

Analisis Kinerja Simpang Bersinyal pada Simpang Empat Paringin Kabupaten Balangan

Fakhir Muhammad Dzaki¹, Hafsha Yanti Siregar^{2*}, Hendra Putra Dipanegara³

^{1,2*,3}Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Jurusan Rekayasa dan Industri, Politeknik Negeri Tanah Laut, Tanah Laut, Indonesia

Email: ¹fakhir.muhammad.dzaki@mhs.politala.ac.id, ^{2*}hafsha@politala.ac.id,

³hendraputra@politala.ac.id

Abstract

The Paringin Signalized Intersection in Balangan Regency is an important intersection on the Trans-Kalimantan route that accommodates interregional traffic movements between South, East, and Central Kalimantan. Increasing traffic activity at this intersection may affect its operational performance, particularly during peak hours. This study aims to analyze the traffic volume, capacity, degree of saturation (DS), and level of service (LOS) at the Paringin Signalized Intersection using the 1997 Indonesian Highway Capacity Manual (MKJI). The study employed a quantitative descriptive approach. Primary data were collected through traffic surveys conducted for three days, from 9 to 11 May 2026, with observations carried out for 12 hours per day from 06.00 to 18.00 WITA. The collected data included intersection geometry, traffic volume, and signal timing. The analysis covered traffic volume, saturation flow, capacity, degree of saturation, and level of service for each approach. The results showed that the peak-hour traffic volumes were 549 pcu/hour for the North approach, 418 pcu/hour for the South approach, 120 pcu/hour for the West approach, and 168 pcu/hour for the East approach. The corresponding capacities were 408.13, 499.90, 588.04, and 419.70 pcu/hour, with DS values of 1.34, 0.84, 0.20, and 0.40, respectively. The resulting LOS were F, D, A, and B. The North approach was the critical approach because its traffic volume exceeded the available capacity. Therefore, signal timing evaluation and capacity improvement are required, particularly for the North approach.

Keywords: Signalized Intersection, Mkji 1997, Traffic Volume, Degree Of Saturation, Level Of Service.

Abstrak

Simpang Bersinyal Paringin di Kabupaten Balangan merupakan salah satu simpang penting pada jalur Trans Kalimantan yang melayani pergerakan lalu lintas antarwilayah antara Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Tengah. Peningkatan aktivitas lalu lintas pada simpang tersebut berpotensi memengaruhi kinerja operasional, terutama pada jam puncak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis volume lalu lintas, kapasitas, derajat kejenuhan (DS), dan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) pada Simpang Bersinyal Paringin menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Data primer diperoleh melalui survei lalu lintas selama tiga hari, yaitu 9–11 Mei 2026, dengan waktu pengamatan selama 12 jam per hari mulai pukul 06.00–18.00 WITA. Data yang dikumpulkan meliputi geometrik simpang, volume lalu lintas, dan waktu sinyal. Analisis dilakukan terhadap volume lalu lintas, arus jenuh, kapasitas, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan pada setiap pendekat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada jam puncak sebesar 549 smp/jam pada pendekat Utara, 418 smp/jam pada pendekat Selatan, 120 smp/jam pada pendekat Barat, dan 168 smp/jam pada pendekat Timur. Kapasitas masing-masing pendekat sebesar 408,13, 499,90, 588,04, dan 419,70 smp/jam, dengan nilai DS berturut-turut 1,34, 0,84, 0,20, dan 0,40. Tingkat pelayanan yang diperoleh adalah F, D, A, dan B. Pendekat Utara menjadi pendekat paling kritis karena volume lalu lintas telah melampaui kapasitas yang tersedia. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi pengaturan waktu sinyal dan peningkatan kapasitas, khususnya pada pendekat Utara.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, MKJI 1997, Volume Lalu Lintas, Derajat Kejenuhan, Tingkat Pelayanan.

1. PENDAHULUAN

Persimpangan adalah bagian dari jaringan transportasi yang berfungsi sebagai lokasi pertemuan beberapa ruas jalan dan menjadi titik terjadinya interaksi antarpergerakan kendaraan. Pada simpang bersinyal, pengaturan fase, durasi siklus, interval waktu hijau, serta waktu antahijau menjadi faktor yang memengaruhi kemampuan simpang dalam melayani arus lalu lintas. Andika (2022) menyatakan bahwa pengaturan waktu siklus dan fase pada Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) dapat diterapkan sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan keselamatan dan kinerja simpang. Selanjutnya, Sari et al. (2022) menjelaskan bahwa kondisi ketika arus kendaraan yang datang tidak sebanding dengan kemampuan simpang dalam melayani kendaraan dapat menyebabkan terbentuknya antrean dan meningkatkan tundaan. Di sisi lain, Ramadhan et al. (2022) menunjukkan bahwa penyesuaian durasi waktu hijau dan perbaikan kondisi geometrik simpang dapat membantu meningkatkan kualitas pelayanan pada lokasi yang mengalami tingkat kejenuhan tinggi.

Kabupaten Balangan merupakan salah satu daerah yang dilintasi oleh koridor transportasi yang menjadi penghubung antara Kalimantan Selatan dan wilayah Kalimantan Timur serta Kalimantan Tengah. Koridor ini berperan sebagai jalur pergerakan lalu lintas antarwilayah dengan intensitas perjalanan penumpang dan distribusi barang yang cukup tinggi. Salah satu simpang utama pada koridor tersebut adalah Simpang Empat Bersinyal Paringin yang terletak di Jalan Ahmad Yani dengan empat pendekat yang melayani pergerakan lalu lintas dari arah Utara, Selatan, Barat, serta Timur. Kondisi tersebut mendorong perlunya dilakukan evaluasi kinerja simpang untuk mengetahui sejauh mana simpang mampu melayani arus lalu lintas pada setiap pendekat.

Penelitian terkait dalam lima tahun terakhir menunjukkan bahwa permasalahan kinerja simpang bersinyal masih banyak ditemukan pada berbagai karakteristik wilayah. Timothie et al. (2023) menganalisis simpang bersinyal di Kota Manado menggunakan PTV VISSIM dan menunjukkan bahwa pendekat tertentu dapat menjadi lokasi dengan kinerja terburuk berdasarkan panjang antrean, tundaan, dan tingkat pelayanan. Bimantara dan Widayanti (2023) memperoleh derajat kejenuhan yang tinggi pada beberapa pendekat Simpang Jalan Raya Mastrip–Jalan Raya Menganti Surabaya dan mengusulkan perubahan waktu siklus serta lebar pendekat. Ramzy et al. (2024) menemukan derajat kejenuhan lebih dari 1,0 pada Simpang Dieng Malang dan mengidentifikasi perlunya alternatif penanganan. Jalus et al. (2024) menunjukkan bahwa perubahan waktu siklus dan urutan intergreen melalui simulasi PTV VISSIM dapat menurunkan panjang antrean dan tundaan. Adinata dan Mahardi (2024) juga menunjukkan bahwa kombinasi perubahan waktu siklus dan pelebaran pendekat dapat menurunkan derajat kejenuhan pada simpang bersinyal.

Kajian lain menunjukkan perkembangan penggunaan metode analisis dalam mengevaluasi kinerja simpang bersinyal. Pramu et al. (2024) menunjukkan bahwa simpang dengan derajat kejenuhan mendekati 1,0 membutuhkan perhatian terhadap kapasitas dan pengaturan lalu lintas. Novianto (2024) menegaskan bahwa analisis kapasitas dan derajat kejenuhan dapat digunakan untuk mengidentifikasi pendekat kritis pada simpang bersinyal. Ado et al. (2024) menggunakan simulasi PTV VISSIM sebagai pendekatan untuk menganalisis kinerja simpang sekaligus mengevaluasi berbagai alternatif penanganan. Sementara itu, Cahya et al. (2024) mengkaji optimalisasi kinerja simpang dengan memanfaatkan PKJI 2023 yang dipadukan dengan PTV VISSIM untuk meningkatkan tingkat pelayanan. Putriningtiazi et al. (2024) membandingkan MKJI 1997, PKJI 2023, dan PTV VISSIM untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal serta merumuskan alternatif penanganan pada kondisi eksisting dan proyeksi. Penelitian yang

lebih mutakhir juga menunjukkan penggunaan PKJI 2023 dan simulasi PTV VISSIM sebagai pendekatan evaluasi dan pembandingan pada simpang bersinyal di berbagai wilayah.

Meskipun penelitian mengenai kinerja simpang bersinyal telah banyak dilakukan, kajian pada simpang yang berada pada koridor Trans Kalimantan dengan karakteristik pergerakan antarwilayah masih terbatas. Simpang Empat Bersinyal Paringin memiliki karakteristik yang berbeda karena mempertemukan ruas Jalan Ahmad Yani sebagai jalan arteri berstatus jalan nasional dengan pendekat Barat dan Timur yang berfungsi sebagai jalan kolektor berstatus jalan provinsi. Perbedaan fungsi dan status ruas tersebut menyebabkan karakteristik arus lalu lintas antarpendekat tidak seragam. Pendekat Utara dan Selatan yang merupakan bagian dari Jalan Ahmad Yani melayani pergerakan lalu lintas pada koridor utama, sedangkan pendekat Barat dan Timur melayani pergerakan menuju wilayah sekitar Kabupaten Balangan. Kondisi ini menyebabkan distribusi beban lalu lintas dan kapasitas pelayanan pada masing-masing pendekat memiliki karakteristik yang berbeda.

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa perbedaan antara volume lalu lintas dan kapasitas pelayanan dapat memengaruhi kinerja pada masing-masing pendekat. Hasil analisis menunjukkan bahwa pendekat Utara memiliki nilai derajat kejenuhan sebesar 1,34 dengan tingkat pelayanan F, sedangkan pendekat Selatan memiliki nilai DS sebesar 0,84 dengan tingkat pelayanan D. Pada pendekat Barat dan Timur, nilai derajat kejenuhan masing-masing sebesar 0,20 dan 0,40, dengan tingkat pelayanan A dan B. Temuan ini mengindikasikan bahwa pendekat Utara merupakan bagian yang paling kritis karena arus lalu lintas yang dilayani telah melebihi kapasitas yang tersedia.

Dengan demikian, kebaruan penelitian ini tidak hanya didasarkan pada penggunaan data lalu lintas terbaru tahun 2026, tetapi pada evaluasi kondisi aktual Simpang Empat Bersinyal Paringin yang memiliki karakteristik sebagai simpang pada koridor Trans Kalimantan dengan perbedaan fungsi ruas dan distribusi beban lalu lintas antarpendekat. Penelitian ini memfokuskan analisis pada pendekat yang memiliki kondisi paling kritis dengan memperhatikan karakteristik arus lalu lintas, geometrik simpang, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan. Pengaturan waktu sinyal juga dievaluasi dengan mempertimbangkan besarnya arus yang dilayani oleh masing-masing pendekat. Dengan metode tersebut, kondisi kinerja simpang pada koridor transportasi antarwilayah dapat digambarkan secara lebih terperinci.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengevaluasi kinerja Simpang Empat Bersinyal Paringin, Kabupaten Balangan, berdasarkan parameter lalu lintas. Lokasi penelitian berada pada Simpang Taman Monumen Perjuangan, Jalan Ahmad Yani, Kecamatan Paringin, Kabupaten Balangan, yang merupakan bagian dari jalur Lintas Trans Kalimantan dengan peran strategis dalam sistem transportasi regional. Pengumpulan data dilaksanakan selama tiga hari, yaitu pada tanggal 9-11 Mei 2026, dengan waktu pengamatan selama 12 jam per hari (pukul 06.00-18.00 WITA), yang mencakup hari kerja (weekday) dan akhir pekan (weekend) untuk memperoleh gambaran kondisi lalu lintas harian secara representatif.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data yang diperoleh secara langsung serta data pendukung dari sumber sekunder. Data primer dikumpulkan melalui

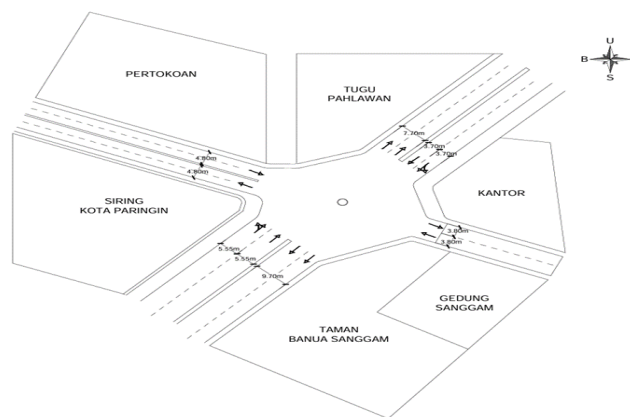
kegiatan observasi langsung di lokasi penelitian, yang mencakup pengukuran kondisi geometrik simpang, volume kendaraan pada setiap pendekat, dan waktu sinyal (*green time, yellow time, all red time*). Data geometrik diukur menggunakan meteran pada setiap lengan simpang, sedangkan volume kendaraan dihitung dengan metode traffic counting berdasarkan klasifikasi kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC) sesuai pedoman MKJI 1997. Survei dilakukan oleh empat orang surveyor yang ditempatkan pada setiap ruas jalan pendekat, sedangkan waktu sinyal diamati menggunakan alat pencatat waktu pada beberapa siklus pengamatan guna mendapatkan nilai rata-rata yang representatif. Data sekunder berupa informasi jumlah penduduk Kabupaten Balangan diperoleh melalui publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Balangan, yang digunakan untuk menggambarkan karakteristik wilayah studi dan potensi bangkitan lalu lintas.

2.3 Tahapan Analisis Data

Evaluasi kinerja Simpang Empat Bersinyal Paringin mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 sebagai dasar dalam proses perhitungan. Pemilihan MKJI 1997 dilakukan untuk menjaga konsistensi metode perhitungan kinerja simpang dengan parameter dan prosedur analisis yang digunakan dalam penelitian ini. Analisis difokuskan pada kondisi operasional simpang berdasarkan data lalu lintas aktual hasil survei lapangan tahun 2026.

Tahapan analisis meliputi: (1) pengolahan dan pengelompokan data geometrik serta volume lalu lintas pada setiap pendekat; (2) konversi hasil survei volume kendaraan ke dalam satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan faktor ekuivalensi mobil penumpang (emp) sesuai MKJI 1997; (3) perhitungan arus jenuh (S) berdasarkan kondisi geometrik pendekat dan faktor penyesuaian; (4) perhitungan kapasitas (C) untuk setiap pendekat; (5) perhitungan derajat kejenuhan (DS); dan (6) penentuan tingkat pelayanan (*Level of Service/LOS*) pada setiap pendekat.

PKJI 2023 digunakan sebagai referensi perkembangan pedoman kapasitas jalan, tetapi tidak digunakan sebagai dasar perhitungan dalam penelitian ini. Dengan demikian, seluruh parameter kinerja simpang dihitung secara konsisten menggunakan MKJI 1997 untuk menggambarkan kondisi eksisting Simpang Empat Bersinyal Paringin.



Gambar 1. Sketsa geometrik Simpang Empat Bersinyal Paringin
Sumber: Dokumentasi survei lapangan, 2026

Tabel 1. Data Geometrik dan Tipe Lingkungan Jalan pada Setiap Pendekat Simpang

Kode Pendekat	Tipe Pendekat	Lebar Pendekat WA (m)	Lebar Masuk (m)	Tipe Lingkungan
U (Utara)	Terlindung	7,40	7,40	Komersial
S (Selatan)	Terlindung	11,10	11,10	Komersial

B (Barat)	Terlindung	4,80	4,80	Komersial
T (Timur)	Terlindung	3,80	3,80	Komersial

2.4 Persamaan Analisis

Arus jenuh (S) pada setiap pendekat dihitung menggunakan Persamaan (1). Nilai arus jenuh diperoleh dari perkalian antara arus jenuh dasar (S_0) dengan beberapa faktor penyesuaian, yaitu faktor penyesuaian ukuran kota (FCS), hambatan samping (FSF), kelandaian (FG), parkir (FP), belok kanan (FRT), dan belok kiri (FLT).

$$S = S_0 \times FCS \times FSF \times FG \times FP \times FRT \times FLT \dots\dots\dots (1)$$

Kapasitas (C) pada masing-masing pendekat ditentukan menggunakan Persamaan (2), yang diperoleh dari perkalian antara arus jenuh (S) dan perbandingan waktu hijau efektif (g) terhadap waktu siklus (c).

$$C = S \times (g / c) \dots\dots\dots (2)$$

Selanjutnya, derajat kejenuhan (DS) dihitung menggunakan Persamaan (3) dengan membandingkan volume lalu lintas (Q) terhadap kapasitas pendekat (C). Nilai DS digunakan untuk menggambarkan tingkat pemanfaatan kapasitas pada masing-masing pendekat dan menjadi salah satu parameter dalam evaluasi kinerja simpang berdasarkan MKJI 1997.

$$DS = Q / C \dots\dots\dots (3)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Klasifikasi Jalan dan Kondisi Eksisting Simpang

Simpang Bersinyal Paringin merupakan salah satu simpang utama di Kabupaten Balangan yang berperan sebagai koridor transportasi yang menghubungkan pusat kota dengan kawasan permukiman serta wilayah Kalimantan Selatan menuju Kalimantan Timur dan Kalimantan Tengah. Berdasarkan tinjauan fungsi dan status jalan, pendekat Utara dan Selatan (Jalan Ahmad Yani) berfungsi sebagai Jalan Arteri berstatus Jalan Nasional karena merupakan bagian dari jalur Trans Kalimantan yang menjadi tulang punggung logistik dan transportasi antarprovinsi. Adapun pendekat Barat (Jalan Lampihong) dan Timur (Jalan Halong) berfungsi sebagai Jalan Kolektor berstatus Jalan Provinsi yang menghubungkan wilayah sekitar dengan pusat Kabupaten Balangan. Klasifikasi ini penting karena jalan nasional dan arteri seperti Jalan Ahmad Yani cenderung memiliki volume lalu lintas tinggi dan komposisi kendaraan berat yang signifikan, sehingga menjadi dasar pertimbangan dalam penentuan prioritas penanganan kinerja simpang.

3.2 Volume Lalu Lintas pada Jam Puncak

Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa pendekat Utara memiliki volume lalu lintas tertinggi dalam satuan smp/jam, yaitu sebesar 549 smp/jam, diikuti oleh pendekat Selatan sebesar 418 smp/jam, pendekat Timur sebesar 168 smp/jam, dan pendekat Barat sebesar 120 smp/jam sebagai volume terendah. Perbedaan nilai volume antarpendekat ini dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang melintas serta komposisi jenis kendaraan pada masing-masing pendekat, di mana pendekat Utara dan Selatan sebagai bagian dari Jalan Nasional Ahmad Yani menampung pergerakan lalu lintas jarak jauh yang lebih padat dibandingkan pendekat Barat dan Timur. Pada pendekat Utara dan Selatan yang memiliki fasilitas belok kiri langsung (Left Turn on Red/LTOR), penentuan lebar efektif pendekat (W_e) mengacu pada ketentuan MKJI 1997 untuk pendekat dengan LTOR (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Pola perbedaan beban antarpendekat tersebut juga sejalan

dengan kajian Bimantara dan Widayanti (2023) serta Timothie et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pendekat dengan arus lebih besar dapat menjadi pendekat yang paling menentukan kinerja simpang.

Tabel 2. Rekapitulasi Volume Lalu Lintas per Pendekat pada Jam Puncak 16.40-17.40 WITA

Kode Pendekat	Total Kendaraan (kend/jam)	Total Volume Q (smp/jam)	Kontribusi Terbesar
U (Utara)	988	549	Kendaraan lurus (MC dominan)
S (Selatan)	1.499	418	Kendaraan lurus (LV dan MC)
B (Barat)	426	120	Belok kanan (MC dominan)
T (Timur)	545	168	Belok kiri dan kanan

Hasil rekapitulasi menunjukkan bahwa pendekat Utara memiliki volume lalu lintas paling tinggi dalam satuan smp/jam, yaitu sebesar 549 smp/jam, diikuti oleh pendekat Selatan sebesar 418 smp/jam, pendekat Timur sebesar 168 smp/jam, sedangkan pendekat Barat sebesar 120 smp/jam yang merupakan nilai terendah. Perbedaan nilai volume antarpendekat ini dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang melintas serta komposisi jenis kendaraan pada masing-masing pendekat, di mana pendekat Utara dan Selatan sebagai bagian dari Jalan Nasional Ahmad Yani menampung pergerakan lalu lintas jarak jauh yang lebih padat dibandingkan pendekat Barat dan Timur. Pada pendekat Utara dan Selatan yang memiliki fasilitas belok kiri langsung (Left Turn on Red/LTOR), penentuan lebar efektif pendekat (W_e) mengacu pada ketentuan MKJI 1997 untuk pendekat dengan LTOR (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Pola perbedaan beban antarpendekat tersebut juga sejalan dengan kajian Bimantara dan Widayanti (2023) serta Timothie et al. (2023) yang menunjukkan bahwa pendekat dengan arus lebih besar dapat menjadi pendekat yang paling menentukan kinerja simpang.

3.3 Arus Jenuh

Perhitungan arus jenuh (S) dilakukan dengan menggunakan nilai arus jenuh dasar (S_0) yang dikalikan dengan sejumlah faktor penyesuaian, meliputi ukuran kota, hambatan samping, kelandaian, parkir, belok kanan, dan belok kiri sesuai Persamaan (1) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Hasil perhitungan menunjukkan bahwa arus jenuh pada pendekat Utara mencapai 1.786,76 smp/jam, sedangkan pendekat Selatan sebesar 2.617,05 smp/jam, pendekat Barat sebesar 2.471,42 smp/jam, dan pendekat Timur sebesar 1.837,43 smp/jam. Nilai arus jenuh yang lebih tinggi pada pendekat Selatan dan Barat disebabkan oleh lebar pendekat yang lebih besar serta faktor koreksi belok kanan yang lebih menguntungkan dibandingkan pendekat Utara dan Timur. Penggunaan parameter arus jenuh dan faktor penyesuaian juga menjadi bagian penting dalam analisis kinerja simpang menggunakan pedoman kapasitas jalan, termasuk dalam perkembangan PKJI 2023 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023; Putri et al., 2025). Arus jenuh yang telah memperhitungkan faktor penyesuaian pada masing-masing pendekat selanjutnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Arus Jenuh dengan Faktor-Faktor Penyesuaian

Kode Pendekat	Lebar Efektif (m)	Arus Jenuh Dasar Hijau (S_0) (smp/jam)	Ukuran Kota (F_{cs})	Hambatan Samping (F_{sf})	Kelandaian (Fg)	Parkir (Fp)	Faktor Koreksi Belok Kanan (Frt)	Faktor Koreksi Belok Kiri (Flt)	Arus Jenuh (S) (smp/jam)
U	3,7	2220	0,83	0,95	1	1	1,025	0,996	1786,763
S	5,55	3330	0,83	0,95	1	1	1,041	0,958	2617,050
B	4,8	2880	0,83	0,95	1	1	1,126	0,967	2471,418
T	3,8	2280	0,83	0,95	1	1	1,086	0,941	1837,425

3.4 Waktu Siklus

Berdasarkan hasil pengamatan waktu sinyal di lapangan, Simpang Bersinyal Paringin dioperasikan dengan empat fase sinyal, dengan total waktu hijau sebesar 93 detik (24 detik untuk fase Utara, 20 detik fase Selatan, 25 detik fase Barat, dan 24 detik fase Timur), waktu kuning total 8 detik, dan waktu semua merah total 4 detik. Berdasarkan Persamaan $c = \Sigma g + LTI$, diperoleh waktu siklus simpang sebesar 105 detik. Nilai waktu siklus ini selanjutnya digunakan sebagai acuan dalam perhitungan kapasitas pendekat, karena rasio waktu hijau efektif terhadap waktu siklus (g/c) menentukan besarnya proporsi kapasitas yang tersedia bagi setiap pendekat dalam satu putaran sinyal. Penentuan dan evaluasi waktu siklus merupakan aspek penting dalam peningkatan kinerja simpang, sebagaimana ditunjukkan oleh Andika (2022) dan Adinata dan Mahardi (2024), yang menempatkan pengaturan waktu sinyal sebagai salah satu alternatif penanganan ketika kinerja simpang menurun.

3.5 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Kapasitas pada setiap pendekat dihitung menggunakan Persamaan (2) dengan mempertimbangkan nilai arus jenuh serta rasio waktu hijau terhadap waktu siklus (g/c). Selanjutnya, nilai derajat kejenuhan diperoleh melalui Persamaan (3) dengan membandingkan volume lalu lintas (Q) terhadap kapasitas pendekat (C) berdasarkan prosedur MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Penggunaan kapasitas dan derajat kejenuhan sebagai parameter evaluasi juga diterapkan dalam sejumlah penelitian kinerja simpang bersinyal, termasuk sebagai acuan dalam membandingkan hasil analisis dengan simulasi PTV VISSIM (Putriningtiaz et al., 2024; Cahya et al., 2024). Selanjutnya, hasil perhitungan kapasitas dan derajat kejenuhan pada masing-masing pendekat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Arus Jenuh, Kapasitas, dan Derajat Kejenuhan Setiap Pendekat

Kode Pendekat	Arus Jenuh S (smp/jam)	Kapasitas C (smp/jam)	Volume Q (smp/jam)	DS = Q/C
U (Utara)	1.786,76	408,13	549	1,34
S (Selatan)	2.617,05	499,90	418	0,84
B (Barat)	2.471,42	588,04	120	0,20
T (Timur)	1.837,43	419,70	168	0,40

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pendekat Barat memiliki kapasitas terbesar, yaitu 588,04 smp/jam, sedangkan pendekat Utara memiliki kapasitas terkecil, yaitu 408,13 smp/jam. Variasi kapasitas antarpendekat dipengaruhi oleh nilai arus jenuh serta pembagian waktu hijau efektif terhadap waktu siklus pada masing-masing pendekat. Nilai derajat kejenuhan paling tinggi terdapat pada pendekat Utara, yakni 1,34, yang menunjukkan bahwa jumlah arus lalu lintas yang dilayani telah melebihi kapasitas pendekat tersebut. Kondisi derajat kejenuhan tinggi pada pendekat utama juga dilaporkan oleh Ramzy et al. (2024) dan Novianto (2024), sehingga pengaturan waktu sinyal dan kapasitas geometrik perlu dipertimbangkan secara bersamaan. Alternatif penanganan berupa optimalisasi sinyal, peningkatan kapasitas, dan simulasi juga telah diterapkan pada penelitian lain (Oktaviana et al., 2025; Oktorizal et al., 2025). Sebaliknya, pendekat Selatan memiliki DS sebesar 0,84, pendekat Timur sebesar 0,40, dan pendekat Barat sebesar 0,20 sebagai nilai terendah, yang menunjukkan bahwa ketiga pendekat tersebut masih memiliki kapasitas sisa untuk menampung pertumbuhan volume lalu lintas dalam jangka pendek. Hasil tersebut memperkuat pentingnya identifikasi pendekat kritis berdasarkan perbandingan volume dan kapasitas.

3.6 Tingkat Pelayanan Simpang (*Level of Service*)

Tingkat pelayanan simpang (*Level of Service/LOS*) ditentukan berdasarkan nilai derajat kejenuhan (DS) yang telah diperoleh, mengacu pada klasifikasi enam kategori (A

sampai F) sesuai pedoman MKJI 1997 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Pendekatan serupa digunakan dalam evaluasi kinerja simpang bersinyal pada berbagai lokasi, dengan DS sebagai salah satu indikator utama kondisi operasional simpang (Sirajaya et al., 2022; Sonia et al., 2022). Hasil penentuan tingkat pelayanan pada setiap pendekat Simpang Bersinyal Paringin disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tingkat Pelayanan (Level of Service) pada Setiap Pendekat Simpang

Kode Pendekat	DS	LOS	Keterangan
U (Utara)	1,34	F	Lalu lintas macet, arus sangat tidak stabil, tundaan dan antrean sangat tinggi.
S (Selatan)	0,84	D	Arus mendekati tidak stabil, tundaan meningkat, pengemudi sering berhenti.
B (Barat)	0,20	A	Arus sangat lancar, tundaan hampir tidak ada, kecepatan bebas dipilih.
T (Timur)	0,40	B	Arus masih stabil, sedikit tundaan, pengemudi memiliki kendali penuh.

Sumber: Hasil analisis berdasarkan kriteria MKJI 1997

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan, pendekat Utara berada pada Tingkat Pelayanan F, yang menjadi titik paling kritis dalam operasional Simpang Bersinyal Paringin karena kapasitas yang tersedia tidak lagi mampu menampung arus kendaraan yang melintas, khususnya pada jam puncak sore hari. Pendekat Selatan berada pada Tingkat Pelayanan D, yang menunjukkan kondisi lalu lintas mulai mendekati jenuh namun masih dapat beroperasi. Sementara itu, pendekat Barat dan Timur memiliki tingkat pelayanan yang baik, yaitu LOS A dan LOS B, karena arus lalu lintas pada kedua pendekat tersebut masih berada jauh di bawah kapasitas yang tersedia. Temuan mengenai adanya pendekat dengan kondisi operasional paling bermasalah dengan tingkat pelayanan rendah sejalan dengan hasil penelitian Ramzy et al. (2024), Asmaroni et al. (2025), dan Putriningtiazti et al. (2024), yang menunjukkan bahwa pendekat dengan beban lalu lintas tinggi dan kapasitas terbatas memerlukan penanganan lebih lanjut.

Secara umum, kondisi operasional simpang masih memerlukan perbaikan, ditunjukkan oleh adanya pendekat dengan tingkat pelayanan F serta pendekat lainnya yang berada pada tingkat pelayanan D, sehingga diperlukan evaluasi terhadap pengaturan waktu sinyal, terutama alokasi waktu hijau pendekat Utara, maupun alternatif peningkatan kapasitas seperti pelebaran pendekat atau penerapan larangan parkir di sekitar simpang untuk mengurangi hambatan samping. Penelitian yang dilakukan oleh Ado et al. (2024) serta Kariyana et al. (2025) mengemukakan bahwa pengujian alternatif dengan simulasi dan penyesuaian pengaturan sinyal dapat digunakan untuk mendukung proses penanganan simpang.

3.7 Alternatif Penanganan

Berdasarkan hasil analisis, pendekat Utara teridentifikasi sebagai pendekat yang paling bermasalah karena memiliki nilai DS sebesar 1,34 dan termasuk dalam tingkat pelayanan F. Kondisi ini menunjukkan bahwa arus kendaraan yang terjadi sudah berada di atas kemampuan kapasitas pendekat, sehingga diperlukan upaya penanganan untuk memperbaiki kinerja simpang.

Sebagai alternatif penanganan, dilakukan optimalisasi waktu sinyal dengan meningkatkan waktu hijau pendekat Utara dari 24 detik menjadi 38 detik dengan waktu siklus tetap 105 detik. Hasil perhitungan ulang menunjukkan bahwa kapasitas pendekat Utara meningkat dari 408,13 smp/jam menjadi 646,64 smp/jam, sedangkan nilai DS menurun dari 1,34 menjadi 0,849. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyesuaian waktu

hijau dapat meningkatkan kapasitas dan menurunkan derajat kejenuhan pada pendekat Utara.

Dengan demikian, optimalisasi pengaturan waktu sinyal, khususnya penambahan waktu hijau pada pendekat Utara, dapat digunakan sebagai alternatif penanganan untuk meningkatkan kinerja Simpang Empat Bersinyal Paringin. Penerapan alternatif tersebut tetap perlu mempertimbangkan kondisi lalu lintas pada pendekat lainnya agar peningkatan kinerja pada pendekat Utara tidak menyebabkan penurunan kinerja yang signifikan pada pendekat lainnya.

Tabel 6. Simulasi Penyesuaian Waktu Hijau pada Kondisi Penanganan

Pendekat	Waktu Hijau Eksisting (detik)	Waktu Hijau Skenario (detik)
Utara	24	38
Selatan	20	20
Barat	25	10
Timur	24	25
Total	93	93

Berdasarkan perhitungan ulang dengan menggunakan nilai arus jenuh yang menjadi dasar perhitungan kondisi eksisting, kapasitas pendekat Utara pada skenario waktu hijau 38 detik menjadi sekitar 646,64 smp/jam. Dengan volume lalu lintas sebesar 549 smp/jam, nilai derajat kejenuhan menjadi sekitar 0,85 atau 0,849, sehingga telah mengalami penurunan dari kondisi eksisting sebesar 1,34.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan alokasi waktu hijau pada pendekat Utara berpengaruh terhadap peningkatan kapasitas serta penurunan derajat kejenuhan. Dengan demikian, optimalisasi waktu sinyal dapat menjadi alternatif penanganan terhadap permasalahan kinerja pada pendekat Utara. Namun, penerapan skenario tersebut tetap perlu mempertimbangkan kondisi lalu lintas pada pendekat lainnya agar peningkatan kinerja pada pendekat Utara tidak menyebabkan penurunan kinerja yang signifikan pada pendekat lain.

Tabel 7. Perbandingan Kinerja Pendekat Utara

Parameter	Kondisi Eksisting	Skenario Penanganan
Volume Q (smp/jam)	549	549
Waktu hijau (detik)	24	38
Kapasitas C (smp/jam)	408,13	646,64
DS	1,34	0,849
LOS	F	D

Hasil simulasi menunjukkan bahwa perubahan alokasi waktu hijau memberikan peningkatan kapasitas yang cukup besar pada pendekat Utara dan menurunkan nilai derajat kejenuhan dari 1,34 menjadi 0,849. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pendekat Utara tidak lagi berada pada kondisi volume yang melampaui kapasitas. Dengan demikian, alternatif optimalisasi waktu sinyal dapat digunakan sebagai salah satu upaya penanganan permasalahan kinerja Simpang Bersinyal Paringin, khususnya pada pendekat Utara.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan evaluasi kinerja yang dilakukan pada Simpang Empat Bersinyal Paringin di Kabupaten Balangan dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, arus lalu lintas tertinggi pada periode puncak pukul 16.40–17.40 WITA tercatat pada pendekat Utara sebesar 549 smp/jam. Sementara itu, pendekat Selatan, Barat, dan Timur masing-masing mencatat volume sebesar 418 smp/jam, 120 smp/jam, dan 168 smp/jam.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas pendekat Utara, Selatan, Barat, dan Timur masing-masing sebesar 408,13 smp/jam, 499,90 smp/jam, 588,04 smp/jam, dan 419,70 smp/jam, dengan nilai derajat kejenuhan (DS) berturut-turut sebesar 1,34, 0,84, 0,20, dan 0,40. Tingkat pelayanan (LOS) pada masing-masing pendekat adalah F, D, A, dan B.

Sebagai alternatif penanganan, dilakukan optimalisasi waktu sinyal dengan meningkatkan waktu hijau pendekat Utara dari 24 detik menjadi 38 detik dengan waktu siklus tetap 105 detik. Hasil perhitungan ulang menunjukkan bahwa kapasitas pendekat Utara meningkat dari 408,13 smp/jam menjadi 646,64 smp/jam, sedangkan nilai DS menurun dari 1,34 menjadi 0,849. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penyesuaian waktu hijau dapat meningkatkan kapasitas dan menurunkan derajat kejenuhan pada pendekat Utara.

Dengan demikian, optimalisasi pengaturan waktu sinyal, khususnya penambahan waktu hijau pada pendekat Utara, dapat digunakan sebagai alternatif penanganan untuk meningkatkan kinerja Simpang Empat Bersinyal Paringin. Penerapan alternatif tersebut tetap perlu mempertimbangkan kondisi lalu lintas pada pendekat lainnya agar peningkatan kinerja pada pendekat Utara tidak menyebabkan penurunan kinerja yang signifikan pada pendekat lainnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Negeri Tanah Laut, atas dukungan fasilitas yang diberikan selama pelaksanaan penelitian, serta kepada seluruh pihak yang telah membantu pelaksanaan survei dan proses pengumpulan data di lapangan.

6. REFERENSI

- Adinata, F., & Mahardi, P. (2024). Perbaikan Kinerja Simpang 3 Bersinyal Area Komersial Menggunakan PKJI 2014 Disertai Simulasi Vissim (Studi Kasus Persimpangan Jl. Gembong Tebasan–Jl. Kapasari Kec. Simokerto, Kota Surabaya, Jawa Timur). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 2(1), 1–12.
- Andika, R. (2022). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal untuk Meningkatkan Keselamatan dengan Pengaturan Ulang Waktu Siklus APILL di Simpang Empat Maya Kota Tegal. *Jurnal Universal Technic (UNITECH)*, 1(2), 84–95.
- Ado, A. Y. E., Handayani, A. T., & Astutik, H. P. (2024). Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software PTV VISSIM (Studi kasus: Simpang Proliman, Prambanan) Tamanmartani, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Spektrum Sipil*, 11(2), 97–108.
- Asmaroni, D., Fatoni, A., Abidin, M. Z., Farosy, M. D. A., & Humeni, S. A. (2025). Analisis kinerja simpang bersinyal pada ruas Jalan Trunojoyo Pamekasan (Km. 111 + 300) dengan metode PKJI. *Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil*, 8(2), 100–104.
- Bimantara, W., & Widayanti, A. (2023). Analisis kinerja simpang bersinyal pada Jalan Raya Mastrip–Jalan Raya Menganti Surabaya. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(3), 262–276.
- Cahya, A. C. P. P., Angelica, E. G., Setijowarno, D., & Hartanto, D. (2024). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan program PTV Vissim (Studi kasus: Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani). *G-SMART*, 8(1), 17–27.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga.

- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Jalus, Y. A., Ircham, & Astutik, H. P. (2024). Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software PTV Vissim (Studi kasus Jalan PGRI II Sonosewu, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta). *5TH CEEDRIMS 2024*, 5(2), 225–234.
- Kariyana, I. M., Pamungkas, T. H., & Fahmi, U. A. N. (2025). Analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan PKJI 2023 dan PTV VISSIM 2025 (Studi kasus: Simpang Padang Galak Kota Denpasar). *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, 4(2), 91–103.
- Novianto, H. (2024). Capacity analysis of degrees of saturation of traffic transportation (Signalized Intersection of Road Gajah Mada–Munginsidi and Railway Bojonegoro). *Civilla: Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*, 9(2), 179–188.
- Oktaviana, R., Putra, K. H., Agusdini, T. M. C., & Sekartadji, R. (2025). Analysis of a signalized intersection using the PKJI 2023 method and PTV Vissim 22 modeling (Case study: Jl. Kedung Cowek–Jl. Kenjeran–Jl. Putro Agung). *Journal of Civil Engineering, Planning and Design*, 4(2).
- Oktorizal, B., Fernando, R., & Syauki, I. A. (2025). Analisis efisiensi pengendalian lalu lintas di Simpang Empat Jalan Padang Bypass–Jalan Moh. Hatta. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 22(2), 173–182.
- Pramu, Y. F., Hartatik, N., & Safitri, D. A. (2024). Analisis kinerja simpang bersinyal (Studi kasus Jl. Manyar Kertoarjo–Jl. Kertajaya–Jl. Raya Menur, Kota Surabaya). *Journal of Sciencetech Research and Development*, 6(1), 497–504.
- Putri, H. A., Kadarini, S. N., & Mukti, E. T. (2025). Analysis of signalized intersection using MKJI 1997, PKJI 2023, and PTV VISSIM: Case study in Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 2119–2134.
- Putriningtiazti, A., Azwansyah, H., & Mayuni, S. (2024). Performance evaluation of signalized intersections using MKJI 1997, PKJI 2023, and PTV VISSIM software (Case study: Jl. Perintis Kemerdekaan–Jl. Tritura–Jl. Sultan Hamid II–Jl. Ya' M. Sabran). *Jurnal Teknik Sipil*, 24(4), 1609–1622.
- 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).
- Sirajaya, R. D., Cahyono, M. S. D., & Rahayu, Y. E. (2022). Evaluasi kinerja simpang bersinyal Jl. Dr. Ir. H. Soekarno–Jl. Mulyorejo Surabaya. *Jurnal Teknik Sipil*, 3(1), 40–48.
- Sonia, G., Murniati, & Desriantomy. (2022). Analisis kinerja simpang bersinyal dengan RHK di Kota Palangka Raya. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 6(1), 10–17.
- Timothie, D., Rumayar, A. L. E., & Kumaat, M. M. (2023). Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software PTV VISSIM (Studi kasus: Simpang Jalan 17 Agustus–Jalan Babe Palar, Kota Manado). *TEKNO*, 21(85).