ISSN : 2089-6743
e-ISSN : 2797-426X

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG MELALUI *RE-SETTING APILL* (ALAT PEMBERI ISYARAT LALU LINTAS) PADA SIMPANG COKROAMINOTO - GATOT SUBROTO DENPASAR

Gede Sumarda[1*], Naufal Elian Suhartono[2], I Wayan Diasa[3], I Wayan Sulatra[4]

[1,2,3]Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ngurah Rai, Denpasar
[4]Program Studi Program Profesi Insinyur, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ngurah Rai, Denpasar
Email: gede.sumarda@unr.ac.id
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

ABSTRAK: Kemacetan pada simpang bersinyal Cokroaminoto – Gatot Subroto, Denpasar disebabkan oleh tingginya volume kendaraan yang melintasi simpang, khususnya pada jam sibuk pagi, siang, dan sore, dengan proporsi kendaraan didominasi sepeda motor (70%) diikuti mobil penumpang (26%) dan kendaraan sedang (4%). Kondisi eksisting menunjukkan derajat kejenuhan tertinggi 1,94 pada arah utara siang hari, panjang antrean maksimum mencapai 361 meter pada arah selatan pagi hari, serta tundaan tertinggi 132 detik/smp pada arah utara sore hari, dengan *Level of Service (LOS)* kategori F pada lengan terdampak. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja eksisting simpang menggunakan metode PKJI 2023, memodelkan kondisi lalu lintas dengan PTV Vissim, serta mengevaluasi efektivitas *re-setting* APILL. Hasil optimalisasi menunjukkan penurunan panjang antrean rata-rata hingga 18%, pengurangan tundaan rata-rata hingga 25,81%, dan perbaikan signifikan pada arah selatan dari 88 menjadi 26 detik/smp. Dengan demikian, *re-setting* APILL terbukti meningkatkan efisiensi simpang, menekan antrean, mengurangi tundaan, dan memperbaiki derajat kejenuhan, sehingga menjadi solusi potensial dalam mengurangi kemacetan lalu lintas perkotaan.

Kata kunci: Simpang Bersinyal, PKJI 2023, PTV Vissim, Tundaan, *Re-Setting APILL.*

***ABSTRACT**: Traffic congestion at the Cokroaminoto – Gatot Subroto signalized intersection in Denpasar is primarily caused by high vehicle volumes during peak hours, with traffic composition dominated by motorcycles (70%), followed by passenger cars (26%) and medium vehicles (4%). The existing condition shows the highest degree of saturation of 1.94 on the north approach during midday, a maximum queue length of 361 meters on the south approach in the morning, and the highest delay of 132 sec/pcu on the north approach during midday, with Level of Service (LOS) F on the most affected lanes. This study aims to analyze the existing performance of the intersection using the Indonesian Highway Capacity Manual (PKJI) 2023, model traffic conditions using PTV Vissim, and evaluate the effectiveness of APILL re-setting. Optimization results indicate an average reduction in queue length of up to 18%, a decrease in average delay by 25.81%, and significant improvement on the south approach from 88 to 26 sec/pcu. Consequently, APILL re-setting effectively enhances intersection efficiency, reduces queues and delays, and improves the degree of saturation, offering a practical solution for alleviating urban traffic congestion.*

***Keywords:** Signalized Intersection, PKJI 2023, PTV Vissim, Delay, Signal Re-Setting.*

PENDAHULUAN

Simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto merupakan simpang bersinyal yang berperan penting dalam sistem transportasi Kota Denpasar. Kawasan di sekitar simpang didominasi oleh tata guna lahan komersial dan pendidikan yang secara langsung berkontribusi terhadap tingginya mobilitas orang dan barang. Selain itu di sekitar simpang juga terdapat simpul transportasi penting yaitu Terminal tipe C Ubung yang melayani angkutan dalam kota dan antar wilayah. Peningkatan volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan pengaturan sinyal yang tepat menyebabkan kemacetan pada jam sibuk. Permasalahan utama terletak pada pengaturan waktu siklus dan fase APILL yang tidak sesuai dengan kondisi aktual.

Penelitian ini menggunakan dua pendekatan utama, yaitu Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan simulasi mikroskopik menggunakan perangkat lunak Planung Transport Verkehr – Verkehr In Stadten – SIMulationsmodell (PTV Vissim). PKJI 2023 menyediakan norma dan parameter evaluatif yang valid secara nasional untuk menilai kapasitas dan kinerja simpang bersinyal, sedangkan Vissim memungkinkan pemodelan kondisi lalu lintas yang kompleks secara realistis, termasuk interaksi antar kendaraan dan pejalan kaki (Ayu Widari et al., 2023; Fellendorf & Vortisch, 2010). Pendekatan kombinasi ini telah terbukti efektif dalam penelitian terdahulu (Cahya P. P. et al., 2024; Kariyana et al.,

2025); misalnya, Hutahaean & Susilo (2021) menggunakan Vissim dan PKJI untuk mengevaluasi simpang di Bandung dan menemukan bahwa optimasi fase sinyal dapat mengurangi panjang antrean, Hidayat et al. (2023) menerapkan metode serupa pada simpang di Balapan dan menghasilkan rekomendasi *re-setting* APILL yang meningkatkan efisiensi lalu lintas, serta Roma Andika (2022) menunjukkan bahwa pengaturan ulang waktu siklus APILL pada simpang di Kota Tegal mampu mengurangi konflik kendaraan dan meningkatkan tingkat pelayanan. Penelitian lain yang relevan dari Jurnal Ilmiah Kurva Teknik juga menunjukkan bahwa pengaruh geometri dan konfigurasi sinyal terhadap kinerja simpang dapat dianalisis dengan integrasi PKJI 2023 dan Vissim, dan hasilnya mampu menurunkan panjang antrean hingga 50 % serta tundaan hingga 40 % pada Simpang Tugu Wisnu di Kota Surakarta (Devi, Mardikawati, & Atmajaya, 2024). Dengan demikian, integrasi PKJI 2023 dan Vissim memberikan landasan analitis yang kuat untuk memahami permasalahan di Simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto serta menghasilkan rekomendasi teknis yang lebih akurat.

Oleh karena itu, diperlukan evaluasi kinerja simpang menggunakan metode PKJI 2023 dan simulasi mikroskopik PTV Vissim untuk merumuskan strategi peningkatan kinerja melalui *re-setting* sinyal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi konkret bagi pemerintah daerah dan instansi terkait dalam mengelola waktu siklus yang lebih efektif di Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto.

Persimpangan

Persimpangan merupakan titik dalam jaringan transportasi di mana beberapa jalur bertemu dan berinteraksi. Pada titik ini, aliran kendaraan dari berbagai arah berkumpul, kemudian menyebar ke berbagai arah saat meninggalkan persimpangan, sehingga menjadi salah satu komponen krusial yang memengaruhi kelancaran arus lalu lintas urban (FHWA, 2010). Persimpangan memiliki peran penting dalam menentukan efisiensi sistem transportasi perkotaan dan keselamatan pengguna jalan, karena konflik pergerakan dapat menghasilkan antrean panjang dan tundaan tinggi jika tidak terkelola dengan baik. Secara umum, persimpangan dibagi menjadi dua kategori utama: persimpangan bersinyal (signalized intersection) dan persimpangan tak bersinyal (unsignalized intersection). Pada persimpangan bersinyal, Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) digunakan untuk mengatur pergerakan kendaraan dan pejalan kaki dengan tujuan meminimalkan konflik lalu lintas serta mengurangi antrean dan tundaan (Kementerian Perhubungan RI, 2014; Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023).

Persimpangan bersinyal dapat dikelompokkan berdasarkan geometri, jumlah lengan, dan jumlah fase sinyal. Misalnya, persimpangan T (3 lengan) umum kita temukan di area permukiman, persimpangan empat lengan di pusat kota, sedangkan persimpangan multi-lengan (≥5 lengan) biasanya memerlukan pengaturan fase sinyal yang kompleks atau alternatif rekayasa seperti bundaran atau underpass untuk meningkatkan kapasitas dan keselamatan (Syaifullah et al., 2024). Dalam penelitian terdahulu yang dipublikasikan di Jurnal Ilmiah Kurva Teknik, penggunaan pendekatan PKJI 2023 dipadukan dengan pemodelan *microsimulation* menggunakan perangkat lunak PTV Vissim pada Simpang Tugu Wisnu di Kota Surakarta menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu menangkap dinamika lalu lintas serta efek geometrik dan konfigurasi sinyal terhadap kinerja simpang, menghasilkan pengurangan panjang antrean hingga 50% dan penurunan tundaan hingga 40% setelah optimasi sinyal (Devi, Mardikawati, & Atmajaya, 2024) .

Kinerja suatu persimpangan ditentukan oleh parameter teknis seperti panjang antrean, tundaan rata-rata, derajat kejenuhan (DJ), dan *Level of Service (LOS)*, yang menjadi dasar dalam evaluasi, perancangan, atau optimasi fase sinyal untuk meningkatkan efisiensi operasional (Hidayat et al., 2023; Transportation Research Board, 2022). Oleh karena itu, pemahaman yang menyeluruh mengenai karakteristik persimpangan sangat penting dalam penelitian ini, karena kondisi geometrik, distribusi volume, dan interaksi arus kendaraan di Simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto memengaruhi hasil analisis kinerja, simulasi Vissim, dan rekomendasi teknis *re-setting* APILL.

Kinerja Simpang

Kinerja lalu lintas pada simpang diukur pada kondisi arus yang dievaluasi selama 1 (satu) jam. Arus tersebut merupakan arus lalu lintas yang representatif dari masa pelayanan dan dapat merupakan arus hasil pengukuran di lapangan atau arus rencana. Untuk menilai kinerja lalu lintas, kriteria desain yang umum digunakan adalah DJ dengan nilai yang umum DJ≤0,85. Penilaian ini menjadi dasar dalam menentukan apakah suatu simpang memerlukan penanganan lebih lanjut, seperti penyesuaian fase sinyal, penambahan lajur atau perubahan geometrik lainnya.

Kapasitas Simpang APILL

Analisis kapasitas simpang APILL dilakukan per pendekat yang dapat terdiri atas satu atau lebih sub-pendekat sesuai pengaturan fase atau pemisahan fisik.

$$C = J \times WH/S \quad (1)$$

C = kapasitas simpang APILL (smp/jam), J = arus jenuh (smp/jam), WH = total waktu hijau dalam satu siklus (detik), dan S = waktu siklus (detik)

Panjang Antrean Simpang APILL

Panjang antrean terjadi jika arus masuk melebihi arus jenuh, sehingga kendaraan-kendaraan terkumpul sampai mencapai kapasitas maksimum.

$$PA = Nq \times 20/LM \quad (2)$$

PA = panjang antrean (m), Nq = jumlah kendaraan dalam antrean (smp), dan LM = lebar jalur masuk (m)

Tundaan Rata-Rata Simpang APILL

Tundaan rata-rata simpang APILL dihitung dari tundaan geometrik dan tundaan lalu lintas.

$$T = TG + TLL \quad (3)$$

T = tundaan (detik/smp), TG = tundaan geometri (detik/smp), dan TLL = tundaan lalu lintas (detik/smp)

Tingkat Pelayanan Simpang APILL

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 (2015) tingkat pelayanan diklasifikasikan berdasarkan tundaan rata-rata simpang.

Tabel 1. Tingkat Pelayanan Simpang APILL

Tingkat Pelayanan	Keterangan
A	Jika kondisi tundaan rata-rata <5 detik per kendaraan
B	Jika kondisi tundaan rata-rata ≤5 detik sampai 15 detik per kendaraan
C	Jika kondisi tundaan rata-rata ≤15 detik sampai 25 detik per kendaraan
D	Jika kondisi tundaan ≤25 detik sampai 40 detik per kendaraan
E	Jika kondisi tundaan ≤40 detik sampai 60 detik per kendaraan
F	Jika kondisi tundaan ≥60 detik per kendaraan

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 (2015)

Simulasi Lalu Lintas Berbasis Perangkat Lunak PTV Vissim 2023

Vissim adalah sebuah perangkat lunak simulasi berbasis mikroskopik yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis lalu lintas jalan raya serta perilaku pengemudi dalam berbagai skenario. Dalam konteks mikroskopik artinya setiap kendaraan dan pejalan kaki disimulasikan secara individual, sehingga bisa menangkap interaksi antar pengguna jalan secara detail.

Output PTV Vissim

Dalam PTV Vissim analisis kinerja operasional suatu simpang secara mendalam dilakukan menggunakan fitur *Node* Evaluation. Sebuah node diidentifikasi sebagai area (poligon) yang mencakup seluruh lengan simpang, memungkinkan pengukuran parameter kinerja secara agregat. Dari evaluasi ini dihasilkan dua output krusial, yang pertama adalah tundaan, yang merepresentasikan waktu tempuh tambahan yang dialami kendaraan akibat interaksi dengan kendaraan lain dan sinyal lalu lintas. Kedua adalah panjang antrean yang secara langsung mengindikasikan tingkat kepadatan dan efektivitas pengaturan sinyal.

Validasi Model Vissim

Validasi model Vissim dengan parameter volume adalah proses esensial untuk mengonfirmasi bahwa model simulasi akurat merepresentasikan lalu lintas di lapangan. Untuk membandingkan ini,

metode standar industri adalah statistik GEH, sebuah formula yang lebih andal daripada persentase *error* biasa karena dapat mentoleransi perbedaan pada volume rendah namun tetap ketat pada volume tinggi.

$$GEH = sqrt(2(qs - qo)^2/(qs + qo)) \quad (4)$$

qo = volume observasi (kend/jam) dan qs = volume simulasi (kend/jam)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto yang berlokasi di Kota Denpasar yang merupakan salah satu simpang utama dalam mengelola arus lalu lintas ibu kota Bali. Waktu penelitian juga merupakan faktor krusial yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan data yang representatif. Pengumpulan data dilakukan pada hari dan jam kerja, yaitu Senin sampai Kamis selama periode puncak sesuai data fase pengoperasian APILL dari Dinas Perhubungan Kota Denpasar. Data peta jaringan jalan diklasifikasikan berdasarkan fungsi, status dan kelas. Kemudian data fase pengoperasian APILL di Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto dalam bentuk dokumen didapatkan langsung dari Dinas Perhubungan Kota Denpasar. Pengumpulan data primer dilakukan selama periode hari kerja di hari Rabu karena berada di tengah minggu hari kerja sehingga dianggap mewakili kondisi lalu lintas normal pada hari kerja, tidak dipengaruhi kepadatan khas awal minggu maupun lonjakan arus menjelang akhir pekan yang melibatkan 12 surveyor. Dalam penelitian ini menggunakan 2 metode analisis yaitu menggunakan PKJI 2023 untuk menganalisis kinerja lalu lintas berupa derajat kejenuhan dari Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto, sedangkan Vissim digunakan untuk pemodelan dan simulasi lalu lintas eksisting dengan output tundaan dan panjang antrean serta kecepatan pada kaki simpang. Perangkat lunak yang digunakan pada analisis ini adalah Vissim yang merupakan perangkat lunak untuk memodelkan kondisi lalu lintas pada wilayah kajian sehingga memberikan efek visual dan pemodelan yang lebih baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

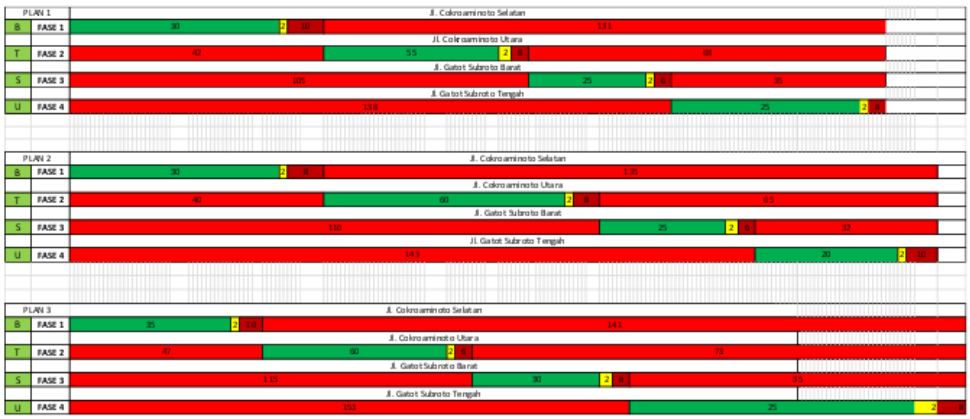
Pengumpulan Data

Hasil survei inventarisasi simpang digunakan sebagai dasar pembuatan geometri simpang pada simulasi Vissim setelah melakukan pengumpulan data inventarisasi kemudian disajikan sebagai berikut:

Tabel 2. Inventarisasi Simpang

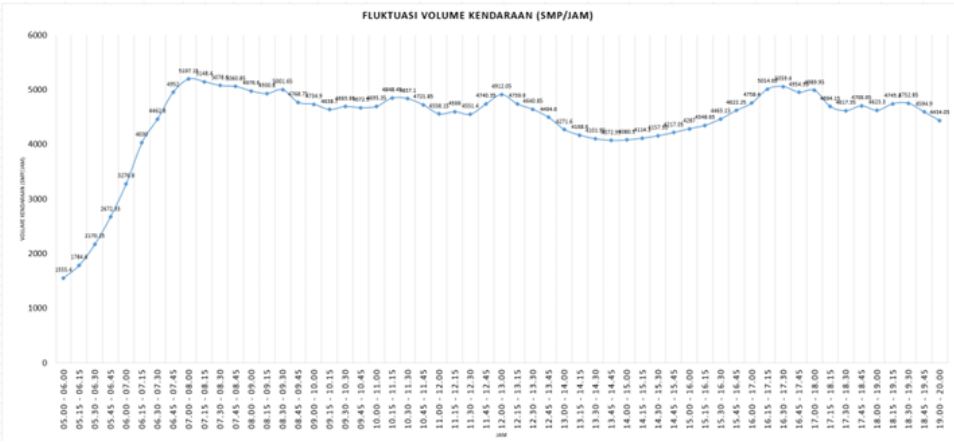
No	Arah	Status Jalan	Tipe	Lebar Pendekat (m)	Kelas Hambatan Samping
1	Selatan	Kota	4/2 UD	7,4	M
2	Utara	Kota	4/2 UD	7,5	M
3	Timur	Kota	4/2 UD	5,9	M
4	Barat	Kota	4/2 UD	10,6	M

Data fase APILL didapat melalui perolehan data sekunder dari pihak Dinas Perhubungan Kota Denpasar. Data yang didapat berupa tabel pengoperasian APILL menurut jam puncak dari Area Traffic Control System (ATCS).



Gambar 1. Diagram Siklus APILL Simpang Cokroaminoto

Waktu siklus di simpang kajian berbeda-beda pada setiap periode jam puncak, di mana waktu siklus tertinggi terjadi pada sore hari selama 188 detik, disusul oleh jam puncak siang selama 175 detik dan jam puncak pagi selama 173 detik. Survei CTMC dilakukan untuk mengetahui fluktuasi lalu lintas pada jam sibuk yang menjadi acuan evaluasi bagi setiap periode jam puncak pada Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto. Berikut adalah fluktuasi volume kendaraan pada Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto:



Gambar 2. Fluktuasi Kendaraan dari Pukul 05.00 - 20.00

Data jumlah kendaraan keseluruhan pada masing-masing periode menunjukkan bahwa jam puncak pada Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto terjadi pada pukul 07.00–08.00 Wita dengan pertumbuhan pergerakan kendaraan sudah mulai terlihat dari pukul 05.00 Wita.

Pembangunan Model Vissim

Pembangunan model pada aplikasi PTV Vissim dibuat semirip mungkin dengan kondisi aslinya untuk memberikan gambaran yang realistis terhadap kondisi eksisting simpang baik geometrik, pengaturan sinyal ataupun perilaku pengemudi. Pembangunan jaringan jalan dilakukan menggunakan data dari survei inventarisasi yang kemudian dibantu oleh representasi dari tangkap layar citra Google Earth.



Gambar 3. Pembangunan Model Jaringan Jalan

Data kendaraan dimasukan berdasarkan waktu sibuk yang terbagi menjadi 2 data yaitu data volume keseluruhan yang masuk pada kaki simpang dan data komposisi kendaraan.

Pengaturan Proses Simulasi Vissim

Dalam proses simulasi, pengaturan waktu diperlukan untuk menentukan durasi analisis. Pada penelitian ini, untuk mengevaluasi kinerja Simpang Cokroaminoto - Gatot Subroto digunakan periode simulasi selama 3.600 detik (1 jam). Sementara itu, total waktu simulasi ditetapkan 4.200 detik, dengan proses perhitungan dimulai pada detik ke- 600 atau 10 menit setelah simulasi dijalankan. Pengaturan ini bertujuan agar kondisi lalu lintas pada seluruh pendekat simpang sudah terisi arus kendaraan sehingga hasil simulasi lebih representatif. Output simulasi berupa data kinerja lalu lintas yang dapat ditampilkan melalui model di PTV Vissim. Dalam penelitian ini, indikator kinerja yang digunakan adalah panjang antrean maksimum (QlenMax) serta waktu tundaan kendaraan (VehDelay).

Kalibrasi dan Validasi Model

Proses Kalibrasi dan Validasi model digunakan dengan metode GEH pada jam puncak simpang yaitu pukul 07.00 – 08.00 Wita dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Validasi Menggunakan Metode GEH

Pendekat	Observasi (kend. /jam)	Simulasi (kend. /jam)	GEH	Keterangan
Utara	2.866	2.875	0,168	Diterima
Selatan	5.412	5.377	0,477	Diterima
Barat	2.001	2.028	0,602	Diterima
Timur	4.631	4.635	0,059	Diterima

Dari hasil validasi dapat diketahui bahwa keseluruhan kaki simpang memiliki nilai GEH dibawah 5 yang mengindikasikan bahwa model telah valid dan dapat digunakan untuk analisis metode PTV Vissim.

Kinerja Eksisting

Kinerja eksisting yang dihitung dengan pendekatan PKJI 2023 menghasilkan luaran berupa derajat kejenuhan (Dj) sebagai contoh perhitungan derajat kejenuhan menggunakan pendekat barat simpang kajian pada fase 1. Langkah pertama dalam perhitungan derajat kejenuhan adalah dengan menghitung arus jenuh dasar (Jo) dan arus jenuh yang disesuaikan (J) dari masing-masing pendekat dengan mengalikan lebar efektif pendekat.

Dari perhitungan kapasitas pada pendekat barat ditemukan bahwa kapasitas dari pendekat barat adalah sebesar 1.044 smp/jam yang kemudian nilai ini dibandingkan dengan volume arus yang melintas pada kaki simpang tersebut sebagai berikut :

Tabel 4. Derajat Kejenuhan Masing-masing Pendekat Berdasarkan Periode Jam Puncak

Pendekat	Pagi 07.00-08.00	Siang 08.30-09.30	Sore 16.30-17.30
Barat	0,95	1,20	0,84
Timur	1,08	0,85	1,02
Selatan	1,79	1,57	1,35
Utara	1,77	1,94	1,83

Hasil perhitungan derajat kejenuhan pada seluruh kaki simpang menunjukan bahwa rata-rata keseluruhan kaki simpang kajian memiliki nilai derajat kejenuhan lebih dari 0,85 sehingga perlu untuk dilakukan optimalisasi pada waktu siklus masing-masing simpang kajian.

Kinerja lalu lintas eksisting dihitung berdasarkan pemodelan Vissim dengan luaran berupa panjang antrean dalam satuan meter dan tundaan lalu lintas dalam satuan detik yang ditampilkan dalam tabel berikut.

Tabel 5. Panjang Antrean, Tundaan, dan Tingkat Pelayanan Eksisting

Periode	Jam Puncak	Arah	Panjang Antrean Eksisting (m)	Tundaan Eksisting (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
Pagi	07.00-08.00	Utara	87	39	D
Pagi	07.00-08.00	Selatan	361	86	F
Pagi	07.00-08.00	Timur	82	64	F
Pagi	07.00-08.00	Barat	241	56	E
Siang	08.30-09.30	Utara	99	45	E

Periode	Jam Puncak	Arah	Panjang Antrean Eksisting (m)	Tundaan Eksisting (detik/smp)	Tingkat Pelayanan
Siang	08.30-09.30	Selatan	228	88	F
Siang	08.30-09.30	Timur	85	68	F
Siang	08.30-09.30	Barat	133	47	E
Sore	16.30-17.30	Utara	267	132	F
Sore	16.30-17.30	Selatan	81	32	D
Sore	16.30-17.30	Timur	74	69	F
Sore	16.30-17.30	Barat	158	53	E

Berdasarkan hasil analisis tabel di atas, Secara umum, pada periode pagi (07.00 – 08.00) atau jam sibuk pagi arah selatan mengalami panjang antrean paling tinggi yaitu mencapai 361 meter dengan tundaan sebesar 86 detik/smp dengan tingkat pelayanan F. Kondisi ini menunjukkan bahwa pada jam sibuk pagi arus kendaraan dari arah selatan mendominasi beban lalu lintas di simpang.

Kinerja Optimalisasi

Setelah mendapatkan kinerja eksisting dari simpang kajian dilanjutkan dengan perhitungan waktu siklus optimal menggunakan metode PKJI 2023, sehingga didapatkan waktu siklus yang optimum yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Waktu Siklus APILL Setelah Optimalisasi

Periode	Pendekat	Kuning (dtk)	Merah (dtk)	Hijau (dtk)	Waktu Siklus (dtk)
Pagi	Barat	2	8	22	160
Pagi	Timur	2	8	46	160
Pagi	Utara kiri	2	8	46	160
Pagi	Selatan	2	8	34	160
Pagi	Utara	2	8	22	160
Siang	Barat	2	8	27	158
Siang	Timur	2	8	40	158
Siang	Utara kiri	2	8	40	158
Siang	Selatan	2	8	30	158
Siang	Utara	2	8	25	158
Sore	Barat	2	8	24	156
Sore	Timur	2	8	40	156
Sore	Utara kiri	2	8	40	156
Sore	Selatan	2	8	30	156
Sore	Utara	2	8	28	156

Waktu siklus optimalisasi yang telah ditentukan pada Tabel 6 kemudian diinput ke aplikasi Vissim untuk diterapkan pada model kajian dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Hasil Optimalisasi Tundaan

Periode	Jam	Arah	T Eks.	T Opt.	Perubahan (%)	TP
Pagi	07.00-08.00	Utara	39	38	-2,56	D
Pagi	07.00-08.00	Selatan	86	42	-51,16	E
Pagi	07.00-08.00	Barat	64	67	4,69	F
Pagi	07.00-08.00	Timur	56	74	32,14	F
Pagi	Rata-rata	-	61,25	55,25	-9,79	E
Siang	08.30-09.30	Utara	45	40	-11,11	D
Siang	08.30-09.30	Selatan	88	26	-70,45	C
Siang	08.30-09.30	Barat	68	62	-8,82	F
Siang	08.30-09.30	Timur	47	56	19,15	E
Siang	Rata-rata	-	62	46	-25,81	E
Sore	16.30-17.30	Utara	132	119	-9,85	F
Sore	16.30-17.30	Selatan	32	23	-28,13	C
Sore	16.30-17.30	Barat	69	60	-13,04	F

Periode	Jam	Arah	T Eks.	T Opt.	Perubahan (%)	TP
Sore	16.30-17.30	Timur	53	55	3,77	E
Sore	Rata-rata	-	71,50	64,25	-10,14	F

Hasil analisis menunjukkan bahwa setelah dilakukan *re-setting* APILL, nilai tundaan pada simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto mengalami perubahan yang cukup signifikan dibandingkan kondisi eksisting. Pada periode pagi (07.00–08.00), arah selatan mengalami perbaikan paling besar, dengan tundaan turun dari 86 detik/smp menjadi 42 detik/smp atau berkurang sekitar 51,16% dengan Tingkat Pelayanan E. Secara rata-rata, tundaan simpang pada periode ini menurun dari 61,25 detik/smp menjadi 55,25 detik/smp, atau berkurang sekitar 9,79%. Pada periode siang (08.30–09.30), hasil yang paling menonjol juga terjadi pada arah selatan, dengan penurunan tundaan dari 88 detik/smp menjadi 26 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan C, setara pengurangan 70,45%. Secara rata-rata, tundaan pada periode ini berhasil ditekan dari 62 detik/smp menjadi 46 detik/smp, atau berkurang 25,81%. Sementara itu, pada periode sore (16.30 – 17.30), arah selatan kembali mencatatkan perbaikan signifikan, yaitu dari 32 detik/smp menjadi 23 detik/smp atau berkurang sekitar 28,13% dengan Tingkat Pelayanan C. Rata-rata tundaan sore hari menurun dari 71,5 detik/smp menjadi 64,25 detik/smp, atau turun sekitar 10,14%.

Secara keseluruhan, hasil optimalisasi ini memperlihatkan bahwa penerapan *re-setting* APILL mampu menurunkan tundaan terutama pada arah selatan yang menjadi lengan simpang dengan beban lalu lintas terbesar. Penurunan terbesar dicapai pada jam puncak siang dengan efisiensi lebih dari 70%, sehingga strategi ini terbukti efektif dalam meningkatkan kinerja simpang.

Perbandingan Kinerja Simpang

Berdasarkan hasil analisis, dilakukan perbandingan kinerja simpang antara kondisi eksisting dengan hasil optimalisasi APILL sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 8. Perbandingan Kinerja Simpang Setelah Optimalisasi

Periode	Jam	Arah	PA Eks. / Opt. (m)	T Eks. / Opt. (detik/smp)	TP Eks. / Opt.
Pagi	07.00-08.00	Utara	87/82	39/38	D/D
Pagi	07.00-08.00	Selatan	361/165	86/42	F/E
Pagi	07.00-08.00	Barat	82/79	64/67	F/F
Pagi	07.00-08.00	Timur	241/263	56/74	E/F
Siang	08.30-09.30	Utara	99/86	45/40	E/D
Siang	08.30-09.30	Selatan	228/81	88/26	F/C
Siang	08.30-09.30	Barat	85/83	68/62	F/F
Siang	08.30-09.30	Timur	133/141	47/56	E/E
Sore	16.30-17.30	Utara	267/244	132/119	F/F
Sore	16.30-17.30	Selatan	81/67	32/23	D/C
Sore	16.30-17.30	Barat	74/67	69/60	F/F
Sore	16.30-17.30	Timur	158/148	53/55	E/E

Hasil perbandingan menunjukkan bahwa setelah dilakukan optimalisasi APILL, kinerja simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto mengalami perbaikan terutama pada lengan simpang arah selatan. Pada jam puncak pagi (07.00– 08.00), kondisi eksisting arah selatan mencatat antrean terpanjang sebesar 361 meter dengan tundaan 86 detik/smp yang dikategorikan dalam Tingkat Pelayanan F. Setelah dilakukan pengaturan ulang siklus, nilai antrean turun menjadi 165 meter dan tundaan berkurang menjadi 42 detik/smp, sehingga tingkat pelayanan meningkat ke Tingkat Pelayanan E. Perbaikan signifikan juga terjadi pada jam puncak siang (08.30–09.30), di mana antrean arah selatan berkurang dari 228 meter menjadi 81 meter, serta tundaan menurun dari 88 detik/smp menjadi 26 detik/smp, yang berdampak pada peningkatan Tingkat Pelayanan dari F menjadi C.

Meskipun pada arah utara masih terdapat nilai tundaan yang tinggi, yaitu 132 detik/smp pada kondisi eksisting dan 119 detik/smp setelah optimalisasi, yang tetap berada pada kategori Tingkat Pelayanan F, hasil ini menunjukkan adanya penurunan nilai tundaan meskipun belum mampu meningkatkan tingkat pelayanan. Pada jam puncak sore (16.30–17.30), kondisi eksisting arah utara juga memiliki tundaan besar sebesar 132 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan F, kemudian setelah optimalisasi menurun

menjadi 119 detik/smp meskipun tingkat pelayanan tidak berubah. Di sisi lain, arah selatan kembali menunjukkan perbaikan dengan tundaan turun dari 32 detik/smp menjadi 23 detik/smp dengan Tingkat Pelayanan yang konsisten.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, simpang Cokroaminoto – Gatot Subroto menunjukkan tingkat kejenuhan yang tinggi pada beberapa lengan, dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) tertinggi mencapai 1,94 pada arah utara sore hari. Kondisi eksisting juga memperlihatkan panjang antrean maksimum 361 meter pada arah selatan pagi hari dan tundaan tertinggi 132 detik/smp pada arah utara sore hari, dengan *Level of Service (LOS)* F pada lengan terdampak. Pemodelan menggunakan PTV Vissim mengonfirmasi kondisi eksisting, menunjukkan antrean dan tundaan tinggi yang menghambat arus lalu lintas. Setelah dilakukan optimasi siklus APILL dengan waktu siklus total 156–160 detik, terjadi perbaikan signifikan: panjang antrean rata-rata menurun hingga 18%, tundaan rata-rata berkurang hingga 25,81%, dan arah selatan menunjukkan penurunan tundaan dari 88 menjadi 26 detik/smp. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan ulang APILL terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi lalu lintas, menekan antrean, mengurangi tundaan, serta memperbaiki tingkat pelayanan pada beberapa lengan simpang, sehingga strategi ini dapat menjadi solusi teknis yang andal untuk mengurangi kemacetan di kawasan perkotaan.

DAFTAR PUSTAKA

Andika, R. (2022). Analisis kinerja simpang bersinyal untuk meningkatkan keselamatan dengan pengaturan ulang waktu siklus APILL di Simpang Empat Maya Kota Tegal. *Jurnal Universal Technic*, *1*(2), 84–95. https://doi.org/10.58192/unitech.v1i2.413

Ayu Widari, L., Ridwan, T., Maulani, E., & Teknik Sipil, J. (2023). Analisis kinerja simpang tak bersinyal menggunakan software PTV Vissim dengan metode PKJI 2014 pada Simpang Tiga Pancing, Kabupaten Deli Serdang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil dan Arsitektur (Senastesia)*, *1*, 1–14.

Cahya, A. P. P., Angelica, E. G., Setijowarno, D., & Hartanto, D. (2024). Optimalisasi kinerja simpang bersinyal menggunakan metode PKJI 2023 dan program PTV Vissim (Studi kasus: Simpang Peterongan dan Simpang Ahmad Yani). *G-SMART*, *8*(1). https://doi.org/10.24167/gsmart.v8i1.11477

Devi, K. W., Mardikawati, B., & Atmajaya, A. B. (2024). Pengaruh geometri dan konfigurasi sinyal terhadap kinerja simpang dengan pendekatan PKJI 2023 dan PTV VISSIM: Studi kasus Simpang Tugu Wisnu di Kota Surakarta. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik*, *13*(1), 1–10. https://doi.org/10.36733/jikt.v13i1.9027

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2023*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Federal Highway Administration. (2010). *Traffic control devices handbook*. Federal Highway Administration.

Fellendorf, M., & Vortisch, P. (2010). Microscopic traffic flow simulator VISSIM. Dalam J. Barcelo (Ed.), *Fundamentals of traffic simulation* (hlm. 63–93). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-6142-6_2

Hidayat, D. W., Atmajaya, A. B., Suartawan, P. E. S., & Bawa, K. A. (2023). Evaluasi efektifitas pengaturan sinyal pada Simpang 5 Balapan untuk meningkatkan kinerja simpang dengan pendekatan PKJI 2023 dan Vissim. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan*, *10*(2), 91–101. https://doi.org/10.46447/ktj.v10i2.568

Hutahaean, Y. G., & Susilo, B. H. (2021). Evaluasi simpang bersinyal Taman Sari–Cikapayang Kota Bandung dengan analisis Vissim. *Jurnal Teknik Sipil*, *17*(1), 70–87. https://doi.org/10.28932/jts.v17i1.2863

Kariyana, I. M., Pamungkas, T. H., & Fahmi, U. A. N. (2025). Analisis kinerja simpang bersinyal berdasarkan PKJI 2023 dan PTV VISSIM 2025 (Studi kasus: Simpang Padang Galak Kota Denpasar). *Reinforcement Review in Civil Engineering Studies and Management*, *4*(2), 91–103. https://doi.org/10.38043/reinforcement.v4i2.7045

Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2014). *Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 49 Tahun 2014 tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas*.

Park, B., & Schneeberger, J. D. (2003). Microscopic simulation model calibration and validation: Case study of VISSIM simulation model for a coordinated actuated signal system. *Transportation Research Record*, *1856*(1), 185–192. https://doi.org/10.3141/1856-20

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96. (2015). *Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

Syaifullah, M., Kadir, Y., Frice, D., & Desei, L. (2024). Kinerja simpang empat tak bersinyal menggunakan metode PKJI 2023 dan software VISSIM. *Jurnal Konstruksia*, *15*(1).

Tohom, F., Prasetyaningsih, I. D., & Hadi, S. (2025). VISSIM-based assessment of road performance under proposed bicycle lane scenarios: Case study Adi Sumarno Road in Karanganyar. *BIS Energy Engineering*, *2*, Artikel V225016. https://doi.org/10.31603/biseeng.356

Transportation Research Board. (2022). *Highway capacity manual: A guide for multimodal mobility analysis* (Edisi ke-7). The National Academies Press.

Wunderlich, K., Vasudevan, M., & Wang, P. (2019). *Traffic analysis toolbox volume III: Guidelines for applying traffic microsimulation modeling software 2019 update to the 2004 version*. Federal Highway Administration.