

PENINGKATAN KINERJA SIMPANG TIDAK BERSINYAL SIMPANG TAMAN MAKAM PAHLAWAN KOTA BATU

**RAFFI AKZHRIAL IKBAR
HERMAWAN**
Diploma III
Manajemen Transportasi Jalan
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.58,
Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi,
Jawa Barat 17530
akhzrialraffi@gmail.com

**RICKO YUDHANTA, ST.,
M.SC**
Dosen
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.58,
Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi,
Jawa Barat 17530

**PROBO YUDHA PRASETYO,
M.SC**
Dosen
Politeknik Transportasi Darat
Indonesia-STTD
Jl. Raya Setu No.58,
Mekarwangi, Kec. Setu, Bekasi,
Jawa Barat 17530

Abstarct

This intersection is located right in front of Batu City Heroes Cemetery, with land use in the form of shops or commercial. The morning busy period at 06.45 – 07.45, traffic flow amounted to 2,041 pcu/hour, there were 22 tourism vehicles passing through this intersection. Saturation degree of 0.88 intersection postponement 15.18 sec/pcu and Queue Opportunity 32%-61% with service level C. Research method by identifying problems at intersections, then collecting primary and secondary data. Primary data collection through intersection inventory surveys and CTMC data processing. Meanwhile, secondary data is in the form of data and maps of the Batu City road network, as well as CTMC Data from the PKL Kota Batu 2023 Team. The calculation guidelines are the Indonesian Road capacity manual (MKJI) 1997. Recommendation I, geometry improvement, APILL 2 phase, with left turn and straight road continue. DS 0.57; queue 34 m; delay 19.26 sec/smp; LOS C. Recommendation II, geometry improvement, APILL 3 Phase, with left turn and straight road continue. DS 0.57; queue 42 m; delay 28.74 sec/smp; LOS D. Recommendation III, geometry improvement, APILL 2 phase and SSA. DS 0.28; queue 11 m; delay 10.79 sec/smp; LOS B. Recommendation III is the best recommendation to improve the performance of the intersection. Judging from the degree of saturation and delay that has decreased from existing conditions, it can eliminate conflict points at intersections, and can be applied in a short period of time. Recommendations I and II can be reconsidered to reduce conflict at intersections.

Keyword : Intersection, Unsignaled, Level Of Service, MKJI 1997, Batu City

Abstrak

Simpang ini terletak tepat di depan Taman Makam Pahlawan Kota Batu, dengan tata guna lahan berupa pertokoan atau komersial. Periode sibuk pagi pukul 06.45 – 07.45, arus lalu lintas sebesar 2.041 smp/jam, tercatat 22 kendaraan pariwisata yang melalui simpang ini. Derajat kejenuhan sebesar 0,88; Tundaan Simpang 15,18 det/smp; dan Peluang Antrian 32%-61%; dengan tingkat pelayanan C. Metode penelitian dengan melakukan identifikasi masalah pada simpang, selanjutnya pengumpulan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer melalui survei inventarisasi simpang dan pengolahan data CTMC. Sedangkan data sekunder berupa data dan peta jaringan jalan Kota Batu, serta Data CTMC hasil Tim PKL Kota Batu 2023. Pedoman perhitungan merupakan Manual kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Usulan I, perbaikan geometri, APILL 2 fase, dengan belok kiri dan lurus jalan terus. DS 0,57; antrian 34 m; tundaan 19,26 det/smp; LOS C. Usulan II, perbaikan geometri, APILL 3 Fase, dengan belok kiri dan lurus jalan terus. DS 0,57; antrian 42 m; tundaan 28,74 det/smp; LOS D. Usulan III, perbaikan geometri, APILL 2 fase dan SSA. DS 0,28; antrian 11 m; tundaan 10,79 det/smp; LOS B. Usulan III merupakan usulan terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang. Dilihat dari derajat kejenuhan dan tundaan yang mengalami penurunan dari kondisi eksisting, dapat menghilangkan titik konflik pada simpang, dan dapat diterapkan dalam jangka waktu yang singkat. Usulan I dan II dapat dipertimbangkan kembali guna mengurangi konflik pada simpang.

Kata Kunci : Persimpangan, Tidak bersinyal, Tingkat Pelayanan, MKJI 1997, Kota Batu

PENDAHULUAN

Kota Batu terletak di Provinsi Jawa Timur, Indonesia, didirikan pada tahun 2001 dari Kabupaten Malang. Wilayahnya mencakup 199 km² dengan pusat pemerintahan di Kecamatan Batu. Simpang Taman Makam Pahlawan adalah salah satu simpang yang menuju Central Business District (CBD) Kota Batu. Kota Batu memiliki 3 simpang bersinyal dan 15 simpang tidak bersinyal menurut penelitian tahun 2023. Simpang Makam Pahlawan adalah tipe simpang 322, dengan 3 lengan simpang, 2 lengan simpang mayor (Jalan Suropati segmen 1 dan Jalan Suropati segmen 2), dan 1 lengan simpang minor. Simpang ini penting karena menghubungkan ke pusat pemerintahan dan lokasi wisata seperti Museum Angkut dan Jatim Park I.

Simpang ini berada di depan Taman Makam Pahlawan Kota Batu, dengan lahan komersial di sekitarnya. Pada jam sibuk pagi antara 06.45 - 07.45, terdapat 2.041 kendaraan per jam dan 22 kendaraan pariwisata melalui simpang ini, termasuk bus dan minibus. Simpang ini memiliki tingkat kejenuhan 0,88, tundaan simpang 15,18 detik per kendaraan, dan peluang antrian 32%-61%. Oleh karena itu, simpang Taman Makam Pahlawan termasuk dalam 5 simpang tidak bersinyal dengan kinerja terburuk berdasarkan penilaian Tim PKL Kota Batu(2023) dari Politeknik Transportasi Darat Indonesia - STTD.

TINJAUAN PUSTAKA

Persimpangan

Menurut AASHTO (Khisty dan Lall 2005) Persimpangan jalan adalah bagian integral dari sistem jalan yang terdapat di daerah perkotaan, di mana pengemudi dapat memilih untuk melanjutkan perjalanan atau berbelok. Ini adalah area di mana dua jalan atau lebih bersatu atau bersilangan, termasuk fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas.

Menurut Risdiyanto(2014) Persimpangan dapat dibagi menjadi dua jenis :

1. Simpang Bersinyal (*signalised intersection*)
Pada simpang dengan menggunakan sinyal, arus kendaraan memasuki simpang secara bergantian yang diatur dengan menggunakan lampu lalu lintas.
2. Simpang Tak Bersinyal (*unsignalised intersection*)
Simpang tak bersinyal umumnya digunakan pada lalu lintas rendah, dengan hak prioritas berdasarkan Aturan Prioritas Umum, di mana kendaraan di simpang memiliki hak utama.

Karakteristik Persimpangan

Pada persimpangan sebidang terdapat 4 jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik yaitu pemisah (*diverging*), penggabungan (*merging*), persilangan (*crossing*), dan jalinan (*weaving*) (Fotramanag 2022).

Pengendalian Simpang

Tujuan utama pengaturan lalu lintas adalah meningkatkan keselamatan dengan panduan yang jelas. Ini melibatkan penggunaan lampu lalu lintas, marka jalan, rambu lalu lintas, dan median/pulau lalu lintas untuk mengatur, mengarahkan, dan memberi peringatan kepada pengguna jalan.(Fotramanag 2022).

1. Pengendalian dengan simpang prioritas
Umumnya digunakan di perkotaan dan pedalaman untuk mengatur persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah, dengan syarat jalan minor memiliki arus lebih kecil daripada jalan mayor.

2. Pengendalian simpang dengan APILL
APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) digunakan di persimpangan dengan volume lalu lintas sedang hingga padat. Ini melibatkan pembagian waktu lampu lalu lintas menjadi fase-fase yang mengatur arus lalu lintas. (Nursalam 2011).
3. Bundaran
Persimpangan bundaran menerapkan sistem prioritas dengan memberikan hak berjalan lebih dulu kepada arus lalu lintas dari arah kanan. Penggunaan bundaran memberikan lebih banyak pilihan untuk mengurangi *delay* dibandingkan dengan APILL.

Penentuan Pengendalian Simpang

Pengendalian lalu lintas di persimpangan disesuaikan dengan jenisnya berdasarkan grafik yang memperhitungkan volume lalu lintas harian rata-rata (LHRT) di setiap kaki simpang. Menurut PM No 96 Tahun 2015, persimpangan dapat dikendalikan dengan APILL apabila memenuhi persyaratan :

1. Volume lalu lintas yang memasuki persimpangan rata-rata di atas 750 kendaraan/jam selama 8 jam.
2. Waktu menunggu (*delay*) rata-rata kendaraan di persimpangan di atas 30 detik
3. Rata-rata jumlah pejalan kaki yang menyeberang di atas 175 pejalan kaki/jam selama 8 jam/hari
4. Jumlah kecelakaan di atas 5 kecelakaan/tahun

Volume jam perencanaan (design hourly volume) adalah parameter penting dalam perancangan jaringan jalan dan diukur dalam satuan smp/jam(Narendra 2022). Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan adalah jumlah arus lalu lintas dalam satu tahun dibagi 365 hari, diukur dalam satuan mobil penumpang (smp)/hari. Nilai VJP dihitung dengan mengalikan LHRT dengan faktor k.

Tabel 1. Nilai Normal Faktor-k

Lingkungan Jalan	Faktor k – Ukuran kota	
	> 1 juta	≤ 1 juta
Jalan di daerah komersial dan jalan arteri	7% - 8%	8% - 10%
Jalan di daerah permukiman	8% - 9%	9% - 12%

Sumber : MKJI, 1997

Perhitungan Simpang Tidak Bersinyal

Perhitungan simpang tidak bersinyal mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Ini mencakup kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian.

Kapasitas persimpangan jalan total

Kapasitas persimpangan jalan total untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya :

$$C = C_o \times F_w \times F_m \times F_{cs} \times F_{rsu} \times F_{lt} \times F_{rt} \times F_{mi} \quad (1)$$

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada simpang. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus :

$$DS = \frac{Q_{tot}}{c} \quad (2)$$

Tundaan simpang :

Tundaan lalu lintas simpang adalah tundaan lalu-lintas rata-rata untuk semua kendaraan bermotor yang masuk kedalam persimpangan :

$$D = DG + DTi \quad (3)$$

Peluang antrian :

1. Batas atas

$$QP\% = 47,31 \times DS - 24,68 \times DS \times 2 + 56,47 \times DS \times 3 \quad (4)$$

2. Batas bawah

$$QP\% = 9,02 \times DS + 20,66 \times DS \times 2 + 10,49 \times DS \times 3 \quad (5)$$

Perhitungan Simpang Bersinyal

Arus Jenuh

Arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian dalam suatu pendekat selama kondisi yang ditentukan :

$$S = So \times Fcs \times Fsf \times Fg \times Fp \times Frt \times Flt \quad (6)$$

Kapasitas simpang

Kapasitas tiap pendekat untuk suatu kondisi tertentu yang sudah ditentukan sebelumnya :

$$C = S \times \frac{g}{c} \quad (7)$$

Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan merupakan rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas pada simpang. Derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus :

$$DS = \frac{Q_{total}}{c} \quad (8)$$

Antrian

Hasil perhitungan derajat kejenuhan digunakan untuk menghitung jumlah antrian smp (NQ1) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya dan jumlah smp yang datang selama fase merah(NQ2). Untuk derajat kejenuhan, $DS > 0,5$.

$$NQ_{total} = NQ1 + NQ2 \quad (9)$$

Tundaan Simpang

Setiap pendekat tundaan lalulintas rata – rata ditimbulkan akibat pengaruh timbal balik dengan gerakan – gerakan lainnya pada simpang

$$D = DG + DT \quad (10)$$

Tingkat Pelayanan Simpang

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan No 96 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas(2015), disebutkan bahwa tingkat pelayanan pada simpang digunakan untuk memperhitungkan faktor tundaan dan kapasitas simpang.

Tabel 2. Tingkat Pelayanan Simpang

Tingkat Pelayanan	Tundaan (detik/smp)
A	<5
B	5 – 15
C	15 – 25
D	25 – 40
E	40 – 60
F	>60

Sumber : Peraturan Menteri Perhubungan No 96 Tahun 2015

Manajemen Rekayasa Lalu Lintas

Manajemen rekayasa lalu lintas, sesuai dengan Undang-undang No. 22 (2009) tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, adalah rangkaian tindakan yang mencakup perencanaan, pengadaan, pemasangan, pengaturan, dan pemeliharaan fasilitas jalan untuk menciptakan, mendukung, dan menjaga keamanan, keselamatan, ketertiban, dan kelancaran lalu lintas. Menurut Hobbs(dalam Kamarini 2022), tujuan utama manajemen lalu lintas adalah maksimalkan penggunaan jalan dengan meningkatkan keamanan tanpa merusak lingkungan. Ini termasuk perubahan geometri, penambahan rambu, tanda jalan, penyeberangan, dan lampu jalan.

METODOLOGI

Teknik Pengumpulan Data

1. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder yang diperoleh dari instansi terkait dalam penelitian ini mencakup:

- Peta jaringan Jalan, diperoleh dari Dinas Perhubungan dan Dinas PU Kota Batu.
- Peta Tata Guna Lahan, diperoleh dari Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Kota Batu.

2. Pengumpulan Data Primer

Metode untuk memperoleh data primer melalui pengamatan langsung di lokasi kajian untuk mendapatkan kinerja lalu lintas yang akurat pada wilayah kajian dapat dilakukan dengan beberapa survei berikut:

a. Survei Inventarisasi Simpang

Survei ini bertujuan untuk mengumpulkan data kondisi jalan dan fasilitas prasarana di simpang taman makam pahlawan. Selain itu, survei juga akan memahami tata guna lahan di sekitar simpang makam pahlawan untuk analisis permasalahan yang relevan.

b. Survei Gerakan Membelok

Mengukur volume lalu lintas selama jam sibuk, memisahkan arah belokan di simpang. Hasilnya digunakan untuk perancangan geometrik simpang, analisis pengendalian persimpangan.

Teknik Analisis Data

1. Evaluasi Kinerja Simpang Eksisting

- Evaluasi mencakup derajat kejenuhan, peluang antrian, dan tundaan untuk menentukan tingkat pelayanan simpang tersebut.
2. Penentuan Tipe Pengendalian Simpang
Evaluasi tipe pengendalian dengan membandingkan arus lalu lintas jalan mayor dan minor. Hasilnya disajikan dalam grafik penentuan simpang untuk menentukan apakah tipe kendali simpang saat ini memenuhi ketentuan atau perlu diganti.
 3. Rancangan Ulang Simpang
Alternatif pertama adalah merancang ulang geometrik simpang untuk meningkatkan kapasitas dan mengurangi Derajat Kejenuhan (DS). Hal ini bertujuan untuk memperbaiki kinerja simpang agar lalu lintas dapat berjalan lebih lancar dan efisien.
 4. Analisis Kinerja Simpang Setelah Ditentukan Usulan Peningkatan
Membandingkan kinerja simpang sebelum dan setelah diterapkan usulan peningkatan. Hasilnya digunakan untuk menentukan alternatif terbaik untuk menyelesaikan permasalahan pada simpang tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting Simpang Taman Makam Pahlawan adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Lebar Pendekat Simpang Taman Makam Pahlawan

Pendekat	Nama Jalan	Tipe	Lebar	Status	Ling.	Hambatan
S	Jl. Abdul Ghani	2/2 UD	3	Minor	Kom	Rendah
T	Jl. Suropati Segmen 1	2/2 UD	4	Mayor	Kom	Rendah
B	Jl. Suropati Segmen 2	2/2 UD	4	Mayor	Kom	Sedang

Tabel 4. Kapasitas Simpang Taman Makam Pahlawan (smp/jam)

Co	Fw	Fm	Fcs	Frsu	Flt	Frt	Fmi	C
2700	1,01	1,00	0,88	0,94	1,56	0,73	0,90	2306,39

Berdasarkan perhitungan kapasitas simpang dengan nilai faktor penyesuaian seperti pada tabel diatas, didapatkan kapasitas simpang taman makam pahlawan sebesar 2306,39 smp/jam.

Diketahui total arus pada simpang taman makam pahlawan adalah 2041 smp/jam, maka perhitungan untuk derajat kejenuhannya adalah sebagai berikut :

$$DS = \frac{2041}{2306,39} = 0,88$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan derajat kejenuhan pada simpang taman makam pahlawan adalah 0,88.

Tundaan terbagi menjadi perhitungan tundaan lalu lintas, tundaan geometrik, tundaan simpang, tundaan jalan mayor dan tundaan jalan minor.

$$D = 4,18 + 11,00$$

$$D = 15,18 \text{ det/smp}$$

Didapatkan hasil perhitungan terkait tundaan simpang, maka tundaan simpang taman makam pahlawan adalah sebesar 15,18 det/smp. Sementara peluang antrian simpang taman makam pahlawan adalah sebesar 31%-62%. Dari kondisi ini berdasarkan PM No. 96 Tahun 2015 tingkat pelayanan simpang taman makam pahlawan adalah C.

Penentuan Tipe Pengendalian Simpang

1. Arus Jalan Minor

Pada kaki minor didapatkan perhitungan sebagai berikut :

Volume Jam Perencanaan (VJP) = 882 smp/jam

Faktor k = 8%

Lalu Lintas harian (LHR) = VJP/k

= 882 / 0,08

= 11,025 kend/hari

2. Arus Jalan Mayor

Pada kaki mayor didapatkan perhitungan sebagai berikut :

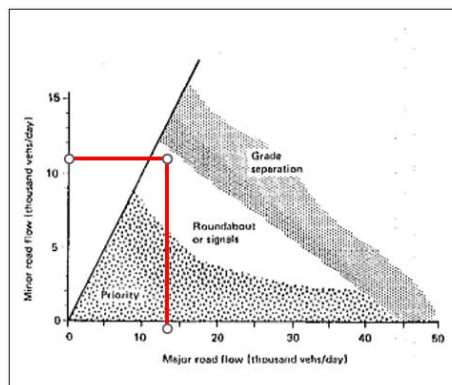
Volume Jam Perencanaan (VJP) = 1.159 smp/jam

Faktor k = 8%

Lalu Lintas Harian (LHR) = VJP / k

= 1.159 / 0,08

= 14.487 kend/hari



Gambar 1. Tipe Pengendalian Simpang Taman Makam Pahlawan

Grafik menunjukkan bahwa tipe pengendalian yang cocok untuk volume lalu lintas di simpang Makam Pahlawan adalah simpang bersinyal atau APILL. Pengaturan pengendalian saat ini tidak sesuai dan perlu diubah.

Kondisi Usulan I

Kondisi usulan I untuk Simpang Taman Makam Pahlawan meliputi perbaikan geometri dan implementasi APILL dengan 2 fase, termasuk belok kiri dan jalan lurus.

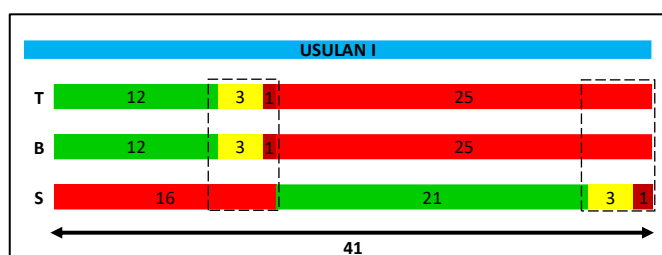
Tabel 5. Arus Jenuh yang disesuaikan (Usulan I)

Pendekat	Tipe	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam hijau)
S	Terlindung	1920	0,83	0,95	1,00	1,00	1,03	0,86	1425
T	Terlawan	2940	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2458
B	Terlawan	3300	0,83	0,94	1,00	1,00	1,00	1,00	2724

Waktu siklus adalah total waktu untuk satu putaran lengkap dari semua fase lalu lintas di sebuah simpang, termasuk waktu hijau, kuning, dan merah. Waktu hijau adalah periode di mana arus lalu lintas dari satu arah diberi prioritas untuk bergerak tanpa hambatan.

Tabel 6. Rasio Arus, Rasio Fase, Waktu Hijau, dan Waktu Siklus

Pendekat	Q (smp/jam)	S (smp/jam hijau)	FR	PR	g (det)	c (det)
S	572	1425	0,40	0,65	21	41
T	140	2458	0,06	0,09	12	41
B	583	2724	0,21	0,35	12	41



Gambar 2. Waktu Hijau dan Waktu Siklus (Usulan I)

Perhitungan kapasitas simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 7. Kapasitas Simpang (Usulan I)

Pendekat	S (smp/jam hijau)	g (det)	c (det)	C (smp/jam)
S	1425	21	41	730
T	2458	12	41	719
B	2724	12	41	797

Perhitungan derajat kejenuhan dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 8. Derajat Kejenuhan Simpang (Usulan I)

Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
S	572	730	0,78
T	140	719	0,19
B	583	797	0,73

Perhitungan antrian simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 9. NQ1, NQ2, NQtotal, dan Panjang Antrian (Usulan I)

Pendekat	NQ1	NQ2	NQtotal	QL
S	1,29	5,31	6,60	56
T	0,00	1,19	1,19	12
B	0,86	5,98	6,84	33

Perhitungan tundaan simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 10. Tundaan Simpang (Usulan I)

Pendekat	DT	DG	D	Tundaan Total
S	14,52	4,18	18,69	10.686
T	10,87	3,56	14.43	2.018
B	16,92	4,06	20,98	12.236

Kinerja simpang usulan I adalah sebagai berikut :

Tabel 11. Kinerja Simpang Usulan I

Pendekat	DS	QL	D	Tundaan Simpang
S	0,78	56 m	18,69	19,26
T	0,19	12 m	14,43	
B	0,73	33 m	20,98	

Berdasarkan tabel diatas jika dikaitkan dengan PM No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang adalah C.

Kondisi Usulan II

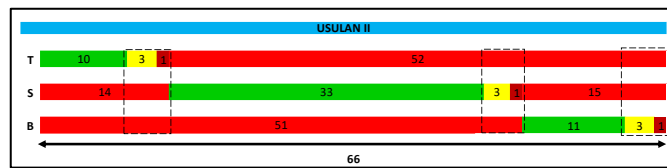
Kondisi usulan II untuk Simpang Taman Makam Pahlawan meliputi perbaikan geometri dan implementasi APILL dengan 3 fase, termasuk belok kiri dan jalan lurus.

Tabel 12. Arus Jenuh yang disesuaikan (Usulan II)

Pendekat	Tipe	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam hijau)
S	Terlindung	1920	0,83	0,95	1,00	1,00	1,03	0,86	1425
T	Terlawan	2940	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	2458
B	Terlawan	3300	0,83	0,94	1,00	1,00	1,21	1,00	3295

Tabel 13. Rasio Arus, Rasio Fase, Waktu Hijau, dan Waktu Siklus (Usulan II)

Pendekat	Q (smp/jam)	S (smp/jam hijau)	FR	PR	g (det)	c (det)
S	572	1425	0,40	0,73	33	66
T	81	2458	0,03	0,06	10	66
B	376	3295	0,11	0,21	11	66



Gambar 3. Waktu Hijau dan Waktu Siklus (Usulan II)

Perhitungan kapasitas simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 14. Kapasitas Simpang (Usulan II)

Pendekat	S (smp/jam hijau)	g (det)	c (det)	C (smp/jam)
S	1425	33	66	712
T	2458	10	66	372
B	3295	11	66	549

Perhitungan derajat kejenuhan dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 15. Derajat Kejenuhan Simpang (Usulan II)

Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
S	572	712	0,80
T	81	372	0,22
B	376	549	0,68

Perhitungan antrian simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 16. NQ1, NQ2, NQtotal, dan Panjang Antrian (Usulan II)

Pendekat	NQ1	NQ2	NQtotal	QL
S	1,50	8,76	10,26	81
T	0,00	1,31	1,31	12
B	0,58	6,48	7,06	33

Perhitungan tundaan simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 17. Tundaan Simpang (Usulan II)

Pendekat	Q	DT	DG	D	Tundaan Total
S	572	21,38	4,24	22,62	14.648
T	81	24,57	3,16	27,73	2.257
B	376	29,66	4,06	33,72	12.669

Kinerja simpang usulan I adalah sebagai berikut :

Tabel 18. Kinerja Simpang Usulan II

Pendekat	DS	QL	D	Tundaan Simpang
S	0,80	81 m	22,62	28,74
T	0,22	12 m	27,73	

B	0,68	33 m	33,72
---	------	------	-------

Berdasarkan tabel diatas jika dikaitkan dengan PM No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang adalah D.

Kondisi Usulan III

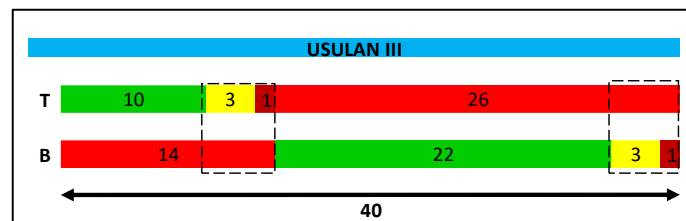
Kondisi usulan II untuk Simpang Taman Makam Pahlawan meliputi perbaikan geometri dan implementasi APILL dengan 3 fase, termasuk belok kiri dan jalan lurus.

Tabel 19. Arus Jenuh yang disesuaikan (Usulan III)

Pendekat	Tipe	So (smp/jam)	Fcs	Fsf	Fg	Fp	Frt	Flt	S (smp/jam hijau)
T	Terlawan	2940	0,83	0,95	1,00	1,00	1,00	1,93	2458
B	Terlawan	3300	0,83	0,94	1,00	1,00	1,03	1,86	3101

Tabel 20. Rasio Arus, Rasio Fase, Waktu Hijau, dan Waktu Siklus (Usulan III)

Pendekat	Q (smp/jam)	S (smp/jam hijau)	FR	PR	g (det)	c (det)
T	152	2458	0,07	0,32	10	40
B	472	3101	0,15	0,68	22	40



Gambar 4. Waktu Hijau dan Waktu Siklus (Usulan III)

Perhitungan kapasitas simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 21. Kapasitas Simpang (Usulan III)

Pendekat	S (smp/jam hijau)	g (det)	c (det)	C (smp/jam)
T	2458	10	40	536
B	3101	22	40	1706

Perhitungan derajat kejenuhan dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 22. Derajat Kejenuhan Simpang (Usulan III)

Pendekat	Q (smp/jam)	C (smp/jam)	DS
T	152	536	0,28
B	472	1706	0,28

Perhitungan antrian simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 23. NQ1, NQ2, NQtotal, dan Panjang Antrian (Usulan III)

Pendekat	NQ1	NQ2	NQtotal	QL
T	0,00	1,37	1,37	8
B	0,00	2,78	2,78	15

Perhitungan tundaan simpang dilakukan untuk tiap-tiap pendekat sebagai berikut :

Tabel 24. Tundaan Simpang (Usulan III)

Pendekat	Q	DT	DG	D	Tundaan Total
T	152	12,11	3,67	15,78	2.401
B	472	4,78	4,41	9,18	4.330

Kinerja simpang usulan I adalah sebagai berikut :

Tabel 25. Kinerja Simpang Usulan III

Pendekat	DS	QL	D	Tundaan Simpang
T	0,28	8 m	15,78	10,79
B	0,28	15 m	9,18	

Berdasarkan tabel diatas jika dikaitkan dengan PM No 96 Tahun 2015, tingkat pelayanan simpang adalah B.

Pada usulan III, dilakukan manajemen rekayasa lalu lintas dengan mengubah Jalan Abdul Ghani menjadi jalan satu arah. Oleh karena itu, arus lalu lintas yang awalnya melalui Jalan Abdul Ghani perlu dialihkan ke Jalan Agus Salim yang berjarak 900 meter di sebelah timur. Jalan Agus Salim juga merupakan akses menuju Central Business District (CBD).

Perbandingan Kinerja Eksisting dan Usulan

Berikut merupakan perbandingan derajat kejenuhan pada simpang taman makam pahlawan dari kondisi eksisting dan kondisi usulan I-III :

Tabel 26. Perbandingan Derajat Kejenuhan

Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
S	0,88	0,78	0,80	-
T		0,19	0,22	0,28
B		0,73	0,68	0,28
Rata-rata	0,88	0,57	0,57	0,28

Berikut merupakan perbandingan antrian pada simpang taman makam pahlawan dari kondisi eksisting dan kondisi usulan I-III :

Tabel 27. Perbandingan Antrian Simpang

Pendekat	Eksisting	Usulan I	Usulan II	Usulan III
S	32% - 61%	56 m	81 m	-
T		12 m	12 m	8 m
B		33 m	33 m	15 m
Rata-rata	32% - 61%	34 m	42 m	11 m

Berikut merupakan perbandingan tundaan pada simpang taman makam pahlawan dari kondisi eksisting dan kondisi usulan I-III :

Tabel 28. Perbandingan Tundaan Simpang

Kondisi	Tundaan (det/smp)	Tingkat Pelayanan
Eksisting	15,18	C
Usulan I	19,26	C
Usulan II	28,74	D
Usulan III	10,79	B

Usulan III adalah yang terbaik, melibatkan perbaikan geometrik, membuat kaki selatan satu arah, dan menerapkan APILL 2 fase di kaki timur dan barat. Tundaan lebih kecil, dan tingkat pelayanan naik menjadi kelas B. Usulan III dapat diimplementasikan dalam waktu singkat, perlu sosialisasi terkait perubahan menjadi jalan satu arah pada Jalan Abdul Ghani (kaki selatan). Dengan ini, kinerja pelayanan simpang meningkat, konflik berkurang, dan kecelakaan dapat diminimalisir, menciptakan lalu lintas yang lancar dan tertib.

KESIMPULAN

Simpang Taman Makam Pahlawan tidak sesuai dengan tipe pengendalian saat ini. Tiga usulan untuk memperbaiki kinerja simpang telah dievaluasi:

1. Usulan I: Perbaikan geometri simpang, penerapan APILL 2 fase dengan belok kiri dan lurus jalan terus. Menghasilkan derajat kejenuhan 0,57, antrian rata-rata 34 m, tundaan simpang 19,26 det/smp, dan tingkat pelayanan C.
2. Usulan II: Perbaikan geometri simpang, penerapan APILL 3 fase dengan belok kiri dan lurus jalan terus. Menghasilkan derajat kejenuhan 0,57, antrian rata-rata 42 m, tundaan simpang 28,74 det/smp, dan tingkat pelayanan D.
3. Usulan III: Perubahan geometri simpang, penerapan sistem satu arah pada kaki selatan, dan dengan penerapan APILL 2 fase. Menghasilkan derajat kejenuhan 0,28, antrian rata-rata 11 m, tundaan simpang 10,79 det/smp, dan tingkat pelayanan B.
4. Usulan terbaik adalah Usulan III. Ini mengalami peningkatan kinerja simpang dari kondisi eksisting, dengan penurunan derajat kejenuhan dan tundaan, serta menghilangkan titik konflik pada simpang.
5. Mengubah tipe pengendalian menjadi APILL 2 atau 3 fase saja tidak cukup untuk meningkatkan kinerja simpang karena terdapat keterbatasan geometri simpang. Namun, hal ini dapat dipertimbangkan untuk mengurangi titik konflik dan meminimalisir risiko kecelakaan.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. 2009. "Undang-Undang Republik Indonesai Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan."
- _____. 2015. "Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas."
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia." Jakarta: Dirjen Bina Marga.
- Fotramanag, M Afdael. 2022. "Evaluasi Apill Pada Simpang Bersinyal Dibandingkan

- Dengan Software PTV Vissim 9 (Studi Kasus: Simpang Soekarno Hatta-Ibrahim Adjie Kota Bandung).” Bandung: FTSP Series.
- Kamarini, Adelia Rahayu Komang. 2022. “Manajemen Rekayasa Lalu Lintas Kawasan Pertokoan Ruas Jalan Motang Rua Di Kabupaten Manggarai.” Bekasi: PTDI-STTD.
- Khisty, c. Jotin, dan B. Kent Lall. 2005. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 1*. 3 ed. Jakrta: Erlangga.
- Narendra, Alfa. 2022. “Google Map Sebagai Alat Bantu Penentuan Waktu Pencacahan Lalu Lintas.” Malang: Jurnal Teknik Sipil UB.
- Nursalam, Edi. 2011. “Manajemen persimpangan.” Jakarta: Widyaiswara Indonesia.
- Risdiyanto. 2014. “Rekayasa & Manajemen Lalu Lintas: Teori dan Aplikasi.” Yogyakarta: LeutikaPrio.
- Tim PKL Kota Batu. 2023. *Pola Umum Manajemen Transportasi Jalan Kota Batu dan Identifikasi Permasalahannya Bidang Manajemen Rekayasa Lalu Lintas*.