

ANALISIS KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN SIMPANG TAK BERSINYAL DENGAN METODE PKJI 2023 (Studi Kasus: Jalan Raya Cileungsi Jonggol Dan Jalan Raya Permata Cibubur)

Yudhi Setyarahman¹, Alizar²
Universitas Dian Nusantara, Indonesia
Email: yudhiaetyarahman@gmail.com

Abstrak

Kemacetan lalu lintas yang terjadi di simpang tak bersinyal pada Jalan Raya Cileungsi Jonggol dan Jalan Raya Permata Cibubur menjadi permasalahan utama akibat tingginya volume kendaraan pada jam sibuk. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang dengan menggunakan metode PKJI 2023 serta mengevaluasi dampak dari solusi rekayasa lalu lintas terhadap peningkatan efisiensi. Data dikumpulkan melalui survei lapangan selama tujuh hari dengan observasi pagi dan sore hari. Parameter yang dianalisis meliputi volume lalu lintas, kondisi geometrik, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Sebelum perbaikan, simpang menunjukkan derajat kejenuhan sebesar 0,82 dan tundaan rata-rata 15,69 detik per SMP, diklasifikasikan dalam Tingkat Pelayanan C. Solusi yang diterapkan berupa penghapusan jalur belok kanan terbukti meningkatkan kapasitas simpang menjadi 4.977,8 SMP/jam dan menurunkan DJ menjadi 0,47 dengan tundaan berkurang menjadi 9,71 detik per SMP, meningkatkan Tingkat Pelayanan menjadi B. Temuan ini menunjukkan bahwa solusi non-infrastruktur berbasis manajemen arus lalu lintas dapat memberikan dampak signifikan terhadap kinerja simpang. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan strategi pengelolaan simpang tak bersinyal di wilayah dengan kepadatan lalu lintas tinggi, dan dapat menjadi rujukan bagi kebijakan transportasi daerah yang efisien, ekonomis, dan berkelanjutan.

Kata kunci: Simpang tak bersinyal, Derajat kejenuhan (DJ), Tundaan lalu lintas, Tingkat Pelayanan, PKJI 2023, Jalan Raya Cileungsi-Jonggol.

Abstract

Traffic congestion that occurs at unsignaled intersections on Jalan Raya Cileungsi Jonggol and Jalan Raya Permata Cibubur is the main problem due to the high volume of vehicles during peak hours. This study aims to analyze intersection performance using the 2023 PKJI method and evaluate the impact of traffic engineering solutions on improving efficiency. Data was collected through a seven-day field survey with morning and evening observations. The parameters analyzed included traffic volume, geometric conditions, degree of saturation, delays, and queue opportunities. Prior to the repair, the intersection showed a degree of saturation of 0.82 and an average delay of 15.69 seconds per junior high school, classified in Service Level C. The solution implemented in the form of eliminating the right turn lane was proven to increase the intersection capacity to 4,977.8 junior high schools/hour and lowered the DJ to 0.47 with a reduced delay to 9.71 seconds per junior high school, increasing the Service Level to B. These findings show that non-infrastructure solutions are based on traffic flow management can have a significant impact on the performance of the intersection. This research makes an important contribution to the development of strategies for managing unsignaled intersections in areas with high traffic density, and can be a reference for efficient, economical, and sustainable regional transportation policies.

Keywords: Signalless intersection, Degree of saturation (DJ), Traffic delays, Service Level, PKJI 2023, Cileungsi-Jonggol Highway.

*Correspondence Author: Yudhi Setyarahman
Email: yudhiaetyarahman@gmail.com



PENDAHULUAN

Kehidupan sehari-hari sangat bergantung pada transportasi, terutama di kota-kota besar. Sistem transportasi yang efektif dan efisien semakin diperlukan di tengah perkembangan ekonomi yang cepat dan pertumbuhan kota. Namun, peningkatan yang signifikan dalam jumlah kendaraan bermotor seringkali menyebabkan berbagai masalah lalu lintas, salah satunya adalah kemacetan.

Kepadatan lalu lintas di daerah perkotaan semakin meningkat akibat urbanisasi yang pesat dan pertumbuhan populasi yang cepat. Masalah lalu lintas muncul karena jalan-jalan yang ada tidak mampu menampung jumlah kendaraan yang terus bertambah seiring dengan meningkatnya populasi penduduk dan kendaraan. Pengelolaan persimpangan yang penting, terutama yang tidak dilengkapi dengan lampu lalu lintas, menjadi perhatian utama dalam manajemen lalu lintas. Pengguna jalan sering mengalami ketidaknyamanan, kecelakaan, dan kemacetan di persimpangan tersebut. Persimpangan berperan penting dalam menjaga kelancaran arus lalu lintas. Persimpangan sederhana adalah tempat dua jalan bertemu, sedangkan persimpangan kompleks melibatkan pertemuan lebih dari dua jalan. Konflik lalu lintas seperti divergen (memisahkan), persimpangan (menyeberang), dan penggabungan (menggabungkan) sering terjadi pada persimpangan yang tidak bersinyal dan menjadi penyebab utama kemacetan lalu lintas.

Di wilayah perkotaan, khususnya di sekitar Jalan Raya Cileungsi Jonggol simpang tak bersinyal menjadi perhatian utama. Kondisi lalu lintas yang padat dan kompleks di daerah ini menimbulkan berbagai masalah, termasuk kemacetan yang sering terjadi pada jam sibuk, dan kesulitan mobilitas bagi pengguna jalan. Oleh karena itu, penelitian tentang analisis dan perbaikan kondisi simpang tak bersinyal di wilayah tersebut menjadi sangat relevan. Dengan Memiliki pemahaman menyeluruh tentang variabel yang mempengaruhi kinerja persimpangan serta identifikasi solusi yang tepat, dapat diharapkan terciptanya sistem transportasi yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan di daerah tersebut. Studi ini bertujuan untuk meningkatkan manajemen lalu lintas di persimpangan tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi Jonggol dan Jalan Raya Permata Cibubur. Ini perlu dilakukan karena kompleksitas lalu lintas di wilayah perkotaan yang terus berkembang. Diharapkan hasil dan rekomendasi studi ini dapat digunakan oleh pembuat kebijakan dan profesional transportasi untuk membantu meningkatkan infrastruktur jalan setempat, pengaturan lalu lintas, dan keselamatan pengguna jalan.

Di simpang tiga tanpa sinyal di Jalan Raya Cileungsi-Jonggol terdapat banyak masalah yang memengaruhi layanan simpang tiga dan kelancaran arus lalu lintas. Dengan tingkat kejenuhan yang mendekati kapasitas, ada banyak kemacetan lalu lintas, terutama di pagi dan sore hari saat banyak kendaraan. Karena banyaknya kendaraan, masalah ini semakin parah saat jam sibuk. Hambatan samping seperti kendaraan yang masuk dan keluar terminal dan interaksi kendaraan tak bermotor menurunkan efisiensi lalu lintas kendaraan di simpang. Selain itu, manajemen lalu lintas yang tidak efisien dan sistem kontrol sinyal yang tidak memadai dapat menyebabkan arus lalu lintas yang tidak teratur.

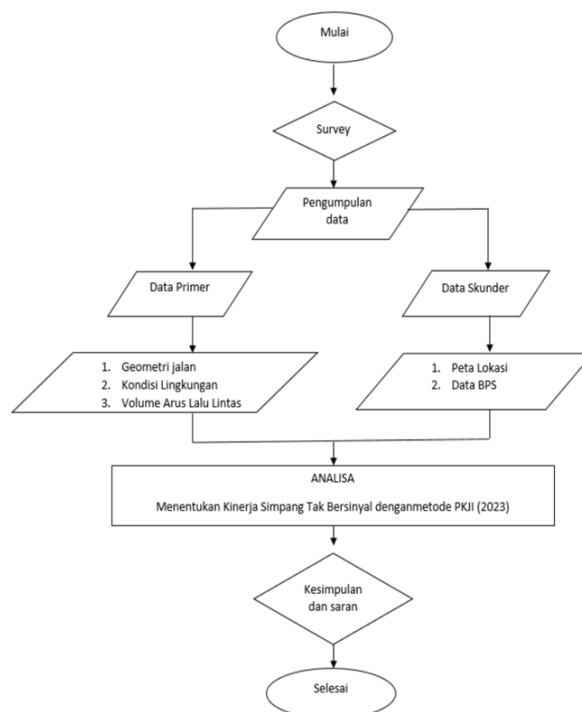
Di Jalan Raya Cileungsi-Jonggol, Simpang 3 tak bersinyal menghadapi beberapa masalah yang mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas dan kualitas pelayanan di simpang. Sangat banyak kemacetan terjadi di jalan-jalan, terutama di pagi dan sore hari ketika banyak orang bekerja, yang menyebabkan kendaraan menumpuk dan memperlambat arus lalu lintas. Volume kendaraan yang tinggi, terutama pada jam puncak, semakin memperburuk kondisi ini. Selain itu, hambatan samping seperti kendaraan yang keluar-masuk terminal dan interaksi dengan kendaraan tak bermotor, seperti sepeda dan gerobak, mengurangi efisiensi pergerakan kendaraan di simpang. Pengaturan lalu lintas yang tidak efektif dan kurangnya sistem pengaturan sinyal juga menjadi faktor penyebab ketidaktertiban aliran lalu lintas. Keberadaan arah belok kanan yang mengganggu arus kendaraan utama juga memperlambat perjalanan, serta kurangnya fasilitas penyeberangan yang aman bagi pejalan kaki di area simpang semakin memperburuk situasi. Semua

masalah ini mengindikasikan perlunya upaya perbaikan yang menyeluruh untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan di simpang tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi-Jonggol pada jam sibuk, mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya, serta mengevaluasi tingkat pelayanannya berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023. Hasil penelitian ini bermanfaat sebagai acuan bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam pengaturan simpang tak bersinyal, sekaligus memberikan kontribusi akademik dalam bidang analisis lalu lintas. Kebaruan penelitian ini terletak pada penggunaan pendekatan PKJI 2023 yang belum banyak diterapkan dalam studi sejenis, serta usulan solusi non-infrastruktur berupa penghapusan jalur belok kanan pada dua ruas jalan, yang terbukti efektif menurunkan derajat kejenuhan dari 0,82 menjadi 0,47. Pendekatan ini berbeda dari penelitian sebelumnya seperti oleh Ginting & Widyaningsih (2022), Sihotang et al. (2023), dan Muhammad Syaifullah (2023) yang belum mengadopsi PKJI 2023, serta dari studi oleh Anita Suryani (2024) dan I Kadek Arta Bawa (2024) yang lebih fokus pada pelebaran jalan atau simulasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode PKJI 2023 untuk menganalisis kapasitas simpang tak bersinyal. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan berbagai komponen yang mempengaruhi kinerja dan kapasitas persimpangan tanpa sinyal. Penelitian ini dilakukan melalui berbagai langkah yang sistematis, seperti yang ditunjukkan pada diagram alir berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Studi ini dilakukan di simpang tiga di Jalan Raya Cileungsi Jonggol, yang berada di Kabupaten Bogor, Indonesia. Simpang tiga ini menghubungkan jalan utama (Jalan Raya Cileungsi Jonggol) dan jalan minor (Jalan Raya Permata Cibubur). Simpang ini merupakan persimpangan utama di Kabupaten Bogor dengan karakteristik area komersial, di mana terdapat banyak toko dan rumah makan di sepanjang jalan. Tidak jauh dari persimpangan, terdapat Terminal Bus Cileungsi yang berfungsi sebagai pusat transportasi publik.

Lokasi yang diteliti berukuran sekitar 25 meter dan termasuk daerah dengan banyak lalu lintas, terutama di siang hari. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komponen-komponen yang mempengaruhi kapasitas simpang dan kinerja lalu lintas di daerah ini karena keadaan geografis dan fungsional simpang ini berpengaruh terhadap arus lalu lintas dan mobilitas di wilayah tersebut.

Data dikumpulkan melalui survei lapangan yang mencakup lima aspek utama simpang tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi–Jonggol. Pertama, kondisi geometrik menunjukkan konfigurasi jalan mayor dengan empat lajur (masing-masing 6,2 m tanpa median) dan jalan minor dengan dua lajur (masing-masing 4,5 m tanpa median). Kedua, kondisi lingkungan sekitar didominasi oleh terminal bus, pertokoan, dan rumah toko yang memengaruhi arus lalu lintas. Ketiga, hambatan samping berupa pejalan kaki dan kendaraan tak bermotor sering mengganggu kelancaran lalu lintas. Keempat, campuran jenis kendaraan seperti sepeda motor, mobil, bus, dan kendaraan tak bermotor dicatat karena memengaruhi kapasitas simpang. Kelima, volume arus lalu lintas diukur dalam satuan mobil penumpang per jam (SMP/jam), penting untuk menghitung kapasitas simpang dan performa lalu lintas saat jam sibuk.

Diperoleh dari dokumen instansi, laporan, dan literatur relevan. Data pendukung mencakup jumlah penduduk Kabupaten Bogor tahun 2024 sebesar 5,6 juta jiwa, peta jaringan jalan dari Google Maps untuk memahami struktur dan konektivitas ruas jalan, serta studi terdahulu yang relevan dengan perencanaan dan kinerja simpang.

Penelitian ini diawali dengan penentuan lokasi simpang dan waktu survei, yaitu pukul 06.00–09.00 WIB dan 16.00–19.00 WIB, serta persiapan alat bantu. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data. Untuk data primer, dilakukan pengukuran dimensi jalan, observasi kondisi lingkungan, pencatatan volume kendaraan, dan dokumentasi visual. Untuk data sekunder, digunakan data BPS, peta jaringan jalan, dan pembagian waktu observasi selama tujuh hari dengan dua sesi per hari.

Data diolah menggunakan Microsoft Excel, dilanjutkan dengan perhitungan kapasitas simpang berdasarkan PKJI 2023, termasuk derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Hasil analisis ini digunakan untuk menilai kinerja simpang serta memahami pengaruh berbagai faktor terhadap kelancaran lalu lintas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Survei di lapangan yang dilakukan pada jam sibuk selama 7 hari (9-15 Desember 2024) mengumpulkan data tentang volume lalu lintas, arah pergerakan, dan jenis kendaraan yang melintasi simpang 3 tak bersinyal di Jl. Raya Cileungsi Cibubur. Data yang dikumpulkan selama tujuh hari survei diolah menjadi volume rata-rata kendaraan setiap hari selama sesi pagi (06.00–09.00 WIB) dan sesi sore (16.00–19.00 WIB), yang menggambarkan kondisi lalu lintas selama jam sibuk sore hari. Tujuan dari pengolahan data ini adalah untuk menyaring variasi yang mungkin terjadi. sehingga menghasilkan

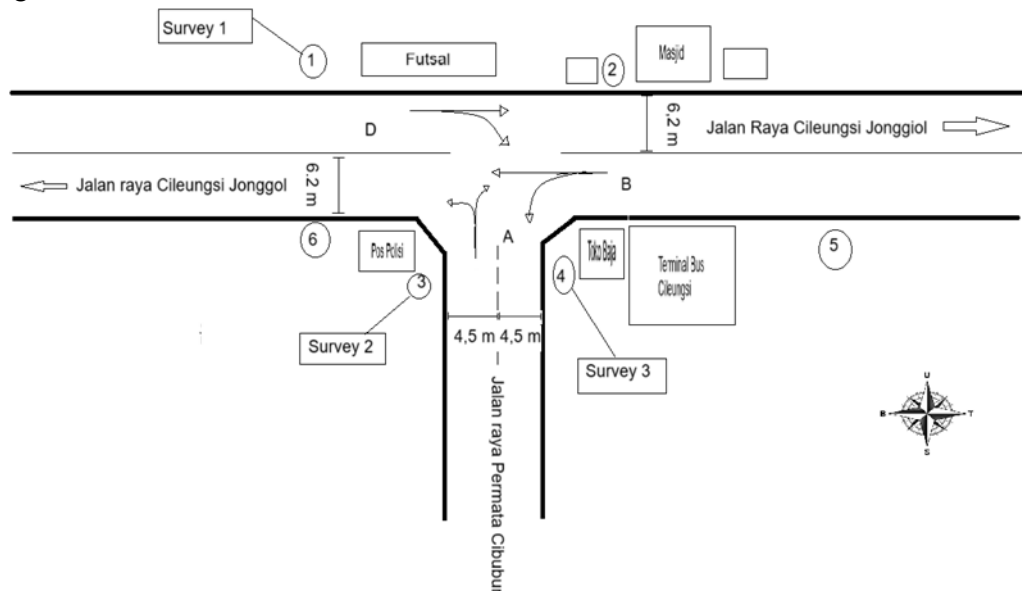
gambaran yang lebih akurat dan stabil mengenai kondisi lalu lintas di simpang 3 tak bersinyal tersebut. Dengan menggunakan metode rata-rata harian, hasil survei dapat mencerminkan kondisi lalu lintas secara keseluruhan.

Data yang diperoleh mencakup volume kendaraan dari berbagai jenis kendaraan yang melintasi simpang 3 tak bersinyal, seperti sepeda motor (SM), mobil penumpang (MP), dan kendaraan berat (KS), yang melewati jalan mayor dan jalan minor. Pengolahan data kendaraan ini tidak hanya bertujuan untuk mengukur volume lalu lintas, tetapi juga untuk mengonversi data tersebut ke dalam satuan mobil penumpang (MP), agar memudahkan dalam perhitungan kapasitas simpang menggunakan PKJI 2023 dan penilaian tingkat pelayanan (LOS).

Hasil survei ini memberikan informasi yang penting untuk menghitung kapasitas simpang 3 tak bersinyal dan menentukan tingkat pelayanan (LOS), yang merupakan parameter utama dalam mengevaluasi efisiensi arus lalu lintas pada simpang 3 tak bersinyal. Data yang telah dikumpulkan akan digunakan untuk analisis lebih lanjut guna memberikan rekomendasi yang tepat mengenai pengelolaan lalu lintas, serta menentukan apakah kapasitas simpang tersebut cukup untuk menampung volume kendaraan yang ada, terutama pada jam-jam puncak yang sangat sibuk.

1. Data Geometri Simpang

Data geometris simpang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan menggunakan aplikasi meteran pada ponsel pintar. Aplikasi ini memungkinkan pengukuran akurat untuk dimensi simpang, seperti lebar jalan, jumlah jalur, dan panjang antrian. Data ini digunakan untuk menghitung kapasitas simpang 3 yang tidak memiliki sinyal dan menilai kemungkinan kemacetan. Gambar berikut menunjukkan hasil pengukuran:



Gambar 2. Jalan pesimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol
(Sumber: Paint, 2024)

Simpang 3 tak bersinyal yang terletak di Jalan Raya Cileungsi menghubungkan tiga ruas jalan utama:

- 1) Barat: Jalan Raya Cileungsi Jonggol, yang mengarah menuju Jonggol, menghubungkan kawasan Cileungsi dengan Jonggol
- 2) Timur: Jalan Raya Cileungsi Jonggol, yang mengarah ke Cileungsi, menghubungkan kendaraan yang datang dari Jonggol menuju pusat kota Cileungsi.
- 3) Selatan: Jalan Raya Permata Cibubur, yang mengarah menuju Cibubur, menghubungkan kawasan Cileungsi dengan Cibubur.

2. Data kondisi lingkungan simpang

Kinerja lalu lintas dan kapasitas simpang 3 tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi Jonggol sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kondisi lingkungan simpang dapat dibagi menjadi beberapa faktor utama yang memengaruhi efisiensi arus lalu lintas. Ini termasuk jenis simpang, ukuran kota, jenis lingkungan simpang, hambatan samping, rasio KTM.

a. Jenis Simpang

Simpang Jalan Raya Cileungsi Jonggol termasuk dalam tipe simpang 324, yaitu simpang tiga lengan yang menghubungkan jalan mayor (4 lajur) dan jalan minor (2 lajur). Keberadaan simpang tipe ini menambah tantangan dalam pengelolaan arus lalu lintas karena volume kendaraan yang datang dari beberapa arah dengan jumlah jalur yang tidak seimbang.

b. Ukuran Kota

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Bogor, yang pada tahun 2024 tercatat memiliki jumlah penduduk sebanyak 5.682.303 jiwa (BPS Kabupaten Bogor). Menurut PKJI 2023, Kabupaten Bogor adalah kota besar dengan banyak lalu lintas, terutama di waktu sibuk.

c. Tipe Lingkungan Simpang

Lingkungan sekitar simpang ini dikategorikan sebagai lingkungan jalan komersial, dengan keberadaan fasilitas umum, toko, dan pusat perdagangan. Kawasan komersial ini memiliki banyak lalu lintas karena banyak kendaraan keluar atau masuk dari fasilitas-fasilitas tersebut. Ini menyebabkan arus lalu lintas tidak lancar.

d. Hambatan Samping dan Rasio Kendaraan Tak Bermotor (KTM)

Hambatan samping adalah faktor utama yang mengurangi kelancaran lalu lintas. Pada simpang ini, hambatan samping meliputi:

- 1) Pejalan kaki yang sering menyeberang, terutama pada jam sibuk.
- 2) Kendaraan yang keluar-masuk terminal, menyebabkan kendaraan berhenti atau melambat.
- 3) Kendaraan besar yang bergerak perlahan karena masuk atau keluar jalur simpang.

Hambatan samping ini dikategorikan tinggi, terutama karena terminal yang sering menyebabkan antrean dan kemacetan. Selain itu, Rasio Kendaraan Tak Bermotor (KTM) di kawasan ini juga cukup tinggi. Hal ini menunjukkan adanya interaksi yang cukup intens antara kendaraan bermotor dan tak bermotor, yang memperburuk kemacetan

Analisis Data Lalu Lintas harian rata – rata

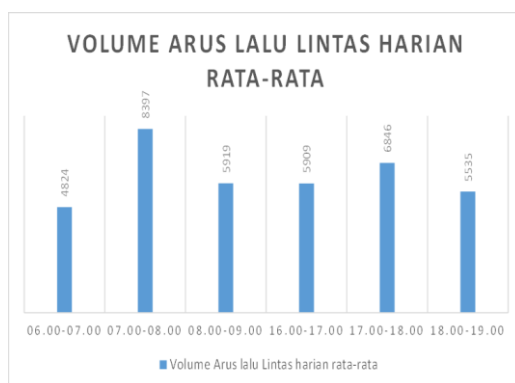
Untuk menghitung kapasitas simpang, data volume lalu lintas jam puncak digunakan. Data ini diperoleh dari volume rata-rata harian selama tujuh hari survei, dari 9 hingga 15 Desember 2024. Berdasarkan hasil survei, volume lalu lintas setiap hari selama 7 hari dihitung dan dirata-ratakan untuk menentukan volume arus kendaraan yang melintasi

simpang pada jam puncak. Dari perhitungan rata-rata tersebut, volume arus kendaraan yang melintas pada simpang diperoleh sebesar 6.216 kendaraan.

Untuk menghitung kapasitas simpang, volume lalu lintas yang tercatat diubah ke dalam satuan mobil penumpang (SMP). Ini dilakukan dengan menggunakan faktor ekuivalen untuk masing-masing jenis kendaraan. Hasilnya menunjukkan bahwa volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (SMP) adalah 2.799 SMP. Setelah data volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (SMP) diperoleh, langkah berikutnya adalah menghitung rasio arus lalu lintas tertinggi. Kondisi volume kendaraan pada jam puncak digambarkan dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Volume Arus lalu Lintas Harian Rata-rata

Waktu	Volume Arus Lalu Lintas Harian Rata-rata
06-00 – 07.00	4824
07-00 – 08.00	8397
08-00 – 09.00	5919
16-00 – 17.00	5909
17-00 – 18.00	6846
18-00 – 19.00	5535



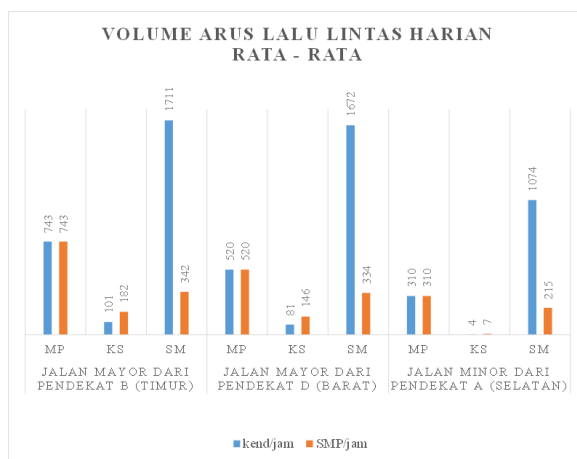
Gambar 1. Grafik Volume Arus Lalu Lintas Harian Rata-rata

Sumber: Data olahan Penulis, 2024

Tabel 2. Volume Arus Lalu Lintas Harian Rata-rata Simpang

Arus Lalu	Jenis Kendaraan	Kend/Jam	SMP/Jam
Jalan Mayor dari Pendekat B (Timur)	MP	743	743
	KS	101	182
	SM	1711	342
Jalan Mayor dari Pendekat D (Barat)	MP	520	520
	KS	81	146
	SM	1672	334
Jalan Mayor dari Pendekat A (Selatan)	MP	310	310
	KS	4	7
	SM	1074	215

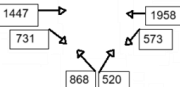
Sumber: Data Olahan Penulis, 2024



Gambar 2. Grafik Arus lalu Lintas Harian Rata-rata Simpang

Sumber: Data Olahan penulis, 2024

Tabel 3. Data lalu lintas harian rata-rata

SIMPANG	Tanggal: 9-15 Des 2024										Di tangani oleh:												
DATA MASUKAN	Dtangani oleh Kota Bogor										Provinsi:												
DATA GEOMETRIK	Provinsi : Jawa Barat																						
DATA ARUS LALU LINTAS	Jalan Mayor																						
	Jalan Minor																						
	Periode																						
Data Geometrik Simpang										Data Arus Lalu Lintas													
																							
Medan pada Jalan Utan Semipit										Lebar		MP=		KS=		SM=							
Komposisi Lalu Lintas (%)																							
Faktor SMP										MP, EMP = 1,00		KS, EMP = 1,80		SM, EMP = 0,20									
Arus Lalu Lintas										kend/jam		SMP/jam		kend/jam		SMP/jam		kend/jam		SMP/jam		RB	
Jalan Mayor 2 dari Pendekat B										qBK (1)		154		154		5		9		414		83	
										qRS (2)		589		589		96		174		1297		259	
										qBK (3)		0		0		0		0		0		0	
										qTotal (1+2+3)		743		743		101		182		1711		342	
Jalan Mayor 1 dari Pendekat D										qBK (1)		0		0		0		0		0		0	
										qRS (2)		360		360		80		144		1058		212	
										qBK (3)		160		160		1		2		614		123	
										qTotal (1+2+3)		520		520		81		146		1672		334	
Total Jalan Mayor (q _{total})										qBK (1)		1263		1263		182		328		3383		677	
										qBK (1)		200		200		3		5		665		133	
Jalan Minor dari Pendekat A										qRS (2)		0		0		0		0		0		0	
										qBK (3)		110		110		1		3		409		82	
										qTotal (1+2+3)		310		310		4		7		1074		215	
Total Jalan Minor (q _{total})										qBK (1)		310		310		4		7		1074		215	
										qBK (1+1+1)		355		355		8		14		1079		216	
Total dari jalan minor dan jalan mayor										qRS (2+2+2)		948		948		176		318		2355		471	
										qBK (3+3+3)		270		270		2		4		1022		204	
										q _{total} = q _{ma} + q _{mi}		1572		1572		186		335		4457		891	
																						R _{mis} = q _{mi} / q _{kb}	
																						R _{KT B} = q _{KT B} / q _{kb}	

Pembahasan

Pengamatan lapangan selama tujuh hari (9–15 Desember 2024) menghasilkan data volume lalu lintas harian rata-rata. Selama jangka waktu tersebut, jumlah lalu lintas setiap hari dihitung dan kemudian dirata-ratakan untuk menghasilkan gambaran umum tentang kondisi lalu lintas di simpang 3 tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi Jonggol. Untuk analisis, data utama digunakan dari volume lalu lintas harian rata-rata selama tujuh hari survei. Hasil survei menunjukkan 6.216 kendaraan per jam setiap hari, yang kemudian diubah menjadi 2.799 SMP. Metode PKJI 2023, atau Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, digunakan untuk menganalisis simpang ini.

Analisis Kinerja Simpang

Kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian adalah semua komponen yang diperlukan untuk menilai kinerja simpang. Sebelum kita dapat menghitung kapasitas sesungguhnya (C_0) jalan raya atau jalur lalu lintas dalam satuan SMP/jam (satuan

mobil penumpang per jam), kita harus mengetahui beberapa faktor penyesuaian. Berikut ini adalah prosedur umum yang digunakan dalam proses ini:

1. Menentukan Kapasitas Dasar (C):

Kapasitas simpang di hitung menggunakan persamaan

$$C = C_0 \times F_{LP} \times F_M \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKd} \times F_{Rmi} \dots\dots\dots 4.1$$

2. Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar simpang tentu berbeda-beda tergantung pada jenis simpangnya. Hasil pengamatan di lokasi penelitian menunjukkan bahwa simpang Jalan Raya Cileungsi Jonggol adalah simpang tipe 324 dengan tiga lengan, dengan empat lajur pada jalan mayor dan dua lajur pada jalan minor, dan nilai $C_0 = 3200$ smp/jam.

3. Lebar rata rata pendekat

Dengan menghitung lebar dari pendekat jalan mayor dan minor, lebar rata-rata pendekat dapat dihitung.

$$A = 9 \text{ m}$$

$$B = 6,2 \text{ m}$$

$$D = 6,2 \text{ m}$$

$$LRP_A = A/2$$

$$= 9/2$$

$$= 4,5 \text{ m}$$

$$LRP_{BD} = (B+D)/2$$

$$= (6,2 + 6,2)/2$$

$$= 6,2 \text{ m}$$

$$LRP = (LRP_A + LRP_{BD})/2$$

$$= (4,5+6,2)/2$$

$$= 5,35 \text{ m}$$

Nilai L_{PR} dapat di hitung dengan menjumlahkan lebar rata rata jalan minor ($L_{RP A}$) dan lebar rata rata pendekat jalan mayor ($L_{RP BD}$).

4. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata- Rata

Persamaan 2.4 dapat digunakan untuk menghitung faktor penyesuaian lebar pendekat rata-rata di persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol tipe simpang 324.

$$F_{LP} = 0,62 + (0,0646 \times L_{PR})$$

$$F_{LP} = 0,62 + (0,0646 \times 5,35)$$

$$F_{LP} = 0,62 + 0,35$$

$$F_{LP} = 0,97$$

5. Faktor Penyesuaian Median jalan mayor

Tabel 2.4 menunjukkan bahwa faktor penyesuaian median jalan utama adalah 1, karena jalan utama Jalan Raya Cileungsi Jonggol tidak memiliki median.

6. Faktor Koreksi ukuran kota (F_{uk})

Tabel 2.5 menunjukkan cara faktor ukuran kota (FUK) dihitung berdasarkan ukuran kota dan jumlah penduduk. Menurut data dari BPS Kabupaten Bogor, populasi Kabupaten Bogor pada tahun 2024 tercatat mencapai 5.682.303 jiwa. Berdasarkan pedoman pada Tabel 2.5, dengan banyaknya penduduk tersebut, Kabupaten Bogor masuk dalam kategori kota sangat besar. Oleh karena itu, nilai FUK untuk daerah ini adalah 1,05.

7. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{rsu}).

Lokasi penelitian berada pada lingkungan jalan Komersil dan masuk katagori hambatan samping tinggi. Rasio kendaraan tak bermotor (R_{KTB}) sebesar 0,01. Dengan menggunakan rumus perbandingan maka $F_M = 0,93$.

$$\frac{y_2 - y}{y - y_1} = \frac{x_2 - x}{x - x_1}$$

$$\frac{0,05 - 0,01}{0,01 - 0} = \frac{0,88 - x}{x - 0,93}$$

$$F_M = 0,93$$

Keterangan :

Y = nilai q_{KTB} / q_{KB}

X = nilai FHS sesungguhnya

Y_1, Y_2 = rasio kendaraan tak bermotor R_{KTB}

X_1, X_2 = rasio kendaraan tak bermotor R_{KTB}

8. Faktor koreksi Rasio Arus belok kiri (F_{BKi})

Untuk menghitung Faktor Koreksi Arus Belok Kiri (F_{BKi}), pertama-tama kita perlu menghitung Rasio Belok Kiri (R_{BKi}), yang menunjukkan perbandingan antara volume kendaraan yang belok kiri dan total volume arus lalu lintas yang melintas di simpang, selanjutnya F_{BKi} dapat di hitung dengan persamaan 2.5.

$$R_{BKi} = Q_{lt}/Q_{tot}$$

$$R_{BKi} = 584/2799$$

$$R_{BKi} = 0,21$$

$$F_{BKi} = 0,84 + (1,61 \times R_{BKi})$$

$$F_{BKi} = 0,84 + (1,61 \times 0,21)$$

$$F_{BKi} = 0,84 + 0,34$$

$$F_{BKi} = 1,18$$

Keterangan :

F_{BKi} = Faktor koreksi arus belok kiri

R_{BKi} = Rasio arus belok kiri

9. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (F_{BKa})

Langkah pertama dalam menghitung Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (F_{BKa}) adalah menghitung Rasio Belok Kanan (R_{BKa}), yang menunjukkan perbandingan antara volume arus kendaraan yang belok kanan dan volume arus lalu lintas total yang melintasi. Kemudian, persamaan 2.7 dapat digunakan untuk menghitung Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (F_{BKa}).

$$R_{BKa} = Q_{RT}/Q_{tot}$$

$$= 478/2799$$

$$= 0,17$$

$$F_{BKa} = 1,09 - (0,922 \times R_{BKa})$$

$$= 1,09 - (0,922 \times 0,17)$$

$$= 1,09 - 0,16$$

$$= 0,93$$

10. Faktor koreksi Rasio arus jalan minor (F_{Mi})

Untuk menghitung Faktor Koreksi Arus Jalan Minor (F_{Mi}), pertama-tama kita perlu menghitung Rasio Arus Jalan Minor (R_{mi}), yang menunjukkan perbandingan antara volume arus lalu lintas yang melewati jalan minor (Q_{mi}) dan volume arus lalu lintas

total (QTot) yang melintasi simpang. Selanjutnya, tabel 2.7 akan digunakan untuk menghitung nilai FMI berdasarkan jenis simpang.

$$\begin{aligned} R_{mi} &= Q_{mi}/Q_{tot} \\ &= 532/2799 \\ &= 0,19 \end{aligned}$$

Untuk Tipe simpang Jalan Raya Cileungsi dengan tipe simpang 324 dan memiliki rasio jalan minor sebesar 0,19, dapat di hitung dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} F_{mi} &= 16,6xR_{mi}^4 - 33,3xR_{mi}^3 + 25,3xR_{mi}^2 - 8,6xR_{mi} + 1,95 \\ &= 16,6x0,19^4 - 33,3x0,19^3 + 25,3x0,19^2 - 8,6x0,19 + 1,95 \\ &= 0,022 - 0,23 + 0,91 - 1,63 + 1,95 \\ &= -0,208 + (-0,72) + 1,95 \\ &= 1,02 \end{aligned}$$

Jadi Rasio Arus jalan minor sebesar 0,19 dan faktor koreksi Rasio arus jalan minor sebesar 1,02

11. Kapasitas Simpang

Dari semua faktor penyesuaian, kapasitas jalan simpang dapat di hitung dengan menggunakan persamaan 2.1.

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{Lp} \times F_m \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BKi} \times F_{BKa} \times F_{Rmi} \\ &= 3200 \times 0,97 \times 1 \times 1,05 \times 0,93 \times 1,18 \times 0,93 \times 1,02 \\ &= 3392,8 \text{ SMP/jam} \end{aligned}$$

Analisis Derajat Kejenuhan

Persamaan 2.8 dapat digunakan untuk menghitung derajat kejenuhan (DJ) untuk persimpangan tak bersinyal simpang Jalan Raya Cileungsi Jonggol:

$$\begin{aligned} D_j &= Q/C \\ &= 2799/3392,8 \\ &= 0,82 \end{aligned}$$

Derajat kejenuhan pada persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol mendekati 1 menunjukkan kondisi arus pada kondisi mulai mengalami kejenuhan dan kemacetan yang lebih tinggi.

Analisis Tundaan

1. Tundaan

Untuk menghitung tundaan (delay) pada simpang 3 tak bersinyal di Jalan Raya Cileungsi Jonggol, kita harus menggabungkan dua komponen utama: Tundaan Lalu Lintas Rata-rata (TLL) dan Tundaan Geometrik Rata-rata (TG). Berikut adalah prosedur perhitungannya:

2. Tundaan Lalu Lintas (TLL)

Persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol memiliki drajat kejenuhan 0,82 untuk $D_s \geq 0,6$ menggunakan persamaan 2.11:

$$\begin{aligned} TLL &= 1,0504/0,2742 - (0,2042 \text{ DJ}) - (1 - \text{DJ})^2 \\ &= 1,0504/(0,2742 - 0,2042 \times 0,82) - (1 - 0,82)^2 \\ &= 9,8 - 0,03 \\ &= 9,81 \text{ dtk/SMP} \end{aligned}$$

3. Tundaan Lalu lintas jalan Mayor

Persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol, memiliki derajat kejenuhan 0,82 untuk $D_J \geq 0,6$ menggunakan persamaan 2.13:

$$\begin{aligned} T_{LLma} &= 1,0504 / (0,346 - 0,2042 \cdot D_J) - (1 - D_J)^{1,8} \\ &= 1,0504 / (0,346 - 0,2042 \times 0,82) - (1 - 0,82)^{1,8} \\ &= 7,23 \text{ SMP/jam} \end{aligned}$$

4. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor (T_{LLmi})

Tundaan lalu lintas jalan minor di hitung menggunakan persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} T_{LLmi} &= (Q_{tot} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLma}) / Q_{mi} \\ &= (2799 \times 9,81 - 2267 \times 7,23) / 532 \\ &= 20,8 \text{ SMP/jam} \end{aligned}$$

5. Tundaan Geometrik (T_G)

Nilai DJ dan RB, yang merupakan rasio arus belok terhadap arus total di simpang, diperlukan untuk menentukan nilai Tundaan Geometrik (T_G). Nilai T_G dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned} RB &= Q_{LT} + Q_{RT} / Q_{tot} \\ &= 584 + 478 / 2799 \\ &= 0,4 \\ T_G &= (1 - DJ) \times (6 RB + 3 (1 - RB)) + 4 DJ \\ &= (1 - 0,82) \times (6 \times 0,4 + 3 \times (1 - 0,4)) + 4 \times 0,82 \\ &= 5,88 \text{ detik/SMP} \end{aligned}$$

Keterangan:

T_G = Tundaan geometric

D_J = Derajat kejenuhan

R_B = Rasio arus belok terhadap arus total simpang

6. Tundaan simpang

Persamaan 2.9 dapat digunakan untuk menghitung total tundaan geometric dan lalu lintas.

$$\begin{aligned} T &= T_G + T_{LL} \\ T &= 5,88 + 9,81 \\ &= 15,69 \text{ detik/smp} \end{aligned}$$

Analisis Peluang Antrian

Untuk menghitung peluang antrian pada simpang 3 tak bersinyal, kita dapat menggunakan konsep teori antrian, yang berfokus pada kemungkinan kendaraan mengalami antrian di persimpangan. Peluang antrian ini penting untuk mengetahui seberapa sering kendaraan harus menunggu untuk melewati simpang, yang dapat mempengaruhi kecepatan arus lalu lintas dan kemacetan di sekitar simpang.

a. Batas atas peluang

$$\begin{aligned} P_a &= 47,71 D_J - 24,68 D_J^2 + 56,47 D_J^3 \\ &= (47,71 \times 0,82) - (24,68 \times 0,82^2) + (56,47 \times 0,82^3) \\ &= 39,12 - 16,6 + 31,14 \\ &= 53,66 \end{aligned}$$

b. Batas bawah peluang

$$P_a = 9,02 D_J + 20,66 D_J^2 + 10,49 D_J^3$$

$$\begin{aligned}
 &= (9,02 \times 0,82) + (20,66 \times 0,82^2) + (10,49 \times 0,82^3) \\
 &= 7,4 + 13,9 + 5,8 \\
 &= 27,1
 \end{aligned}$$

Dengan demikian, batas atas peluang antrian adalah 53,66, dan batas bawah peluang antrian adalah 27,1. Perhitungan ini memberikan gambaran tentang tingkat kemungkinan terjadinya antrian yang terjadi pada simpang.

Tabel 4. Analisis Perhitungan Kapasitas Simping

Simpang		Tanggal: 9-15 Desember - 2024						Ditangani oleh:			
MENGHITUNG KAPASITAS		Kota:						Provinsi:			
MENETAPKAN KINERJA		Jalan Mayor:						Lingkungan Simpang:			
		Jalan Minor:						Hambatan Samping:			
		Periode:									
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang											
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat, m						LRP	Jumlah Lajur		Tipe Simpang
		Jalan Minor			Jalan Mayor				Jalan Minor	Jalan Mayor	
		LA	LC	L _{AC}	(LB	LD	LBD				
1	3	9	0	4,5	6,2	6,2	6,2	5,35	2	4	324
2. Menghitung Kapasitas: $C \times Fup \times Fm \times Fk \times Fhs \times Fbka \times FBKA \times Frmi$											
Pilihan	Kinerja Lalu Lintas									Kapasitas C SMP/jam	
	Kapasitas dasar Co SMP/jam	Lebar Pendekat rata-rata Flp	Median jalan Mayor Fm	Ukuran kota Fuk	Hambatan samping Fhs	Belok kiri Fbki	Belok kanan Fbka	Rasio minor/total Frmi			
1	3200	0,93	1	1,05	0,93	1,18	0,93	1,02		3392,8	
3. Menetapkan kinerja lalu lintas: Dj, T, dan Pa											
Pilihan	Kinerja lalu lintas								Peluang antrian Pa	sasaran	
	Arus lalu lintas total qtot SMP/jam	Derajat kejenuhan Dj	Tundaan lalu lintas simpang TLL	Tundaan lalu lintas jalan mayor Tllma	Tundaan lalu lintas minor TLLMI	Tundaan geometri simpang TG	Tundaan simpang T= TLL+TG				
1	2799	0,82	9,81	7,23	20,77	5,88	15,69	54-27			

Sumber: Data Olahan, 2024

Tingkat Pelayanan Simping

Berdasarkan perhitungan tundaan simpang yang diperoleh, yaitu 15,69 detik per SMP, simpang ini termasuk dalam kategori tingkat pelayanan C (Sedang) menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Rentang tundaan untuk kategori C adalah antara 15,1 hingga 25 detik per SMP.

Tingkat pelayanan C menunjukkan bahwa arus lalu lintas di simpang ini masih dapat diterima, meskipun ada penundaan yang jelas. Kendaraan yang melewati simpang mengalami sedikit keterlambatan, tetapi situasi ini belum menyebabkan kemacetan yang signifikan. Secara keseluruhan, simpang masih berfungsi dengan baik, meskipun ada potensi untuk mengurangi tundaan dan meningkatkan efisiensi arus lalu lintas.

Dengan demikian, simpang ini membutuhkan perhatian agar tundaan tidak meningkat lebih jauh, yang bisa menurunkan tingkat pelayanan. Jika kondisi arus lalu lintas terus berkembang, penyesuaian lebih lanjut mungkin diperlukan untuk mempertahankan atau bahkan meningkatkan kinerja simpang.

Alternatif Perbaikan

Berdasarkan diskusi sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa simpang tiga tanpa sinyal di Jalan Raya Cileungsi Jonggol membutuhkan perbaikan untuk meningkatkan indeks kinerja jalan dan mengurangi tundaan, yang dapat memperburuk kemacetan. Memperbaiki aliran kendaraan dan mengubah arah lalu lintas adalah cara untuk

meningkatkan efisiensi simpang. Berikut ini adalah solusi perbaikan simpang alternatif yang dapat digunakan:

1. Menghilangkan Arah Belok Kanan di Jalan Raya Cileungsi Jonggol
Menghapuskan jalur belok kanan yang mengarah ke Jalan Cileungsi Jonggol dapat meningkatkan kelancaran arus lalu lintas. Dengan mengubahnya menjadi satu arah lurus menuju Jalan Cileungsi arah Jonggol, diharapkan dapat mengurangi potensi kemacetan yang sering terjadi akibat kendaraan yang belok kanan, yang sering kali memperlambat arus lalu lintas utama.
2. Menghapus Arah Belok Kanan di Jalan Raya Permata Cibubur
Arah belok kanan yang ada di Jalan Permata Cibubur juga dapat dihapuskan, sehingga jalan tersebut menjadi satu arah dengan alur kendaraan yang berbelok kiri menuju Jalan Cileungsi Jonggol. Dengan langkah ini, pergerakan kendaraan dapat lebih terorganisir, mengurangi gesekan antar jalur yang berpotensi menambah kemacetan dan tundaan.

Dengan kedua solusi tersebut, diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pergerakan kendaraan, mengurangi tundaan, serta memperbaiki kinerja simpang secara keseluruhan. Langkah ini akan membantu menciptakan kondisi lalu lintas yang lebih lancar, sehingga mengurangi risiko kemacetan yang terjadi pada jam-jam sibuk.

Analisis perbaikan

1. Kapasitas dasar

Berdasarkan Tabel Kapasitas Dasar (C_0) dan hasil pengamatan, simpang 3 tak bersinyal yang ditinjau termasuk dalam tipe simpang 324, dengan nilai $C_0 = 3200$

2. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata- Rata

Penetapan lebar rata rata pendekat berdasarkan lebar pendekat rata rata simpang.

$$A = 9 \text{ m}$$

$$B = 6,2 \text{ m}$$

$$D = 6,2 \text{ m}$$

$$\text{LRP A} = A/2$$

$$= 9/2$$

$$= 4,5 \text{ m}$$

$$\text{LRP BD} = (B+D)/2$$

$$= (6,2 + 6,2)/2$$

$$= 6,2 \text{ m}$$

$$\text{LRP} = (\text{LRP A} + \text{LRP BD})/2$$

$$= (4,5 + 6,2)/2$$

$$= 5,35 \text{ m}$$

3. Faktor Koreksi Lebar Pendekat Rata-Rata (F_{LP})

Tipe Simpang = 324

$$F_{LP} = 0,62 + (0,0646 \times L_{PR})$$

$$= 0,62 + (0,0646 \times 5,35)$$

$$= 0,62 + 0,35$$

$$= 0,97$$

4. Faktor Penyesuaian Median Jalan Utama

Faktor penyesuaian median jalan utama, yang ditunjukkan pada tabel 2.4, adalah 1, karena jalan utama Jalan Raya Cileungsi Jonggol tidak memiliki median.

5. Faktor Koreksi ukuran kota (F_{cs})

Faktor Ukuran Kota (F_{UK}) dihitung berdasarkan ukuran kota dan jumlah penduduknya. Data BPS Kabupaten Bogor menunjukkan bahwa populasi Kabupaten Bogor pada tahun 2024 adalah 5.682.303 jiwa, yang menunjukkan bahwa Kabupaten

Bogor adalah kota sangat besar, sesuai dengan pedoman Tabel 2.5. Akibatnya, nilai FUK area ini adalah 1,05.

6. Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan hambatan samping dan kendaraan tak bermotor (F_{rsu}).

Lokasi penelitian termasuk dalam kategori hambatan samping tinggi di lingkungan jalan komersil. Dengan rasio kendaraan tak bermotor (R_{KTB}) 0,01, FM = 0,93.

$$\frac{y_2 - y}{y - y_1} = \frac{x_2 - x}{x - x_1}$$

$$\frac{0,05 - 0,01}{0,01 - 0} = \frac{0,88 - x}{x - 0,93}$$

$$FM = 0,93$$

Keterangan :

Y = nilai q_{KTB} / q_{KB}

X = nilai FHS sesungguhnya

Y₁, Y₂ = rasio kendaraan tak bermotor R_{KTB}

X₁, X₂ = rasio kendaraan tak bermotor R_{KTB}

7. Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri (F_{BKi})

Dengan menggunakan persamaan 2.5, penyesuaian belok kiri disajikan dengan menghitung rasio arus belok kiri dan faktor koreksi rasio arus belok kiri.

$$RBKI = Q_{lt}/Q_{tot}$$

$$= 584/2321$$

$$= 0,25$$

$$FBKI = 0,84 + (1,61 \times RBKi)$$

$$= 0,84 + (1,61 \times 0,25)$$

$$= 0,84 + 0,40$$

$$= 1,25$$

Keterangan:

FBKI = Faktor koreksi arus belok kiri R_{BKi} = Rasio arus belok kiri

8. Factor Koreksi Belok Kanan (R_{BKa})

Nilai rasio belok kanan (R_{BKa}), yang merupakan perbandingan antara arus lalu lintas belok kanan (Q_{BKa}) dan arus lalu lintas total (Q), diperlukan untuk menentukan Faktor Koreksi Arus Belok Kanan (F_{BKa}). Sebelum perbaikan, arus belok kanan di jalan Cileungsi Jonggol dan Permata Cibubur mungkin cukup tinggi, namun setelah implementasi perbaikan yang menghilangkan belok kanan pada kedua ruas jalan tersebut, nilai R_{BKa} menjadi 0,00. Dengan R_{BKa} = 0,00, artinya tidak ada arus lalu lintas belok kanan yang signifikan yang mempengaruhi volume lalu lintas di simpang tersebut. Hal ini berpengaruh pada penurunan kemacetan dan penundaan kendaraan, terutama pada simpang yang sebelumnya sering mengalami antrian kendaraan belok kanan. Persamaan 2.7 dapat digunakan untuk menghitung faktor koreksi arus belok kanan.

$$R_{BKa} = 0/3971 = 0$$

$$F_{BKa} = 1,09 - (0,922 \times R_{BKa})$$

$$= 1,09 - (0,922 \times 0)$$

$$= 1,09$$

9. Faktor Koreksi Rasio Arus Jalan Minor (F_{Mi})

Untuk menghitung faktor koreksi arus jalan minor (F_{Mi}), pertama-tama kita harus mengetahui nilai rasio arus jalan minor (R_{Mi}). R_{Mi} adalah perbandingan antara arus

lalu lintas jalan minor (Q_{mi}) dan arus lalu lintas total (Q_{Tot}) yang melewati simpang. Nilai R_{mi} dihitung dengan mengamati arus lalu lintas di jalan minor yang telah disesuaikan setelah perbaikan yang menghilangkan belok kanan di Jalan Cileungsi Jonggol dan Jalan Permata Cibubur. Tabel 2.7 digunakan untuk menentukan rasio arus jalan minor.

$$\begin{aligned} R_{mi} &= Q_{mi}/Q_{tot} \\ &= 338/2321 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

Untuk Tipe simpang Jalan Raya Cileungsi dengan tipe simpang 324 dan memiliki rasio jalan minor sebesar 0,15, dapat di hitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} F_{mi} &= 16,6xR_{mi}^4 - 33,3xR_{mi}^3 + 25,3xR_{mi}^2 - 8,6xR_{mi} + 1,95 \\ F_{mi} &= 16,6x0,15^4 - 33,3x0,15^3 + 25,3x0,15^2 - 8,6x0,15 + 1,95 \\ &= 0,008 - 0,11 + 0,57 - 1,29 + 1,95 \\ &= -0,102 + (-0,72) + 1,95 \\ &= 1,13 \end{aligned}$$

Jadi Rasio Arus jalan minor sebesar 0,15 dan Rasio Penyesuaian Jalan minor sebesar 1,13

10. Kapasitas Simpang

Dari semua factor penyesuaian dapat di hitung kapasitas jalan simpang dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times F_{Lp} \times F_m \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_{BK_i} \times F_{BK_a} \times F_{R_{mi}} \\ &= 3200 \times 0,97 \times 1 \times 1,05 \times 0,93 \times 1,24 \times 1,09 \times 1,13 \\ &= 4977,8 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

11. Derajat Kejenuhan (D_J)

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung derajat kejenuhan untuk persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol:

$$\begin{aligned} D_J &= Q/C \\ D_J &= 2321/4977,8 = 0,47 \end{aligned}$$

Nilai $D_J = 0,47$ setelah perbaikan menunjukkan bahwa persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol beroperasi pada derajat kejenuhan yang rendah. Hal ini berarti bahwa simpang tersebut masih memiliki kapasitas yang cukup untuk menampung volume lalu lintas yang ada, sehingga tidak terjadi kemacetan yang signifikan. Derajat kejenuhan yang rendah ini menunjukkan bahwa perbaikan yang dilakukan efektif dalam meningkatkan kinerja simpang, menjaga agar arus lalu lintas tetap lancar dan efisien. Dengan $D_J = 0,47$, simpang masih dalam kondisi yang cukup baik dan dapat menangani volume kendaraan dengan lancar.

12. Tundaan

a. Tundaan Lalu Lintas (T_{LL})

Tundaan lalu lintas sebelum perbaikan dihitung menggunakan Persamaan 2.11. Setelah perbaikan dilakukan dengan menghilangkan arah belok kanan pada jalan Raya Cileungsi Jonggol dan Jalan Raya Permata Cibubur, nilai D_J mengalami penurunan. Selanjutnya, tundaan lalu lintas setelah perbaikan dihitung menggunakan Persamaan 2.10.

$$\begin{aligned} T_{LL} &= 2 + 8,2078 D_J - (1 - D_J)^2 \\ &= 2 + 8,2078 \times 0,47 - (1 - 0,47)^2 \end{aligned}$$

$$= 2 + 3,86 - 0,28$$

$$= 5,58 \text{ dtk/SMP}$$

b. Tundaan Lalu lintas jalan Mayor

Nilai T_{LLMa} diperoleh dari Persamaan 2.12 berdasarkan nilai DJ. Sebelum dilakukan perbaikan alternatif, nilai T_{LLMa} dihitung menggunakan Persamaan 2.13. Namun, karena nilai DJ menurun dan menjadi lebih kecil dari 0,60 setelah perbaikan, maka T_{LLMa} dihitung menggunakan Persamaan 2.13.

$$\begin{aligned} T_{LLMa} &= 1,8000 + 5,8234 DJ - (1-DJ)^{1,8} \\ &= 1,8000 + 5,8234 \times 0,47 - (1-0,47)^{1,8} \\ &= 1,8000 + 2,74 - 0,32 \\ &= 4,2 \text{ dtk/smp} \end{aligned}$$

c. Tundaan Lalu Lintas Jalan Minor

$$\begin{aligned} T_{LLMi} &= Q_{tot} \times T_{LL} - Q_{ma} \times T_{LLMa} / Q_{mi} \\ &= (2321 \times 5,58 - 1983 \times 4,2) / 338 \\ &= 13,7 \text{ dtk/smp} \end{aligned}$$

d. Tundaan Geometrik

Persimpangan Jalan Raya Cileungsi Jonggol, setelah dilakukan perbaikan, memiliki derajat kejenuhan sebesar 0,47. Langkah pertama adalah menentukan nilai RB terlebih dahulu. Kemudian menghitung TG menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned} R_B &= Q_{LT} + Q_{RT} / Q_{tot} \\ &= (584 + 0) / 2321 \\ &= 0,25 \\ TG &= (1-DJ) \times [6 R_B + 3 (1-R_B)] + 4 DJ \\ TG &= (1-0,47) \times [6 \times 0,25 + 3 (1-0,25)] + 4 \times 0,47 \\ TG &= 4,13 \text{ det/smp} \end{aligned}$$

Keterangan :

TG = Tundaan geometric

DJ = Derajat kejenuhan

RB = Rasio arus belok terhadap arus total simpang

13. Tundaan simpang

$$\begin{aligned} T &= T_G + T_{LL} \\ &= 4,13 + 5,58 \\ &= 9,71 \text{ det/SMP} \end{aligned}$$

14. Peluang antrian

Batas atas peluang

$$\begin{aligned} PA &= 47,71 DJ - 24,68 DJ^2 + 56,47 DJ^3 \\ PA &= (47,71 \times 0,47) - (24,68 \times 0,47^2) + (56,47 \times 0,47^3) \\ PA &= 22,83 \end{aligned}$$

Batas bawah peluang

$$\begin{aligned} PA &= 9,02 DJ + 20,66 DJ^2 + 10,49 DJ^3 \\ PA &= (9,02 \times 0,47) + (20,66 \times 0,47^2) + (10,49 \times 0,47^3) \\ PA &= 9,9 \end{aligned}$$

15. Tingkat pelayanan simpang

Berdasarkan perhitungan tundaan yang diperoleh setelah dilakukan perbaikan, yaitu 9,71 detik per SMP, simpang ini dapat dikategorikan dalam Tingkat Pelayanan B

(Baik). Hal ini dikarenakan nilai tundaan tersebut berada dalam rentang 5,1 - 15 detik per SMP, yang menunjukkan bahwa arus lalu lintas masih lancar dengan sedikit penundaan. Simpang ini masih berfungsi dengan efisien dan mampu menampung volume kendaraan dengan baik.

Tabel 5. Volume Arus Lalu Lintas

Tanggal: 9-15 Des 2024

Ditangani oleh: Ditangani oleh:

Provinsi: Provinsi:

Kota Bogor

Provinsi : Jawa Barat

Jalan Mayor

Jalan Minor

Periode

Data Geometrik Simpang

Data Arus Lalu Lintas

1447

1958

573

868

Median pada Jal. Sempit	Lebar	MP=	KS, EMP = 1,80	KS=	SM=	qkb Total	RB	qktb
Faktor SMP	MP, EMP = 1,00	MP=	KS, EMP = 1,80	KS=	SM, EMP = 0,20	qkb Total	RB	qktb
Arus Lalu Lintas	kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam	kend/jam	SMP/jam
Jalan Mayor 2 dari Pendekat B	qBK1 (1) 154	154	5	9	414	83	573	246
	qLRs (2) 589	589	96	174	1297	259	1982	1022
	qBKs (3) 0	0	0	0	0	0	0	0,00
	qTotal (1+2+3) 743	743	101	182	1711	342	2556	1268
Jalan Mayor1 dari Pendekat D	qBK1 (1) 0	0	0	0	0	0	0	0
	qLRs (2) 360	360	80	144	1058	212	1498	715
	qBKs (3) 0	0	0	0	0	0	0	0,00
	qTotal (1+2+3) 520	520	81	146	1672	334	2272	715
Total Jalan Mayor (q _m =a)	1263	1263	182	328	3383	677	4828	1983
Jalan Minor dari Pendekat A	qBK1 (1) 200	200	3	5	665	133	868	338
	qLRs (2) 0	0	0	0	0	0	0	1,00
	qBKs (3) 0	0	0	0	0	0	0	0,00
	qTotal (1+2+3) 200	200	3	5	665	133	868	338
Total Jalan Minor (q _m =a)	200	200	3	5	665	133	868	338
Total dari jalan mayor dan jalan mayor	qBK1 (1+1+1) 355	355	8	14	1079	216	1441	584
	qLRs (2+2+2) 948	948	176	318	2355	471	3480	1737
	qBKs (3+3+3) 0	0	0	0	0	0	0	0,00
	qTotal (1+1+1+2+2+2) 1463	1463	185	333	4048	821	5696	2321
	q _{tot} = q _m +q _m							
							R _m = q _m /q _{kb}	0,15
							R _{KB} = q _{KB} /q _{kb}	0,01

Sumber: Data Olahan Penulis, 2024

Tabel 6. Analisis Perhitungan Kapasitas Simpang

Simpang				Tanggal: 9-15 Desember - 2024				Ditangai oleh:			
				Kota:				Provinsi:			
MENGHITUNG KAPASITAS				Jalan Mayor:				Lingkungan Simpang:			
MENETAPKAN KINERJA				Jalan Minor:				Hambatan Samping:			
				Periode:							
1. Lebar Pendekat dan Tipe Simpang											
Pilihan	Jumlah Lengan Simpang	Lebar Pendekat, m						LRP	Jumlah Lajur		Tipe Simpang
		Jalan Minor			Jalan Mayor				Jalan Minor	Jalan Mayor	
		LA	LC	L _{AC}	(LB	LD	LBD				
1	3	9	0	4,5	6,2	6,2	6,2	5,35	2	4	324
2. Menhitung Kapasitas: $C : X \times Fup \times Fm \times Fuk \times Fhs \times Fbka \times FBKA \times Frmi$											
Pilihan	Kinerja Lalu Lintas								Kapasitas C SMP/jam		
	Kapasitas dasar Co SMP/jam	Lebar Pendekat rata-rata Flp	Median jalan Mayor Fm	Ukuran kota Fuk	Hambata n samping Fhs	Belok kiri Fbki	Belok kanan Fbka	Rasio minor/total Frmi			
	1	3200	0,93	1	1,05	0,93	1,25	1,09		1,14	4977,8
3. Menetapkan kinerja lalu lintas: Dj, T, dan Pa											
Pilihan	Kinerja lalu lintas							sasaran			
	Arus lalu lintas total Q SMP/jam	Derajat kejenuha n Dj	Tundaan lalu lintas simpang TLL	Tundaan lalu lintas jalan mayor Tllma	Tundaan lalu lintas minor TLLMI	Tundaan geometri simpang TG	Tundaan simpang T = TLL+TG		Peluang antrian Pa		
	1	2321	0,47	5,58	4,20	13,70	4,13		9,71	45953,00	

Sumber: Data Olahan penulis, 2024

KESIMPULAN

Simpang yang diteliti menunjukkan kondisi hampir jenuh dengan derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,82 dan tundaan rata-rata 15,69 detik per SMP, yang menempatkannya pada Tingkat Pelayanan C (cukup padat), sehingga diperlukan perbaikan untuk meningkatkan efisiensi lalu lintas. Faktor utama yang memengaruhi kinerja simpang meliputi kondisi geometrik, tingginya volume kendaraan pada jam sibuk, aktivitas kendaraan dari terminal, serta interaksi dengan kendaraan tak bermotor. Salah satu solusi yang diterapkan adalah penghapusan jalur belok kanan pada dua ruas jalan, yang berhasil meningkatkan kapasitas simpang menjadi 4.977,8 SMP/jam dan menurunkan DJ menjadi 0,47, dengan tundaan turun menjadi 9,71 detik per SMP sehingga mencapai Tingkat Pelayanan B (baik). Untuk penelitian selanjutnya, disarankan mengeksplorasi solusi tambahan seperti manajemen lalu lintas adaptif berbasis sensor, analisis perilaku pengguna jalan, serta simulasi rekayasa lalu lintas menggunakan perangkat lunak transportasi. Studi komparatif pada simpang lain di wilayah perkotaan dan semi-perkotaan juga dapat memperkaya strategi peningkatan kinerja simpang secara sistemik.

REFERENSI

- Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Ginting, S., & Widyaningsih, A. (2022). "Analisis Geometrik dan Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal di Kawasan Perkotaan". *Jurnal Transportasi Indonesia*, 15(2), 100-112.
- Sihotang, R., et al. (2023). "Keterlambatan Lalu Lintas di Persimpangan Tak Bersinyal". *Jurnal Infrastruktur dan Transportasi Indonesia*, 18(3), 250-265.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2024). *Statistik Penduduk Kabupaten Bogor Tahun 2024*. Jakarta: BPS Indonesia.
- Muhammad Syaifullah. (2023). "Evaluasi Kinerja Simpang Empat di Jalan HOS. Cokroaminoto, Gorontalo". *Jurnal Teknik Transportasi*, 12(4), 298-310.
- Anita Suryani. (2024). "Analisis Kinerja Simpang Empat Tak Bersinyal di Jalan Gelatik". *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 10(1), 55-70.
- Diana Nur Afni. (2023). "Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal di Jalan Ahmad Yani - Jalan Raden Intan, Gadingrejo". *Jurnal Teknik Lalu Lintas*, 8(2), 120-135.
- Muhamad Hidayat, et all. (2024). "Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Jalan Raya Cibolang, Sukabumi". *Jurnal Transportasi Regional*, 7(3), 80-95.
- I Kadek Arta Bawa. (2024). "Studi Kinerja Simpang Lima Balapan Menggunakan PKJI 2023 dan VISSIM". *Jurnal Transportasi Urban*, 5(4), 140-160.
- Ichwan Hadi Saputra, et all. (2024). "Analisis Kinerja Simpang Tiga Ketapang Cepu". *Jurnal Infrastruktur Jalan dan Jembatan*, 6(2), 45-60.
- Google Maps. (2024). *Peta Lokasi Penelitian Jalan Raya Cileungsi Jonggol dan Jalan Raya Permata Cibubur*. Retrieved from <https://maps.google.com>
- MKJI. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum.
- Natasha S. F. Pangalila . et all. (2024). Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal. *Jurnal TEKNO* (Vol. 22, No. 88, Tahun 2024)
- Rodika Utama & Alizar (2024). Analisis Persepsi Penumpang Pada Pelayanan LRT JABODEBEK. *Jurnal Ilmiah Tesinas Vol 7*.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).