

ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL (Studi Kasus Jalan Sukodadi, Kabupaten Lamongan)

Ahmad Latiful Karomi¹, Ahmad Ridwan², Bobby Damara³
ahmadlatiful732@gmail.com¹, ahmadridwan@unisla.ac.id², bobbydamara@unisla.ac.id³
Universitas Islam Lamongan

ABSTRAK

Simpang bersinyal merupakan titik rawan dalam jaringan jalan perkotaan yang kerap memicu kemacetan akibat tingginya arus lalu lintas. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi, Kabupaten Lamongan dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Parameter yang dikaji meliputi kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan sebagai indikator utama kinerja simpang. Data primer diperoleh melalui survei volume lalu lintas, kondisi geometrik simpang, panjang antrean, serta waktu siklus lampu lalu lintas pada jam puncak, sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur dan instansi terkait. Hasil analisis menunjukkan bahwa simpang tiga Sukodadi (kode 324) dengan tiga lengan simpang, dua lajur jalan minor, dan empat lajur jalan mayor memiliki kapasitas sebesar 3314 smp/jam. Derajat kejenuhan tercatat 1,23, yang menandakan kondisi simpang telah jenuh dan beroperasi pada tingkat kemacetan. Tundaan rata-rata mencapai 45,60 detik/smp dengan peluang antrean tertinggi sebesar 201,09%. Temuan ini menegaskan perlunya evaluasi lebih lanjut terhadap pengaturan lalu lintas guna meningkatkan kinerja simpang.

Kata Kunci: Simpang Bersinyal, Kapasitas, Derajat Kejenuhan, Tundaan, Mkji 1997.

PENDAHULUAN

Transportasi memiliki peranan penting dalam menunjang aktivitas sosial, ekonomi, dan mobilitas masyarakat. Salah satu permasalahan utama dalam sistem transportasi perkotaan adalah kemacetan lalu lintas yang sering terjadi pada persimpangan jalan. Persimpangan merupakan titik temu arus kendaraan dari berbagai arah yang berpotensi menimbulkan konflik, tundaan, maupun kecelakaan apabila tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, analisis kinerja simpang, khususnya simpang bersinyal, menjadi aspek krusial dalam perencanaan dan manajemen lalu lintas.

Simpang bersinyal digunakan sebagai sarana pengendalian arus lalu lintas dengan memberikan pengaturan waktu kepada setiap arah pergerakan kendaraan. Namun, apabila volume lalu lintas meningkat melebihi kapasitas simpang, maka akan terjadi kejenuhan, antrean panjang, dan penurunan tingkat pelayanan. Kondisi ini menuntut adanya evaluasi terhadap kinerja simpang guna mengetahui tingkat efektivitas sistem pengaturan lalu lintas yang diterapkan.

Kabupaten Lamongan merupakan salah satu daerah dengan tingkat pertumbuhan ekonomi dan mobilitas masyarakat yang cukup tinggi. Hal ini berdampak pada meningkatnya volume kendaraan, terutama di kawasan strategis seperti Kecamatan Sukodadi yang menjadi jalur penghubung utama antara Lamongan, Babat, dan Gresik. Pada kawasan ini terdapat simpang tiga bersinyal yang menghubungkan Jalan Raya Gresik–Babat dengan Jalan Urip Sumoharjo. Lokasi ini sering mengalami kepadatan kendaraan, terutama pada jam sibuk, akibat tingginya aktivitas masyarakat, keberadaan pertokoan, sekolah, serta kendaraan umum yang berhenti di sekitar simpang.

Fenomena tersebut menunjukkan bahwa kinerja simpang tiga bersinyal di Sukodadi perlu dianalisis secara menyeluruh. Indikator yang umumnya digunakan dalam analisis kinerja simpang bersinyal mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), yakni kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), tundaan rata-rata (D), dan peluang antrean (Qp). Analisis ini penting untuk mengetahui kondisi aktual simpang, apakah masih

berfungsi dengan baik atau sudah mengalami kejenuhan yang berdampak pada kemacetan.

Hasil analisis awal menunjukkan bahwa simpang tiga Sukodadi telah beroperasi pada tingkat jenuh dengan nilai derajat kejenuhan melebihi batas ketentuan MKJI. Kondisi ini ditandai dengan tundaan kendaraan yang cukup tinggi serta antrean panjang pada jam puncak. Apabila kondisi ini dibiarkan, maka tidak hanya akan menimbulkan kerugian waktu dan biaya perjalanan bagi pengguna jalan, tetapi juga dapat menimbulkan dampak negatif lain seperti polusi udara, peningkatan konsumsi bahan bakar, hingga risiko kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi, Kabupaten Lamongan. Analisis ini diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai kondisi eksisting simpang, serta menjadi dasar dalam memberikan rekomendasi penanganan untuk meningkatkan kinerja simpang di masa mendatang.

Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan ilmu teknik sipil, khususnya bidang transportasi, dengan memberikan data empiris terkait perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, serta peluang antrean pada simpang bersinyal. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan dan strategi penanganan permasalahan lalu lintas di Kabupaten Lamongan.

Dengan adanya analisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi ini, diharapkan diperoleh solusi yang aplikatif dan sesuai dengan kondisi lapangan, baik berupa optimalisasi pengaturan waktu sinyal, perbaikan geometrik simpang, maupun rekayasa lalu lintas lainnya. Sehingga, permasalahan kemacetan dapat diminimalkan, dan kualitas pelayanan lalu lintas di Kabupaten Lamongan dapat meningkat.

LANDASAN TEORI:

Simpang merupakan salah satu elemen penting dalam jaringan jalan yang berfungsi mengatur pertemuan atau perpotongan arus lalu lintas dari berbagai arah. Menurut MKJI (1997), simpang dapat dibedakan menjadi simpang tak bersinyal dan simpang bersinyal. Simpang bersinyal menggunakan lampu lalu lintas sebagai alat pengendali pergerakan kendaraan dengan tujuan mengurangi konflik, meningkatkan keselamatan, serta mengefisienkan aliran lalu lintas.

Salah satu indikator utama dalam menilai kinerja simpang adalah kapasitas. Kapasitas simpang didefinisikan sebagai jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati simpang dalam kondisi tertentu dalam satuan waktu (smp/jam). Besarnya kapasitas dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti geometri jalan, lebar lajur, jumlah lengan simpang, arus belok, serta hambatan samping. MKJI 1997 memberikan rumus dan faktor koreksi untuk menghitung kapasitas berdasarkan kondisi nyata lapangan.

Selain kapasitas, indikator penting lainnya adalah derajat kejenuhan (DS), yaitu perbandingan antara volume lalu lintas aktual dengan kapasitas simpang. Apabila nilai DS lebih kecil dari 0,75, simpang masih dalam kondisi baik. Namun, apabila DS lebih besar dari 0,85, maka simpang sudah masuk dalam kondisi jenuh atau macet. Oleh karena itu, derajat kejenuhan menjadi parameter utama untuk menilai tingkat pelayanan simpang.

Tundaan (delay) juga menjadi aspek yang sangat berpengaruh terhadap kualitas simpang bersinyal. Tundaan adalah waktu tambahan yang dialami kendaraan akibat harus berhenti atau melambat di simpang. Menurut MKJI 1997, tundaan dibedakan menjadi tundaan lalu lintas (traffic delay) dan tundaan geometrik (geometric delay). Nilai tundaan rata-rata akan menentukan tingkat pelayanan simpang (Level of Service/LOS) yang diklasifikasikan dari tingkat A (sangat baik) hingga F (sangat buruk).

Selanjutnya, indikator peluang antrean ($Q_p\%$) juga penting untuk dianalisis. Peluang

antrean merupakan probabilitas terjadinya antrean kendaraan pada simpang selama siklus sinyal berlangsung. Nilai peluang antrean yang tinggi menunjukkan bahwa simpang mengalami beban lalu lintas yang berlebihan, sehingga menurunkan efisiensi pergerakan kendaraan. Dengan demikian, parameter ini membantu dalam menentukan strategi manajemen lalu lintas yang sesuai.

Lampu lalu lintas atau traffic light berperan sebagai sistem pengendali pada simpang bersinyal. Pengaturan fase sinyal, waktu hijau, waktu antar hijau, serta waktu siklus menjadi faktor penting dalam menentukan kelancaran lalu lintas. Salah satu metode perhitungan siklus sinyal yang umum digunakan adalah metode Webster, yang memberikan pendekatan matematis untuk menentukan waktu siklus optimum berdasarkan volume lalu lintas dan tundaan minimum.

Secara teoritis, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) merupakan acuan utama dalam perhitungan kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan kinerja simpang bersinyal di Indonesia. MKJI mengadaptasi konsep dasar dari Highway Capacity Manual (HCM) dengan menyesuaikan kondisi lalu lintas di Indonesia, termasuk karakteristik kendaraan, perilaku pengemudi, serta kondisi geometrik jalan yang khas. Oleh karena itu, penggunaan MKJI sangat relevan dalam penelitian ini.

Dengan memahami teori terkait simpang bersinyal, kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrean, serta metode perhitungan menurut MKJI 1997, penelitian ini diharapkan mampu memberikan analisis komprehensif mengenai kondisi eksisting simpang tiga Sukodadi. Hasil analisis tidak hanya bermanfaat dalam konteks akademis, tetapi juga dapat diaplikasikan sebagai dasar pengambilan kebijakan dalam penataan lalu lintas di Kabupaten Lamongan dan daerah lain yang memiliki permasalahan serupa.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan pada simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi, Kabupaten Lamongan, yang merupakan titik pertemuan Jalan Raya Gresik–Babat dengan Jalan Urip Sumoharjo. Lokasi ini dipilih karena termasuk jalur utama yang memiliki aktivitas lalu lintas padat, dengan fungsi strategis sebagai jalur provinsi sekaligus pusat aktivitas ekonomi dan pendidikan.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan analisis teknik lalu lintas. Analisis dilakukan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), yang digunakan untuk menghitung kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), tundaan (D), serta peluang antrean (Q_p) sebagai indikator utama kinerja simpang.

1. Variabel Penelitian

- Variabel utama yang dianalisis dalam penelitian ini adalah:
- Volume lalu lintas (Q): jumlah kendaraan yang melintasi simpang pada periode tertentu.
- Kapasitas simpang (C): kemampuan maksimum simpang melayani arus kendaraan (smp/jam).
- Derajat kejenuhan ($DS = Q/C$): perbandingan volume terhadap kapasitas.
- Tundaan rata-rata (D): waktu tambahan yang dialami kendaraan akibat pengaturan sinyal.
- Peluang antrean ($Q_p\%$): probabilitas terbentuknya antrean pada simpang.

2. Data Penelitian

Data Primer diperoleh melalui survei lapangan yang meliputi:

- Volume lalu lintas: dihitung berdasarkan jenis kendaraan (sepeda motor/MC, kendaraan ringan/LV, kendaraan berat/HV) dengan metode pencacahan manual.
- Geometri simpang: pengukuran lebar lajur, jumlah pendekat, dan konfigurasi simpang.
- Panjang antrean: pengamatan langsung pada tiap pendekat simpang saat jam puncak.

- Waktu siklus sinyal: pengukuran fase hijau, kuning, merah, dan all red.
- Data Sekunder diperoleh dari instansi terkait dan studi literatur, meliputi peta jalan, data lalu lintas historis, serta acuan regulasi MKJI 1997.

3. Waktu dan Periode Survei

Survei dilaksanakan pada hari kerja dengan membagi waktu pengamatan ke dalam tiga periode jam puncak:

Pagi: 07.00–09.00 WIB

Siang: 12.00–14.00 WIB

Sore: 16.00–18.00 WIB

4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi:

- Persiapan: penentuan lokasi penelitian, studi literatur, dan penyusunan instrumen survei.
- Pengumpulan Data: pencatatan volume kendaraan per jenis, pengukuran geometri, panjang antrean, serta siklus lampu lalu lintas.
- Pengolahan Data: konversi volume kendaraan ke satuan mobil penumpang (smp) berdasarkan faktor ekivalensi MKJI 1997.
- Analisis Kapasitas (C): menghitung kapasitas dasar dengan memperhitungkan faktor koreksi seperti lebar pendekat, hambatan samping, dan pengaruh arus belok.
- Analisis Derajat Kejenuhan (DS): membandingkan volume lalu lintas aktual dengan kapasitas simpang.
- Analisis Tundaan (D): menghitung tundaan rata-rata kendaraan menggunakan rumus MKJI 1997.
- Analisis Peluang Antrean (Qp): menentukan probabilitas terbentuknya antrean pada masing-masing pendekat simpang.
- Evaluasi Kinerja Simpang: menginterpretasikan hasil analisis dengan mengacu pada kriteria tingkat pelayanan simpang (LOS) menurut MKJI 1997.

5. Teknik Analisis Data

Perhitungan dilakukan menggunakan metode MKJI 1997, dengan langkah utama:

- Konversi arus lalu lintas ke dalam satuan smp/jam.
- Perhitungan kapasitas dasar (Co) dan penyesuaian dengan faktor koreksi (Fw, Fm, Fcs, Frsu, Flt, Fmi).
- Perhitungan derajat kejenuhan ($DS = Q/C$).
- Perhitungan tundaan rata-rata simpang (D) berdasarkan waktu siklus dan volume lalu lintas.
- Perhitungan peluang antrean ($Qp\%$).
- Penentuan tingkat pelayanan (LOS) sesuai kategori MKJI (A–F).

Table keseluruhan penelitian

Tahap Penelitian	Uraian Kegiatan	Keluaran
1. Persiapan	Studi literatur, penentuan lokasi penelitian, penyusunan instrumen survei	Desain penelitian & instrumen survei
2. Pengumpulan Data	- Survei volume lalu lintas (MC, LV, HV) - Pengukuran geometri simpang - Pencatatan panjang antrean - Pengamatan siklus lampu lalu lintas	Data primer (volume, geometri, sinyal, antrean)
3. Data Sekunder	Pengumpulan data pendukung dari instansi terkait dan literatur	Data sekunder (peta, regulasi, MKJI)
4. Pengolahan Data	Konversi volume kendaraan ke satuan mobil penumpang (smp) sesuai MKJI 1997	Data lalu lintas dalam smp/jam
5. Analisis Kapasitas	Menghitung kapasitas dasar (Co) dan penyesuaian faktor koreksi (Fw, Fm, Fcs, Frsu, Flt, Fmi)	Kapasitas simpang (C)
6. Analisis DS	Menghitung derajat kejenuhan ($DS = Q/C$)	Nilai DS

Tahap Penelitian	Uraian Kegiatan	Keluaran
7. Analisis Tundaan	Menghitung tundaan rata-rata kendaraan di simpang (D) menggunakan MKJI 1997	Nilai tundaan (D)
8. Analisis Qp	Menghitung peluang antrean (Qp%) berdasarkan parameter lalu lintas	Nilai peluang antrean (%)
9. Evaluasi Kinerja	Menentukan tingkat pelayanan simpang (LOS) sesuai kriteria MKJI 1997	Kategori pelayanan simpang (A–F)
10. Kesimpulan & Saran	Menyimpulkan hasil analisis dan memberikan rekomendasi perbaikan	Rekomendasi manajemen lalu lintas

Metode penelitian ini dirancang untuk menganalisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi, Kabupaten Lamongan dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Melalui pendekatan kuantitatif deskriptif, penelitian dilakukan dengan tahapan sistematis mulai dari persiapan, pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan data, hingga analisis kinerja simpang.

Pengumpulan data primer mencakup volume lalu lintas, kondisi geometrik simpang, panjang antrean, serta siklus sinyal lampu lalu lintas pada jam puncak, sedangkan data sekunder diperoleh dari studi literatur dan instansi terkait. Data yang terkumpul kemudian diolah dengan konversi ke satuan mobil penumpang (smp), sehingga dapat dianalisis menggunakan rumus-rumus MKJI 1997.

Analisis meliputi perhitungan kapasitas simpang, derajat kejenuhan (DS), tundaan rata-rata (D), dan peluang antrean (Qp%). Tahapan ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat pelayanan simpang (Level of Service/LOS) serta mengidentifikasi kondisi eksisting apakah simpang masih mampu menampung volume lalu lintas atau telah mengalami kejenuhan.

Dengan metode penelitian ini, diharapkan diperoleh gambaran komprehensif mengenai kinerja simpang tiga bersinyal Sukodadi serta dasar yang kuat untuk merumuskan rekomendasi teknis dalam upaya meningkatkan efisiensi dan kelancaran arus lalu lintas di kawasan tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa simpang tiga Sukodadi memiliki karakteristik geometrik dengan tiga lengan simpang, terdiri dari dua lajur pada jalan minor dan empat lajur pada jalan mayor. Kondisi ini menjadikan simpang sebagai salah satu titik lalu lintas terpadat di Kabupaten Lamongan, terutama pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari. Aktivitas sekitar seperti pertokoan, sekolah, dan keberadaan halte bus turut menambah intensitas pergerakan kendaraan sehingga memperbesar potensi antrean dan tundaan.

Data volume lalu lintas yang diperoleh dari survei kemudian dikonversi ke satuan mobil penumpang (smp) sesuai ekivalensi MKJI 1997. Volume tertinggi tercatat pada arus kendaraan dari arah jalan mayor (Jalan Raya Gresik–Babat) dengan dominasi kendaraan ringan dan sepeda motor. Sementara itu, jalan minor yang berasal dari arah Jalan Urip Sumoharjo juga mengalami lonjakan volume pada jam puncak sore. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakseimbangan distribusi arus lalu lintas antara jalan mayor dan minor.

Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode MKJI 1997, kapasitas simpang tiga Sukodadi diperoleh sebesar 3314 smp/jam. Nilai ini telah memperhitungkan faktor koreksi geometri, hambatan samping, serta rasio arus belok. Kapasitas tersebut menjadi acuan untuk menilai kemampuan simpang dalam melayani arus lalu lintas yang ada. Namun, tingginya volume kendaraan aktual menyebabkan beban lalu lintas mendekati atau bahkan melampaui kapasitas yang tersedia.

Analisis derajat kejenuhan (DS) menunjukkan nilai 1,23, yang berarti simpang telah

berada dalam kondisi jenuh. Menurut kriteria MKJI 1997, simpang dengan DS lebih dari 0,85 dikategorikan mengalami kemacetan. Nilai DS yang tinggi pada simpang Sukodadi menandakan bahwa arus kendaraan yang masuk melebihi kapasitas simpang, sehingga menyebabkan antrean panjang dan tundaan signifikan.

Hasil perhitungan tundaan rata-rata simpang menunjukkan nilai sebesar 45,60 detik/smp. Angka ini menandakan bahwa setiap kendaraan rata-rata mengalami waktu tunggu hampir satu menit sebelum dapat melewati simpang. Menurut klasifikasi MKJI, nilai tundaan tersebut sudah termasuk dalam kategori pelayanan rendah (tingkat E), yang berarti lalu lintas tidak stabil, terjadi antrean panjang, dan pengguna jalan mengalami penurunan kenyamanan perjalanan.

Selain tundaan, analisis peluang antrean (Q_p) juga menunjukkan hasil yang mengkhawatirkan, yaitu sebesar 201,09%. Nilai ini menunjukkan bahwa probabilitas terjadinya antrean pada simpang hampir selalu terjadi selama siklus lampu lalu lintas berlangsung. Dengan kata lain, hampir setiap kali fase sinyal merah muncul, antrean kendaraan terbentuk dan terus menumpuk. Kondisi ini berpotensi memperpanjang waktu perjalanan dan meningkatkan konsumsi bahan bakar.

Temuan ini konsisten dengan observasi lapangan, di mana terjadi penumpukan kendaraan yang signifikan pada jam puncak, terutama di arah jalan mayor. Aktivitas kendaraan umum seperti bus dan angkutan kota yang berhenti di sekitar simpang semakin memperburuk kondisi lalu lintas. Hal ini menunjukkan perlunya rekayasa lalu lintas yang lebih efektif, baik berupa pengaturan ulang fase sinyal, optimalisasi siklus waktu hijau, maupun penataan aktivitas kendaraan umum di sekitar simpang.

Hasil analisis kinerja simpang tiga bersinyal Sukodadi menunjukkan bahwa kapasitas simpang sebesar 3314 smp/jam dengan volume lalu lintas aktual yang melebihi kapasitas, sehingga menghasilkan derajat kejenuhan (DS) sebesar 1,23. Nilai ini menandakan bahwa simpang beroperasi dalam kondisi jenuh dan masuk kategori macet menurut MKJI 1997. Selain itu, tundaan rata-rata yang tercatat sebesar 45,60 detik/smp menunjukkan tingkat pelayanan rendah (LOS E), yang menggambarkan lalu lintas tidak stabil dengan antrean panjang.

Analisis peluang antrean (Q_p) juga menunjukkan hasil yang tinggi, yakni 201,09%, yang berarti hampir setiap siklus lampu lalu lintas menimbulkan antrean signifikan pada simpang. Kondisi ini sejalan dengan temuan lapangan, di mana kepadatan arus kendaraan terutama terjadi di jalan mayor dengan kontribusi besar dari kendaraan umum yang berhenti di sekitar simpang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa simpang tiga Sukodadi telah mengalami kemacetan struktural sehingga perlu dilakukan penanganan berupa optimasi siklus sinyal, rekayasa lalu lintas, atau perbaikan geometrik simpang untuk meningkatkan kinerja dan kenyamanan pengguna jalan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa simpang tiga Sukodadi saat ini beroperasi pada kondisi jenuh dengan kinerja yang rendah. Apabila tidak dilakukan intervensi, kemacetan di simpang ini akan semakin parah seiring dengan pertumbuhan jumlah kendaraan di Kabupaten Lamongan. Oleh karena itu, hasil analisis ini dapat dijadikan dasar bagi pemerintah daerah dalam merumuskan kebijakan penanganan lalu lintas, baik melalui optimasi sistem sinyal maupun perbaikan geometrik simpang untuk meningkatkan kapasitas dan mengurangi tundaan.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja simpang tiga bersinyal di Jalan Raya Sukodadi, Kabupaten Lamongan dengan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997). Melalui survei lapangan dan pengolahan data, diperoleh gambaran

menyeluruh mengenai kondisi eksisting simpang, baik dari segi kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, maupun peluang antrean.

Berdasarkan hasil perhitungan, kapasitas simpang Sukodadi sebesar 3314 smp/jam. Nilai ini menunjukkan kemampuan maksimum simpang dalam melayani arus lalu lintas pada kondisi yang ada. Namun, volume kendaraan aktual yang tercatat selama survei melebihi kapasitas tersebut, sehingga berpengaruh langsung terhadap menurunnya kinerja simpang.

Derajat kejenuhan (DS) yang diperoleh sebesar 1,23. Menurut kriteria MKJI 1997, simpang dengan DS lebih besar dari 0,85 sudah tergolong jenuh. Hal ini menegaskan bahwa arus lalu lintas di simpang Sukodadi telah melampaui kapasitas normal, sehingga berpotensi menimbulkan kemacetan terutama pada jam puncak. Hasil analisis tundaan rata-rata (D) menunjukkan nilai sebesar 45,60 detik/smp. Nilai ini termasuk dalam kategori pelayanan tingkat E, yang berarti lalu lintas tidak stabil, antrean kendaraan panjang, serta kenyamanan pengguna jalan menurun. Kondisi ini secara langsung mengindikasikan rendahnya efisiensi simpang dalam mengatur pergerakan lalu lintas.

Selain itu, peluang antrean (Qp) diperoleh sebesar 201,09%. Angka ini menunjukkan probabilitas antrean hampir selalu terjadi pada setiap siklus lampu lalu lintas. Hal ini sejalan dengan observasi lapangan, di mana kendaraan sering kali menumpuk panjang sebelum fase hijau dimulai, bahkan pada beberapa siklus antrean tidak terurai sepenuhnya. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa simpang tiga Sukodadi beroperasi dalam kondisi jenuh/macet, ditandai dengan DS yang tinggi, tundaan rata-rata yang besar, serta peluang antrean yang hampir pasti terjadi. Kondisi ini menimbulkan dampak negatif berupa kerugian waktu perjalanan, peningkatan konsumsi bahan bakar, polusi udara, dan potensi kecelakaan lalu lintas.

Penelitian ini juga menegaskan pentingnya evaluasi dan penanganan lebih lanjut terhadap pengaturan simpang, baik melalui optimasi waktu sinyal, penataan fase lalu lintas, maupun perbaikan geometrik simpang untuk meningkatkan kapasitas. Rekayasa lalu lintas seperti pengaturan jalur belok, pelebaran lajur, atau manajemen angkutan umum di sekitar simpang juga dapat dipertimbangkan sebagai alternatif solusi.

Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi praktis bagi pemerintah daerah Kabupaten Lamongan dalam merumuskan kebijakan transportasi yang lebih efektif. Hasil penelitian dapat dijadikan dasar dalam perencanaan manajemen lalu lintas di simpang Sukodadi maupun simpang lain dengan karakteristik serupa, sehingga kualitas pelayanan lalu lintas di wilayah perkotaan dapat ditingkatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Federal Highway Administration. (2010). *Highway Capacity Manual (HCM 2010)*. Washington, D.C.: Transportation Research Board.
- Morlok, E. K. (1995). *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Tamin, O. Z. (2000). *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: ITB.
- Salter, R. J., & Hounsell, N. B. (1996). *Highway Traffic Analysis and Design (3rd ed.)*. London: Macmillan.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2003). *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi*. Jakarta: Erlangga.
- Munawar, A. (2004). *Dasar-dasar Teknik Transportasi*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Oglesby, C. H., & Hicks, R. G. (1993). *Highway Engineering (4th ed.)*. New York: Wiley.
- Vuchic, V. R. (2005). *Urban Transit: Operations, Planning, and Economics*. Hoboken: Wiley.
- Malkhamah, S. (2007). *Rekayasa Lalu Lintas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Mannering, F. L., & Washburn, S. S. (2013). *Principles of Highway Engineering and Traffic*

- Analysis (5th ed.). New Jersey: Wiley.
- Kadiyali, L. R. (2013). Traffic Engineering and Transport Planning. Delhi: Khanna Publishers.
- Directorate General of Highways. (2014). Indonesian Road Capacity Manual – Revised Guidelines. Jakarta: Ministry of Public Works.
- Papacostas, C. S., & Prevedouros, P. D. (2001). Transportation Engineering and Planning (3rd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Taylor, M. A. P., & Young, W. (1996). Traffic Analysis: New Concepts and Research. Melbourne: Monash University.
- Ortúzar, J. D., & Willumsen, L. G. (2011). Modelling Transport (4th ed.). Chichester: Wiley.
- Black, J. A. (1981). Urban Transport Planning. London: Croom Helm.
- Dimitriou, H. T. (1992). Urban Transport Planning: A Developmental Approach. London: Routledge.
- Banks, J. H. (2002). Introduction to Transportation Engineering. New York: McGraw-Hill.
- Hobbs, F. D. (1995). Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.