

Analisis kinerja dan studi kelayakan penerapan alat pemberi isyarat lalu lintas pada simpang tiga tak bersinyal Betro

Derry Risqullah Putra*, Nurani Hartatik

Program Studi Teknik Sipil, Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding authors: 1431900035@surel.untag-sby.ac.id

Submitted: 4 May 2025, Revised: 7 June 2025, Accepted: 12 June 2025

ABSTRACT: This study was motivated by the high volume of traffic passing through the intersection of Jalan Garuda - Jalan Rajawali - Jalan Raya Betro, which has the potential to cause congestion and reduce the performance of the intersection. The objectives of the study were to analyze the highest number of vehicles crossing the intersection each day, evaluate the performance of the intersection when given a traffic signal (APILL), and determine the appropriate alternative improvements to reduce congestion at that location. The method used is the Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia manual (PKJI) 2023 to measure capacity (C), degree of saturation (DJ), delay (T), and queue opportunitie (PA). The results of the analysis show that the highest traffic volume occurred on Thursday, February 20, 2025, at 15:00-16:00 WIB with a total of 2,016 smp/hour, resulting in a capacity (C) of 2,209 smp/hour with a degree of saturation (DJ) of 0.91 and a delay (T) 16 seconds/hour and queue opportunitie (PA) upper limits at 66% and lower limit at 33% so that the level of service (LOS) is in category E, which means unstable motion, stalled vehicles. Then after applying the APILL signal it is estimated that it can increase the capacity (C) 3520 smp/hour, with the degree of saturation (DJ) being 0.75, and the average delay (T) decreasing to 7.52 seconds/hour, and shortening the queue length (PA) to 33 meters so that the level of service (LOS) is in category D. The contribution of this research is to provide valid and data-driven recommendations for intersection performance improvement, which can assist policy makers in reducing congestion and improving traffic flow at the intersection.

KEYWORDS: intersection performance; PKJI 2023; traffic flow.

ABSTRAK: Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tingginya volume lalu lintas yang melewati persimpangan Jalan Garuda – Jalan Rajawali – Jalan Raya Betro, yang berpotensi menimbulkan kemacetan dan menurunkan kinerja simpang tersebut. Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis jumlah kendaraan tertinggi yang melintasi simpang setiap harinya, mengevaluasi kinerja simpang apabila diberi Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), serta menentukan alternatif pemberian yang tepat untuk mengurangi kemacetan di lokasi tersebut. Metode yang digunakan adalah manual Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 untuk mengukur kapasitas, derajat kejemuhan, tundaan, dan panjang antrian. Hasil analisis menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Kamis, 20 Februari 2025, pukul 15:00–16:00 WIB dengan total 2,016 smp/jam, menghasilkan kapasitas (C) 2,209 smp/jam dengan derajat kejemuhan (DJ) sebesar 0.91 dan tundaan (T) senilai 16 detik/jam serta peluang antrian (PA) batas atas 66% dan bawah 33% sehingga tingkat pelayanan (LOS) dalam kategori E, yang berarti gerak tidak stabil, kendaraan tersendat. Kemudian setelah diterapkan sinyal APILL diperkirakan dapat meningkatkan kapasitas simpang (C) 3,520 smp/jam, dengan derajat kejemuhan (DJ) menjadi 0.75, dan tundaan rata-rata (T) menurun menjadi 7.52 detik/jam, serta mempersingkat panjang antrian (PA) hingga 33 meter, sehingga tingkat pelayanan (LOS) dalam kategori D. Kontribusi penelitian ini adalah memberikan rekomendasi yang valid dan berbasis data untuk perbaikan kinerja simpang, yang dapat membantu pengambil kebijakan dalam mengurangi kemacetan dan meningkatkan kelancaran arus lalu lintas di persimpangan tersebut.

KATA KUNCI: kinerja simpang; PKJI 2023; arus lalu lintas.

© The Author(s) 2025. This article is distributed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International license.

1. PENDAHULUAN

Kabupaten Sidoarjo memiliki pertumbuhan populasi yang pesat. Konsumtif, produktif, pelayanan umum, distribusi, dan pemerintahan adalah aktivitas sosial, ekonomi, dan budayanya. Dengan populasi 2,033,767 jiwa pada tahun 2020, Sidoarjo juga merupakan pusat industri dan salah satu kota terbesar di Indonesia (Alawiyah, 2024). Pergerakan manusia, barang dan jasa yang meningkat juga merupakan dampak dari pertumbuhan kendaraan bermotor

(Desanta et al., 2024). Kepadatan kendaraan bermotor di jalan menyebabkan kemacetan lalu lintas menjadi lebih parah. Banyak pengemudi di persimpangan tanpa sinyal yang berperilaku kurang tertib dan bahkan tidak mengikuti aturan dengan baik, seperti kebiasaan sopir angkutan umum yang sering menaik-turunkan penumpang serta berhenti secara tiba-tiba di tempat yang tidak semestinya (Desanta et al., 2024).

Persimpangan adalah titik penting dalam sistem lalu lintas di mana kendaraan dari berbagai arah

bertemu. Karena itu, ketika volume lalu lintas meningkat atau mengalami perubahan karakteristik, persimpangan yang awalnya mampu menampung jumlah kendaraan yang ada semakin lama akan menjadi tidak dapat menampung kebutuhan lalu lintas yang meningkat (Muhammad et al., 2022). Dengan berkurangnya lebar refektif ruas jalan dan konflik di persimpangan yang menyebabkan kemacetan di lengan persimpangan, perlu dilakukan analisis kerja simpang berdasarkan ukurannya (Wibowo & Widayanti, 2023). Jenis simpang berdasarkan cara pengaturannya dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yaitu: simpang jalan tanpa sinyal, dan simpang bersinyal (Morlok, 1988).

Simpang bersinyal merupakan persimpangan jalan yang dilengkapi dengan perangkat pemberi isyarat lalu lintas, seperti lampu lalu lintas (APILL), yang berfungsi mengatur pergerakan kendaraan dari berbagai arah secara bergantian. Pemasangan sinyal ini bertujuan untuk mengurangi potensi konflik antar arus lalu lintas, meningkatkan keselamatan pengguna jalan, serta memperlancar aliran kendaraan di persimpangan tersebut (Lamdu & Hidayanti, 2021). Sedangkan simpang tak bersinyal merupakan jalan yang tidak dilengkapi APILL. Yang mana pergerakan kendaraan diatur berdasarkan prioritas tertentu, seperti aturan prioritas jalan utama, rambu lalu lintas, atau etika berkendara. Simpang tak bersinyal seringkali memiliki potensi konflik yang lebih tinggi, terutama pada jamm-jam sibuk, karena tidak adanya pengaturan waktu pergerakan kendaraan yang terkoordinasi (Pratama & Elkhlasnet, 2019).

Kemacetan lalu lintas merupakan situasi ketika terjadi akumulasi kendaraan pada suatu ruas jalan, yang mengganggu kelancaran pergerakan lalu lintas dan menyebabkan penurunan kecepatan kendaraan secara drastis (Mustikarani & Suherdiyanto, 2016). Yang mana jika yang tidak disertai dengan peningkatan kapasitas serta mutu infrastruktur jalan, sehingga berdampak pada menurunnya efisiensi dan efektivitas sistem transportasi (Anwar et al., 2023). Selain itu, hambatan samping juga menjadi salah satu faktor penyebab kemacetan, yang mana terdapat aktivitas di tepi jalan yang berkaitan dengan tata guna lahan di sepanjang ruas jalan dan dapat mempengaruhi kinerja pelayanan jalan, seperti penurunan kecepatan kendaraan (Amanda et al., 2024).

Salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas dan kelancaran arus lalu lintas, serta mengurangi kemacetan ialah rekayasa teknis perubahan geometrik jalan (Pranoto & Pattisina, 2024). Perubahan tersebut mencakup penyesuaian elemen geometrik jalan, antara lain pelebaran lajur, penambahan jalur untuk belok, pengurangan sudut tikungan yang tajam, serta pembangunan infrastruktur pendukung seperti flyover atau underpass (Harahap et al., 2022).

Namun belum ada kajian spesifik yang diterapkan pada simpang di Jalan Garuda – Rajawali – Raya Betro. Penelitian ini memiliki unsur inovasi karena berfokus pada penggunaan metode analisis PKJI 2023 untuk menganalisis kinerja simpang jika diberi sinyal APILL. (Ramzy et al., 2024). Penelitian ini menggunakan data primer dari hasil pengamatan lalu lintas di lapangan seperti volume kendaraan, panjang antrean, dan tundaan, yang dianalisis berdasarkan standar nasional. Dengan ini, diharapkan solusi yang ditawarkan berkaitan dengan kondisi di lapangan dan lebih aplikatif dalam konteks perencanaan transportasi lokal.

Persimpangan Jalan Garuda – Jalan Rajawali – Jalan Raya Betro mengalami volume kendaraan tinggi yang melintas setiap hari, terutama pada jam-jam sibuk. Tanpa sistem sinyal APILL menyebabkan arus kendaraan tidak teratur, meningkatkan risiko kemacetan, dan menurunkan efisiensi lalu lintas di area tersebut. Belum terdapat data akurat terkait jumlah kendaraan harian dan analisis teknis mengenai kinerja simpang, baik dalam kondisi eksisting maupun jika diberi sinyal. Selain itu, belum dilakukan pembenahan terhadap alternatif perbaikan yang paling efektif untuk mengurangi kemacetan pada simpang tersebut.

Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah kendaraan tertinggi yang melintasi simpang Jalan Garuda – Jalan Rajawali – Jalan Raya Betro setiap harinya. Lalu menganalisis kinerja simpang tersebut jika diberi sinyal APILL, untuk kemudian ditentukan alternatif perbaikan yang paling tepat untuk mengurangi kemacetan di simpang tersebut.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya dalam bidang rekayasa transportasi dan manajemen lalu lintas perkotaan. Selain itu, hasil studi ini bisa menjadi bahan pertimbangan teknis bagi pemerintah daerah dalam merencanakan perbaikan infrastruktur lalu lintas di Kabupaten Sidoarjo.

2. METODE

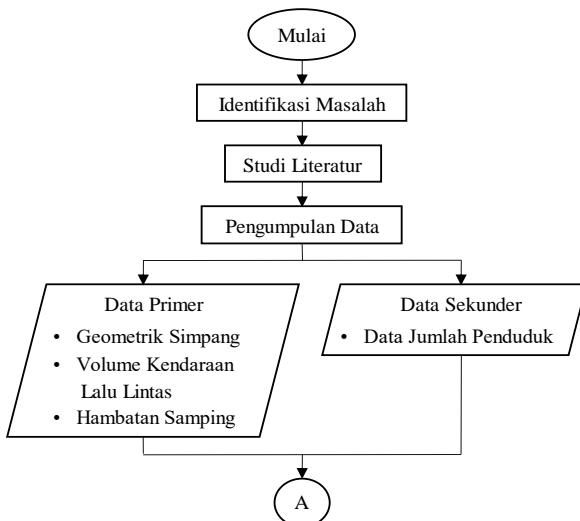
Titik studi berada pada simpang tiga Jalan Garuda – Jalan Rajawali – Jalan Raya Betro di wilayah Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Dengan batasan lingkup penelitian radius 100 m dari simpang Betro. Simpang ini merupakan simpang tiga (T-junction) yang berada pada lingkungan komersial dan pemukiman.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengumpulan dilakukan untuk diperoleh geometri pengukuran lingkungan simpang dan pola lalu lintas dalam 7 hari berturut turut. Pengamatan penelitian diambil pada periode 06:00 WIB hingga 22:00 WIB dimulai hari Senin 17 Februari 2025 sampai hari Senin 24 Februari 2025 dengan cara pengamatan langsung dilapangan. Pada saat pelaksanaan, tim peneliti mengukur dan mencatat geometri simpang lalu menghitung jumlah transportasi yang melewati persimpangan dengan menggunakan alat traffic counter dan stopwatch, untuk menganalisis variabel-variabel seperti volume kendaraan, panjang antrian, hambatan samping, dan tundaan (Wananda & Yuniarti, 2025).

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dimana lebih tertuju pada pengumpulan dan analisis data statistik atau numerik untuk menguji hipotesis (Siroj et al., 2024). Data primer dan data sekunder adalah dua komponen yang akan diterapkan dalam studi ini. Dan juga metode yang diaplikasikan untuk menganalisis kinerja simpang dan rencana penerapan APILL menggunakan standar PKJI 2023 (Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum, 2023).



Gambar 2. Bagan alir penelitian

Berdasarkan PKJI 2023 untuk menganalisis kinerja simpang menggunakan persamaan seperti:

Hambatan samping atau sesuatu yang mengganggu atau menghambat aliran kendaraan di tepi jalan. Untuk menetapkan hambatan samping menggunakan Persamaan 1.

$$F_{RSU}(P_{KTB} \text{ 'Lapangan'}) = F_{RSU}(R_{KTB} = 0) \times (1 - R_{KTB} \times EMP_{KTB}) \quad (1)$$

Kapasitas simpang (C) Kapasitas simpang adalah kemampuan simpang untuk menampung arus lalu lintas maksimum persatuan waktu dinyatakan dalam smp/jam (Theresia et al., 2018). Dengan membandingkannya dengan volume lalu lintas (Q). Atau jumlah kendaraan maksimum yang terlayani oleh lengan simpang per jamnya. Untuk menetapkan kapasitas simpang menggunakan Persamaan 2.

$$C = C_0 \times FLP \times FM \times FUK \times FHS \times FB_{ki} \times FB_{ka} \times FR_{mi} \quad (2)$$

Derajat Kejemuhan (DJ) atau rasio antara jumlah kendaraan yang melintasi ruas jalan atau simpang dengan kapasitas maksimal yang dapat dilayani oleh fasilita. Semakin tinggi nilai rasio ini mendekati angka satu, maka menunjukkan bahwa kondisi lalu lintas semakin padat dan mendekati batas kemampuan jalan PKJI 2023 dengan Persamaan 3.

$$DJ = \frac{q}{c} \quad (3)$$

Tundaan (T) merupakan waktu tambahan yang harus ditempuh oleh pengguna jalan karena adanya faktor-faktor seperti kepadatan kendaraan, pengaturan lalu lintas, atau gangguan di jalan. Tundaan ini dihitung seperti pada Persamaan 4 sebagai perbedaan antara waktu perjalanan yang sebenarnya dengan waktu tempuh normal dalam kondisi bebas hambatan (Rao & Rao, 2012).

$$T = T \times Q \quad (4)$$

Panjang Antrian (PA) dinyatakan sebagai berkumpulnya kendaraan di suatu ruas jalan dalam satuan persentase (%) (Putra et al., 2022). Yang dihitung dengan menetapkan batas atas dan bawahnya melalui penerapan Persamaan 5 dan Persamaan 6.

Batas atas peluang:

$$PA = 47.71 Dj - 24.68 Dj^2 + 56.47 Dj^3 \quad (5)$$

Batas bawah peluang:

$$PA = 9.02 Dj + 20.66 Dj^2 + 10.49 Dj^3 \quad (6)$$

Tingkat pelayanan (LOS) merupakan indikator untuk menilai kinerja suatu ruas jalan atau simpang, yang ditentukan berdasarkan intensitas pemanfaatan jalan, laju kendaraan, tingkat kepadatan lalu lintas, serta berbagai hambatan yang memengaruhi kelancaran arus kendaraan (Tanggara et al., 2021). Yang nilainya berdasarkan derajat kejemuhan (DJ) berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Tingkat pelayanan (LOS)

No	Tingkat Pelayanan (LOS)	Nilai Derajat Kejemuhan
1	A	0.00 - 0.19
2	B	0.20 - 0.44
3	C	0.45 - 0.74
4	D	0.75 - 0.84
5	E	0.85 - 1.00
6	F	> 1.00

Sumber: Morlok (1988)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data volume kendaraan dilakukan pada tiga titik di sekitar simpang dengan metode perhitungan langsung dilapangan dengan bantuan aplikasi counter di ponsel sebagai alat bantu menghitung.

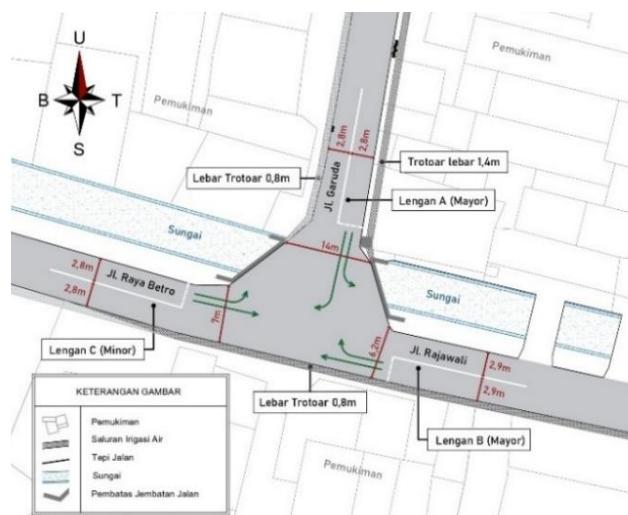
Menurut publikasi Badan Pusat Statistika (BPS) jumlah penduduk Kabupaten Sidoarjo di tahun 2024 tercatat sebanyak 2,039,541 jiwa. Dan diperkirakan akan menaik 1.55% ke tahun berikutnya. maka diperkirakan pada tahun 2025 akan mencapai sekitar 2,059,405 jiwa. Maka faktor ukuran kota (FUK) adalah 1 yang berati tergolong besar

Data geometrik simpang pada lokasi penelitian adalah Simpang Jl. Garuda – Jl. Rajawali – Jl. Raya Betro, Kota Sidoarjo. Simpang ini merupakan simpang tiga lengan tanpa sinyal yang berada di atas sungai, lengan Utara lajur jalan mayor, lengan Timur lajur jalan mayor dan lengan barat jalur jalan minor yang berada pada lingkungan komersial (KOM).

Setelah didapat data geometrik jalan pada Tabel 2 dapat disimpulkan Simpang Betro lebar rata rata pendekat LRP 2.8 m dan simpang berjenis 322 maka kapasitas dasar (C0) 2,700 smp/jam.

Hasil pengumpulan data volume dengan ekuivalensi kendaraan (EMP) tertinggi terjadi pada

Hari Kamis, 20 Februari 2025, periode 15:00-16:00 WIB yang mencapai 2,016 smp/jam dengan hasil pada Tabel 3.



Gambar 3. Data geometrik simpang

Tabel 2. Data geometrik jalan

Arah Jalur	Tingkat Prioritas Lengan	Lebar Pendekat Masuk (m)	Lebar Pendekat Keluar (m)	Jumlah Lajur Pendekat (m)	Lebar Perkerasan Rata-rata (m)
Lengan Utara Jl. Garuda	Mayor	7.1	6.9	2	5.6
Lengan Timur Jl. Rajawali	Mayor	3	3.2	2	5.8
Lengan Barat Jl. Raya Betro	Minor	3.8	3.2	2	5.6
Arah Jalur	Tinggi Landai Pendekat (m)	Derajat Kemiringan Pendekat (%)	Kondisi Median	Lebar Trotoar Kanan (m)	Lebar Trotoar Kiri (m)
Lengan Utara Jl. Garuda	0.5	2.0 %	Tidak ada	1.4	0.8
Lengan Timur Jl. Rajawali	0.5	1.75 %	Tidak ada	0.8	Tidak ada
Lengan Barat Jl. Raya Betro	0.5	8.75 %	Tidak ada	Tidak ada	1.75

Tabel 3. Hasil pengumpulan data pada periode jam puncak

Periode	Volume (kend/jam)			
	Sepeda Motor (SM)	Mobil Penumpang (MP)	Kend. Sedang (KS)	Kend. Tak Bermotor (KTB)
Lengan Utara	Q Bki	1,915	160	12
Jl. Garuda	Q Lrs	-	-	-
	Q Bka	800	58	28
Lengan Timur	Q Bki	-	-	-
Jl. Rajawali	Q Lrs	821	56	8
	Q Bka	1,689	151	8
Lengan Barat	Q Bki	726	46	17
Jl. Raya Betro	Q Lrs	712	56	14
	Q Bka	-	-	-

Komposisi kendaraan dikelompokkan yang mencakup kategori Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Kendaraan Sedang (KS), dan Kendaraan Tak Bermotor (KTB) (Alif et al., 2025). Dari hasil pengumpulan data Tabel 3 dengan satuan kendaraan per jam dikonversikan ke smp/jam untuk mendapatkan ekuivalensi kendaraan. Ekuivalensi kendaraan digunakan untuk menyamakan berbagai jenis kendaraan dengan satu jenis kendaraan sehingga analisis lalu lintas menjadi lebih representatif dan akurat (Sari & Hadi, 2020).

Tabel 4. Hasil konversi

Periode	Volume (smp/jam)		
	SM [0.2]	MP [1.0]	KS [1.8]
Lengan Utara Jl. Garuda	Q Bki	383	160
	Q Lrs	-	-
	Q Bka	160	58
Lengan Timur Jl. Rajawali	Q Bki	-	-
	Q Lrs	164.2	56
	Q Bka	337.8	151
Lengan Barat Jl. Raya Betro	Q Bki	145.2	46
	Q Lrs	142.4	56
	Q Bka	-	-
Total =			2,016

Dari Tabel 4 menunjukkan jumlah (Q) total 2016 smp/jam. Hambatan samping adalah segala bentuk gangguan di tepi jalan yang berdampak mengurangi kecepatan gerak lalu lintas di jalan utama (Wahyudi & Prasetyo, 2022). Biasanya berasal dari berbagai aktivitas atau elemen di luar arus lalu lintas utama yang menyebabkan kendaraan di jalan tersebut melambat, berhenti (Zultan & Kamsiah, 2018). Kategori hambatan samping berdasarkan intensitasnya dapat diklasifikasikan sebagai rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi.

Pada simpang ini kelas tipe lingkungan jalan tergolong komersial karena banyak pertokoan disisi jalan yang kebanyakan toko tidak ada lahan untuk kendaraan parkir maupun manuver Data hambatan samping ini diperoleh dari pengumpulan di lapangan (Hasim et al., 2025).

Tabel 5. Hasil survei hambatan samping

Tipe Kejadian Hambatan Samping	Simbol	Bobot	Frekuensi Kejadian	Frekuensi × Bobot
Pejalan kaki	PED	0.6	26	15.6
Kend. berhenti	PSV	0.8	18	14.4
Kend. keluar & masuk	EEV	1	72	72
KTB/kend. lambat	SMV	0.4	45	18
Jumlah =				120

Sesudah dilaksanakan pengumpulan data pada simpang pada jam puncak Hari Kamis 20-02-25 pada periode 15:00-16:00 dalam radius 100m dari simpang didapatkan SCV sebanyak 120 (rendah). Yang mana setelah dilakukan analisa mendapatkan hasil RKTB = 0.006 maka dapat di klasifikasikan lingkungan

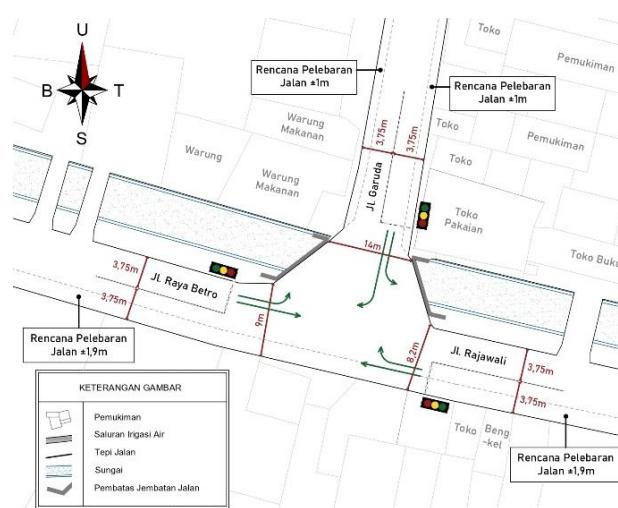
disekitar simpang termasuk variasi lingkungan komersial dengan hambatan samping yang ringan rasio kendaraan tanpa motor 0.95 Dari keempat data diatas yang berisi data primer dan sekunder dimasukkan ke form S PKJI untuk ditemukan hasil pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Penerapan Form. S-2 PKJI 2023

Lebar Rata-rata Pendekat	Hambatan Samping	Belok Kiri	Belok Kanan	Rasio Minor	Kapasitas (C)
0.945	0.95	1.47	0.74	0.84	2,209
Arus Lalu Lintas	Derajat Kejemuhan (DJ)	Tundaan Simpang (T)	Peluang Antrian Atas	Peluang Antrian Bawah	Tingkat Pelayanan (LOS)
Total 2016	0.91	16.07	33.42	65.93	E

Dari Tabel 6 dapat disimpulkan pada simpang Betro pada periode 15:00-16:00 Kamis, 20 Februari 2025 menghasilkan kapasitas (C) sebanyak 2,209 smp/jam, derajat kejemuhan sebesar (Dj) 0.91, tundaan (T) sepanjang 16 meter, peluang atrian (PA) atas 33.42 dan bawah 65.93, maka tingkat pelayanan simpang (LOS) terdapat pada kelas E, yang artinya gerak tidak stabil, kendaraan tersendat.

Untuk meningkatkan kapasitas dan kinerja jalan dan persimpangan, perlu dilakukan penyesuaian geometrik jalan, salah satu upaya adalah pelebaran jalan karena memungkinkan arus kendaraan mengalir lebih lancar dan mengurangi waktu antrean. Dengan demikian, beban lalu lintas jika di pasang APILL setiap fase lampu lalu lintas menjadi lebih seimbang dan optimal untuk kinerja simpang. Sehingga didapat rencana skema seperti Gambar 4.

**Gambar 4.** Rencana pelebaran jalan

Rencana pelebaran ruas Jl. Raya Betro dan Jl. Rajawali senilai ±1.9 meter dilaksanakan dengan mengacu pada ketersediaan ruang pada tepi jalan, Dan juga pelebaran didasarkan pada lebar Jl. Raya Ketjen

yang sudah dilaksanakan pelebaran pada ruas jalannya. Selanjutnya untuk pelebaran jalan ruas Jl. Garuda mengacu pada tersediaan ruang seperti pembatas jembatan sungai yang terbatas, maka rencana pelebaran ditentukan untuk dari masing-masing tepi kanan & kiri ruas jalan sekitar ± 1 m.

Tabel 7. Hasil konversi SA

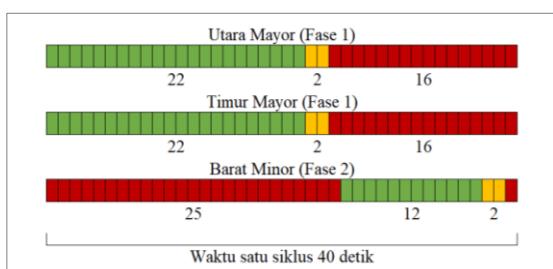
Lengan	Tujuan	Volume (smp/jam)							
		SM		MP		KS		Total	
Lnd	Lwn	Lnd	Lwn	Lnd	Lwn	Lnd	Lwn	Lnd	Lwn
Utara Jalan Garuda	Bki	287	575	160	160	16	16	463	750
	BkiJT	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	0	0	0	0	0	0	0	0
	Bka	120	240	58	58	36	36	214	334
Timur Jalan Rajawali	Bki	0	0	0	0	0	0	0	0
	BkiJT	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	123	246	56	56	10	10	19	313
	Bka	253	507	151	151	10	10	415	668
Selatan Jalan Raya Betro	Bki	109	218	46	46	22	22	177	286
	BkiJT	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lurus	107	214	56	56	18	18	181	288
	Bka	0	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah Total =								358	574

Ekuivalensi kendaraan (EMP) simpang bersinyal ini sedikit berbeda dengan simpang tanpa sinyal, perbedaan itu terdapat pada (EMP) simpang APILL lebih spesifik karena ada terlindung dan terlawan, dengan nilai rasio dari PKJI 2023.

Dengan dilakukan analisis dengan cara penentuan durasi coba-coba yang diterapkan ke formulir perhitungan simpang bersinyal (SA) menghasilkan durasi APILL paling optimal dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Data durasi APILL

Arah Jalur	Eksisting (Dua Fase)				Waktu Siklus
	Hijau	Merah	Kuning	Merah Semua	
Utara	22	16	2	2	40
Timur	22	16	2	2	40
Barat	12	26	2	2	40

**Gambar 5.** Diagram rencana durasi APILL

Durasi rasio durasi APILL ditentukan dari rasio emp masing masing lengan. Dan fase sinyal ditentukan dari status lengan tersebut, yang mana lengan Utara dan Timur (major) dan lengan Barat (minor), selain hal itu juga mempertimbangkan dari

lebar ruas jalan yang terbatas, selain itu sistem dua fase tidak memerlukan ruang jalan tambahan untuk memisahkan gerakan belok kanan. Dengan hanya dua fase waktu siklus lampu lalu lintas menjadi lebih singkat, sehingga dapat mengurangi waktu tunggu kendaraan dan meningkatkan kelancaran arus lalu lintas secara keseluruhan, sehingga lebih sesuai diterapkan dengan keterbatasan ruang. Dari ketiga olahan data diatas selanjutnya diolah ke form SA dari PKJI 2023 pada Tabel 9.

Tabel 9. Studi Form. SA-IV PKJI 2023

Kode Pen-dekat	Rasio Kendaraan Belok			Lebar	Tipe Pendekat	
	RBKiJ	RBKi	RBKa	J0	FUK	FHB
U	0.00	0.68	0.32	2,250	1	0.95
T	0.00	0.00	0.69	2,250	1	0.95
B	0.00	0.49	0.00	2,250	1	0.95
Kode Pen-	Arus Jenuh	Arus Lalu-lintas	Rasio Arus	Rasio Fase	Kapasi tas (C)	Derajat Jenuh JDj
	J	q	Rq/j	FR	JxWHi /S	Q/C
U	2,138	1,085	0.51	0.41	1,383	0.78
T	2,138	981	0.46	0.37	1,383	0.71
B	2,138	574	0.27	0.22	754	0.76
Qkor.	2,639	Ctot.	3,520	Ctot.	3,520	

Dari analisis Tabel 9 form. SA-IV kondisi simpang setelah dipasang APILL dan dilakukan perbaikan geometrik jalan mendapat perbaikan dimana kapasitas (C) lajur Utara 1,383 smp/jam, lajur Timur 1,383 smp/jam sedangkan lajur Barat 754 smp/jam maka total kapasitas 3,520 smp/jam, dan nilai derajat kejemuhan (DJ) rata rata 0.75. Dengan penurunan derajat kejemuhan ini mengindikasikan bahwa arus lalu lintas pada simpang tersebut menjadi lebih lancar dan tidak melebihi kapasitas jalan, sehingga potensi kemacetan dapat berkurang. Selanjutnya dieksekusi ke form. SA-V untuk menganalisis panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan simpang dilihat pada Tabel 10.

Tabel 9. Studi Form. SA-IV PKJI 2023

Kode Pen-dekat	Rasio Hijau	Jumlah Kendaraan Antri (smp)				Panjang Antrian (m)
		Total				
U	RH	NQ1	NQ2	NQ	NQmax	PA
T	0.65	1.3	7.3	8.6	14.7	39
B	0.65	0.7	6.0	6.8	12.2	32
	0.35	1.1	4.8	5.9	11.0	29
Kode Pen-	Kend. Henti	Kend. Henti	Tunda Lalu-lintas	Tunda Geometrik	Tunda Rata-rata	Tunda Total
	stop/smp	det/smp				
U	RKH	NKH	TL	TG	T	T \times q
	0.76	824	6.0	4.5	10.5	11,340
T	0.66	644	4.2	4.0	8.3	8,095
B	0.97	559	11.0	4.0	14.9	8,570
Total:	2,027				Total:	28,005
stop/smp:	0.57				det/smp:	7.52

Dari hasil analisis Tabel 10 form. SA-V mendapatkan hasil panjang antrian rata rata 33 meter artinya masih berada dalam batas toleransi dengan tundaan simpang rata rata 11.23 smp/jam, maka tingkat pelayanan (LOS) berada pada D.

Dari hasil form. SA-IV dan form. SA-V diatas dapat disimpulkan setelah dilakukannya perbaikan jalan dan pemasangan APILL, kinerja simpang tidak hanya mengalami peningkatan dalam hal kapasitas dan derajat kejemuhan, tetapi juga menunjukkan perbaikan pada aspek operasional seperti antrian dan tundaan. Hal ini membuktikan bahwa intervensi yang dilakukan berhasil meningkatkan efisiensi dan efektivitas pergerakan kendaraan di simpang tersebut secara menyeluruh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis terhadap Simpang Jalan Garuda – Jalan Rajawali – Jalan Raya Betro, volume lalu lintas tertinggi terjadi pada hari Kamis, 20 Februari 2025 pada pukul 15.00–16.00 WIB, dengan kendaraan total 2,016 smp/jam. Arus lalu lintas pada kondisi eksisting menunjukkan kondisi yang cukup padat, dengan kapasitas simpang (C) sebesar 2,209 smp/jam, derajat kejemuhan (DJ) sebesar 0.91, tundaan rata-rata sebesar 16 detik/kendaraan, serta peluang antrian (PA) antara 33% hingga 66%. Berdasarkan parameter tersebut, tingkat pelayanan simpang (*Level of Service/LOS*) berada pada kategori E, yang mengindikasikan bahwa untuk saat ini simpang mengalami kemacetan serius pada jam-jam puncak.

Maka, alternatif perbaikan simpang berupa pelebaran jalan dan rencana pemasangan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL), yang menghasilkan kapasitas simpang (C) 3,520 smp/jam, dengan derajat kejemuhan rata-rata (Dj) 0.75 dan tundaan rata-rata (T) senilai 7.52 det/smp, serta panjang antrian (PA) 33 meter, sehingga tingkat pelayanan simpang (LOS) berada pada kategori D. yang berarti alternatif pada simpang telah berhasil meningkatkan kinerja lalu lintas secara signifikan.

Diharapkan pada penelitian selanjutnya menyematkan alat bantu seperti VISSIM, SIDRA atau perangkat lunak lainnya untuk mengsimulasikan alur kendaraan lebih nyata dan juga melakukan studi kedepan untuk mengawasi perubahan kinerja simpang sebelum dan sesudah penerapan perbaikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawiyah, T. (2024). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tidak Bersinyal Jalan A. Yani – Jalan Muncul, Dampak Pembangunan Fly Over Aloha. *INTER TECH*, 2(2), 108–113. <https://doi.org/10.54732/i.v2i2.1162>
- Alif, M., Hidayati, A. N., & Gai, A. M. (2025). Analisa Potensi Penambahan Jalan Layang Di Ruas Jalan Singosari Guna

Mengurangi Kemacetan Lalu Lintas Dan Meningkatkan Kinerja Jalan. *Upscales*, 2(1), 36–61. <https://doi.org/https://doi.org/10.36040/upscales.v2i1.12994>

- Amanda, C. T., Agustin, T., & Mahmudah, A. M. H. (2024). Analisis Kinerja Lalu Lintas Akibat Hambatan Samping Jalan. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(4), 9. <https://doi.org/10.47134/scbmej.v1i4.3149>
- Anwar, A. C., Mudyono, R., & . S. (2023). Evaluasi Manajemen Rekayasa Lalu Lintas di Central Business District. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 9(2), 139. <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v9i2.777>
- Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia No. 09/P/BM/2023*.
- Desanta, D. F. F. D., Ibnu Sholichin, & Fithri Estikhamah. (2024). Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Jalan Menganti – Jalan Sepat – Jalan Wisma Lidah Kulon Kota Surabaya Menggunakan Metode PKJI 2023. *AGREGAT*, 9(2), 1109–1116. <https://doi.org/10.30651/ag.v9i2.23975>
- Harahap, E., Adity, Z., Badruzzaman, F., Fajar, Y., Bastia, A., Zein, S., & Kudus, A. (2022). Solusi Kemacetan Lalu Lintas Kota Bandung Melalui Pemerataan Arus Kendaraan. *Sains, Aplikasi, Komputasi Dan Teknologi Informasi*, 4(1), 27–36. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.30872/jsakti.v4i1.6759>
- Hasyim, Rohani, & Dewangga, L. (2025). Analisis Kinerja Jaringan Jalan Pemuda Kota Mataram. *PESHUM: Jurnal Pendidikan, Sosial dan Humaniora*, 4(4), 5522–5533.
- Lamdu, A. K. A., & Hidayanti, N. (2021). Manajemen Lalu Lintas Simpang Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Jalan Nusa Kambangan-Jalan Pulau Biak, Kota Denpasar). *Jurnal Rekayasa Sipil*, 1(1), 32–37.
- Morlok, E. K. (1988). *Traffic flow theory: A monograph*. Transportation Research Board.
- Muhammad, F., Subkhan, M. F., & Marjono. (2022). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Di Jalan Ahmad Yani – Jalan Raya Buduran, Sidoarjo. *JOS - MRK*, 3(1), 229–135.
- Mustikarani, W., & Suherdiyanto, S. (2016). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Lalu Lintas di Sepanjang Jalan H Rais A Rahman (Sui Jawi) Kota Pontianak. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 14(1), 143–155. <https://doi.org/https://doi.org/10.31571/edukasi.v14i1.292>
- Pranoto, L. D., & Pattisinai, A. R. (2024). Strategi untuk Menanggulangi Dampak Lalu Lintas Akibat Pembangunan Jalan Layang (Flyover) Aloha Juanda pada Jalan Raya Waru Arah Sidoarjo - Surabaya. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 107–118. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v2n2.p107-118>
- Pratama, M. D. M., & Elkhlasnet, E. (2019). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H. Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung. (Hal. 116-123). *RekaRacana: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 116. <https://doi.org/10.26760/rekaracana.v5i2.115>
- Putra, A. A., Nuhun, R. S., Iqbal, M., & Ahmad, S. N. (2022). Pengaturan Panjang Antrian Pada Simpang Bersinyal Berdasarkan Volume Dan Komposisi Lalu Lintas. *STABILITA // Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 10(1), 34. <https://doi.org/10.55679/jts.v10i1.27566>
- Ramzy, M., Rahardjo, B., & Supriyanto, B. (2024). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Di Kota Malang Menggunakan PKJI 2023 (Studi Kasus: Simpang Dieng

- Malang). *Jurnal Inovasi Teknologi Dan Edukasi Teknik*, 4(7), 4. <https://doi.org/10.17977/um068.v4.i7.2024.4>
- Rao, A. M., & Rao, K. R. (2012). Measuring Urban Traffic Congestion – A Review. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 2(4), 286–305. [https://doi.org/10.7708/ijtte.2012.2\(4\).01](https://doi.org/10.7708/ijtte.2012.2(4).01)
- Sari, N. P., & Hadi, S. (2020). Analisis Faktor Ekuivalensi Kendaraan Pada Ruas Jalan Perkotaan di Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 8(2), 85–92. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jtsp.18.2.85-92>
- Siroj, R. A., Afgani, W., Fatimah, Septaria, D., & Salsabila, G. Z. (2024). Metode Penelitian Kuantitatif Pendekatan Ilmiah Untuk Analisis Data. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 7(3), 11279–11289.
- Tanggara, M. A. P., Agustin, I. W., & Hariyani, S. (2021). Kinerja Jalan Di Kota Surabaya Berdasarkan Tingkat Pelayanan Jalan. *Planning for Urban Region and Environment*, 10(3), 119–128.
- Theresia, M., Winaya, A., & Setyawan, H. (2018). Kapasitas Simpang Tak Bersinyal Dan Tundaan Lalu Lintas Pada Jl.Brigjen Katamso-Frontage Timur. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 573–578.
- Wahyudi, R., & Prasetyo, H. (2022). Analisis Dampak Hambatan Samping terhadap Kelancaran Arus Lalu Lintas di Jalan Raya. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(3), 210–220. <https://doi.org/https://doi.org/10.14710/jtsp.12.3.210-220>
- Wananda, L., & Yuniarti, S. (2025). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal (Studi Kasus : Simpang Pall Jl. Raya Jakarta – Bogor – Akses UI). *Jurnal Teknik Sipil Arsitektur*, 24(1), 1–6. <https://doi.org/https://doi.org/10.54564/jtsa.v24i1.210>
- Wibowo, Moch. R. A., & Widayanti, A. (2023). Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Pada Ruas Jalan Menur Pumpungan - Jalan Manyar Indah Raya - Jalan Manyar Tirtoyoso di Kota Surabaya Dengan Metode PKJI 2014. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 279–290. <https://doi.org/10.26740/mitrans.v1n3.p279-290>
- Zultan, A. M., & Kamsiah, K. (2018). Studi Kinerja Ruas Jalan Arteri Terhadap Pengaruh Hambatan Samping Pada Ruas Jalan Yos Sudarso di Kota Tarakan. *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 42. <https://doi.org/10.35334/be.v2i1.611>