Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal di Jalan Raya Menganti – Jalan Citraraya Lakarsantri Dengan Metode PKJI 2014

Bima Bangun Samodra*[1], Siswoyo[2]

[1,2] Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya, Indonesia
Email: [1]bimabangun1@gmail.com, [2]siswoyo60@uwks.ac.id
*Penulis Korespondensi

Abstrak

Simpang bersinyal Jl. Raya Menganti - Jl. Citra Raya Lakarsantri merupakan salah satu simpang yang menjadi penghubung antara Kabupaten Gresik dan Kota Surabaya. Pada simpang tersebut banyak yang melanggar lalu lintas dan di sekitar simpang tersebut banyak sekolah-sekolah, sehingga memperlambat laju kendaraan dan terjadi kemacetan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah dapat mengetahui penyebab dari kemacetan dan juga solusi dari simpang tersebut agar tidak terjadi kemacetan. Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2014. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa Tingkat Pelayanan (*Level of Service*) atau LOS pada Pendekat Utara (Jl. Citra Raya Lakarsantri) dengan DJ = 1,07 adalah LOS (F) dan pendekat Timur (Jl. Raya Menganti (arah Surabaya)) dengan DJ = 1,08 adalah LOS (F) dengan karakteristik lalu lintas Arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume di atas kapasitas, antrian panjang (macet). Pendekat Barat (Jl. Raya Menganti (arah Gresik)) dengan DJ = 0.76 adalah LOS (C) dengan karakteristik arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, V/C masih dapat ditoleransi. Tingkat kinerja simpang pada saat ini pada tingkat E dengan derajat kejenuhan (DJ) 0.96. Dengan penanganan dan rekomendasi pengaturan fase dan waktu siklus yang dilakukan, terbukti dapat menekan dan meminimalisir penurunan tingkat kinerja simpang menjadi tingkat D dengan derajat kejenuhan 0.71.

Kata kunci: Jalan Raya, Manajemen Lalu Lintas, PKJI, Simpang Tiga

Abstract

The signalized intersection of Jl. Raya Menganti - Jl. Citra Raya Lakarsantri serves as a key connection between Gresik Regency and Surabaya City. This intersection experiences a high number of traffic violations, and the presence of many schools in the surrounding area slows down vehicle movement, leading to congestion. The objective of this study is to identify the causes of congestion and propose solutions to prevent traffic jams at this intersection. The research follows the PKJI 2014 method. Based on the calculations, the Level of Service (LOS) for the North Approach (Jl. Citra Raya Lakarsantri) with a degree of saturation (DJ) of 1.07 is classified as LOS (F), and the East Approach (Jl. Raya Menganti towards Surabaya) with a DJ of 1.08 is also classified as LOS (F), indicating forced traffic flow, low speed, volume exceeding capacity, and long queues (severe congestion). The West Approach (Jl. Raya Menganti towards Gresik) with a DJ of 0.76 is classified as LOS (C), characterized by an unstable flow, controllable speed, and a tolerable volume-to-capacity ratio. The overall intersection performance is currently at level E with a degree of saturation (DJ) of 0.96. However, with phase adjustments and cycle time regulation recommendations, it has been proven that traffic performance can be improved to level D with a degree of saturation reduced to 0.71.

Keywords*: Highway, PKJI, Three-Way Intersection, Traffic Management,*

I. PENDAHULUAN

Pada kota-kota besar menyelenggarakan sistem transportasi agar segala sesuatu berjalan dengan cepat. Pengertian transportasi menurut Fatimah [1], transportasi didefinisikan sebagai kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari suatu tempat ke tempat lain. Transportasi juga diartikan sebagai usaha perpindahan barang atau penumpang dari suatu tempat ke tempat lain, dimana produk dipindahkan ke tempat tujuan dibutuhkan [2]. Lalu lintas adalah cara untuk gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan [3]. Oleh karena itu, kelancaran lalu lintas menjadi perhatian yang penting. Ketika arus lalu lintas terhambat atau terjadi kemacetan, maka mobilitas masyarakat juga terpengaruh. Kemacetan terjadi ketika intensitas lalu lintas melampaui kapasitas jalan yang direncanakan, menyebabkan kecepatan kendaraan mendekati 0 km/jam dan menimbulkan antrian [4]. Gangguan ini akan berdampak buruk bagi masyarakat, sehingga menyebabkan terhambatnya perekonomian dan merugikan beberapa pihak. Kemacetan lalu lintas adalah salah satu masalah yang sering terjadi dalam masalah transportasi. Ketika

terjadi kemacetan pada lalu lintas, timbul masalah lain seperti waktu tempuh yang tidak sesuai perkiraan dan masalah tersebut menimbulkan masalah yang lain. Sehingga kemacetan menjadi indikator dalam kualitas dan pengoperasian fasilitas transportasi, dikarenakan mencakup kapasitas, kondisi fisik jalan dan persimpangan, penggunaan tat guna lahan, pemilihan rute perjalanan, dan hambatan samping.

Kemacetan menjadi sebuah permasalahan yang terjadi pada kota Surabaya. Ada beberapa faktor yang menjadi penyebab kemacetan kota Surabaya, salah satunya adalah banyaknya pendatang dari luar kota hingga luar pulau. Letak kota Surabaya yang sangat strategis yaitu berada hampir di tengah wilayah Indonesia dan juga tepat di selatan Asia dan menjadikannya sebagai salah satu penghubung penting bagi kegiatan perdagangan di Asia Tenggara. Surabaya juga diakui sebagai kota metropolitan metropolitan, dengan kota yang berfungsi sebagai pusat kegiatan komersial, keuangan, dan bisnis di Jawa Timur dan sekitarnya.

Jumlah penduduk di Kota Surabaya menurut Badan Pusat Statistik Kota Surabaya adalah 2.904.751 jiwa pada tahun 2020, dan pada bagian Kecamatan Lakarsantri memiliki jumlah penduduk 61.907 jiwa [5]. Jumlah penduduk Kota Surabaya meningkat karena jumlah penduduk pada suatu negara umumnya akan berbanding lurus dengan jumlah kendaraan yang beredar di masyarakat. Kendaraan baru yang teregister menurut Badan Pendapatan Daerah (Bapenda) selama bulan Januari sampai Agustus 2021 mencapai 57.606-unit untuk roda empat, sedangkan roda dua tercatat 432.394 unit [5]. Oleh karena itu kemacetan di Kota Surabaya terjadi disebabkan melonjaknya jumlah kendaraan bermotor yang turun ke jalan melebihi kapasitas jalan.

Kemacetan Kota Surabaya sering terjadi pada persimpangan. Simpang jalan merupakan simpul transportasi dari 3 lengan/pendekat atau lebih dari suatu arah menuju ke arah lain yang bertemu pada 1 titik. Simpang jalan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dan kendaraan lainnya ataupun pejalan kaki [4]. Tidak berfungsinya simpang bersinyal tentu akibatnya sangat fatal pada persimpangan yang mempunyai volume kendaraan besar, tundaan serta kemacetan tentu akan terjadi dan tidak bisa dipungkiri kecelakaan pun akan terjadi. Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah yang sampai saat ini belum ditemukan solusi yang tepat. Semakin padat kendaraan yang ada di jalan menyebabkan penumpukan kendaraan pada titik - titik tertentu yang mengakibatkan kemacetan. Selain itu ada beberapa faktor penyebab kemacetan, antara lain adalah keberadaan lampu lalu lintas.

Kemacetan pada umumnya terjadi pada pukul 07.00 hingga pukul 08.00 yaitu jam berangkat kerja, dan pukul 16.00 hingga pukul 18.00 pada jam pulang kerja. Sedangkan kemacetan pada simpang bersinyal Jl. Raya Menganti - Jl. Citra Raya Lakarsantri terjadi hampir setiap saat. Simpang tersebut merupakan jalan penghubung antara Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, sehingga jalan tersebut menjadi salah satunya akses menuju ke kota tersebut. Banyaknya sekolah juga mempengaruhi kemacetan tersebut, dimana para orang tua siswa atau penjemput siswa bersekolah terkadang parkir sembarangan pada jalan tersebut. Sekolah tersebut berada di sisi Jl. Citra Raya Lakarsantri dan sisi Jl. Raya Menganti dari arah Kota Gresik, sehingga membuat volume jalan tersebut menjadi padat.

Mengatasi masalah kemacetan pada simpang bersinyal tersebut sebaiknya perlu dilakukan kajian tentang evaluasi kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting. Dari hasil kinerja tersebut bisa dijadikan sebagai indikator untuk memecahkan masalah kemacetan pada simpang bersinyal tersebut. Oleh sebab itu, perlunya evaluasi kinerja simpang bersinyal pada simpang Jl. Raya Menganti - Jl. Citra Raya Lakarsantri agar lebih optimal. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah agar mengetahui penyebab terjadinya kemacetan, menganalisa tingkat pelayanan pada simpang tersebut, dan memberi solusi terhadap simpang tersebut.

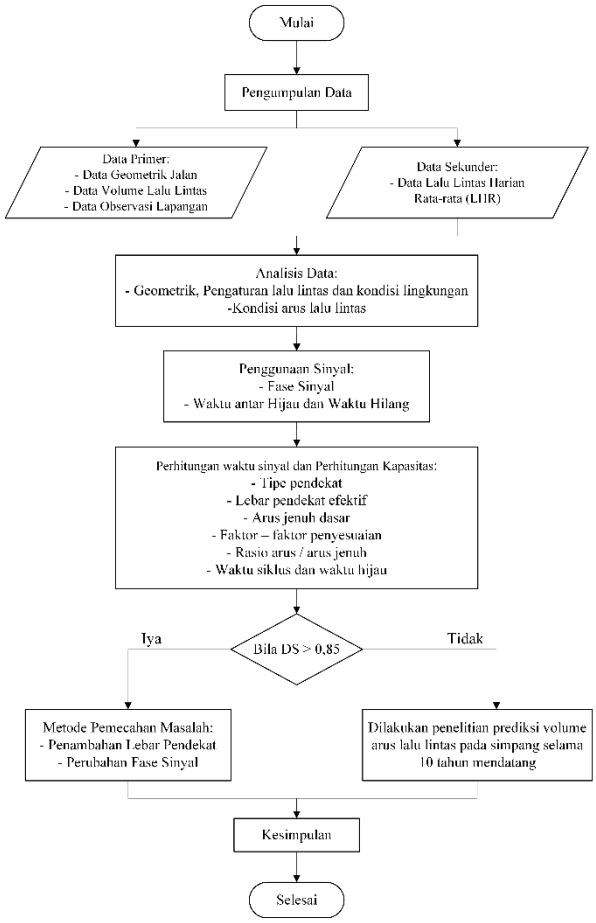
II. METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis metode penelitian ini adalah kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisa kemacetan lalu lintas yang terjadi. Penelitian ini akan difokuskan pada tingkat pelayanan simpang yaitu pengamatan pada fase sinyal, arus lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, dan tundaan yang berdasarkan metode PKJI 2014 [6].

2.2 Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data geometrik jalan, data volume lalu lintas, data LHR dan data penunjang lainnya. Metodologi penelitian ini diuraikan melalui skema dibawah ini pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Daerah Survey

Kondisi lalu lintas pada pertemuan antara Jalan Raya Menganti – Jalan Citraraya Lakarsantri merupakan kondisi lalu lintas yang selalu ramai. Jalan tersebut merupakan salah satu jalan penghubung antara Kota Surabaya dan Kabupaten Gresik, sehingga tidak sedikit kendaraan besar yang melewati persimpangan tersebut. terlebih lagi pada saat jam-jam puncak pada hari kerja. Pada sekitar persimpangan jalan tersebut terdapat lingkungan sekolah dan stadion yang sangat berpengaruh pada kinerja lalu lintas jalan tersebut.

3.2 Arus Pergerakan Kendaraan

Arus pergerakan kendaraan yang ada pada persimpangan Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri Surabaya pada saat ini (kondisi eksisting) adalah sebagai berikut:

1. Pendekat Utara (Jl. Citraraya Lakarsantri) : Terdapat 2 pergerakan, yaitu belok kiri dan belok kanan yang dapat dilihat pada Gambar 2a.
2. Pendekat Timur (Jl. Raya Menganti arah Surabaya) : Terdapat 2 pergerakan, yaitu belok kanan dan lurus langsung yang dapat dilihat pada Gambar 2b.
3. Pendekat Barat (Jl. Raya Menganti arah Gresik) : Terdapat 2 pergerakan, yaitu belok kiri dan lurus yang dapat dilihat pada Gambar 2c.



(a) (b) (c)

Gambar 2. Kondisi eksisting (a) pendekat utara belok kanan dan kiri, (b) pendekat timur arah lurus dan belok kanan, dan (c) pendekat barat arah lurus dan belok kiri pada jam puncak siang.

3.3 Kondisi Lingkungan Jalan

Pada persimpangan Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri di sekitar persimpangan tersebut terdapat lahan tempat tinggal, dimana di sekitar persimpangan tersebut terdapat jalan masuk bagi pejalan kaki dan kendaraan. Mempertimbangkan hal tersebut, persimpangan Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri termasuk dalam kawasan pemukiman (RES).

3.4 Hambatan Samping

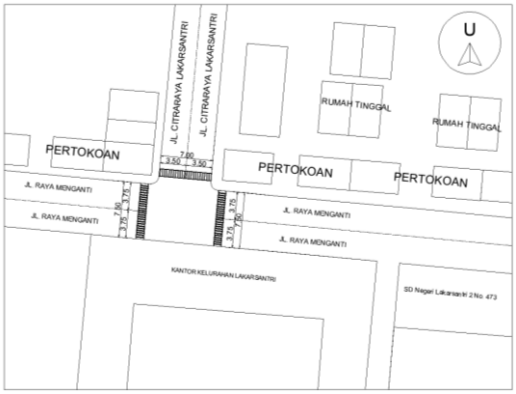
Hambatan samping dapat diartikan sebagai suatu kegiatan di sisi / tepi jalan yang berpengaruh terhadap perilaku lalu-lintas [4]. Pada umumnya yang menjadi hambatan samping pada daerah pemukiman (RES) adalah para pejalan kaki, kendaraan masuk dan keluar sisi jalan dan kendaraan yang lambat. Klasifikasi hambatan samping adalah sebagai berikut :

1. Tinggi : Besar arus berangkat pada tempat masuk dan ke luar berkurang oleh karena aktivitas disarnping jalan pada pendekat seperti angkutan umum berhenti, pejalan kaki berjalan sepanjang atau melintas pendekat, keluar-masuk halaman di samping jalan dsb.
2. Rendah : Besar arus berangkat pada tempat masuk dan keluar tidak berkurang oleh hambatan samping dari jenis-jenis yang disebut di atas.

Menimbang beberapa tinjauan di atas maka hambatan samping pada persimpangan Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri masuk kategori “Hambatan Samping Tinggi”.

3.5 Data Geometrik Simpang Eksisting

Survei geometrik diperlukan untuk mendapatkan gambaran tentang kondisi atau keadaan geometrik pendekat dan sekitarnya. Informasi geometrik pendekat simpang merupakan salah satu informasi yang dibutuhkan untuk mengetahui kapasitas akses setiap simpang. Hasil Survey data geometrik jalan dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 1.



Gambar 3. Hasil Survey Geometric di Persimpangan Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri

Tabel 1. Hasil Perhitungan Koefisien Korelasi

Lokasi	Lebar Perkerasan (m)	Lebar Median (m)	Jarak (m)	Lebar Lajur (m)
Jl. Citraraya Lakarsantri	7.00	-	-	3.50
Jl. Raya Menganti (Timur)	7.50	-	345	3.75
Jl. Raya Menganti (Barat)	7.50	-	-	3.75

3.6 Panjang Antrian Kendaraan

Survey pengukuran panjang antrian kondisi eksisting yang dilakukan mengacu pada jam puncak pagi, siang, dan sore dengan hasil pada Tabel 2.

Tabel 2. Panjang Antrian Kondisi Eksisting

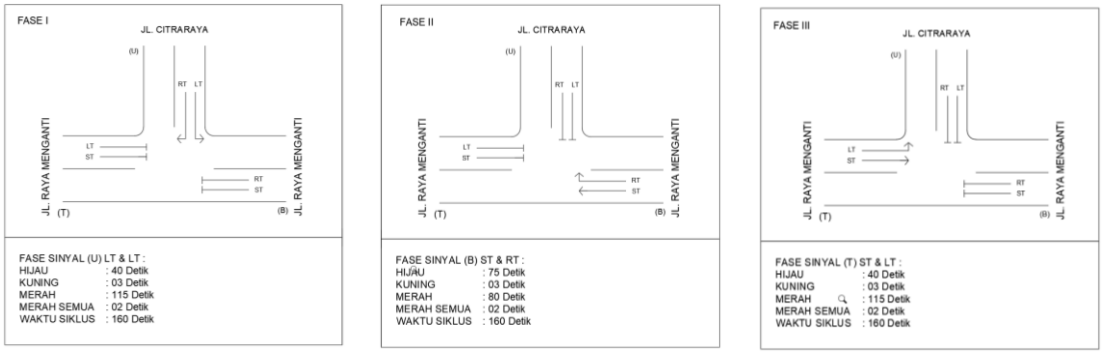
Waktu	Pendekat	Panjang Antrian (meter)
Puncak Pagi	Utara	220
	Timur	345
	Barat	104
Puncak Siang	Utara	323
	Timur	345
	Barat	100
Puncak Sore	Utara	520
	Timur	314
	Barat	80

3.7 Waktu Siklus Persimpangan

Survey waktu siklus diperlukan agar mendapatkan nilai waktu siklus setiap pendekat pada persimpangan tersebut. Informasi waktu siklus pendekat simpang merupakan salah satu informasi yang dibutuhkan untuk mengetahui nilai derajat kejenuhan (DJ) pada setiap simpang.

3.7.1 Jam Puncak Pagi

Berikut adalah hasil survey waktu siklus pada jam puncak pagi yang terdapat pada Gambar 4.

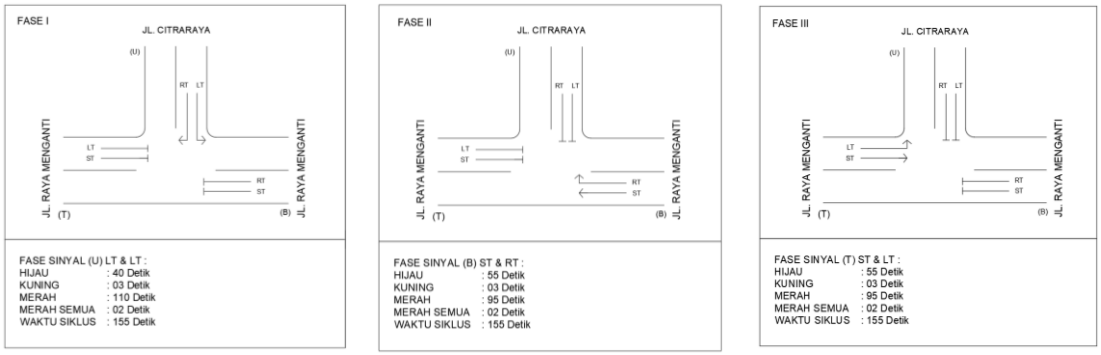


(a) (b) (c)

Gambar 4. Hasil Survey Waktu Siklus jam puncak PAGI (a) fase I, (b) fase II, dan (c) fase III

3.7.2 Jam Puncak Siang

Berikut adalah hasil survey waktu siklus pada jam puncak siang yang terdapat pada Gambar 5.

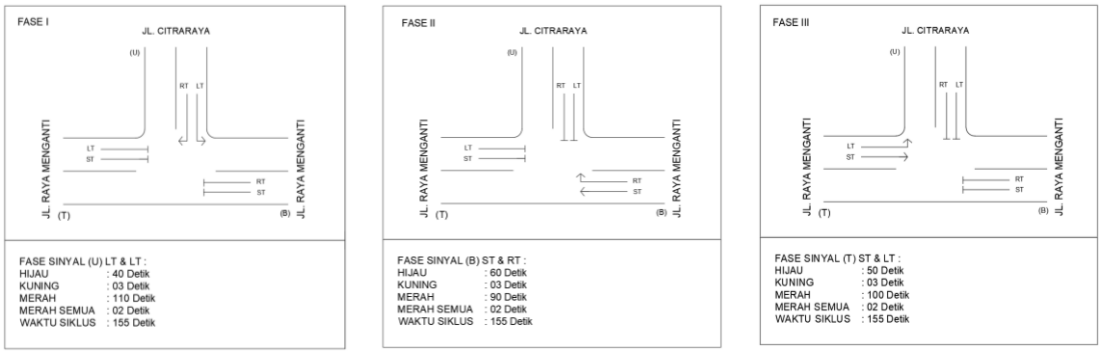


(a) (b) (c)

Gambar 5. Hasil Survey Waktu Siklus jam puncak SIANG (a) fase I, (b) fase II, dan (c) fase III

3.7.3 Jam Puncak Sore

Berikut adalah hasil survey waktu siklus pada jam puncak sore yang terdapat pada gambar 10 dan gambar 11 di bawah ini.



(a) (b) (c)

Gambar 6. Hasil Survey Waktu Siklus jam puncak SORE (a) fase I, (b) fase II, dan (c) fase III

3.8 Survei Volume Lalu Lintas

Survey volume lalu lintas dilakukan dengan mencatat banyaknya kendaraan (kendaraan penumpang, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tidak bermotor) yang sesuai dengan arah pergerakan lalu lintas yang di hitung. Survey dilakukan pada pukul 6 pagi hari (06.00) sampai dengan pukul 9 malam (21.00). Dari survey volume lalu lintas akan diperoleh beberapa informasi mengenai volume lalu lintas masing-masing pendekat yang dapat dilihat pada Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5.

Keterangan Tabel:

RT : Belok kanan mengikuti lampu sinyal
ST : Lurus mengikuti lampu sinyal
LT : Belok kiri mengikuti lampu
KR : Kendaraan Ringan
KB : Kendaraan Berat
SM : Sepeda Motor

Tabel 3. Hasil Survey Volume Lalu Lintas Jam Puncak PAGI

Pendekat	Arah	Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Volume Kendaraan
		smp terlindung = 0.15		smp terlindung = 1.0		smp terlindung = 1.3		
		kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	smp/jam
U	LT	740	111	194	194	1	1.3	306.3
	ST	0	0	0	0	0	0	0
	RT	774	116.1	191	191	4	5.2	312.3
T	LT	0	0	0	0	0	0	0
	ST	1673	250.95	96	96	2	2.6	349.55
	RT	744	111.6	76	76	2	2.6	190.2
B	LT	767	115.05	148	148	4	5.2	268.25
	ST	783	117.45	165	165	0	0	282.45
	RT	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 4. Hasil Survey Volume Lalu Lintas Jam Puncak SIANG

Pendekat	Arah	Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Volume Kendaraan
		smp terlindung = 0.15		smp terlindung = 1.0		smp terlindung = 1.3		
		kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	smp/jam
U	LT	766	114.9	103	103	15	19.5	237.4
	ST	0	0	0	0	0	0	0
	RT	795	119.25	111	111	21	27.3	257.55
T	LT	0	0	0	0	0	0	0
	ST	632	94.8	83	83	34	44.2	222
	RT	365	54.75	74	74	8	10.4	139.15
B	LT	693	103.95	113	113	40	52	268.95
	ST	340	51	121	121	38	49.4	221.4
	RT	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5. Hasil Survey Volume Lalu Lintas Jam Puncak SORE

Pendekat	Arah	Sepeda Motor (MC)		Kendaraan Ringan (LV)		Kendaraan Berat (HV)		Volume Kendaraan
		smp terlindung = 0.15		smp terlindung = 1.0		smp terlindung = 1.3		
		kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	kend./jam	smp/jam	smp/jam
U	LT	778	116.7	156	156	0	0	272.7
	ST	0	0	0	0	0	0	0
	RT	1140	171	102	102	1	1.3	274.3
T	LT	0	0	0	0	0	0	0
	ST	1932	289.8	198	198	12	15.6	503.4
	RT	672	100.8	138	138	17	22.1	260.9
B	LT	613	91.95	156	156	16	20.8	268.75
	ST	1122	168.3	102	102	11	14.3	284.6
	RT	0	0	0	0	0	0	0

3.9 Kesimpulan Survei Simpang

Berdasarkan pengamatan di lapangan, didapat data-data awal pada simpang Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri yang kemudian diolah menjadi data kondisi geometri, tipe lingkungan, dan arah arus yakni terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rangkuman hasil survei simpang Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri

Kode Pendekat	Tipe lingkungan jalan	Median (Ya.Tidak)	Belok kiri langsung	Kategori Simpang Bersinyal	Lebar Pendekat (m)		
					L_E	Masuk L_{MASUK}	Keluar L_{EXIT}
Utara	Pemukiman	Tidak	Tidak	Tak Sebidang	7	3.5	3.75 & 3.75
Timur	Pemukiman	Tidak	Tidak	Tak Sebidang	7.5	3.75	3.5 & 3.75
Barat	Pemukiman	Tidak	Tidak	Tak Sebidang	7.5	3.75	3.5 & 3.75

3.10 Perbandingan LHR Data Primer dan Data Sekunder

Hasil perbandingan dari data primer dan data sekunder Lampiran 24 adalah kendaraan yang mengarah ke Kota Surabaya dari simpang 3 Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri sebesar 17,47% dari simpang Citra Raya UNESA, dan kendaraan yang mengarah ke Kabupaten Gresik dari simpang 3 Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri sebesar 20,96% dari simpang Citra Raya UNESA.

3.11 Analisa Volume Kendaraan

Pada pengolahan data ini menggunakan data jam puncak sore dikarenakan jumlah kendaraan tertinggi terjadi pada jam puncak sore.
Berikut adalah contoh perhitungan dari sisi Utara:

$$Q = 0.15 \times SM + 1 \times KR + 1.3 \times KB \quad [1]$$

Q Utara $_{LT}$ = 0.15 x 778 + 1 x 156 + 1.3 x 0 = 272.7 skr/jam
Q Utara $_{RT}$ = 0.15 x 1140 + 1 x 102 + 1.3 x 1 = 274.3 skr/jam
Q Utara = 272.7 + 274.3 = 547 skr/jam
Berdasarkan jumlah dan jenis kendaraan di lapangan menjadi ke satuan mobil penumpang (smp) seperti terlihat pada lampiran, dapat diketahui bahwa jumlah arus (Q) masuk dan keluar pada masing – masing lengan adalah:

a. Lengan Utara : **547** skr/jam
b. Lengan Timur : **764** skr/jam
c. Lengan Barat : **553** skr/jam

3.12 Perhitungan Menggunakan Data Kondisi Eksisting

3.12.1 Arus Jenuh Dasar (So)

Berikut adalah perhitungan Arus Jenuh Dasar (So) pada pendekat utara, timur, dan barat yang terdapat pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Arus Jenuh Dasar (So)

PENDEKAT	Lebar Efektif (m)	ARUS JENUH DASAR (smp/jam)
Utara	3,5	2100
Timur	3,75	2250
Barat	3,75	2250

3.12.2 Arus Jenuh (S)

Nilai arus jenuh (S) pada simpang Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri seperti terlihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Nilai Arus Jenuh

KETERANGAN	UTARA	TIMUR	BARAT
So	2100	2250	2250
F_{UK}	1.00	1.00	1.00
F_{HS}	0.96	0.96	0.96
Fg	1.00	1.00	1.00
Fp	1.00	1.00	1.00
F_{BKa}	1.135	1.085	-
F_{BKi}	0.924	-	0.928
S	2114	2344	2004

3.13 Perbandingan Arus Lalu Lintas dengan Arus Jenuh ($R_{Q/S}$)

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Rasio Arus dan Rasio Fase

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q) (smp/jam)	Arus Jenuh (S) (smp/jam)	Rasio Arus ($R_{Q/S}$)
Utara	547	2114	0.26
Barat	553	2004	0.28
Timur	764	2344	0.33
IFR=∑ FR			0.86

3.14 Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua) dan Waktu Hijau (g)

Waktu hijau (*green time*) untuk masing – masing fase didapatkan dari hasil pengamatan secara langsung yaitu survey dengan hasil sebagai berikut:

Fase 1 lengan Utara = 40 detik
Fase 2 lengan Timur = 50 detik
Fase 3 lengan Barat = 60 detik

Pada perhitungan selanjutnya memakai waktu hijau di atas, dikarenakan penelitian ini menganalisa pada simpang tersebut, sehingga waktu siklus dapat dihitung sebagai berikut dengan hasil pada tabel 10:

$c = \sum g + LTI$
$c = (40 + 50 + 60) + 15$
$c = 165$ detik

LTI: total waktu hilang per siklus (detik) = ∑ (Merah semua + Kuning)
c : waktu siklus (detik)
g : waktu hijau (detik)

Tabel 10. Perhitungan Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua) dan Waktu Hijau (g)

Pendekat	LTI	c	g
Utara	15	165	40
Timur			50
Barat			60
∑g			150

3.15 Kapasitas (C) dan Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk hasil perhitungan Kapasitas (C) dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Perhitungan Kapasitas

Pendekat	S (smp/jam)	Waktu Hijau (g) (det)	Waktu Siklus (c) (det)	Kapasitas (C) (smp/jam)
Utara	2114	40	165	512
Barat	2004	50	165	729
Timur	2344	60	165	710

Berikut adalah perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) pada pendekat utara, timur, dan barat yang terdapat pada Tabel 12.

Tabel 12. Perhitungan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Arus Lalu Lintas (Q)	Kapasitas (C)	Derajat Kejenuhan (DJ)
Utara	547	512	1.07
Barat	553	729	0.76
Timur	764	710	1.08
Derajat Jenuh Simpang	1864	1951	0.96

3.16 Perilaku Lalu Lintas

3.16.1 Jumlah antrian (NQ) & Panjang antrian (PA)

Untuk hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Perhitungan Jumlah Antrian

Pendekat	Q (smp/jam)	c (det)	Derajat Kejenuhan (DJ)	NQ1	NQ2	NQ
Utara	547	165	1.07	15.67	22.95	38.62
Barat	553	165	0.76	55.31	37.10	92.41
Timur	764	165	1.08	21.32	31.67	53.00

Tabel 14. Perhitungan Panjang Antrian

Pendekat	NQ	L_{masuk}	PA (skr)
Utara	38.92	3.5	222.40
Barat	92.41	3.75	492.85
Timur	53	3.75	282.67

3.16.2 Kendaraan Terhenti (NS)

Angka henti sebagai jumlah rata – rata per smp untuk perancangan dihitung dengan perhitungan jumlah kendaraan terhenti (NSV) masing – masing pendekat dihitung. Hasil perhitungan angka henti dan jumlah kendaraan terhenti dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Perhitungan Angka Henti dan Jumlah Kendaraan Terhenti

Pendekat	c (detik)	Q (skr/jam)	NQ (smp)	R_{KH}	N_H
Utara	165	547	38.62	1.39	758.36
Barat	165	553	92.41	3.28	1814.60
Timur	165	764	53	1.36	1040.73
			ΣN_H		3613.68

3.16.3 Tundaan (Delay)

Untuk hasil perhitungan Tundaan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Perhitungan Tundaan

Pendekat	Q (smp/jam)	TL	TG	T_i	Ttotal
Utara	547	174.53	-1.50	173.03	94,646.93
Barat	553	325.94	-4.40	321.53	177,807.14
Timur	764	162.55	0.44	162.99	124,525.46
			Σ Total		396,979.53

3.17 Hasil Perhitungan Data

Dari penelitian dan analisa data yang dilakukan diketahui bahwa Nilai derajat kejenuhan (DJ) dan *Level Of Service* (LOS) pada simpang Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri adalah:

a) Pada pendekat Utara : DS = 1,07, LOS = F
b) Pada pendekat Timur : DS = 1.08, LOS = F
c) Pada pendekat Barat : DS = 0.76, LOS = D

Nilai DS pada pendekat utara (1,07) dan pendekat timur (1.08).Angka ini lebih besar dari batas syarat derajat kejenuhan yang telah ditentukan PKJI 2014 yang disyaratkan yaitu 0,85. Sehingga diperlukan evaluasi ulang terhadap kinerja simpang Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri.

3.18 Pemecahan Masalah

Berdasarkan hasil analisa kondisi eksisting simpang maka perlu dilakukan perbaikan agar mendapatkan kondisi simpang lebih baik dari kondisi eksisting. Alternatif perbaikan yang dilakukan dengan melakukan pelebaran dan mengubah waktu siklus pada beberapa simpang. Berikut penjelasan alternatif perbaikan simpang:

1. Pendekat Utara (Jalan Citraraya Lakarsantri)
   a) LMASUK eksisting 3 meter diubah menjadi 6 meter
   b) Waktu hijau 40 detik diubah menjadi 14 detik
2. Pendekat Timur (Jalan Raya Menganti arah Gresik)
   a) LMASUK eksisting 3.5 meter diubah menjadi 5,5 meter
   b) Waktu hijau 50 detik diubah menjadi 18 detik
3. Pendekat Barat (Jalan Raya Menganti arah Surabaya)
   a) LMASUK eksisting 3.5 meter diubah menjadi 5,5 meter
   b) Waktu hijau 60 detik diubah menjadi 18 detik

   Selanjutnya alternative tersebut dianalisis dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 17.

Tabel 17. Rekapitulasi kinerja simpang setelah perbaikan alternatif

Pendekat	DJ	PA (skr)	Ti (det/skr)	LOS
Utara	0.70	286.47	422.45	C
Barat	0.68	346.95	443.92	C
Timur	0.80	259.67	293.39	D

3.19 Prediksi Kondisi Simpang Setelah Dilakukan Perbaikan Alternatif

Dengan ini dapat dihitung angka pertumbuhan volume arus lalu lintas pada simpang tiga bersinyal Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri setelah dilakukan perubahan pada lebar pendekat dan fase sinyal. Maka dapat diprediksi kondisi simpang ini selama 10 Tahun mendatang. Perhitungan nya dapat menggunakan rumus dengan hasil yang terdapat pada Tabel 18.

$$Pn = Po \times (1 + i)n \quad [2]$$

Keterangan :
Pn : Volume arus lalu lintas tahun rencana
Po : Volume arus lalu lintas tahun ini
i : Faktor pertumbuhan arus lalu lintas menggunakan nilai 3,5%
n : Tahun rencana

Tabel 18. Rencana Perhitungan Kemampuan Simpang Per Tahun

Tahun Rencana	Volume Arus Lalu Lintas Tahun Ini	Faktor pertumbuhan arus lalu lintas	Volume arus lalu lintas tahun rencana	Kapasitas	Derajat Kejenuhan	LOS
(n)	(Po)	(i)	(Pn)	(C	(DJ)	
Tahun	skr/jam	3,5% = 0.035	skr/jam	skr/jam		
0	1864	0.035	1864.00	2547	0.71	**D**
1	1864	0.035	1929.24	2547	0.76	**D**
2	1864	0.035	1996.76	2547	0.78	**D**
3	1864	0.035	2066.65	2547	0.81	**D**
4	1864	0.035	2138.98	2547	0.84	**D**
5	1864	0.035	2213.85	2547	0.87	**E**
6	1864	0.035	2291.33	2547	0.90	**E**
7	1864	0.035	2371.53	2547	0.93	**E**
8	1864	0.035	2454.53	2547	0.96	**E**
9	1864	0.035	2540.44	2547	1.00	**E**
10	1864	0.035	2629.36	2547	1.03	**F**

Tabel 18 merupakan perhitungan mengenai pertumbuhan volume arus lalu lintas selama 10 tahun dengan menggunakan kapasitas perbaikan alternative. Dapat dilihat dari hasil perhitungan tersebut, nilai derajat kejenuhan yang memenuhi syarat dari PKJI 2014 adalah tahun ke 4, yaitu tahun 2027 dengan nilai 0,84, sedangkan tahun ke 5 dengan nilai derajat kejenuhan 0,87 sampai dengan tahun ke 10 dengan nilai derajat kejenuhan 1,03 tidak memenuhi syarat dari PKJI 2014.

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan pada simpang tiga bersinyal Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil survey pada penelitian, volume arus lalu lintas (Q) tertinggi pada setiap lengan adalah sebagai berikut :
   a) Pendekat Utara (Jl. Citraraya Lakarsantri) dengan volume arus lalu lintas 547 skr/jam
   b) Pendekat Barat (Jl. Raya Menganti (dari arah Gresik)) dengan volume arus lalu lintas 553 skr/jam
   c) Pendekat Timur (Jl. Raya Menganti (dari arah Surabaya)) dengan volume arus lalu lintas 764 skr/jam
2. Kinerja Simpang 3 bersinyal Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri pada kondisi kritis dengan nilai derajat kejenuhan 0.96 dengan Level of Service E. Pada kondisi eksisting simpang tiga bersinyal Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri ruas persimpangan memiliki nilai derajat kejenuhan (DJ) yang melebihi dari pedoman pada PKJI 2014 yaitu 0,85, Ruas yang melebihi derajat kejenuhan antara lain pendekat utara (Jl. Citraraya Lakarsantri) dengan DJ = 1,07, pendekat timur (Jl. Raya Menganti (dari arah Surabaya)) dengan DJ = 1,08 dengan kondisi pendekat tersebut adalah arus dipaksakan, kecepatan rendah, volume diatas kapasitas, antrian panjang (macet). Dan pendekat barat (Jl. Raya Menganti (dari arah Gresik)) dengan DJ = 0.76 dengan kondisi arus mendekati tidak stabil, kecepatan masih dapat dikendalikan, V/C masih dapat ditolerir.
3. Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa waktu siklus yang dianjurkan pada simpang tersebut dapat diketahui sebagai berikut :
   a) Pendekat Utara (Jl. Citraraya Lakarsantri) pada waktu hijau dianjurkan 14 detik dengan waktu kuning 3 detik .
   b) Pendekat Barat (Jl. Raya Menganti (dari arah Gresik)) pada waktu hijau dianjurkan 18 detik dengan waktu kuning 3 detik .
   c) Pendekat Timur (Jl. Raya Menganti (dari arah Surabaya)) pada waktu hijau dianjurkan 18 detik dengan waktu kuning 3 detik .
4. Solusi untuk mengurangi derajat kejenuhan dan memperbaiki tingkat pelayanan pada simpang tiga bersinyal Jl. Raya Menganti – Jl. Citraraya Lakarsantri adalah dengan melakukan penambahan pendekat pada 3 pendekat, yaitu pendekat utara (Jl. Citraraya Lakarsantri), pendekat timur (Jl. Raya Menganti (dari arah Surabaya)), dan pendekat barat (Jl. Raya Menganti (dari arah Gresik)) setelah perbaikan alternative tersebut dapat dianalisa dan didapatkan hasil sebagai berikut :
   a) Pendekat Utara (Jl. Citraraya Lakarsantri) melakukan penambahan lebar WMASUK eksisting 3 meter diubah menjadi 6 meter dan perubahan waktu hijau dari 40 detik menjadi 14 detik dengan DJ = 0,70, LOS = C
   b) Pendekat Timur (Jl. Raya Menganti (dari arah Surabaya)) melakukan penambahan lebar WMASUK eksisting 3,5 meter diubah menjadi 5,5 meter dan perubahan waktu hijau dari 50 detik menjadi 18 detik dengan DJ = 0,68, LOS = C
   c) Pendekat Barat (Jl. Raya Menganti (dari arah Gresik)) melakukan penambahan lebar WMASUK eksisting 3,5 meter diubah menjadi 5,5 meter dan perubahan waktu hijau dari 60 detik menjadi 18 detik dengan DJ = 0,80, LOS = D

REFERENSI

[1] S. Fatimah, *Pengantar Transportasi*. Myria Publisher, 2019.
[2] O. Z. Tamin, *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Penerbit ITB, 2000.
[3] Republik Indonesia, *Undang-Undang tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (Undang-Undang No. 22 Tahun 2009)*. Indonesia: Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 No. 96, 2009.
[4] Bina Marga, "Manual Kapasitas Jalan Indonesia," 1997, *Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta*.
[5] BPS Kota Surabaya, *Surabaya Dalam Angka 2020*. Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya, 2020.
[6] Kementerian Pekerjaan Umum, *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014*. Bandung, 2014.