waktu Antrian (Jam).

2. METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada simpang bersinyal pada Jalan Nasional III – Jalan Moh.Husni Thamrin – Jalan Letjen Di.Panjaitan. Berikut peta lokasi penelitian:



Gambar 1. Peta Lokasi

Sumber: Google Maps

Data

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini terdiri dari dua data yaitu data primer dan data sekunder.

Data Primer

Data primer meliputi adalah sebagai berikut:

1. Data geometrik simpang
2. Data volume kendaraan
3. Data Hambatan Samping
4. Data Panjang Antrian
5. Data Sinyal

Data Sekunder

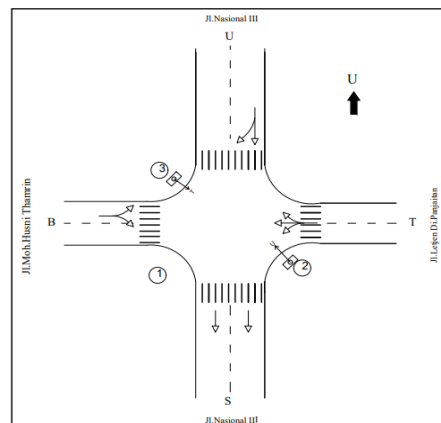
Data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Data jumlah penduduk Kabupaten Banyuwangi 2021
2. Data PDRB Kabupaten Banyuwangi.

Metode Pengambilan Data Survei

Metode pengambilan data lalu lintas pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan formulir yang akan digunakan untuk mencatat data.
2. Menyiapkan alat penunjang, seperti alat ukur, alat tulis, alat bantu hitung (*counter*), dan kamera.
3. Waktu pengambilan data diambil pada jam puncak yaitu pada hari Selasa, Jumat dan Minggu dengan waktu survey dilakukan pada jam pagi 06.00 – 08.00 WIB, siang 11.00 – 13.00 dan sore 16.00 – 18.00 WIB



Gambar 2. Peta Lokasi Suveyor

Sumber: Hasil Survei

Metode Pengolahan Data Eksisting

Pengolahan data eksisting adalah mengolah data survei sebagai berikut:

1. Pengolahan data geometrik jalan
 - Menentukan klasifikasi fungsi jalan
 - Menentukan klasifikasi tipe simpang
 - Menentukan kelandaian simpang
 - Lebar simpang
2. Pengolahan data lalu lintas
 - Pengelompokan data volume kendaraan sesuai dengan golongan.
 - Penjumlahan data volume kendaraan menjadi kend/jam.
 - Penentuan volume kendaraan pada jam puncak.
3. Pengolahan data hambatan samping
 - Menjumlahkan data hambatan samping sesuai dengan jenisnya pada tiap jam dan pendekatan
 - Penentuan faktor bobot hambatan samping
4. Pengolahan data waktu sinyal
 - Pengelompokkan data waktu merah, hijau, kuning, dan intergreen sesuai dengan lengan simpang.
 - Membuat grafik sinyal untuk mengetahui waktu siklus dan allred.

Metode Analisa Dan Pembahasan Kinerja Simpang Bersinyal

Analisa kinerja simpang dilakukan untuk mengetahui keadaan tingkat pelayanan sesungguhnya yang ada di lapangan yaitu dengan menghitung kapasitas simpang, derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang, data yang digunakan dari analisa simpang. Langkah perhitungan menggunakan formulir SIG – I hingga SIG – V.

Metode Analisa Dan Pembahasan Biaya Operasional Kendaraan

Model biaya operasional kendaraan yang mengacu pada metode PCI (*Pacific Consultant Internasional*) yang menggunakan parameter kecepatan. Secara umum komponen dari biaya operasional kendaraan sebagai berikut :

1. Biaya Tidak Tetap (*Running Cost*)
 - a. Biaya bahan bakar kendaraan
 - b. Biaya oli / pelumas kendaraan
 - c. Biaya pemakaian ban kendaraan
 - d. Biaya pemeliharaan
 - e. Biaya terhadap kemacetan
2. Biaya Tetap
 - a. Suku Bunga
 - b. Asuransi
 - c. Depresiasi (Penyusutan dari nilai kendaraan)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data geometrik

Data geometrik diperoleh dari pengukuran langsung di lokasi survei Jalan Nasional III – Jalan Moh.Husni Thamrin – Jalan Letjen Di.Panjaitan. Data geometrik meliputi lebar jalan, tipe jalan, lainnya.

- a. Tipe Jalan: Dua Lajur Tak Terbagi

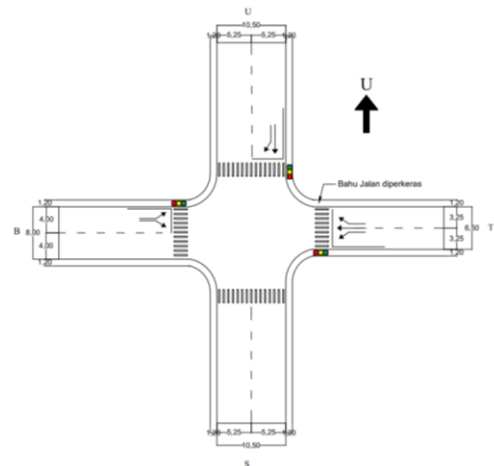
b. Fungsi Jalan:

- Mayor (Pendekat Utara) : Jalan Arteri Primer
- Minor (Pendekat Timur dan Barat) : Jalan Kolektor Primer

c. Kelandaian Jalan: Datar

d. Tipe Simpang: 422

e. Jumlah lengan: 4 lengan



Gambar 3. Gambar Geometrik Simpang

Sumber: Hasil Survei

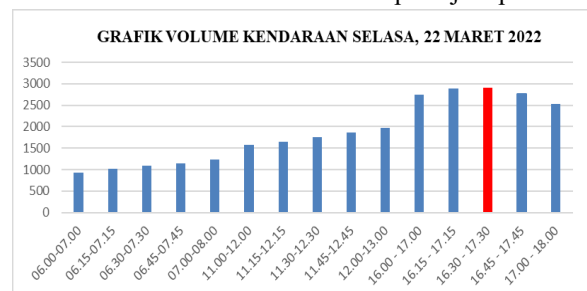
Tabel 1. Geometrik Simpang

Kode Pendekat	Keterangan	Lebar Pendekat (m)	Median (Ya/Tidak)	Tipe Jalan
U	Jl. Nasional III	10,5	Tidak	2/2 UD
S	Jl.Nasional III	10,5	Tidak	2/1
B	Jl.Letjen Di.Panjaitan	8,00	Tidak	2/2 UD
T	Jl.Moh.Husni Thamrin	6,50	Tidak	2/1
Jumlah Lengan Simpang			4	
Tipe Simpang			422	

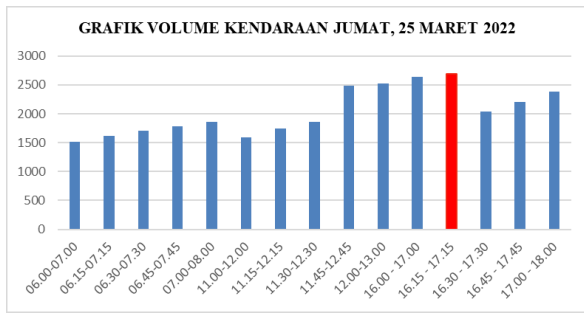
Sumber: Hasil Survei

Pengolahan Data Arus Lalu Lintas

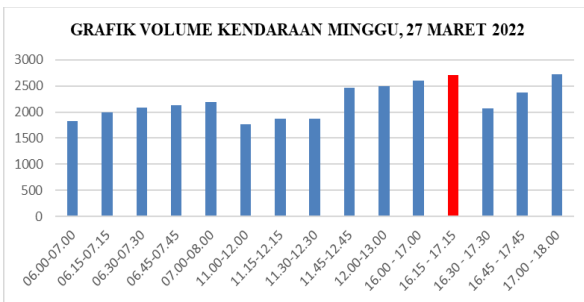
Mengolah data arus lalu lintas dari hasil survei lapangan untuk menentukan data arus lalu lintas pada jam puncak.



Gambar 4. Grafik Volume Jam Puncak Hari Selasa



Gambar 5. Grafik Volume Jam Puncak Hari Jumat



Gambar 6. Grafik Volume Jam Puncak Hari Minggu

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil pengolahan data lalu lintas diperoleh jam puncak pada hari Selasa pukul 16.30 – 17.30 sebesar 2915 smp/jam.

Pengolahan Data Hambatan Samping

Mengolah data arus lalu lintas dari survey lapangan untuk menentukan kelas hambatan samping pada persimpangan tersebut.

Tabel 2. Hambatan samping periode per jam pada hari Selasa

Periode	Jl.Letjen Di.Panjaitan			
	PED	PSV	EEV	SMV
06.00 - 07.00	14	12	34	6
06.15 - 07.15	15	11	33	5
06.30 - 07.30	12	9	29	8
06.45 - 07.45	12	12	29	7
07.00 - 08.00	9	12	23	8
11.00 - 12.00	23	35	34	9
11.15 - 12.15	25	35	39	10
11.30 - 12.30	31	36	42	10
11.45 - 12.45	33	43	43	8
12.00 - 13.00	35	56	37	8
16.00 - 17.00	8	7	8	2
16.15 - 17.15	7	4	10	3
16.30 - 17.30	6	8	7	3
16.45 - 17.45	5	4	8	1
17.00 - 18.00	16	11	22	6

Sumber: Hasil Perhitungan

Diketahui bahwa kelas hambatan samping sesuai dengan waktu jam puncak pada pendekatan timur hari Selasa, termasuk dalam klasifikasi hambatan samping kelas tinggi.

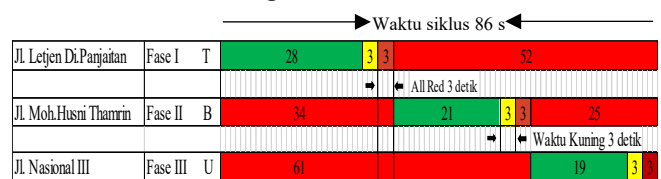
Pengolahan Data Waktu Sinyal

Mengolah data waktu sinyal dari hasil survey lapangan untuk menentukan waktu siklus pada persimpangan tersebut.

Tabel 3. Data Waktu Sinyal

Kode	Nama Jalan	Waktu Merah	Waktu Kuning	Waktu Hijau	Waktu Merah Semua	Waktu Antar Hijau	Waktu Siklus
		detik	detik	detik	detik	detik	detik
U	Jl. Nasional III	64	3	19			
B	Jl. Moh. Husni Thamrin	62	3	21	3	6	86
T	Jl. Letjen Di.Panjaitan	55	3	28			

Sumber: Hasil Perhitungan



Gambar 6. Diagram Greentime Samping

Sumber: Hasil Perhitungan

Analisa Dan Pembahasan Kinerja Samping Bersinyal Kondisi Eksisting

Perhitungan kinerja samping bersinyal kondisi eksisting dengan metode MKJI 1997 menggunakan volume jam puncak dan ukuran geometrik samping sesuai eksisting dan hasilnya seperti berikut:

Tabel 4. Hasil Analisa Samping Bersinyal Eksisting

Pendekat	Kapasitas (smp/Jam)	DS	Tundaan Samping (Detik)		Tingkat Pelayanan
			Lengan	Rerata Tundaan	
U	1450,66	0,89	44,64		
B	1500,55	0,58	33,48	52,25	E
T	766,48	0,99	86,80		

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil analisa samping bersinyal kondisi eksisting menunjukkan mengalami tundaan sebesar 52,25 detik dan tingkat pelayanan E menurut pedoman PM No. 96 tahun 2015.

Berdasarkan hasil analisa kinerja samping kondisi eksisting menunjukan bahwa perlu dibentuk solusi alternatif penanganan untuk mengatasi masalah kondisi eksisting.

Analisa Dan Pembahasan Kinerja Samping Bersinyal Kondisi setelah Alternatif I

Perhitungan pertama adalah Perhitungan kinerja samping bersinyal alternatif I yaitu dengan pendekatan timur di jalan Moh.Husni Thamrin dan pendekatan barat di jalan Letjen Di.Panjaitan dialihkan menjadi belok kiri langsung (LTOR). dan hasilnya seperti berikut:

Tabel 5. Hasil Analisa Simpang Bersinyal Alternatif 1

Pendekat	Kapasitas (smp/Jam)	DS	Tundaan Simpang (Detik)		Tingkat Pelayanan
			Lengan	Rerata Tundaan	
U	1627,21	0,79	35,60		D
B	1489,33	0,31	30,22	34,43	
T	720,00	0,76	35,20		

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil analisa simpang berisinyal kondisi alternatif I menunjukkan mengalami tundaan sebesar 34,43 detik dan tingkat pelayanan D menurut pedoman PM No. 96 tahun 2015.

Perhitungan kedua adalah perhitungan kinerja simpang bersinyal alternatif II yaitu dengan mengatur belok kiri pada lengan timur di jalan Moh.Husni Thamrin dan lengan barat di jalan Letjen Di.Panjaitan menjadi LTOR (Belok Kiri Langsung) dan pengaturan arus lalu lintas pada pendekat timur (Jl. Moh.Husni Thamrin), yaitu larangan belok kanan untuk kendaraan berat (HV) ke jalan lain yaitu jalan Raden Wijaya - jalan Argopuro dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Analisa Simpang Bersinyal Alternatif 2

Pendekat	Kapasitas (smp/Jam)	DS	Tundaan Simpang (Detik)		Tingkat Pelayanan
			Lengan	Rerata Tundaan	
U	1627,21	0,79	35,60		D
B	1489,68	0,31	30,44	34,25	
T	719,69	0,74	34,32		

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil analisa simpang berisinyal kondisi alternatif II menunjukkan mengalami tundaan sebesar 34,25 detik dan tingkat pelayanan D menurut pedoman PM No. 96 tahun 2015.

Perhitungan ketiga adalah Perhitungan kinerja simpang bersinyal alternatif III yaitu dengan mengatur belok kiri pada lengan timur di jalan Moh.Husni Thamrin dan lengan barat di jalan Letjen Di.Panjaitan menjadi LTOR (Belok Kiri Langsung) dan pengaturan arus lalu lintas pada pendekat timur (Jl. Moh.Husni Thamrin), yaitu larangan belok kanan untuk kendaraan berat (HV) ke jalan lain yaitu jalan Raden Wijaya - jalan Argopuro dan menambah waktu siklus 86 s menjadi 90 s dan hasilnya sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Analisa Simpang Bersinyal Alternatif 3

Pendekat	Kapasitas (smp/Jam)	DS	Tundaan Simpang (Detik)		Tingkat Pelayanan
			Lengan	Rerata Tundaan	
U	1750,97	0,74	25,22		C
B	1769,75	0,26	24,25	24,72	
T	813,61	0,65	23,91		

Sumber: Hasil Perhitungan

Hasil analisa simpang bersinyal kondisi alternatif III semua lengan menunjukkan derajat kejenuhan (DS) < 0,75

memiliki tundaan sebesar 24,72 detik dan tingkat pelayanan C menurut pedoman PM No. 96 tahun 2015.

Berdasarkan hasil analisa simpang bersinyal pada kondisi alternatif I, II, dan III di atas menunjukkan bahwa alternatif III yang terpilih sebagai alternatif yang efisien dengan hasil DS < 0,75 tundaan sebesar 24,72 detik dan tingkat pelayanan C.

Analisa dan Pembahasan Biaya Operasional Kendaraan Terhadap Nilai Kemacetan

Perhitungan pertama adalah biaya operasional kendaraan pada kondisi eksisting yaitu perhitungan nilai waktu perjalanan dan jumlah waktu antrian sesuai eksisting yang ada dan hasilnya seperti tabel dibawah ini.

Tabel 8. Hasil analisa BOK terhadap nilai kemacetan pada kondisi eksisting

Jenis Kend.	Jumlah Kend.	BOK		Nilai Waktu		Biaya Kemacetan	
		kend/jam	Rp/kend.km	Rp/kend.jam	Rp/jam		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
GOL I	1247	Rp 7.066,56	Rp 41.854,40	Rp 225.569,79			
GOL IIA	126	Rp 6.081,39	Rp 41.854,40	Rp 15.009,67			
GOL IIIA	126	Rp 12.503,97	Rp 41.854,40	Rp 28.818,26			

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan kedua adalah perhitungan alternatif 1 yaitu pada pendekat timur di jalan Moh.Husni Thamrin dan pendekat barat di jalan Letjen Di.Panjaitan dialihkan menjadi belok kiri langsung (LTOR). Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) terhadap nilai kemacetan setelah alternatif 1.

Tabel 9. Hasil analisa BOK terhadap nilai kemacetan pada alternatif 1

Jenis Kend.	Jumlah Kend.	BOK		Nilai Waktu		Biaya Kemacetan	
		kend/jam	Rp/kend.km	Rp/kend.jam	Rp/jam		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
GOL I	1247	Rp 7.066,56	Rp 41.854,40	Rp 148.672,72			
GOL IIA	126	Rp 6.081,39	Rp 41.854,40	Rp 9.892,85			
GOL IIIA	126	Rp 12.503,97	Rp 41.854,40	Rp 18.994,07			

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan ketiga adalah perhitungan alternatif 2 yaitu dengan mengatur belok kiri menjadi LTOR (Belok Kiri Langsung) dan pengaturan arus lalu lintas. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) terhadap nilai kemacetan setelah alternatif 2.

Tabel 10. Hasil analisa BOK terhadap nilai kemacetan pada alternatif 2

Jenis Kend.	Jumlah Kend.	BOK		Nilai Waktu		Biaya Kemacetan	
		kend/jam	Rp/kend.km	Rp/kend.jam	Rp/jam		
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)			
GOL I	1247	Rp 7.066,56	Rp 41.854,40	Rp 147.864,92			
GOL IIA	85	Rp 6.081,39	Rp 41.854,40	Rp 6.637,49			
GOL IIIA	85	Rp 12.503,97	Rp 41.854,40	Rp 12.743,84			

Sumber: Hasil Perhitungan

Perhitungan keempat adalah perhitungan alternatif 3 yaitu dengan mengatur belok kiri menjadi LTOR (Belok Kiri Langsung), pengaturan arus lalu lintas dan menambah waktu siklus. Berikut ini merupakan hasil dari perhitungan biaya operasional kendaraan (BOK) terhadap nilai kemacetan setelah alternatif 3.

Tabel 11. Hasil analisa BOK terhadap nilai kemacetan pada alternatif 3.

Jenis Kend.	Jumlah Kend.	BOK	Nilai Waktu	Biaya Kemacetan
	kend/jam			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
GOL I	1247	Rp 7.066,56	Rp 41.854,40	Rp 110.183,58
GOL IIA	126	Rp 6.081,39	Rp 41.854,40	Rp 4.790,80
GOL IIIA	126	Rp 12.503,97	Rp 41.854,40	Rp 9.198,25

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas simpang bersinyal kondisi eksisting pada hari Selasa yaitu untuk periode pagi sebesar 1240 smp/jam, periode siang sebesar 1972 smp/jam, dan periode sore sebesar 2915 smp/jam.
2. Tingkat kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting simpang Jalan Nasional III Kabupaten Banyuwangi belum memenuhi $DS < 0,75$ yaitu lengan utara nilai $DS = 0,89$, lengan barat nilai $DS = 0,58$ dan lengan timur nilai $DS = 0,99$; memiliki nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 52,25 det/smp. Berdasarkan PM No. 96 Tahun 2015, dengan tingkat pelayanan E.
3. Tingkat kinerja simpang bersinyal di Jl. Nasional III – Jl. Moh. Husni Thamrin – Jl. Letjen Di. Panjaitan, Kabupaten Banyuwangi setelah menganalisis beberapa alternatif dengan memilih alternatif III. Karena alternatif ini semua pendekatan sudah memenuhi $DS < 0,75$ dibandingkan dengan alternatif 1 dan 2 yaitu lengan utara nilai $DS = 0,74$, lengan barat nilai $DS = 0,26$ dan lengan timur nilai $DS = 0,65$; memiliki nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 24,72 det/smp yang menjadikan simpang bersinyal ini memiliki tingkat pelayanan C berdasarkan Peraturan Menteri No. 96 Tahun 2015.
4. Perhitungan biaya operasional kendaraan terhadap nilai kemacetan untuk kondisi eksisting pada Golongan I sebesar Rp 225.569,79 /jam; Golongan IIA Rp 15.009,67/jam; Golongan IIIA Rp 28,818,26/jam dan setelah adanya dilakukan beberapa alternatif dipilih alternatif 3 dengan golongan I sebesar Rp 110,183,58/jam; Golongan IIA Rp 4.790,80/jam; Golongan IIIA Rp 9.198,25/jam. Dari hasil perhitungan tersebut didapat selisih yang cukup besar antara eksisting dan alternatif 3 dengan golongan I yaitu sebesar Rp 115.386,21/jam; golongan IIA 10.218,87/jam; dan golongan IIIA Rp 19.620,01/jam dengan penggunaan alternatif 3 menghasilkan tundaan

lebih murah ketimbang eksisting pada simpang bersinyal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] AASHTO. 2001, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, fourth edition*, Washington D.C.
- [2] Agustiningrum, Dian. 2020. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal dan Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Pada Jalan Panglima Sudirman – Jalan KH. Hasan Genggong – Jalan Serma Abdurrahman, Kota Probolinggo*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Politeknik Negeri Malang
- [3] Arief Budiman, dkk. 2016. Analisis Kapasitas dan Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Palima, Banten.
- [4] Badan Pusat Statistik. 2021. *Kota Malang Dalam Angka 2021*. Malang
- [5] C. Jotin Khisty & B. Kent Lall. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid I Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga
- [6] *Data Lokasi Penelitian*. Diakses dari earth.google.co.id
- [7] Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Jakarta.
- [8] Hartono, G. K. 2018. *Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Jalan Galunggung-Jalan Tidar-Jalan Bondowoso Kota Malang, Malang*. Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Politeknik Negeri Malang.
- [9] Morlok, E.K., 1998, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- [10] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 96 Tahun 2015
- [11] Rezha Yuwono, dkk. 2018. Studi Analisa Volume Kendaraan pada Simpang Bersinyal di Perempatan Alun-alun Kota Kediri.