

Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal pada Persimpangan Jalan Tanjung – Jalan Aryo Blitar – Jalan Bengawan Solo

Performance Evaluation Of The Signalized Intersection At The Intersection Of Tanjung Road – Aryo Blitar Road – Bengawan Solo Road

Ardhian Setya Pratama¹, Tonny Hermawanto², Rahayu Isnin Astuti³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Ilmu Eksakta, Universitas Nahdaltul Ulama Blitar

e-mail: ¹ardhiansetyapratama09@gmail.com, ²tonnykn26@yahoo.com, ³ayurahayuisnin@gmail.com

Abstrak

Simpang empat bersinyal Jalan Tanjung, Jalan Aryo Blitar, dan Jalan Bengawan Solo, Pakunden Kota Blitar merupakan jalur utama yang menghubungkan wilayah Kota Blitar ke daerah lainnya seperti Kabupaten Kediri dan Kabupaten Malang. Kondisi eksisting simpang empat bersinyal ini merupakan wilayah komersial dan pemukiman yang dapat menimbulkan kepadatan simpang pada jam tertentu. Tujuan dilakukan studi ini yaitu mengetahui kinerja simpang empat bersinyal di Simpang Pakunden pada kondisi eksisting serta sepuluh tahun yang akan datang serta solusi penanganan kinerja simpang tersebut. Pengolahan data dilakukan menggunakan metode SIG yang mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia MKJI 1997 yang diterbitkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga. Pengambilan data dilakukan selama 5 hari di pagi, siang, dan sore selama 2 jam di tiap periode waktu. Data yang diperoleh nantinya berupa data primer dan sekunder yaitu data primer berupa data kondisi geometrik jalan, data volume lalu lintas, data waktu sinyal sedangkan data sekunder berupa data jumlah penduduk dan data peta wilayah yang dibutuhkan untuk memperhitungkan nilai derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, waktu siklus serta tingkat pelayanan pada masing-masing lengan simpang empat bersinyal di Simpang Pakunden. Hasil analisis dan perhitungan kondisi eksisting simpang pakunden sudah memenuhi standart MKJI 1997 yaitu $< 0,85$ pada semua pedekat, namun masih terdapat panjang antrian yang belum terurai oleh karena itu, solusi penanganan simpang menggunakan alternatif II yaitu perubahan fase sinyal dari 4 fase menjadi 3 fase yang dapat menurunkan jumlah antrian di semua pedekat simpang. Hasil prediksi dengan metode trend linier dan proyeksi geometri pertumbuhan penduduk dan jumlah kendaraan serta pertumbuhan arus lalu lintas dari tahun 2022 hingga 2031 cukup signifikan.

Katakunci: Kinerja, Simpang Empat Bersinyal, MKJI 1997

Abstrack

The signalized intersection of Tanjung road, Aryo Blitar road, and Bengawan Solo road, Pakunden Blitar City is the main route connecting the Blitar City area to other areas such as Kediri Regency and Malang Regency. The existing condition of this signalized intersection is a commercial and residential area that can cause traffic congestion at certain hours. The purpose of this study is to determine the performance of the signalized intersection at the Pakunden Interchange in the existing condition and in the next ten years as well as solutions for handling the performance of the intersection. Data processing is carried out using the SIG method which refers to the MKJI 1997 Indonesian Road Capacity Manual published by the Directorate General of Highways. Data collection was carried out for 5 days in the morning, afternoon, and evening for 2 hours in each time period. The data obtained will be in the form of primary and secondary data, namely primary data in the form of road geometric condition data, traffic volume data, signal time data while secondary data in the form of population data and regional map data needed to calculate the degree of saturation, queue length, delays, cycle time and the level of service at each arm of the signalized intersection at the Pakunden intersection. The results of the analysis and calculation of the existing conditions of the Pakunden intersection have met the MKJI 1997 standard, which is < 0.85 on all approaches, but there is still a queue length that has not been decomposed. Therefore, the solution for handling the intersection uses alternative II, namely changing the signal phase from 4 phases to 3 phases. which can reduce the number of queues at all intersection approaches. The prediction results using the linear trend method and geometric projections of population growth and the number of vehicles and traffic flow growth from 2022 to 2031 are quite significant.

Keyword: Performance, Signalized Intersection, MKJI 1997

History of article:

Received: November, 2022 : Accepted: Desember, 2022

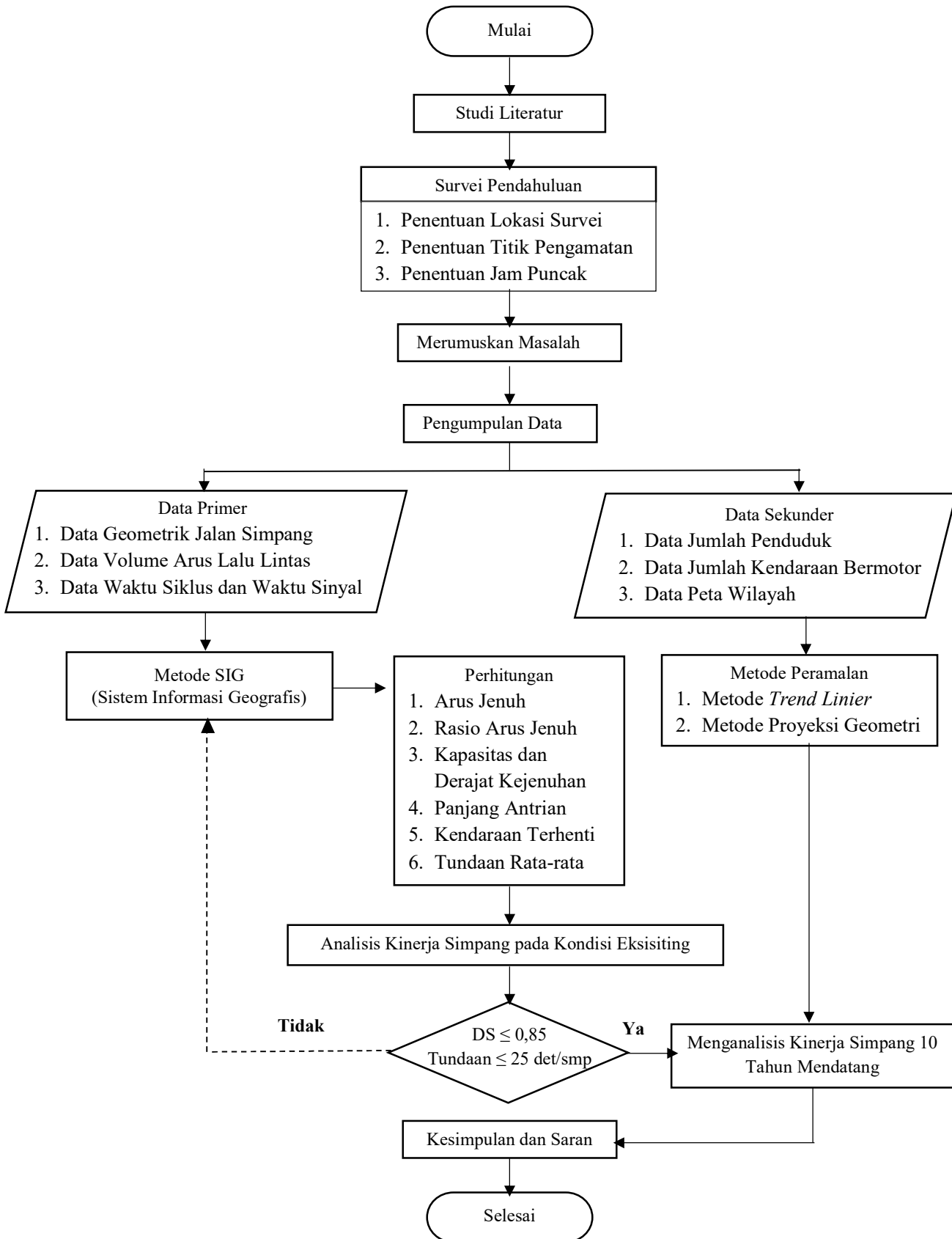
PENDAHULUAN

Kota Blitar termasuk kota kecil di wilayah Jawa Timur yang mempunyai jumlah penduduk yang tiap tahun mengalami peningkatan. Peningkatan tersebut memberikan pengaruh terhadap kebutuhan sarana dan prasarana transportasi. Peran transportasi bagi kehidupan masyarakat sangat penting untuk memudahkan melakukan aktivitas sehari-hari. Adanya aktivitas transportasi meningkatkan angka pengguna transportasi, yang dapat menyebabkan permasalahan transportasi apabila tidak ditunjang dengan prasarana yang baik. Perkembangan wilayah serta daya wisata yang meningkat membuat pergerakan manusia dan barang yang menggunakan kendaraan mengalami peningkatan. Hal ini membuat terjadi konflik lalu lintas yang semakin tidak beraturan terutama di area persimpangan jalan. Salah satu daerah simpang yang seringkali mengalami konflik kendaraan yaitu pada simpang empat bersinyal Jalan Tanjung, Jalan Aryo Blitar, dan Jalan Bengawan Solo, Kelurahan Pakunden Kota Blitar. Persimpangan jalan tersebut merupakan jalur utama yang menghubungkan wilayah Kota Blitar ke daerah lainnya seperti Kabupaten Kediri dan Kabupaten Malang yang dilalui oleh bus dan truk serta kendaraan lainnya seperti mobil dan motor.

Pada daerah simpang empat bersinyal ini memiliki 4 fase sinyal dimana terdapat titik rawan konflik kendaraan yaitu pada area belokan jalan. Pada jam sibuk seperti pada pagi hari pukul 06.00 – 07.00 WIB, siang hari pukul 12.00 – 13.00 WIB serta sore pukul 15.00 – 16.00 WIB tingkat volume kendaraan mengalami peningkatan karena aktivitas masyarakat yang melintasi daerah simpang tersebut. Pengaturan waktu hijau lalu lintas dengan durasi waktu siklus yang belum efisien mengakibatkan volume kendaraan pada jam tertentu mengalami kepadatan. Hal tersebut diperparah dengan kondisi eksisting simpang yang berada di dekat wilayah pertokoan, perlintasan kereta api, dan pom bensin, sehingga pengaturan lalu lintas pada jam tertentu tidak dapat dikendalikan. Perilaku pengguna jalan saat melintasi area simpang saat waktu lampu lalu lintas sudah menunjukkan waktu berhenti, kendaraan tetap melaju dimana dari arah berlawanan kendaraan lainnya masuk ke area simpang yang menyebabkan konflik kendaraan bahkan dapat berpotensi mengalami kecelakaan. Perilaku pengguna jalan yang kurang mematuhi tata tertib lalu lintas menjadi dasar seringnya konflik kendaraan pada area simpang tersebut terjadi. Dari permasalahan yang terjadi pada daerah persimpangan jalan tersebut perlu adanya evaluasi terhadap kinerja simpang untuk mengetahui perlu tidaknya melakukan strategi perbaikan. Maka pentingnya penelitian ini dilakukan agar pengaturan waktu lalu lintas serta konflik kendaraan pada jam tertentu tidak terus berulang serta memberikan alternatif dan solusi penanganan kinerja simpang bersinyal yang sesuai dengan kondisi dilapangan. Oleh karena itu penulis ingin mengevaluasi kinerja simpang empat bersinyal tersebut untuk nantinya dapat menjadi bahan pertimbangan dalam perbaikan kebijakan pengaturan lalu lintas khususnya di daerah persimpangan Jalan Tanjung – Jalan Aryo Blitar dan Jalan Bengawan Solo Kelurahan Pakunden Kota Blitar.

METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan di simpang Pakunden berupa penelitian kuantitatif diawali dengan survey untuk menentukan lokasi survey, titik pengamatan dan penentuan jam puncak, kemudian mengumpulkan data primer berupa data geometrik jalan, data volume lalu lintas, dan waktu siklus dan waktu sinyal yang kemudian diolah dengan metode SIG (Sistem Informasi Geografis) yang mengacu pada pedoman MKJI 1997 [14]. Sedangkan data sekunder berupa data jumlah penduduk, data jumlah kendaraan bermotor dan data peta wilayah yang diolah dengan metode peramalan yaitu metode *trend linier* dan proyeksi geometri [11]. Pengambilan data volume dilakukan secara counting selama 5 hari yaitu senin, selasa, rabu, sabtu, dan minggu, dengan durasi waktu pengamatan 2 jam tiap periode waktu yaitu pagi pukul 06.00 – 08.00 WIB, siang pukul 11.00 – 13.00 WIB, dan sore pukul 15.00 – 17.00 WIB [5]. Jenis kendaraan yang diamati adalah sepeda motor (MC), kendaraan ringan (LV), dan kendaraan berat (HV) [4]. Pengolahan data dengan metode SIG meliputi perhitungan arus jenuh, rasio arus, kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, kendaraan berhenti, dan tundaan. Nilai derajat kejenuhan memiliki standart acuan MKJI 1997 yang telah ditentukan sebesar $< 0,85$ dan tundaan < 25 det/smp [8].



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

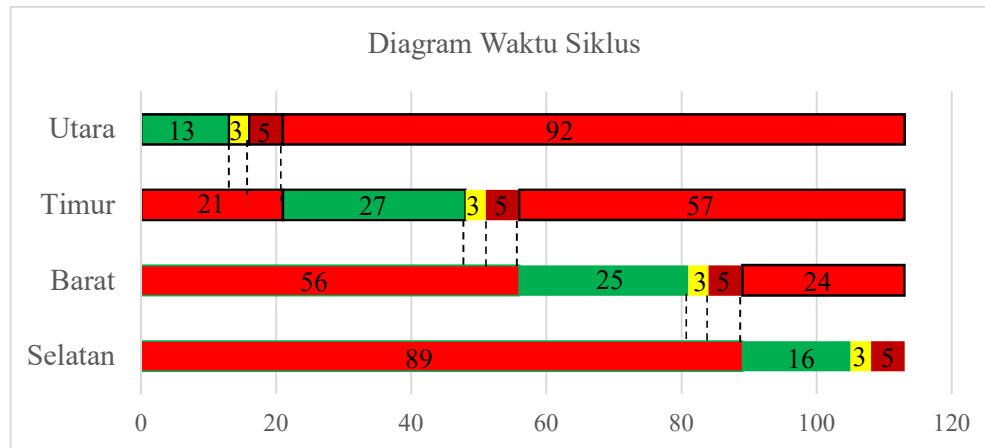
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengolahan data didapatkan jam puncak terjadi pada periode waktu sore dengan perhitungan kondisi eksisting sebagai berikut, diambil contoh pada pendekat barat: [15]

Tabel 1. Data Waktu Sinyal Kondisi Eksisting

Pendekat	Waktu Nyala Lampu (detik)				Waktu Siklus
	Merah	Kuning	Hijau	All Red	
Utara	92	3	13	5	113
Timur	78	3	27	5	113
Barat	80	3	25	5	113
Selatan	89	3	16	5	113

Sumber: Hasil Olah Data, 2022



Gambar 2. Waktu Siklus Lampu Lalu Lintas Simpang Pakunden

Data geometrik, data pengaturan lalu lintas dan lingkungan:

Kota : Blitar
 Ukuran Kota : 150.371 jiwa (Tahun 2021)
 Hari/Tanggal : Sabtu, 25 Juni 2022
 Simpang : Pakunden
 Jumlah fase lalu lintas : 4 fase sinyal
 Tipe lingkungan jalan : Komersial (COM)
 Kode Pendekat : Barat (B)
 Hambatan samping : Sedang
 Belok kiri langsung (LTOR) : Tidak
 Waktu hijau : 25 detik Waktu merah : 80 detik
 Waktu kuning : 3 detik Waktu antar hijau (IG) : 8 detik
 Lebar pendekat (WA) : 8,96 meter
 Lebar pendekat masuk (Wmasuk) : 4,40 meter
 Lebar pendekat LTOR : -
 Lebar pendekat keluar (Wkeluar) : 4,56 meter

Data arus lalu lintas:

1. Volume sepeda motor (Qmc) : 158 smp/jam
2. Volume kendaraan ringan (Qlv) : 140 smp/jam
3. Volume kendaraan berat (Qhv) : 150 smp/jam
4. Volume kendaraan bermotor total (Qmv): 448 smp/jam atau 650 kend/jam
5. Volume kendaraan tidak bermotor (Qum): 7 kend/jam
6. Rasio kendaraan belok kiri (Plt)

Qlt = 53 smp/jam

$$\begin{aligned}
 Q_{mv} &= 448 \text{ smp/jam} \\
 P_{lt} &= Q_{lt} / Q_{mv} \\
 &= 53 / 448 \\
 &= 0,12
 \end{aligned} \tag{1}$$

7. Rasio kendaraan belok kanan (Prt)

$$\begin{aligned}
 Q_{rt} &= 82 \text{ smp/jam} \\
 Q_{mv} &= 448 \text{ smp/jam} \\
 P_{rt} &= Q_{rt} / Q_{mv} \\
 &= 82 / 448 = 0,18
 \end{aligned} \tag{2}$$

8. Rasio kendaraan tak bermotor dan kendaraan bermotor

$$\begin{aligned}
 Q_{um} &= 7 \text{ kend/jam} \\
 Q_{mv} &= 650 \text{ kend/jam} \\
 P_{um} &= Q_{um} / Q_{mv} \\
 &= 7 / 650 \\
 &= 0,010
 \end{aligned} \tag{3}$$

Data penentuan waktu sinyal:

Pada simpang pakunden diperoleh waktu merah semua (*all red*) untuk tiap fase yaitu 5 detik serta untuk waktu kuning mempunyai durasi waktu tiap fase yaitu 3 detik dengan IG = 8 detik. Waktu hilang total (LTI) pada simpang pakunden yaitu $8 + 8 + 8 + 8 = 32$ detik [6].

Arus jenuh dasar (So)

Tipe pendekat : Terlindung (P)

Lebar efektif (W) : 4,40 meter

$$\begin{aligned}
 \text{Arus jenuh dasar} &: 600 \times W_e \\
 &: 600 \times 4,40 = 2640 \text{ smp/jam hijau}
 \end{aligned} \tag{4}$$

$$\begin{aligned}
 S &= S_o \times F_{cs} \times F_{sf} \times F_g \times F_p \times F_{rt} \times F_{lt} \text{ smp/jam hijau} \\
 &= 2640 \times 0,83 \times 0,94 \times 1 \times 1 \times 1,05 \times 0,98 \\
 &= 2116 \text{ smp/jam hijau}
 \end{aligned} \tag{5}$$

Arus lalu lintas Q = 448 smp/jam

Rasio arus (FR)

$$\begin{aligned}
 FR &= Q / S \\
 &= 448 / 2116 \\
 &= 0,211
 \end{aligned} \tag{6}$$

Rasio fase (PR)

$$\begin{aligned}
 PR &= FR_{crit} / IFR \\
 &= 0,211 / 0,595 \\
 &= 0,355
 \end{aligned} \tag{7}$$

Waktu siklus sebelum dan setelah penyesuaian = 113 detik

Waktu hijau (g) = 25 detik

Kapasitas (C)

$$\begin{aligned}
 C &= S \times g/c \\
 &= 2116 \times 25 / 113 \\
 &= 468 \text{ smp/jam}
 \end{aligned} \tag{8}$$

Derajat kejenuhan (DS)

$$\begin{aligned}
 DS &= Q / C \\
 &= 448 / 468 \\
 &= 0,96
 \end{aligned} \tag{9}$$

$$\begin{aligned}
 NQ_1 &= 0,25 \times 468 + \left[(0,96-1) + \sqrt{(0,96-1)^2 + 8 \times \frac{0,96-0,5}{468}} \right] \\
 &= 6,38 \text{ smp}
 \end{aligned} \tag{10}$$

$$\begin{aligned}
 NQ_2 &= c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \\
 &= 113 \times \frac{1-0,22}{1-0,22 \times 0,96} \times \frac{448}{3600} \\
 &= 6,38 \text{ smp}
 \end{aligned} \tag{11}$$

$$\begin{aligned} NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\ &= 6,38 + 13,87 \\ &= 20,26 \text{ smp} \end{aligned} \quad (12)$$

Panjang antrian

$$\begin{aligned} QL &= NQ_{\max} \times (20 / W_{\text{masuk}}) \\ &= 29,9 \times (20 / 4,40) \\ &= 135,98 \text{ meter} \end{aligned} \quad (13)$$

Rasio kendaraan henti (NS)

$$\begin{aligned} NS &= 0,9 \times NQ / Q_{XC} (3600) \\ &= 0,9 \times 20,26 / (448 \times 113) \times 3600 \\ &= 1,30 \end{aligned} \quad (14)$$

Jumlah kendaraan henti (Nsv)

$$\begin{aligned} N_{sv} &= Q \times NS \\ &= 448 \times 1,30 \\ &= 581 \text{ smp} \end{aligned} \quad (15)$$

Tundaan lalu lintas rata-rata (DT)

$$\begin{aligned} DT &= c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \\ &= 113 \times \frac{0,5 \times (1-0,22)^2}{(1-0,22 \times 0,96)} + \frac{6,38 \times 3600}{468} \\ &= 92,55 \text{ detik/smp} \end{aligned} \quad (16)$$

Tundaan geometrik rata-rata (DG)

$$\begin{aligned} DG &= (1 - p_{sv}) \times p_r \times 6 + (p_{sv} \times 4) \\ &= (1 - 1,30) \times 0,18 \times 6 + (1,30 \times 4) \\ &= 4,87 \text{ detik/smp} \end{aligned} \quad (17)$$

Tundaan rata-rata (D)

$$\begin{aligned} D &= DT + DG \\ &= 92,55 + 4,87 \\ &= 97,42 \text{ detik/smp} \end{aligned} \quad (18)$$

Tundaan total lengan simpang

$$\begin{aligned} D_{\text{total}} &= D \times Q \\ &= 97,42 \times 448 \\ &= 43595 \text{ detik/smp} \end{aligned} \quad (19)$$

Tundaan total rata-rata seluruh lengan simpang

$$\begin{aligned} DI &= \Sigma(Q \times D) / Q_{\text{TOT}} \\ DI &= 97448 / 1181 = 82,49 \text{ detik/smp} \end{aligned} \quad (20)$$

Tabel 2. Indeks Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal

Pendekat	DS	QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Utara	0,78	62,06	70,34	F
Timur	0,68	76,62	46,60	E
Barat	0,96	135,98	97,42	F
Selatan	0,93	107,02	122,26	F

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Antrian kendaraan terpanjang yaitu berada pada pendekat barat yaitu 135,98 meter dengan nilai derajat kejenuhan 0,96 sedangkan pendekat lainnya memiliki nilai derajat kejenuhan pendekat utara sebesar 0,78 dengan panjang antrian 62,06 meter, pendekat timur sebesar 0,68 dengan panjang antrian 76,62 meter, dan pendekat selatan sebesar 0,93 dengan panjang antrian 107,02 meter [10].

Alternatif I (Perencanaan Ulang Waktu Siklus)**Tabel 3.** Tingkat Pelayanan Alternatif I

Pendekat	DS	Panjang Antrian QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Utara	0,78	67,62	77,22	F
Timur	0,75	90,17	59,47	E
Barat	0,81	114,73	58,93	E
Selatan	0,82	92,66	80,82	F

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Nilai DS pada pendekat barat, dan selatan lebih rendah dengan nilai DS pada kondisi eksisting sedangkan pendekat timur dan utara mengalami kenaikan sedangkan untuk nilai tundaan rata-rata tiga pendekat simpang mengalami penurunan dan untuk pendekat timur mengalami kenaikan [2].

Alternatif II (Perubahan Fase Sinyal)**Tabel 4.** Tingkat Pelayanan Alternatif II

Pendekat	DS	Panjang Antrian QL (m)	Tundaan (detik)	Tingkat Pelayanan
Utara	0,43	39,03	35,22	D
Timur	0,70	63,62	38,66	D
Barat	0,73	77,37	35,92	D
Selatan	0,56	51,95	36,56	D

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Dari 4 lengan simpang tersebut pendekat barat memiliki tingkat derajat kejenuhan tertinggi, serta pendekat selatan masih memiliki antrian kendaraan yang cukup panjang, hal ini dapat terjadi karena faktor geometrik jalan yang tidak sebanding dengan volume kendaraan yang melewati pendekat selatan [1]. Namun, dari 4 lengan simpang tersebut penggunaan alternatif II dapat menurunkan panjang antrian serta tundaan di tiap pendekat simpang [12].

Prediksi Kinerja Simpang 10 Tahun Mendatang**Tabel 5.** Data Jumlah Penduduk Kota Blitar Pada Tahun 2012 - 2021

No	Tahun	Jumlah Penduduk Kota Blitar
1	2012	145.300
2	2013	146.602
3	2014	145.111
4	2015	146.155
5	2016	152.097
6	2017	139.995
7	2018	140.971
8	2019	157.909
9	2020	149.149
10	2021	150.371

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Blitar

Perhitungan Nilai a dan b pada *trend linier* yaitu:

$$a = \Sigma y / n = 1473660 / 10 = 147366 \quad (21)$$

$$b = \Sigma xy / \Sigma x^2 = 99804 / 330 = 302,44 \quad (22)$$

Untuk nilai parameter X ditentukan berdasarkan ketentuan pada metode *trend linier*.

$$Y = a + bX \quad (23)$$

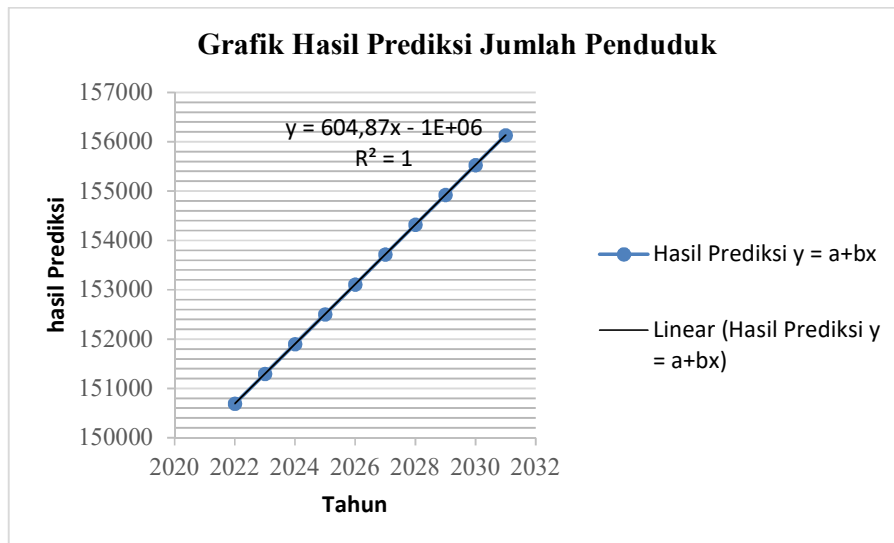
$$= 147366 + (302,44 \times 11) = 150693$$

Tabel 6. Hasil Perhitungan Prediksi Jumlah Penduduk Kota Blitar Tahun 2022 - 2031

No	Tahun	x	Hasil Prediksi $y = a+bx$
1	2022	11	150693
2	2023	13	151298
3	2024	15	151903
4	2025	17	152507
5	2026	19	153112
6	2027	21	153717
7	2028	23	154322
8	2029	25	154927
9	2030	27	155532
10	2031	29	156137

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Hasil prediksi jumlah penduduk Kota Blitar tahun 2022 - 2031 menunjukkan hasil yang terus mengalami peningkatan pada tiap tahunnya dengan tahun awal prediksi mencapai 150.693 jiwa dan ditahun akhir prediksi mencapai 156.137 jiwa. Dari hasil prediksi tersebut maka diproyeksikan kedalam bentuk grafik yang menunjukkan hasil prediksi yang memiliki garis *trend* naik positif [13].



Gambar 3. Grafik Garis *Trend* Hasil Prediksi Jumlah Penduduk

Tabel 7. Data Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Blitar Pada Tahun 2012 - 2021

No	Tahun	Jumlah Kendaraan Kota Blitar
1	2012	70.232
2	2013	75.861
3	2014	80.330
4	2015	99.112
5	2016	295.408
6	2017	95.884
7	2018	98.325
8	2019	103.192
9	2020	103.402
10	2021	103.355

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Blitar

Perhitungan Nilai a dan b pada *trend linier* yaitu:

$$a = \Sigma y / n = 1125101 / 10 = 112510 \quad (24)$$

$$b = \Sigma xy / \Sigma x^2 = 403219 / 330 = 1222,18 \quad (25)$$

Untuk nilai parameter X ditentukan berdasarkan ketentuan pada metode *trend linier*.

$$Y = a + bX \quad (26)$$

$$= 112510 + (1222,18 \times 11)$$

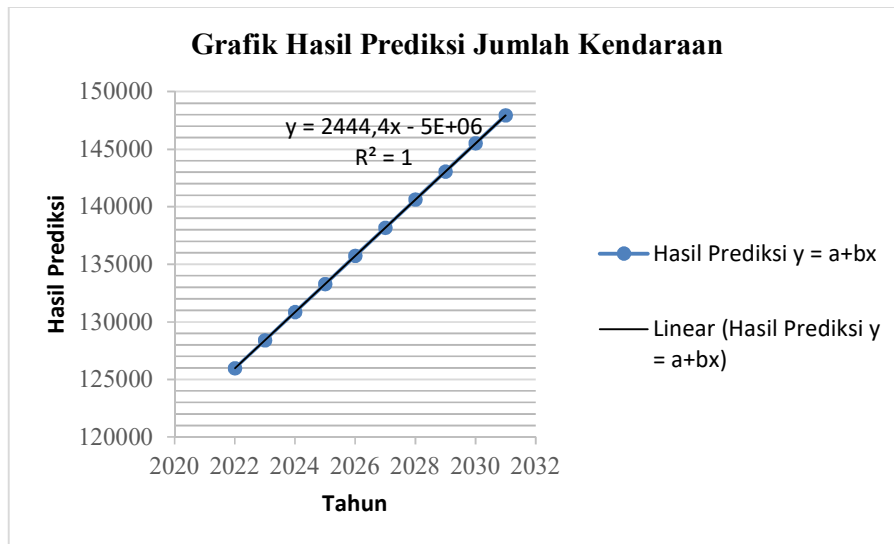
$$= 125954$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan Prediksi Jumlah Kendaraan Bermotor Kota Blitar Tahun 2022 - 2031

No	Tahun	x	Hasil Prediksi $y = a+bx$
1	2022	11	125954
2	2023	13	128398
3	2024	15	130843
4	2025	17	133287
5	2026	19	135731
6	2027	21	138176
7	2028	23	140620
8	2029	25	143065
9	2030	27	145509
10	2031	29	147953

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Hasil prediksi jumlah kendaraan bermotor di Kota Blitar menunjukkan kenaikan yang tinggi dari tahun sebelumnya, hal ini dipengaruhi oleh tingkat pertumbuhan penduduk yang turut mengalami kenaikan. Jumlah kendaraan bermotor tahun awal rencana 2022 mencapai 125.954 unit dan tahun akhir prediksi mencapai 147.953. kondisi ini membuat proyeksi diagram grafik pertumbuhan kendaraan bermotor menghasilkan garis *trend* naik positif [9].



Gambar 4. Grafik Garis *Trend* Hasil Prediksi Jumlah Kendaraan

Perhitungan dengan menggunakan persamaan proyeksi geometri untuk mengetahui kinerja arus lalu lintas simpang, dengan data sekunder untuk faktor pertumbuhan sebesar 0,04 atau 4 % adalah sebagai berikut: [3]

Prediksi Tahun ke 1

$$\begin{aligned}
 P_n &= P_o \times (1 + i)^n \\
 &= 448 \times (1 + 0,04)^1 \\
 &= 465
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

$$\begin{aligned}
 DS &= P_n / C \\
 &= 465 / 615 \\
 &= 0,76
 \end{aligned}
 \tag{28}$$

Tabel 9. Perhitungan Prediksi Pertumbuhan Arus Lalu Lintas

Tahun Rencana	Arus Lalu Lintas Tahun ini	Faktor Pertumbuhan Arus Lalu Lintas	Arus Lalu Lintas Tahun Rencana	Kapasitas	Derajat Kejenuhan
N	P _o	I	P _n	C	DS
Tahun ke 0	448	0,04	448	615	0,73
Tahun ke 1	448	0,04	465	615	0,76
Tahun ke 2	448	0,04	484	615	0,79
Tahun ke 3	448	0,04	503	615	0,82
Tahun ke 4	448	0,04	524	615	0,85
Tahun ke 5	448	0,04	544	615	0,89
Tahun ke 6	448	0,04	566	615	0,92
Tahun ke 7	448	0,04	589	615	0,96
Tahun ke 8	448	0,04	612	615	1,00
Tahun ke 9	448	0,04	637	615	1,04

Sumber: Hasil Olah Data, 2022

Pada analisis prediksi pertumbuhan arus lalu lintas perhitungan hanya dilakukan pada satu pendekatan saja yang mempunyai nilai derajat kejenuhan tertinggi pada jam puncak. Didapatkan hasil untuk tahun rencana nilai derajat kejenuhan sebesar 0,73 dan 10 tahun mendatang nilai derajat kejenuhan naik menjadi 1,04 [7].

KESIMPULAN

Pada kondisi eksisting simpang pakunden belum memenuhi syarat MKJI 1997 karena beberapa pendekat memiliki nilai derajat kejenuhan $> 0,85$. Untuk solusi alternatif yang digunakan adalah alternatif II yaitu mengatur kembali fase sinyal pada simpang dari 4 fase sinyal menjadi 3 fase sinyal sehingga nilai derajat kejenuhan dan panjang antrian mengalami pada tiap pendekat menurun. Untuk analisis metode peramalan menggunakan metode *trend linier* pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan kendaraan bermotor mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Dari hasil peramalan tersebut dapat menjadi acuan dalam memproyeksikan kinerja jalan 10 tahun mendatang dengan arus lalu lintas rencana tahun 2022 sebesar 448 smp/jam dan pada tahun 2031 sebesar 637 smp/jam.

SARAN

Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode atau program *software* untuk pemecahan masalah pada suatu kinerja simpang. Untuk faktor penyesuaian yang digunakan dalam pemecahan masalah dapat dianalisis kembali untuk menurunkan nilai derajat kejenuhan sehingga tingkat pelayanan kinerja jalan masuk kategori aman serta dapat menambahkan uji validasi pada metode peramalan untuk memberikan gambaran yang jelas kepada hasil prediksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amrirodiyan, M. R., Subagyo, U., & Poerwanto, J. A. (2020). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal di Jalan By Pass Mojokerto–Jalan Gempol Mojokerto–Jalan Totok Kerot–Jalan Jayanegara–Jalan Kuwung Magersari Kota Mojokerto Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 1(3), 18-22.
- [2] Ari Andriyanto., Eding Iskak I., & Annur M. (2020). Evaluasi Kinerja Simpang Pada Persimpangan Bersinyal Jl. Asembagus – Jl. Seruni Kabupaten Situbondo. *E-Journal Gelagar*, 2(1), 9-17.
- [3] Bau, Q. D., Ali, I., & Reski, N. T. A. (2020). Kinerja Manajemen Lalu Lintas Baru di Kawasan Losari Kota Makassar. *Jurnal Transportasi*, 20(1), 37-46.
- [4] Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia, Direktorat Bina Jalan Kota. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Jakarta.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia. (2014). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)*. Jakarta.
- [6] Fatmawati, F., & Isram Mohamad Ain, M. (2021). Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal dengan Metode MKJI dan Sidra Intersection. *Borneo Enginnering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 24-39.
- [7] Hairil A. H., Hasmar Halim., Isnaeni M., & Trisnawathy. (2021). Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Abdullah Dg. Sirua. *JACEE: Journal of Applied Civil and Environmental Engineering*, 1(1), 72- 77.
- [8] Nasmirayanti, R. (2019). Perencanaan Ulang Pengaturan Fase Alat Pengatur Lalu Lintas Pada Persimpangan Bersinyal di Persimpangan Jl. Jend. Sudirman – Kis Mangun Sarkoro. *Rang Teknik Journal*, 2(1), 132-142.
- [9] Praja, M. a., Priana, S. E., Kurniawan, D., & Pass, B. (2022). Tinjauan Efektivitas Penerapan Simpang Bersinyal di Simpang Bypass Manggis Kota Bukittinggi. *Jurnal Eksiklopedia*, 1(2), 179-185.
- [10] Primasari, Y. H., & Sasmito, A. (2021). Optimalisasi Waktu Hijau Untuk Mengurangi Kadar Polusi Udara Pada Simpang Bersinyal Pasifik di Kota Tegal. *Jurnal Transportasi*, 21(1), 19-26.
- [11] Risdianto. (2014). *Rekayasa Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: PT. Leutika Nouvalitera.
- [12] Sari, R. R. (2017). Pengaruh Pemberlakuan Rekayasa Lalulintas Terhadap Derajat Kejenuhan Pada Simpang Jalan Pajajaran dan Jalan Pasirkaliki. *Potensi: Jurnal Sipil Politeknik*, 19(2).

-
- [13] Siahaan, D., Marwan, M., & Mahliza, M. (2022). Analisis Kinerja Jaringan Jalan (Studi Kasus: Jln. S Parman Medan). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Arsitektur (JITAS)*, 1(1), 25-36.
- [14] Supiyono. (2018). *Keselamatan Lalu Lintas*. Malang: Polinema Press, Politeknik Negeri Malang.
- [15] Veronika., & Eko Prayitno. (2020). Kinerja Simpang Bersinyal Pada Jam Puncak (Studi Kasus: Simpang Empat Alai, Kota Padang). *Jurnal Rekayasa*, 10(8), 72-83.