

Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal Pasar Kersana Di Kabupaten Brebes Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang

Khaerul Muaziz¹, Sukadi², Bermando Mangatur Siagian³
^{1,2,3}Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Jakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Agustus 31, 2025
 Revised September 1, 2025
 Accepted September 10, 2025

Kata Kunci:

Simpang Bersinyal,
 Kapasitas,
 Derajat Kejenuhan

Keywords:

*Signalized Intersection,
 Capacity,
 Degree of Saturation*

ABSTRAK

Persimpangan merupakan salah satu elemen krusial dalam sistem transportasi yang memerlukan perhatian khusus untuk mengelola dan melancarkan arus lalu lintas di kawasan perkotaan. Simpang empat Pasar Kersana di Kabupaten Brebes dikenal memiliki volume lalu lintas yang sangat padat, menjadi salah satu titik kemacetan utama. Penelitian ini berfokus pada analisis kinerja simpang tersebut dengan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Tujuannya adalah untuk mendeskripsikan kondisi kinerja simpang saat ini, mengidentifikasi solusi alternatif untuk mengatasi kemacetan, dan mengevaluasi perkiraan kinerja simpang setelah implementasi solusi tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa pada kondisi eksisting, simpang empat Pasar Kersana mencapai nilai derajat kejenuhan tertinggi sebesar 6,663 kendaraan pada jam puncak pagi hari, Rabu, 11 Juni 2025. Kondisi ini mengakibatkan tundaan rata-rata simpang sebesar 77,11 det/smp, yang mengindikasikan tingkat pelayanan 'F' atau sangat buruk. Berdasarkan temuan ini, solusi alternatif terbaik yang diusulkan adalah pelebaran semua pendekat sebesar 2 meter dan perubahan pengaturan sinyal dari tiga fase menjadi dua fase. Implementasi dari solusi ini diperkirakan dapat meningkatkan tingkat pelayanan simpang menjadi kategori 'B' atau baik, dengan nilai tundaan rata-rata sebesar 34,3 det/smp.

ABSTRACT

Intersections are a crucial element in the transportation system that requires special attention to manage and facilitate traffic flow in urban areas. The Kersana Market intersection in Brebes Regency is known for its very dense traffic volume, making it a major congestion point. This study focuses on analyzing the performance of this intersection using the 2023 Indonesian Road Capacity Manual (PKJI). The objectives are to describe the existing intersection performance, identify alternative solutions to address congestion, and evaluate the estimated intersection performance after implementing these solutions. The analysis results show that under existing conditions, the Kersana Market intersection reached its highest saturation degree value of 6,663 vehicles during the morning peak hour on Wednesday, June 11, 2025. This condition resulted in an average intersection delay of 77.11 sec/pcu, indicating a service level of 'F', or very poor. Based on these findings, the best alternative solution proposed is to widen all approaches by 2 meters and change the signal timing from three phases to two phases. The implementation of this solution is estimated to improve the intersection's service level to a 'B' or good category, with an average delay value of 34.3 sec/pcu.

This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.



Corresponding Author:

Khaerul Muaziz
Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Jakarta, Indonesia
Email: khaerul.muaziz99@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kemacetan lalu lintas di jalan-jalan perkotaan di Indonesia telah menjadi isu yang kronis dan terus-menerus memburuk, menurut Putra, salah satu penyebab dari kemacetan yang menjadi persoalan umum dalam sektor transportasi berasal dari persimpangan [1]. terutama di persimpangan-persimpangan padat seperti simpang empat Pasar Kersana. Masalah ini tidak hanya disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan akibat dari interaksi tiga elemen utama yang saling terkait, yaitu peningkatan jumlah penduduk yang diikuti peningkatan kepemilikan kendaraan pribadi menurut Nindita, F. A. [2], keterbatasan sumber daya untuk pembangunan infrastruktur transportasi, dan pengoperasian fasilitas transportasi yang belum mencapai efisiensi optimal. Ketiga faktor ini secara sinergis menciptakan tekanan besar pada infrastruktur jalan yang ada, sehingga kapasitas jalan tidak lagi mampu menampung volume kendaraan yang terus bertambah, yang pada akhirnya memicu kemacetan parah di berbagai titik vital. Kondisi ini mengindikasikan perlunya pendekatan yang komprehensif dan terperinci dalam menganalisis dan merancang solusi untuk masalah transportasi perkotaan.

Simpang empat Pasar Kersana merupakan salah satu persimpangan yang memiliki peranan strategis, karena lokasinya berada di area pusat perbelanjaan dan pusat kegiatan ekonomi, sehingga menjadikannya titik pertemuan berbagai arus lalu lintas. Di simpang ini, aktivitas bongkar muat barang dan pergerakan masyarakat yang berbelanja, ditambah dengan pergerakan rutin pekerja pabrik dan anak sekolah, menyebabkan kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi, khususnya pada jam-jam sibuk pagi dan sore hari. Seperti yang dikemukakan oleh Vuchic [3] dalam bukunya *Urban Transit Systems and Technology*, pengaturan lalu lintas pada persimpangan harus mempertimbangkan tidak hanya volume kendaraan, tetapi juga fungsinya dalam menunjang mobilitas sosial dan ekonomi. Dengan demikian, pengelolaan lalu lintas yang efisien di simpang empat Pasar Kersana tidak hanya akan mengurangi kemacetan, tetapi juga secara langsung mendukung kelancaran aktivitas perdagangan, industri, dan pendidikan di kawasan tersebut, menciptakan efek domino positif bagi perekonomian lokal. Permasalahan ini semakin diperparah dengan adanya hambatan samping yang signifikan di sekitar simpang akibat aktivitas pasar, seperti parkir liar, pedagang kaki lima yang menggunakan badan jalan, serta pejalan kaki yang menyeberang tidak pada tempatnya. Untuk mengatur arus lalu lintas tersebut digunakanlah Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) menurut undang-undang No 22 tahun 2009 [4]

Hambatan samping tersebut secara langsung mengurangi lebar efektif jalan dan mengganggu aliran lalu lintas, yang pada akhirnya menurunkan kapasitas simpang secara drastis, sehingga nilai derajat kejenuhan akan meningkat. Analisis komprehensif terhadap kondisi geometrik, volume lalu lintas, dan hambatan samping menjadi prasyarat mutlak untuk dapat merumuskan solusi yang tepat guna dan berkelanjutan dalam menanggulangi permasalahan kemacetan di persimpangan ini. Studi yang mendalam tentang karakteristik arus lalu lintas dan faktor-faktor penyebab kemacetan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang dinamika pergerakan kendaraan di area tersebut.

Salah satu alat yang paling relevan dan diakui secara nasional untuk analisis ini adalah Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023, yang diterbitkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. PKJI 2023 menyediakan metodologi yang sistematis dan terstruktur untuk

mengevaluasi kinerja persimpangan bersinyal, termasuk parameter-parameter kunci seperti derajat kejenuhan, tundaan, dan tingkat pelayanan. Dengan menerapkan pedoman ini, penelitian dapat menghasilkan data yang valid dan objektif mengenai seberapa parah masalah kemacetan di simpang empat Pasar Kersana saat ini. Pemanfaatan standar nasional ini juga memastikan bahwa hasil studi ini dapat dibandingkan dan diintegrasikan dengan penelitian-penelitian sejenis lainnya di seluruh Indonesia, sehingga dapat berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan transportasi secara lebih luas. Metodologi ini juga memungkinkan dilakukannya analisis sensitivitas terhadap berbagai skenario perbaikan. Pendekatan ini tidak hanya berfokus pada kondisi eksisting, tetapi juga pada perancangan dan evaluasi skenario perbaikan yang dapat meningkatkan kinerja simpang. Sebagai contoh, perbaikan dapat mencakup optimalisasi pengaturan waktu sinyal, seperti yang disarankan oleh Ramzy et al. [5], atau perubahan geometrik jalan seperti pelebaran jalur. Dengan mengevaluasi berbagai skenario ini, penelitian dapat mengidentifikasi solusi yang paling efektif dari segi biaya dan manfaat. Keterbatasan ruang dan anggaran seringkali menjadi kendala utama dalam proyek-proyek perbaikan infrastruktur, sehingga memilih alternatif yang optimal menjadi sangat penting.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi kinerja simpang empat Pasar Kersana saat ini, mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap kemacetan, serta mengusulkan solusi konkret yang terukur. Dengan memahami secara mendalam dinamika lalu lintas di simpang ini, diharapkan akan ditemukan alternatif penanganan yang paling efisien. Alternatif yang diusulkan tidak hanya harus mampu meningkatkan kapasitas jalan, tetapi juga harus realistis untuk diimplementasikan di lapangan, dengan mempertimbangkan aspek-aspek praktis seperti ketersediaan lahan dan anggaran. Selain itu, solusi yang diusulkan harus mempertimbangkan dampak sosial dan ekonomi terhadap masyarakat sekitar, terutama para pedagang di Pasar Kersana.

Meskipun simpang ini dilengkapi dengan lampu sinyal, implementasi sistem sinyal yang ada saat ini tidak sepenuhnya mampu mengatasi kepadatan lalu lintas. Sinyal yang ada sering kali tidak disesuaikan dengan fluktuasi volume lalu lintas harian, yang mengakibatkan waktu tunggu yang tidak efisien dan antrean panjang. Hal ini sesuai dengan temuan Nurokhan [6] yang menekankan pentingnya evaluasi berkelanjutan terhadap kinerja simpang. Kondisi ini diperburuk dengan perilaku pengguna jalan yang seringkali melanggar aturan, seperti menerobos lampu merah atau menggunakan bahu jalan sebagai jalur alternatif, yang menambah kompleksitas masalah. Perilaku ini menunjukkan bahwa solusi teknis saja tidak cukup; diperlukan juga upaya edukasi dan penegakan hukum yang lebih ketat.

Analisis ini akan membahas secara terperinci bagaimana berbagai faktor, seperti volume lalu lintas, hambatan samping, dan pengaturan waktu sinyal, saling berinteraksi untuk menghasilkan kondisi lalu lintas yang saat ini terjadi. Dengan memecah masalah menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, setiap faktor dapat dianalisis secara mendalam untuk menemukan akar penyebab kemacetan. Misalnya, dengan mengukur tingkat hambatan samping, penelitian ini dapat mengidentifikasi seberapa besar kontribusi aktivitas pasar terhadap penurunan kapasitas jalan. Pengetahuan ini sangat penting untuk merancang intervensi yang menargetkan masalah spesifik, bukan sekadar solusi umum.

Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tidak hanya teoritis, tetapi juga praktis dan dapat diimplementasikan oleh pihak-pihak terkait, seperti Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Brebes. Rekomendasi ini akan mencakup evaluasi terhadap kinerja simpang saat ini, serta perbandingan antara berbagai alternatif perbaikan yang diusulkan. Dengan adanya rekomendasi yang didasarkan pada data dan analisis ilmiah, diharapkan keputusan yang diambil oleh pemerintah daerah dapat lebih tepat sasaran dan memberikan manfaat maksimal bagi masyarakat pengguna jalan. Tujuan utama dari studi ini adalah untuk menyediakan dasar ilmiah yang kuat untuk pengambilan keputusan. Hal ini mencakup penghitungan nilai derajat kejenuhan eksisting, analisis waktu tunggu dan tundaan, serta simulasi kinerja simpang setelah implementasi solusi. Proses simulasi akan memberikan gambaran yang jelas mengenai dampak positif yang dapat dicapai dari setiap skenario perbaikan, memungkinkan para pemangku kepentingan untuk

memvisualisasikan hasil akhir sebelum mengalokasikan sumber daya. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat menjadi panduan yang berharga untuk perbaikan simpang di masa depan. Analisis ini juga menyajikan bukti empiris tentang bagaimana perbaikan infrastruktur yang relatif sederhana seperti pelebaran jalan dapat memberikan dampak besar pada efisiensi lalu lintas, yang sangat relevan untuk daerah perkotaan yang sedang berkembang.

2. METODE

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di simpang empat bersinyal Pasar Kersana yang berlokasi di Kabupaten Brebes, Jawa Tengah. Lokasi ini dipilih karena merupakan salah satu titik persimpangan utama yang mengalami kemacetan lalu lintas secara signifikan. Pengambilan data di lapangan dilaksanakan pada hari Selasa hingga hari Senin, dengan fokus pada jam-jam sibuk. Jadwal pengambilan data dirancang untuk mencakup seluruh hari kerja dan akhir pekan, sehingga dapat menangkap variasi volume lalu lintas yang mungkin terjadi. Penentuan waktu ini sangat krusial, karena kepadatan lalu lintas di simpang ini sangat fluktuatif, dipengaruhi oleh jam berangkat dan pulang kerja, serta aktivitas pasar. Penelitian ini juga melibatkan observasi pada jam-jam puncak, yaitu pagi hari (07.00-09.00), siang hari (12.00-14.00), dan sore hari (16.00-18.00). Pemilihan jam-jam ini didasarkan pada asumsi bahwa volume lalu lintas mencapai puncaknya pada periode-periode tersebut. Pada jam pagi, volume lalu lintas didominasi oleh pergerakan pekerja dan siswa sekolah, sementara pada siang hari didominasi oleh aktivitas makan siang dan pergerakan masyarakat menuju pasar. Lalu lintas sore hari mencerminkan arus balik dari aktivitas kerja dan sekolah. Dengan menganalisis ketiga periode ini, penelitian dapat memberikan gambaran yang holistik mengenai pola pergerakan lalu lintas harian di simpang.

Selain observasi langsung, waktu penelitian juga disesuaikan dengan kondisi cuaca, memastikan bahwa pengambilan data dilakukan pada kondisi yang optimal (cuaca cerah) untuk menghindari bias yang disebabkan oleh hujan atau faktor-faktor lain. Data yang diambil pada kondisi cuaca buruk dapat menghasilkan data yang tidak representatif, karena pengguna jalan cenderung mengubah pola pergerakannya. Oleh karena itu, tim survei selalu memantau prakiraan cuaca sebelum melakukan observasi. Pemilihan hari dan jam yang spesifik ini dirancang untuk memastikan validitas dan reliabilitas data yang dikumpulkan. Seluruh kegiatan penelitian, mulai dari persiapan hingga pengumpulan data, dilakukan dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Proses ini mencakup persiapan peralatan survei, seperti stopwatch, formulir pencatatan, dan kamera, serta koordinasi tim survei yang terdiri dari beberapa orang yang ditempatkan di setiap pendekatan simpang. Koordinasi yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diambil di setiap pendekatan tercatat secara sinkron. Tim survei juga diberikan pelatihan singkat mengenai tata cara pencatatan data yang benar sesuai dengan pedoman yang berlaku.

Dengan adanya perencanaan yang matang mengenai lokasi dan waktu penelitian, diharapkan data yang terkumpul akan akurat dan representatif. Akurasi data menjadi fondasi utama bagi analisis kinerja simpang yang valid, karena setiap kesalahan kecil dalam pencatatan data dapat berdampak signifikan pada hasil akhir perhitungan. Oleh karena itu, setiap formulir pencatatan data dicek ulang setelah setiap sesi survei untuk memastikan tidak ada kekeliruan. Hasil dari proses ini akan menjadi dasar yang kuat untuk seluruh tahapan analisis yang akan dilakukan di bab-bab berikutnya.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data primer dalam penelitian ini dilakukan melalui survei langsung di lokasi penelitian. Survei-survei ini meliputi survei geometrik jalan untuk mengukur lebar lajur, median, dan lebar jalan secara keseluruhan. Data pengamatan lapangan diperlukan untuk mengidentifikasi geometri jaringan abnormal dan perilaku pengemudi menurut Misdalena [7] Selain itu, dilakukan pula survei volume lalu lintas yang mencatat jumlah kendaraan yang melintas, survei waktu siklus APILL untuk

mengukur durasi setiap fase lampu lalu lintas, dan survei panjang antrean kendaraan. Masing-masing survei ini memiliki peranan penting dalam memberikan gambaran yang lengkap tentang kondisi simpang. Data geometrik sangat vital untuk menghitung kapasitas dasar jalan, sedangkan data volume lalu lintas menjadi variabel utama dalam analisis kinerja. Secara lebih rinci, survei geometrik mencakup pengukuran lebar setiap pendekatan simpang, termasuk jumlah lajur, lebar bahu jalan, serta keberadaan dan dimensi median jalan. Data ini digunakan sebagai input untuk menghitung kapasitas simpang berdasarkan rumus-rumus dalam PKJI 2023 [8]. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan meteran gulung yang akurat, dan data dicatat pada formulir yang telah disiapkan. Ketepatan dalam pengukuran geometrik sangat penting karena sedikit perbedaan saja dapat mempengaruhi hasil perhitungan kapasitas. Data ini juga digunakan untuk memvalidasi informasi yang didapat dari peta atau dokumen perencanaan.

Survei volume lalu lintas dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melintasi setiap lengan simpang pada interval waktu yang telah ditentukan, yaitu setiap 15 menit. Kendaraan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, seperti kendaraan ringan (mobil penumpang, taksi), kendaraan berat (truk, bus), sepeda motor, dan kendaraan tak bermotor (sepeda, becak). Metode ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi pola pergerakan dan komposisi lalu lintas pada setiap jam. Data volume ini kemudian digunakan untuk menentukan jam puncak lalu lintas, yang menjadi fokus utama dalam analisis. Pencatatan dilakukan oleh tim yang ditempatkan di setiap pendekatan simpang, sehingga data yang diambil mencakup seluruh pergerakan masuk dan keluar dari simpang. Selain volume, survei juga mencakup pengukuran tundaan dan panjang antrean. Tundaan dihitung dengan mengamati waktu tempuh kendaraan dari garis henti sampai keluar dari simpang, yang memberikan indikasi langsung mengenai tingkat kemacetan. Panjang antrean diukur pada saat lampu hijau menyala pertama kali dan terus diamati sepanjang waktu siklus. Pengukuran ini memberikan informasi mengenai seberapa banyak kendaraan yang tertahan pada setiap siklus lampu merah. Data ini kemudian diolah untuk menghitung tundaan rata-rata per kendaraan. Pengamatan panjang antrean juga membantu mengidentifikasi apakah terdapat spillback yang dapat menghambat simpang lain di dekatnya.

Data sekunder juga dikumpulkan untuk mendukung analisis, seperti data pertumbuhan penduduk dan kendaraan di Kabupaten Brebes dari instansi terkait. Data ini digunakan untuk memprediksi pertumbuhan lalu lintas di masa depan dan mengevaluasi efektivitas solusi dalam jangka panjang. Selain itu, data kebijakan tata ruang juga dikaji untuk memahami rencana pengembangan wilayah yang mungkin berdampak pada simpang. Penggabungan data primer dan sekunder memberikan dasar yang kuat untuk menghasilkan analisis yang komprehensif dan rekomendasi yang realistis.

2.3 Pengolahan Data

Data primer yang telah dikumpulkan dari survei lapangan kemudian diolah secara sistematis. Data volume lalu lintas dikonversi menjadi satuan mobil penumpang (SMP) per jam sesuai dengan pedoman PKJI 2023. Konversi ini sangat penting karena setiap jenis kendaraan memiliki dampak yang berbeda terhadap kapasitas jalan, di mana kendaraan berat dan sepeda motor memiliki nilai SMP yang berbeda. Proses konversi ini memastikan bahwa semua data lalu lintas dapat dianalisis pada basis yang sama, sehingga perhitungan menjadi lebih akurat.

Langkah selanjutnya adalah menghitung waktu siklus APILL dan waktu hijau efektif. Waktu siklus total adalah jumlah total waktu lampu hijau, kuning, dan merah pada setiap fase. Waktu hijau efektif adalah waktu di mana kendaraan benar-benar dapat bergerak setelah memperhitungkan waktu hilang (lost time) pada awal dan akhir fase. Analisis ini memberikan pemahaman tentang bagaimana simpang dioperasikan saat ini, yang sangat penting untuk perancangan skenario perbaikan. Waktu hijau efektif ini akan digunakan dalam rumus perhitungan kapasitas simpang.

Setelah data volume dan waktu sinyal diolah, langkah selanjutnya adalah menghitung kapasitas simpang (C). Kapasitas dihitung untuk setiap pendekat simpang dengan mempertimbangkan berbagai faktor koreksi, seperti hambatan samping, gradien jalan, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi aliran lalu lintas. PKJI 2023 menyediakan rumus-rumus spesifik untuk perhitungan ini. Hasil perhitungan kapasitas akan menunjukkan seberapa besar volume lalu lintas yang idealnya dapat ditampung oleh setiap pendekat simpang. Dengan data kapasitas dan volume lalu lintas, nilai derajat kejenuhan (DJ) dihitung sebagai rasio antara volume lalu lintas (V) dan kapasitas (C). Nilai DJ adalah indikator utama kinerja simpang, di mana nilai $DJ > 1$ mengindikasikan kondisi lalu lintas yang macet dan tidak stabil. Penghitungan DJ dilakukan untuk setiap pendekat simpang dan untuk jam puncak yang berbeda. Hasil DJ ini akan menjadi dasar untuk menilai tingkat pelayanan simpang. Seluruh proses pengolahan data dilakukan menggunakan perangkat lunak spreadsheet, yang memungkinkan perhitungan yang kompleks dapat dilakukan secara cepat dan akurat. Data disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi. Selain itu, data dari kondisi eksisting juga digunakan sebagai dasar untuk simulasi skenario perbaikan. Dengan demikian, hasil pengolahan data ini tidak hanya menjadi deskripsi kondisi saat ini, tetapi juga menjadi alat prediksi untuk evaluasi alternatif.

2.4 Analisis Data

Analisis data kinerja simpang dilakukan dengan menghitung berbagai parameter kunci, seperti kapasitas simpang (C), derajat kejenuhan (DJ), panjang antrean (PA), dan tundaan simpang (T). Selain itu, data sekunder seperti data pertumbuhan penduduk dan kendaraan bermotor juga dikumpulkan untuk mendukung analisis. Dengan data yang terperinci ini, peneliti dapat melakukan evaluasi kinerja simpang secara komprehensif. Analisis ini menjadi inti dari penelitian, di mana semua data yang telah dikumpulkan dan diolah akan digunakan untuk menarik kesimpulan yang valid. Analisis dimulai dengan evaluasi kondisi eksisting, di mana nilai DJ, tundaan, dan tingkat pelayanan simpang dihitung. Tingkat pelayanan, yang diklasifikasikan dari 'A' hingga 'F', memberikan gambaran kualitatif mengenai seberapa baik simpang berfungsi. Nilai-nilai ini dibandingkan dengan kriteria yang ditetapkan dalam PKJI 2023. Jika nilai $DJ > 0.85$, simpang dianggap sudah mendekati jenuh, dan jika $DJ > 1$, simpang dianggap macet. Analisis ini akan memverifikasi temuan awal dari observasi lapangan.

Berdasarkan hasil analisis kondisi eksisting yang menunjukkan kinerja yang buruk, dilakukan analisis skenario perbaikan. Dua skenario utama yang dianalisis adalah pelebaran jalan dan perubahan pengaturan sinyal. Untuk skenario pelebaran jalan, kapasitas simpang dihitung ulang dengan asumsi penambahan lebar jalan sebesar 2 meter di setiap pendekat. Perhitungan ini akan menunjukkan seberapa besar peningkatan kapasitas yang dapat dicapai. Skenario ini akan memberikan gambaran mengenai potensi perbaikan melalui rekayasa geometrik. Untuk skenario perubahan pengaturan sinyal, waktu siklus dioptimalkan dari tiga fase menjadi dua fase. Perhitungan waktu hijau efektif dan kapasitas simpang dihitung kembali untuk skenario ini. Perubahan fase sinyal ini dapat mengurangi waktu tunggu dan tundaan, yang pada akhirnya meningkatkan kinerja simpang secara keseluruhan. Kombinasi dari kedua skenario ini juga dianalisis untuk menemukan solusi yang paling optimal. Skenario kombinasi ini dianggap paling menjanjikan karena menggabungkan perbaikan infrastruktur dengan manajemen lalu lintas yang lebih baik.

Analisis juga mencakup perbandingan antara kondisi eksisting, skenario perbaikan individual, dan skenario kombinasi. Perbandingan ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan pembaca dalam memahami dampak dari setiap alternatif. Hasil analisis ini akan menjadi dasar bagi rekomendasi teknis yang akan diusulkan. Selain itu, analisis ekonomi juga dapat dilakukan untuk mengestimasi biaya implementasi dari setiap skenario. Analisis biaya-manfaat ini penting untuk memastikan bahwa rekomendasi yang diberikan realistis dan layak.

Secara keseluruhan, analisis data ini bertujuan untuk menyediakan solusi yang terukur dan berbasis data untuk masalah kemacetan di simpang empat Pasar Kersana. Dari hasil analisis ini, rekomendasi

yang akan diberikan akan mencakup langkah-langkah konkret yang dapat diambil untuk meningkatkan kinerja simpang, dengan harapan dapat memberikan kontribusi nyata bagi kelancaran lalu lintas di Kabupaten Brebes. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga preskriptif, memberikan panduan yang jelas untuk tindakan di masa depan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

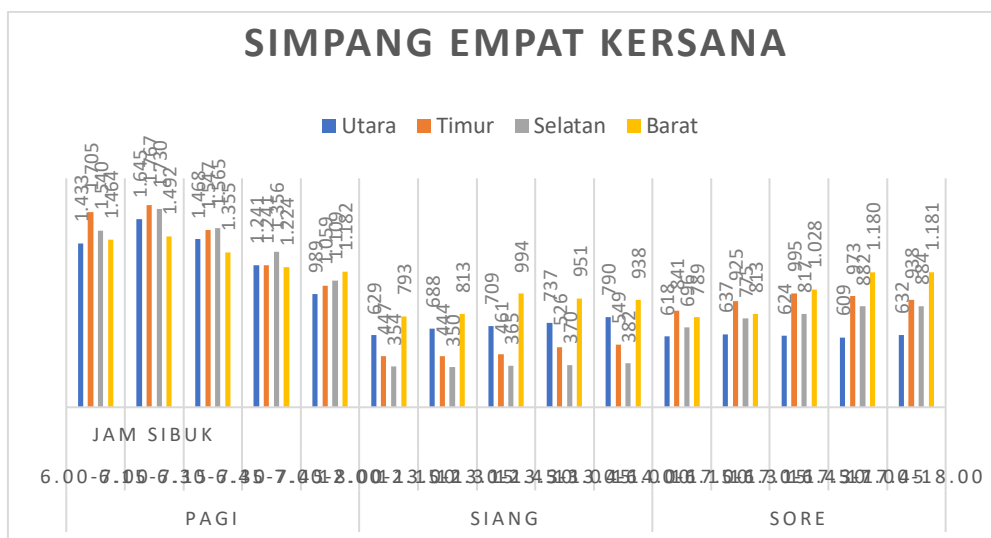
3.1 Hasil

Hasil penelitian ini disajikan berdasarkan analisis data yang telah dikumpulkan dari survei lapangan dan pengolahan data yang cermat, mengikuti Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Simpang Empat Pasar Kersana memiliki karakteristik geometrik dan volume lalu lintas yang sangat spesifik, yang menjadi dasar utama dari seluruh perhitungan. Data yang diambil pada hari Rabu, 11 Juni 2025, menunjukkan pola pergerakan yang sangat padat, terutama pada jam-jam sibuk, yang mengkonfirmasi observasi awal mengenai tingkat kemacetan yang tinggi di lokasi tersebut. Perhitungan awal menunjukkan bahwa simpang ini memiliki waktu siklus sinyal yang tidak optimal untuk mengakomodasi volume kendaraan yang ada.

Tabel 1. Tabel 1 Tabel waktu siklus sinyal

Fase	Pendekatan	Waktu Sinyal			waktu siklus
		Hijau	Kuning	Merah	
1	Utara	21	3	67	91
2	Barat	31	3	57	91
3	Selatan	21	3	67	91
2	Timur	31	3	57	91

Data volume lalu lintas didapat dari pengamatan langsung di lapangan menggunakan kamera selama 8 jam setiap harinya, yang dilakukan pada satu hari kerja dan satu hari libur. Pelaksanaan survei dibagi menjadi tiga periode, yaitu pagi hari dari pukul 06.00 hingga 09.00 WIB, siang hari dari 11.00 sampai 13.00 WIB, dan sore hari dari 15.00 hingga 18.00 WIB. Informasi yang didapatkan berukuran kendaraan per jam dan perlu diubah menjadi satuan smp/jam. Pendekatan ini memungkinkan analisis yang lebih akurat dengan mengkonversi berbagai jenis kendaraan menjadi satuan standar.



Gambar 1. Grafik Volume Lalu Lintas Jam Puncak Pagi (smp/jam) Berdasarkan PKJI 2023

Berdasarkan hasil survei, Simpang Pasar Kersana memiliki tipe pendekatan P (terlawan) pada pendekatan barat dan timur, di mana arus berangkat berkonflik dengan arus lalu lintas dari arah berlawanan, serta tipe P (terlindungi) pada pendekatan utara dan selatan. Penentuan lebar pendekat efektif (LE) dari survei menunjukkan bahwa LE untuk pendekatan utara dan selatan adalah 4 meter, sedangkan untuk barat dan timur adalah 3,5 meter. Hasil ini digunakan untuk menghitung arus jenuh dasar (J0) untuk setiap pendekat.

Arus jenuh dasar (J0)

$$J0 = 600 \times LE$$

Utara dan selatan yaitu $600 \times 4 \text{ m} = 2.400 \text{ SMP/JAM}$

Barat dan Timur yaitu $600 \times 3.5 \text{ m} = 2.100 \text{ SMP/JAM}$

Selanjutnya, arus jenuh (J) ditentukan dengan mengalikan arus jenuh dasar dengan serangkaian faktor penyesuaian, termasuk faktor hambatan samping (F_HS), faktor ukuran kota (F_UK), faktor kelandaian (F_G), faktor parkir (F_P), faktor belok kiri (F_BK_i), dan faktor belok kanan (F_BK_a). Setiap faktor ini disesuaikan dengan kondisi lapangan. Sebagai contoh, untuk pendekat timur, arus jenuhnya adalah

$$J = J0 \times FHS \times FUK \times FG \times FP \times FBK_i \times FBK_a$$

$$\text{Timur } J: 2100 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.96 \times 1.07 = 2024.8 \text{ smp/jam}$$

Hasil analisis kinerja lalu lintas simpang APIL menunjukkan bahwa pada jam puncak, simpang ini mengalami kondisi yang sangat buruk. Derajat kejenuhan (DJ) pada pendekatan utara sebesar 0.79 dan selatan sebesar 0.73, yang masuk dalam kategori C (cukup lancar dan sedikit jenuh). Namun, pada pendekatan barat, DJ mencapai 1.20, dan pada timur, DJ adalah 1.02. Nilai-nilai ini berada di atas ambang batas 1.00, yang mengindikasikan kondisi macet dan simpang sudah melewati kapasitasnya. Kondisi ini menunjukkan bahwa simpang tersebut tidak mampu menampung volume lalu lintas yang ada, terutama dari arah barat dan timur. Kapasitas (C) simpang juga dianalisis. Pada lengan utara, kapasitas adalah 515.6 smp/jam, dan pada lengan selatan 580.60 smp/jam, yang masih dalam standar. Namun, lengan timur memiliki kapasitas 689.77 smp/jam dan lengan barat 682.21 smp/jam, yang menunjukkan bahwa kapasitas dasar jalan tersebut sudah sangat jenuh. Tundaan kendaraan (DT) rata-rata di simpang ini mencapai 77.3 det/smp, yang mengindikasikan tingkat pelayanan yang sangat buruk (kategori F).

Untuk mengatasi masalah ini, diusulkan beberapa solusi alternatif. Solusi pertama adalah penambahan lebar pendekat sebesar 2 meter pada semua lengan. Penelitian Supriyadi (2021), pada simpang tiga bersinyal Jl. Raya S. Supriyadi-Jl. Raya Janti Barat Kota Malang dengan melakukan perubahan fase dan pelebaran jalan sebesar 1 meter pada semua pendekat. Pada kondisi eksisting, tundaan rata-rata sebesar 234,35 det/SMP dan setelah dilakukan analisis alternatif solusi diperoleh nilai tundaan rata-rata sebesar 47,13 det/SMP, mengalami peningkatan kinerja simpang dari F menjadi E [9]. Solusi ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas jalan. Solusi kedua adalah mengubah fase sinyal dari 3 fase menjadi 2 fase, yang bertujuan untuk mengoptimalkan durasi lampu hijau dan mengurangi tundaan. Analisis menunjukkan bahwa kombinasi kedua solusi ini memberikan hasil yang paling signifikan. Analisis dari solusi alternatif kedua, yaitu perubahan menjadi 2 fase, menunjukkan peningkatan yang sangat besar. Tingkat pelayanan simpang meningkat menjadi kategori B (baik), yang jauh lebih baik dari kategori F eksisting. Nilai tundaan rata-rata simpang menurun drastis menjadi 34.3 det/SMP. Penelitian Amal (2022) pada simpang bersinyal Jl. Panglima Sudirman – Jl. Urip Sumoharjo – Jl. Pattimura dengan melakukan perubahan menjadi 2 fase dan pelarangan belok kanan pada semua pendekat, serta waktu siklus mengalami sedikit perubahan dari 78 detik menjadi 75 detik, sehingga diperoleh nilai tundaan rata-rata simpang sebesar 23,12 termasuk

dalam kategori C (sedang) dan nilai derajat kejenuhan pada semua pendekatan $< 0,85$ [10]. Hasil ini membuktikan bahwa dengan penyesuaian geometrik dan rekonfigurasi sinyal, kinerja simpang dapat ditingkatkan secara substansial.

$$J:2100 \times 0.93 \times 1 \times 1 \times 1 \times 0.96 \times 1.07 = 2024.8 \text{ smp/jam}$$

Tabel 2 Hasil Analisis

KODE PENDEKAT	FASE KE	ARUS LALU LINTAS	WAKTU HIJAU PER FASE (i)	KAPASITAS	DERAJAT KEJENUHAN
				C	
		q	Whi	(17) x (21)/S	DJ
		smp/jam		SMP/JAM	(18)/(22)
1	2	18	21	22	23
U	1	774.70	35.78	888.71	0.87
S	1	809.30	35.78	1000.35	0.81
T	2	828.00	42.22	949.85	0.87
B	2	695.50	42.22	939.44	0.74

3.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dipaparkan, pembahasan ini akan mengupas secara mendalam temuan-temuan krusial terkait kinerja Simpang Empat Pasar Kersana, serta menelaah efektivitas solusi alternatif yang diusulkan. Temuan utama menunjukkan bahwa kondisi eksisting simpang ini berada pada tingkat pelayanan F, yang merupakan indikasi kegagalan sistem dalam mengakomodasi volume lalu lintas yang ada, sehingga menimbulkan kemacetan yang parah. Nilai derajat kejenuhan (DJ) yang mencapai 1.20 pada pendekatan barat dan 1.02 pada pendekatan timur secara jelas membuktikan bahwa kapasitas jalan telah terlampaui. Tingginya nilai DJ ini tidak hanya mencerminkan volume kendaraan yang masif, tetapi juga menyoroti kelemahan struktural pada pengaturan simpang yang ada. Pengaturan waktu sinyal yang tidak adaptif terhadap fluktuasi volume lalu lintas, terutama pada jam puncak, menjadi salah satu penyebab utama. Selain itu, faktor hambatan samping yang signifikan, seperti aktivitas bongkar muat di sekitar Pasar Kersana dan kendaraan yang parkir di bahu jalan, juga secara substansial mengurangi kapasitas efektif jalan. Berdasarkan PKJI 2023, hambatan samping memiliki dampak besar pada arus jenuh, dan di lokasi ini, dampaknya sangat terasa. Analisis tundaan rata-rata simpang yang mencapai 77,11 det/smp menegaskan kembali kesimpulan bahwa simpang ini sangat tidak efisien. Tundaan yang tinggi tidak hanya merugikan pengguna jalan dari segi waktu, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang, yang berdampak negatif pada lingkungan. Kondisi ini memerlukan intervensi yang komprehensif, tidak hanya sebatas penyesuaian sinyal, tetapi juga perbaikan geometrik jalan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kinerja Simpang Empat Pasar Kersana pada hari Rabu, 11 Juni 2025, dapat disimpulkan bahwa: Simpang empat Pasar Kersana memiliki tingkat pelayanan yang sangat buruk, terutama pada pendekatan barat dan timur, dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) masing-masing 1.20 dan 1.02, yang masuk dalam kategori F (macet dan sudah melewati kapasitas). Tingkat pelayanan pada pendekatan utara dan selatan masih dalam kategori C (cukup lancar) dengan nilai DJ 0.79 dan 0.73, namun tetap memerlukan perhatian untuk menghindari penurunan kinerja di masa depan. Kapasitas (C) dasar simpang pada lengan timur dan barat sangat jenuh, sedangkan pada lengan utara dan selatan masih memenuhi standar. Tundaan rata-rata simpang sangat tinggi, mencapai 77,3 det/smp, menunjukkan inefisiensi yang signifikan dalam pengelolaan lalu lintas. Solusi alternatif terbaik yang diusulkan, yaitu pelebaran pendekatan sebesar 2 meter dan perubahan fase sinyal dari tiga menjadi dua,

secara signifikan meningkatkan kinerja simpang. Implementasi solusi ini dapat menurunkan tundaan rata-rata simpang menjadi 34,3 det/smp dan meningkatkan tingkat pelayanan menjadi kategori B (baik).

REFERENSI

- [1] Putra, D., H. (2021). Evaluasi simpang tiga bersinyal Jalan MT. Haryono – Jalan Gajayana Kota Malang. Skripsi. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [2] Nindita, F. A. (2020). Analisis kinerja simpang bersinyal menggunakan software vissim (Studi kasus: Simpang Ngabean Yogyakarta). Tugas Akhir. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta
- [3] Vuchic, R. V. (2007). Urban Transit Systems and Technology. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [4] Pemerintah Indonesia. (2009). Undang-undang (UU) Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan. Jakarta: Indonesia, Pemerintah Pusat
- [5] 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>
- [6] Nurokhan, Wahyu, 2019, “Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Jalan Raya Pasar Patikraja”, Bachelor thesis, Universitas Muhammadiyah Purwokerto.
- [7] Misdalena, F. (2019). Evaluasi Kinerja Simpang Bersinyal Simpang Jakabaring Menggunakan Program Microsimulator VISSIM 8.00. Jurnal Desiminasi Teknologi, 7, 35-41.
- [8] Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga
- [9] Supriyadi, A. (2021). Evaluasi kinerja simpang tiga bersinyal pada Jalan Raya S. Supriyadi – Jalan Raya Janti Barat Kota Malang. Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang.
- [10] Amal, A., S. (2022). Evaluasi kinerja simpang empat bersinyal di Kota Malang. Jurnal ilmiah Universitas Batanghari Jambi. Jambi: Universitas Batanghari Jambi.