

Koordinasi Simpang APILL pada Simpang Sulfat dan Simpang Ciliwung Kecamatan Blimbing Kota Malang

Rizki Muhammad Ihsan, Bambang Supriyanto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang

ARTICLE INFO

Kata Kunci: koordinasi simpang APILL, *offset*, *bandwidth*, pedoman kapasitas jalan Indonesia 2023

***Correspondence email:**

rzkmihsan@gmail.com,
bambang.supriyanto.ft@um.ac.id

Submitted: 20-12-2024

Revised: 24-01-2025

Accepted: 06-02-2025

Published: 06-02-2025

ABSTRAK

Simpang APILL Sulfat dan Simpang APILL Ciliwung merupakan salah satu bagian jalan pada ruas Jalan Sunandar Priyo Sudarmo, Kota Malang. Simpang APILL Sulfat dan Simpang APILL Ciliwung memiliki jarak sepanjang 270 meter dan merupakan simpang APILL yang belum terkoordinasi karena memiliki perbedaan waktu siklus. Waktu siklus eksisting pada Simpang APILL Sulfat adalah 122 detik dan pada Simpang APILL Ciliwung adalah 83 detik. Saat berada pada jam-jam puncak, tundaan dan antrian kendaraan terjadi di kedua simpang APILL ini. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja kedua simpang APILL pada kondisi eksisting, mengkoordinasikan kedua simpang sehingga terjadi peningkatan kinerja dan analisis kinerja pada tahun yang akan datang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan formulir pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023. Hasil yang didapat menunjukkan Simpang APILL Sulfat memiliki derajat kejenuhan 0.89 dengan tingkat pelayanan E dan Simpang APILL Ciliwung memiliki derajat kejenuhan sebesar 1.34. Hasil perencanaan alternatif menunjukkan Simpang APILL Sulfat menghasilkan derajat kejenuhan sebesar 0.74 dan tundaan sebesar 24.05 dengan tingkat pelayanan C dan Simpang APILL Ciliwung menghasilkan derajat kejenuhan 0.8 dan tundaan sebesar 23.83 dengan tingkat pelayanan C. Perencanaan waktu siklus baru direncanakan untuk mengkoordinasi kedua simpang dan dihasilkan waktu siklus sebesar 68 detik. Koordinasi simpang APILL menghasilkan bandwidth 23 detik dan 22 detik. Kinerja simpang APILL yang telah terkoordinasi pada 5 tahun mendatang akan menurun hingga mencapai tingkat pelayanan F.

ABSTRACT

Keywords:

signalized intersection
coordination, *offset*, *bandwidth*,
Indonesian road capacity
guidelines 2023

Sulfat signalized intersection and Ciliwung signalized intersection is one of the road sections on Jalan Sunandar Priyo Sudarmo, Malang City. Sulfat signalized intersection and Ciliwung signalized intersection have a distance of 270 meters and are signalized intersections that have not been coordinated because they have different cycle times. The existing cycle time at Sulfat signalized intersection is 122 seconds and at Ciliwung signalized intersection is 83 seconds. During peak hours, delays and vehicle queues occur at these two signalized intersections. The purpose of this study is to analyze the performance of the two signalized intersections in existing conditions, coordinate the two intersections so that there is an increase in performance and performance analysis in the coming year. The method used in this research is to use the form in the Indonesian Road Capacity Guidelines Year 2023. The results obtained show that Sulfat signalized intersection has a degree of saturation of 0.89 with level of service E and Ciliwung signalized intersection has a degree of saturation of 1.34. Alternative planning results show Sulfat signalized intersection produces a degree of saturation of 0.74 and a delay of 24.05 with level of service C and Ciliwung signalized intersection produces a degree of saturation of 0.8 and a delay of 23.83 with level of service C. A new cycle time was planned to coordinate the two intersections and the resulting cycle time was 68 seconds. The coordination of the signalized intersection resulted in a bandwidth of 23 seconds and 22 seconds. The performance of the coordinated signalized intersection in the next 5 years will decrease until it reaches level of service F.

PENDAHULUAN

Kota Malang sebagai salah satu kota terbesar di Provinsi Jawa Timur merupakan pusat industri dan pendidikan dengan luas wilayah sebesar 111.077 km². Pada tahun 2023 tercatat bahwa Kota Malang memiliki jumlah penduduk sebesar 847.182 jiwa dan memiliki laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,13%. Jumlah penduduk yang terus meningkat tersebut akan berpengaruh pada kebutuhan kendaraan bermotor. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Kota Malang (2023) jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang mengalami pertumbuhan, pada tahun 2022

menunjukkan bahwa peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Kota Malang mencapai 21,1% dari tahun sebelumnya. Penumpukan kendaraan pada waktu-waktu tertentu akan mengakibatkan kemacetan yang menghambat suatu arus lalu lintas di persimpangan (Bary & Moetrono, 2023).

Persimpangan merupakan faktor terpenting yang menentukan kapasitas jalan pada jalur lalu lintas perkotaan. Kapasitas suatu simpang mempengaruhi kapasitas jalan, sehingga konflik lalu lintas di persimpangan menyebabkan tundaan dan kemacetan (Oktaviani & Batista, 2023). Penanganan kemacetan yang umum diterapkan adalah dengan menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) pada persimpangan. APILL ditujukan untuk mengurangi konflik kendaraan pada suatu simpang dan mempertahankan kapasitas simpang pada jam puncak (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2023). Simpang APILL dengan jarak yang berdekatan akan menimbulkan masalah lain bila tidak terkoordinasi. Kendaraan yang sebelumnya telah melintasi satu simpang menuju simpang lainnya akan tertahan oleh isyarat merah sehingga memungkinkan untuk terjadi antrian kendaraan (Amalia, 2023).

Peningkatan volume kendaraan di Kota Malang mengakibatkan kemacetan di beberapa ruas jalan, salah satunya pada simpang APILL Sulfat dan simpang APILL Ciliwung ruas Jalan Sunandar Priyo Sudarmo Kecamatan Blimbing Kota Malang. Kedua simpang APILL tersebut memiliki jarak sebesar 270 meter, merupakan pertemuan antara jalan kolektor dan jalan arteri sekunder untuk kendaraan yang akan masuk ataupun keluar dari Kota Malang. Tata guna lahan di sekitar simpang ini didominasi oleh industri, perdagangan dan jasa. Simpang-simpang ini banyak dilalui kendaraan industri, kendaraan pengangkut, kendaraan roda empat dan roda dua sehingga memungkinkan untuk terjadi antrian pada waktu-waktu puncak (Dinindra, 2024)

Dengan jarak kedua simpang yang berdekatan memungkinkan untuk dilakukan rekayasa lalu lintas untuk meningkatkan kinerja simpang. Koordinasi simpang APILL merupakan upaya peningkatan kinerja simpang yang bertujuan untuk menghindarkan kendaraan yang bergerak keluar dari simpang untuk berhenti atau tertunda pada simpang berikutnya yang memiliki jarak relatif dekat (Risdiyanto, 2014). Salah satu syarat dalam koordinasi simpang APILL adalah simpang-simpangnya harus memiliki waktu siklus yang sama. Sehingga disimpulkan bahwa simpang APILL Sulfat dan Simpang APILL Ciliwung belum terkoordinasi (Roess, 2019).

Tujuan penelitian ini adalah (1) Untuk menganalisis kinerja kedua simpang APILL pada kondisi eksisting dengan meninjau derajat kejenuhan, tundaan dan panjang antrian. (2) Untuk mendapatkan hasil kinerja kedua simpang APILL setelah dilakukan koordinasi. (3) Untuk menganalisis kinerja simpang APILL yang telah terkoordinasi pada 5 tahun mendatang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada bidang pendidikan dan dapat dimanfaatkan oleh instansi terkait seperti Dinas Perhubungan dalam peningkatan kinerja dan koordinasi simpang APILL.

TINJAUAN PUSTAKA

Simpang APILL

Simpang APILL adalah simpang dengan lebih dari satu lengan dan dilengkapi dengan alat pengatur isyarat lampu lalu lintas yang berfungsi untuk pengaturan arus lalu lintas. Penggunaan simpang APILL ini disesuaikan dengan kondisi arus eksisting. Simpang APILL digunakan karena arus lalu lintas sangat tinggi dan tidak memungkinkan lagi penggunaan simpang tanpa sinyal (Risdiyanto, 2014). APILL mengatur pergerakan lalu lintas pada simpang dengan membatasi terjadinya konflik primer dan sekunder dengan pemisahan waktu berjalannya masing-masing arus dari pendekat.

Rasio Arus dan Kapasitas Simpang APILL

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) arus jenuh (J) merupakan hasil perkalian arus jenuh dasar (J_0) dengan faktor koreksi untuk penyimpangan pada kondisi eksisting. Arus jenuh dasar merupakan fungsi dari lebar efektif pendekat. Perhitungan arus jenuh dasar dan arus jenuh terkoreksi dihitung dengan **Persamaan 1** dan **2**.

$$J_0 = 600 \times L_E \quad (1)$$

$$J = J_0 \times F_{UK} \times F_{HS} \times F_P \times F_G \times F_{BKa} \times F_{BKl} \quad (2)$$

L_E : Lebar Efektif

F_{UK} : Faktor koreksi ukuran kota

F_{HS} : Faktor koreksi hambatan samping

F_P : Faktor koreksi kendaraan parkir

F_G : Faktor koreksi kelandaian

F_{BKa} : Faktor koreksi rasio belok kanan

F_{BKl} : Faktor koreksi rasio belok kiri

Rasio arus simpang adalah penjumlahan dari nilai rasio arus kritis dari semua fase. Rasio arus dan kapasitas simpang dihitung dengan menggunakan **Persamaan 3** dan **4**.

$$R_{q/J} = \frac{q}{J} \quad (3)$$

$$C = J \times \frac{W_H}{s} \quad (4)$$

- q : Volume lalu lintas
 J : Arus jenuh terkoreksi
 W_H : Waktu Hijau
 s : Waktu siklus

Kapasitas dan Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah nilai perbandingan arus terhadap kapasitas dan merupakan komponen dalam penilaian kinerja simpang APILL. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan bermasalah atau tidaknya kapasitas di suatu pendekatan atau simpang. Penentuan nilai D_J dihitung dengan **Persamaan 5**.

$$D_J = \frac{q}{C} \quad (5)$$

- D_J : Derajat kejenuhan
 q : Volume lalu lintas
 C : Kapasitas

Panjang Antrian

Rata-rata antrian kendaraan di awal fase hijau (N_q) dapat diperoleh dengan menjumlahkan kendaraan yang belum sempat melintas pada fase hijau sebelumnya (N_{q1}) dengan kendaraan yang baru bergabung dalam antrian selama fase merah (N_{q2}). Perhitungan panjang antrian menggunakan **Persamaan 6, 7, dan 8**.

$$N_q = N_{q1} + N_{q2} \quad (6)$$

Jika $D_J \leq 0,5$ maka, $N_{q1} = 0$;

Jika $D_J > 0,5$ maka,

$$N_{q1} = 0,25 \times s \times \left\{ (D_J - 1) + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{s}} \right\} \quad (7)$$

$$N_{q2} = s \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_J)} \times \frac{q}{3600} \quad (8)$$

Panjang antrian diperoleh dari perkalian rata-rata antrian kendaraan di awal fase hijau dengan luas area rata-rata satu mobil penumpang yaitu sekitar 20 m², kemudian dibagi dengan lebar masuk. Penentuan panjang antrian dihitung dengan **Persamaan 9**.

$$P_A = N_q \times \frac{20}{L_M} \quad (9)$$

Tundaan

Pada simpang APILL tundaan dapat terjadi akibat faktor lalu lintas dan geometrik. Dalam penentuan nilai tundaan rata-rata pada suatu pendekatan dapat digunakan **Persamaan 10**.

$$T_i = T_{LLi} + T_{Gi} \quad (10)$$

Dalam penentuan nilai tundaan lalu lintas rata-rata dapat digunakan **Persamaan 11**.

$$T_{LL} = s \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_J)} + \frac{N_{q1} \times 3600}{C} \quad (11)$$

Dalam penentuan nilai tundaan geometrik dapat digunakan **Persamaan 12**.

$$T_G = (1 - R_{KH}) \times P_B \times 6 + (R_{KH} \times 4) \quad (12)$$

Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan suatu simpang menunjukkan kinerjanya dan merupakan batas kondisi pengoperasian. Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan, yaitu kecepatan, tundaan, arus lalu lintas jenuh, serta derajat kejenuhan (Suryantara, 2023). Tingkat pelayanan merupakan gambaran kondisi operasional arus lalu lintas dan pengendara dalam kecepatan, waktu tempuh, kenyamanan, kebebasan bergerak, keamanan dan keselamatan (Natasya, 2024).

Kapasitas dan peningkatan volume kendaraan akan berpengaruh pada tingkat pelayanan, klasifikasi tingkat pelayanan ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Klasifikasi Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/kendaraan)
A	≤ 5.0
B	> 5.0 dan ≤ 15.0
C	> 15.0 dan ≤ 25.0
D	> 25.0 dan ≤ 40.0
E	> 40.0 dan ≤ 60.0
F	> 60.0

Sumber: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015)

Koordinasi Simpang APILL

Peningkatan kinerja simpang APILL dapat dilakukan dengan koordinasi simpang. Koordinasi simpang APILL dapat membantu mengurangi tundaan serta antrian kendaraan, simpang-simpang dalam jaringan jalan juga akan terhubung satu sama lain. Dengan koordinasi simpang ini diharapkan kendaraan yang keluar meninggalkan simpang tidak akan berhenti pada isyarat merah di simpang berikutnya (Kirono, 2018).

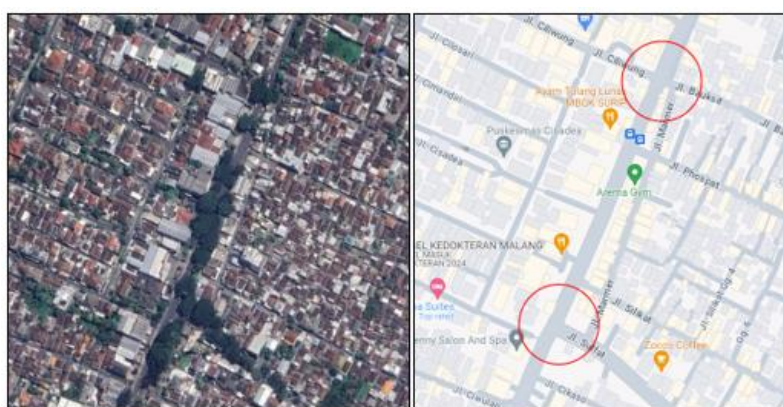
Offset dan Bandwidth

Offset merupakan waktu tempuh kendaraan yang keluar dari suatu simpang hingga mencapai simpang berikutnya. Waktu offset dihitung dengan perbandingan jarak antar simpang dengan kecepatan rata-rata kendaraan yang melintasi simpang menuju simpang berikutnya. Offset digunakan dalam penentuan mulainya isyarat hijau pada tiap simpang APILL. Bandwidth merupakan rentang waktu kendaraan yang melalui simpang terus berjalan tanpa bertemu isyarat merah pada simpang berikutnya (Pribadi, 2020;Fikri, 2022).

METODE

Metode penelitian ini diawali dengan studi literatur dengan mengkaji beberapa studi literatur yang berkaitan dengan koordinasi simpang APILL, baik yang diperoleh dari jurnal, buku, dan penelitian terdahulu. Selanjutnya dilakukan identifikasi masalah untuk mendapatkan pengenalan, pemahaman, dan penentuan permasalahan serta dukungan teoritis untuk penelitian yang akan dilaksanakan. Kemudian survei pendahuluan dilaksanakan untuk mendapatkan gambaran umum mengenai identifikasi masalah dan perumusan masalah di lapangan, serta mengetahui kondisi eksisting kedua Simpang APILL.

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data dengan cara mengumpulkan data primer melalui survei langsung di lapangan. Data primer yang dikumpulkan meliputi kondisi lingkungan sekitar simpang, geometrik jalan, jumlah kendaraan yang melintas, hambatan samping, dan pengaturan waktu sinyal lalu lintas pada tiap simpang APILL. Selain data primer, data sekunder berupa jumlah kendaraan dan jumlah penduduk Kota Malang juga dikumpulkan untuk dianalisis.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Sumber: Google Maps (2024)

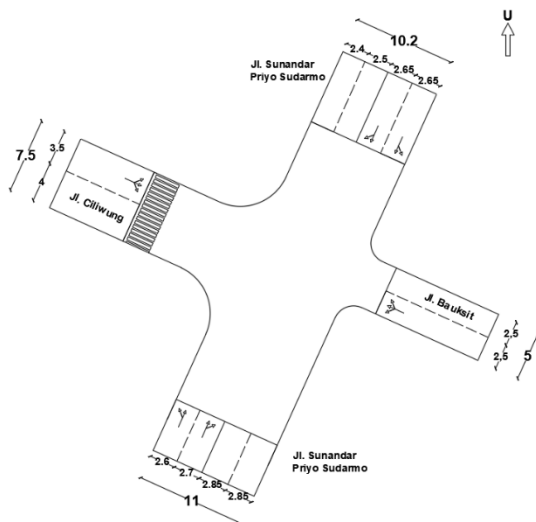
Tahap berikutnya adalah analisis data dan perhitungan berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (2023) dan literatur yang berhubungan dengan koordinasi simpang APILL. Dari analisis ini akan didapatkan volume kendaraan, derajat kejenuhan, kapasitas, waktu siklus, panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, dan tundaan. Selanjutnya dilakukan perencanaan waktu siklus berdasarkan kondisi eksisting jenuh. Perencanaan dilakukan dengan memberikan beberapa perencanaan waktu siklus yang baru, yang analisisnya dapat meningkatkan kinerja pada kedua simpang. Tahap selanjutnya adalah perencanaan koordinasi simpang APILL untuk mengkoordinasi simpang APILL

berdasarkan waktu siklus yang baru dan dengan menggunakan waktu *offset* dan untuk menghasilkan bandwidth serta peningkatan kinerja pada simpang APILL. Tahap selanjutnya adalah perhitungan kinerja 5 tahun mendatang dan tahap terakhir adalah tahap pembahasan serta penarikan kesimpulan dan saran.

HASIL

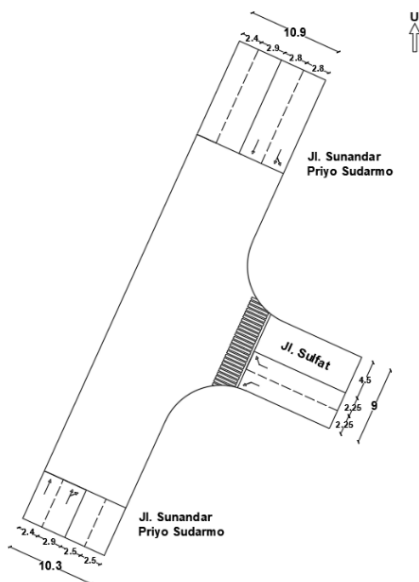
Kondisi Eksisting

Proses perhitungan kinerja simpang APILL pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023 memerlukan data seperti geometrik simpang APILL, pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan di sekitar simpang APILL. Kondisi eksisting jalan digambarkan dalam sebuah sketsa yang memuat tata letak jalan yang ada, dengan detail seperti lebar jalan, bahu jalan, median jalan, dan petunjuk arah setiap pendekat (Febrian, 2014). Data geometrik simpang APILL dan kondisi lingkungan ditunjukkan pada **Gambar 2**, **Gambar 3**, dan **Tabel 2**.



Gambar 2. Sketsa Simpang APILL Ciliwung

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2024)



Gambar 3. Sketsa Simpang APILL Ciliwung

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2024)

Tabel 2. Kondisi Geometrik Simpang APILL

Simpang	Data	Pendekat			
		Utara	Selatan	Timur	Barat
Sulfat	Tipe Lingkungan	Komersial	Komersial	Komersial	-
	Kelas Hambatan Samping	Tinggi	Tinggi	Tinggi	-
	Median	Tidak	Tidak	Tidak	-
	Kelandaian	0 %	0 %	0 %	-
	Lebar Pendekat	5.6 m	5.3 m	4.5 m	-
	Lebar Masuk	5.6 m	5.3 m	4.5 m	-
	Lebar Keluar	5 m	5.3 m	5.3 m	-
	Lebar BKiJT	-	-	-	-
Ciliwung	Tipe Lingkungan	Komersial	Komersial	Pemukiman	Komersial
	Kelas Hambatan Samping	Tinggi	Tinggi	Rendah	Tinggi
	Median	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
	Kelandaian	0 %	0 %	0 %	0 %
	Lebar Pendekat	5.3 m	5.3 m	2.5 m	3.5 m
	Lebar Masuk	5.3 m	5.3 m	2.5 m	3.5 m
	Lebar Keluar	5.7 m	4.9 m	4 m	2.5 m
	Lebar BKiJT	-	-	-	-

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2024)

Waktu siklus eksisting didapatkan dari survei lapangan. Waktu siklus eksisting kemudian digunakan sebagai dasar untuk mengkoordinasikan pergerakan simpang APILL. Hasil survei lapangan menunjukkan bahwa Simpang Ciliwung dan Simpang Sulfat memiliki waktu siklus yang berbeda. Waktu siklus kedua simpang ditunjukkan pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

Tabel 3. Waktu Siklus Simpang APILL Ciliwung

Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Merah (detik)	Waktu Siklus (detik)
Utara	55	0	24	83
Selatan	45	3	34	83
Barat	20	3	59	83
Timur	20	3	59	83

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2024)

Tabel 4. Waktu Siklus Simpang APILL Sulfat

Pendekat	Waktu Hijau (detik)	Waktu Kuning (detik)	Waktu Merah (detik)	Waktu Siklus (detik)
Utara	50	3	68	122
Selatan	30	3	88	122
Timur	30	3	88	122

Sumber: Hasil Survei Lapangan (2024)

Volume simpang APILL didapatkan dari hasil survei lapangan selama 4 hari. Survei dilaksanakan dengan merekam pergerakan kendaraan pada kedua simpang dan pada waktu yang sama. Data volume kendaraan kedua simpang dapat diamati pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Diagram Jumlah Volume Kendaraan

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Kinerja eksisting simpang APILL dinilai berdasarkan derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan dan tingkat pelayanannya. Kinerja eksisting pada Simpang APILL Ciliwung hanya dapat diketahui nilai derajat kejenuhannya karena pada hasil analisis nilai rasio arus simpang (RAS) memiliki nilai lebih dari satu. Berdasarkan catatan Direktorat Jenderal Bina Marga (2023) simpang APILL yang memiliki nilai RAS lebih dari satu sudah melampaui jenuh dan waktu siklus memiliki nilai tidak realistis, sehingga perlu perencanaan alternatif pada simpang tersebut. Kinerja eksisting kedua simpang disajikan pada **Tabel 5** dan **Tabel 6**. Tingkat pelayanan yang disajikan mengacu pada Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015).

Tabel 5. Kinerja Eksisting Simpang APILL Ciliwung

Kode Pendekat	Rasio Arus Simpang	C	D _J
U	1.94	1031	1.34
S		1234	1.34
T		247	0.23
B		527	1.34

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Tabel 6. Kinerja Eksisting Simpang APILL Sulfat

Kode Pendekat	Rasio Arus Simpang	C	D _J	P _A	Tundaan	Tingkat Pelayanan
U	0.8	1279	0.89	164.88	46.21	E
S		705	0.89	110.98		
T		524	0.89	104.58		

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024), Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015)

Kondisi Alternatif

Tabel 7. Kinerja Alternatif Simpang APILL Ciliwung

Kode Pendekat	C (smp/jam)	D _J	P _A	Tundaan	Tingkat Pelayanan
U	1226	0.80	62.9 m	23.83	C
S	1419	0.80	69.2 m		
T	221	0.11	27.8 m		
B	521	0.80	45.4 m		

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024), Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015)

Tabel 8. Kinerja Alternatif Simpang APILL Sulfat

Kode Pendekat	C (smp/jam)	D _J	P _A	Tundaan	Tingkat Pelayanan
U	1551	0.74	39.3 m	24.05	C
S	1368	0.74	36.1 m		
T	802	0.74	22.9 m		

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024), Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (2015)

Perencanaan Waktu Siklus

Tabel 9. Kinerja Utama Perencanaan I

Simpang	Pendekat	Waktu Siklus	Waktu Hijau	D _J	P _A	Tundaan Simpang Rata-rata
Ciliwung	U	68	19	0.80	62.9	23.83
	S	68	25	0.80	69.2	
Sulfat	U	68	25	0.69	45.1	27.06
	S	68	20	0.69	41.7	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

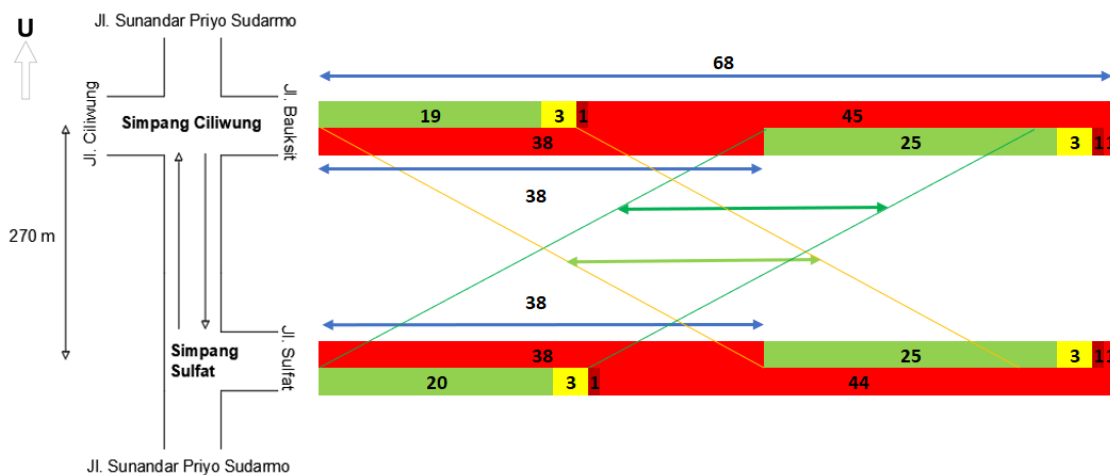
Tabel 10. Kinerja Utama Perencanaan II

Simpang	Pendekat	Waktu Siklus	Waktu Hijau	D _J	P _A	Tundaan Simpang Rata-rata
Ciliwung	U	54	19	0.85	54.4	22.01
	S	54	15	0.85	60.0	
Sulfat	U	54	19	0.74	39.3	24.05
	S	54	15	0.74	36.1	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Koordinasi Simpang APILL

Koordinasi simpang APILL diterapkan untuk 2 arah yaitu arah selatan ke utara dan sebaliknya. Waktu siklus dan waktu hijau pada perencanaan I dipilih dengan pertimbangan kinerja terbaik. Koordinasi simpang APILL memerlukan *offset* yaitu waktu tempuh dari suatu simpang ke simpang berikutnya. *Offset* yang didapatkan dari survei adalah waktu tempuh rata-rata dari beberapa sampel kendaraan yaitu 38 detik. Dengan perencanaan waktu siklus, waktu hijau dan *offset* maka koordinasi simpang APILL dapat dilakukan. Hasil koordinasi simpang APILL Sulfat dan simpang APILL Ciliwung disajikan pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Diagram Ruang dan Waktu Koordinasi 2 Arah simpang APILL Sulfat dan Ciliwung

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Perhitungan Kinerja 5 Tahun Mendatang

Hasil koordinasi simpang APILL Ciliwung dan simpang APILL Sulfat kemudian akan dianalisis kinerjanya pada tahun-tahun mendatang. Arus lalu lintas diasumsikan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Dari hasil perhitungan kinerja untuk 5 tahun mendatang didapatkan bahwa terjadi penurunan kinerja dengan meningkatnya nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang APILL. Dengan perencanaan koordinasi simpang tingkat pelayanan pada kedua simpang akan menjadi D pada tahun pertama dan kedua, kemudian akan terus turun menjadi tingkat pelayanan E pada tahun ketiga. Pada tahun keempat dan kelima tundaan pada kedua simpang akan lebih dari 60 detik yang mana masuk pada tingkat pelayanan F.

Tabel 11. Kinerja Simpang APILL Terkoordinasi 5 Tahun Mendatang

Tahun	Simpang	Pendekat	D _J	P _A	Tundaan Simpang	Tingkat Pelayanan
2025	Ciliwung	Utara	0.94	85.5	28.58	D
		Selatan	0.94	95.1		
	Sulfat	Utara	0.82	69.4	30.52	D
		Selatan	0.82	63.3		
2026	Ciliwung	Utara	1.10	114.0	37.56	D
		Selatan	1.10	128.3		
	Sulfat	Utara	0.96	91.8	36.71	D
		Selatan	0.96	82.2		
2027	Ciliwung	Utara	1.29	155.5	51.04	E
		Selatan	1.29	177.8		
	Sulfat	Utara	1.12	126.4	48.26	E
		Selatan	1.12	110.9		
2028	Ciliwung	Utara	1.51	212.6	68.37	F
		Selatan	1.51	250.0		
	Sulfat	Utara	1.32	177.6	65.08	F
		Selatan	1.32	151.6		
2029	Ciliwung	Utara	1.78	293.2	89.68	F
		Selatan	1.78	363.3		
	Sulfat	Utara	1.54	254.2	86.47	F
		Selatan	1.54	207.0		

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2024)

Pembahasan

Kondisi Eksisting

Hasil penelitian didapatkan data geometrik simpang APILL yang didapatkan dari survei lapangan terdiri dari posisi pendekat, garis henti, marka, lebar pendekat, kelandaian pendekat, lebar efektif, dan median. Pengaturan lalu lintas terdiri dari pergerakan lalu lintas dari pendekat pada tiap-tiap fase. Kondisi lingkungan terdiri atas tata guna lahan dan hambatan samping yang terjadi pada tiap pendekat. Data ini kemudian akan dijadikan acuan dalam perhitungan pada formulir yang ada pada PKJI 2023. Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa Simpang Ciliwung dan Simpang Sulfat memiliki waktu siklus yang berbeda sehingga belum dapat dikoordinasi.

Hasil lain yang didapatkan adalah data kendaraan. Data kendaraan yang telah didapat kemudian akan dikali dengan nilai EMP berdasarkan jenis kendaraan dan pendekat hingga dihasilkan data dengan satuan mobil penumpang. Data volume kendaraan dalam satuan SMP pada kedua simpang kemudian akan dijumlahkan untuk mengetahui jam puncak. Jam puncak yang didapat dari simpang Ciliwung dan simpang Sulfat adalah pada hari Rabu pukul 16.15-17.15, dengan volume kendaraan simpang APILL Ciliwung adalah sebesar 3636.5 smp/jam dan simpang APILL Sulfat sebesar 2737.3 smp/jam. Setelah data kondisi eksisting dikumpulkan kinerja simpang APILL dapat diketahui.

Kondisi Alternatif

Perencanaan alternatif pada simpang APILL Ciliwung dan simpang APILL Sulfat dilakukan dengan perencanaan rekayasa lalu lintas dan pelebaran geometrik jalan. Perencanaan kembali simpang APILL dilakukan dengan mengacu pada waktu siklus, derajat kejenuhan dan tundaan. Perencanaan dilakukan dengan mengubah rekayasa lalu lintas dan pelebaran geometrik jalan. Hasil perencanaan kembali simpang APILL Ciliwung disajikan pada **Tabel 7** dan **Tabel 8**.

Perencanaan alternatif pada simpang APILL Ciliwung dan simpang APILL Sulfat menghasilkan waktu siklus yang baru. Waktu siklus yang telah disesuaikan pada simpang APILL Ciliwung adalah sebesar 68 detik sedangkan pada simpang APILL Sulfat adalah sebesar 54 detik. Koordinasi simpang APILL memerlukan waktu siklus yang sama sehingga dibuat 2 perencanaan waktu siklus. Perencanaan waktu siklus I adalah dengan menyamakan waktu siklus pada kedua simpang mengikuti waktu siklus simpang APILL Ciliwung alternatif yaitu 68 detik. Perencanaan waktu siklus II adalah dengan menyamakan waktu siklus pada kedua simpang mengikuti waktu siklus simpang APILL Sulfat alternatif yaitu 54 detik.

Kinerja simpang APILL pada jam puncak akan menjadi penilaian dalam pemilihan rencana terbaik. Kinerja yang akan digunakan sebagai penilaian adalah kinerja pendekat dari arah utara dan selatan pada kedua simpang karena koordinasi yang akan dilakukan adalah koordinasi dua arah. Pendekat dari arah utara dan selatan dipilih karena memiliki arus lalu lintas terbesar dan dianggap sebagai arus utama dalam pengoordinasian simpang APILL. Kedua perencanaan waktu siklus kemudian akan dibandingkan kinerjanya dan waktu siklus dengan kinerja terbaik akan

digunakan sebagai dasar koordinasi kedua simpang APILL. Berdasarkan hasil dan analisis kinerja terbaik adalah perencanaan I dengan waktu siklus 68 detik yang ditunjukkan pada **Tabel 9**.

Koordinasi Simpang APILL

Waktu siklus yang sama memastikan bahwa pola diagram waktu untuk tidak berubah, sebab itulah koordinasi simpang APILL disyaratkan untuk memiliki waktu siklus yang sama untuk setiap simpangnya. Waktu tempuh antar simpang (*offset*) dibutuhkan dalam mengkoordinasikan simpang APILL. *Offset* didapatkan dari kendaraan berangkat dari simpang APILL Sulfat menuju simpang APILL Ciliwung dan sebaliknya. Perencanaan koordinasi simpang APILL Sulfat dan simpang APILL Ciliwung dilakukan untuk pendekatan mayor yaitu pada pendekatan utara dan pendekatan selatan kedua simpang sehingga koordinasi yang akan dilakukan adalah koordinasi 2 arah. *Offset* dihasilkan sebesar 38 detik yang kemudian dilakukan penyesuaian pada diagram waktu kedua simpang.

Setelah dilakukan penyesuaian diagram waktu dihasilkan bandwidth sebesar 23 detik dari simpang APILL Sulfat ke arah utara menuju simpang APILL Ciliwung dan 22 detik dari simpang APILL Ciliwung ke arah selatan menuju simpang APILL Sulfat. Kendaraan yang melalui simpang APILL menuju simpang APILL berikutnya pada durasi bandwidth dipastikan tidak akan bertemu isyarat merah pada simpang APILL yang dituju. Hasil koordinasi 2 arah pada simpang APILL Sulfat dan simpang APILL Ciliwung telah direncanakan dan tidak memerlukan perubahan waktu siklus lagi.

Perhitungan 5 Tahun Mendatang

Hasil koordinasi simpang APILL Ciliwung dan simpang APILL Sulfat kemudian akan dianalisis kinerjanya pada tahun-tahun mendatang. Arus lalu lintas diasumsikan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan jumlah kendaraan. Dari hasil perhitungan kinerja untuk 5 tahun mendatang didapatkan bahwa terjadi penurunan kinerja dengan meningkatnya nilai derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan simpang APILL. Dengan perencanaan koordinasi simpang tingkat pelayanan pada kedua simpang akan menjadi D pada tahun pertama dan kedua, kemudian akan terus turun menjadi tingkat pelayanan E pada tahun ketiga. Pada tahun keempat dan kelima tundaan pada kedua simpang akan lebih dari 60 detik yang mana masuk pada tingkat pelayanan F. Panjang antrian pendekatan selatan Simpang APILL Ciliwung pada tahun kelima mencapai 363.3 m, hal ini akan menyebabkan antrian hingga simpang APILL Sulfat.

SIMPULAN

Kinerja kondisi eksisting pada simpang APILL Ciliwung didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 1.34, pada simpang APILL Ciliwung dihasilkan nilai siklus yang tidak realistis sehingga menyebabkan tidak bisa dihitungnya nilai tundaan rata-rata simpang dan diperlukan perencanaan alternatif. Kinerja kondisi eksisting pada simpang APILL Sulfat didapatkan nilai derajat kejenuhan sebesar 0.89 dan tundaan rata-rata simpang sebesar 50.05 det/smp dengan tingkat pelayanan E.

Hasil perencanaan alternatif dengan waktu siklus baru menghasilkan tundaan rata-rata simpang sebesar 23.83 pada simpang APILL Ciliwung dengan tingkat pelayanan C dan sebesar 27.06 pada simpang APILL Sulfat dengan tingkat pelayanan D. Dengan waktu siklus tersebut kedua simpang dapat terkoordinasi dengan baik dan menghasilkan bandwidth 23 detik dari arah selatan ke arah utara dan 22 detik dari arah utara ke arah selatan.

Pada tahun kelima tundaan pada kedua simpang akan lebih dari 60 detik yang mana masuk pada tingkat pelayanan F. Panjang antrian pendekatan selatan Simpang APILL Ciliwung pada tahun kelima mencapai 363.3 m, hal ini akan menyebabkan antrian hingga simpang APILL Sulfat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, A. H. (2023). *Analisis dan Koordinasi Sinyal pada Simpang Jalan Ciliwung dan Sulfat Ruas Jalan Sunandar Priyo Sudarmo Kota Malang*. Universitas Negeri Malang.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. (2023). *Kota Malang Dalam Angka 2023*.
- Bary, M. F., & Moetriono, H. (2023). Analisis Kinerja Simpang Empat Bersinyal dengan Metode MKJI 1997. *Jurnal Taguchi: Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 3(1), 582–590. <https://doi.org/10.46306/TGC.V3I1.110>
- Dinindra, J. A., Sari, K. E., & Meidiana, C. (2024). Biokapasitas RTH Publik di Jalan Panji Suroso dan Jalan Sunandar Priyo Sudarmo, Kota Malang. *Planning for Urban Region and Environment Journal (PURE)*. <https://purejournal.ub.ac.id/index.php/pure/article/view/649>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2023). *Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia*.
- Febrian, F. (2014). Analisis Perencanaan Penerapan Persimpangan Bersinyal Dinamis (Actuated Traffic Control System) Pada Persimpangan Dikota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 397–406.

- Fikri Zihansyah, M., Prasetyanto, D., & Maulana, A. (2022). Penerapan Koordinasi Simpang Bersinyal pada Kawasan Jl. Kalimantan – Jl. Belitung – Jl. Bali – Jl. Sumbawa di Kota Bandung. *Nautical: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 1(7), 566–572. <https://doi.org/10.55904/NAUTICAL.V1I7.364>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor PM 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*.
- Kirono, J. C., Puspasari, N., & Handayani, N. (2018). Analisis Koordinasi Sinyal Antar Simpang (Studi Kasus Jalan Rajawali-Tingang dan Jalan Rajawali-Garuda). *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), 109–123.
- Natasya, N., Riani, D., & Silitonga, S. P. (2024). Evaluasi Kinerja APILL di Simpang Empat Bundaran Burung Kota Palangka Raya. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(2), 670–677. <https://doi.org/10.33087/TALENTASIPIL.V7I2.577>
- Oktaviani, & Batista, A. (2023). *Analisis Kinerja Persimpangan Tak Bersinyal (Studi Kasus: Persimpangan Pujasera Pada Jakan Hayam Wuruk – Jalan Muara Dan Jalan Samudera – Jalan Nipah)*. <https://doi.org/10.24036/asce.v4i1.59783>
- Pribadi, O. S., Fajri, R., & Simanjuntak, R. (2020). *Koordinasi Empat Simpang Bersinyal Untuk Kelancaran Arus Lalu Lintas di Kota Banjarmasin*. <https://doi.org/10.55511/jpsttd.v11i1.547>
- Risdiyanto. (2014). *Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta, PT Leutika Nouvalitera.
- Roess, R. P., Prassas, E. S., & McShane, W. R. (2019). *Traffic engineering* (5th ed.). Hoboken, NJ. Pearson.
- Suryantara, P. A., Ketut, I., Giri, S., Agung, G., & Suryadarmawan, G. (2023). Pengaruh Parkir di Badan Jalan Terhadap Tingkat Pelayanan pada Jalan Katrangan Kota Denpasar. *Jurnal Ilmiah Teknik Universitas Mahasaraswati Denpasar (JITUMAS)*, 3(1), 49–54. <https://e-journal.unmas.ac.id/index.php/jitumas/article/view/6634>