

## KINERJA SIMPANG TAK BERSINYAL PADA RUAS JALAN PEMUDA-HAYAM WURUK-KAMBOJA KOTA BANDAR LAMPUNG

**Leni Sriharyani<sup>1</sup>, Septyanto Kurniawan<sup>\*</sup>, Emilia Dwi Setiowati<sup>2</sup>**

Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro<sup>1,2</sup>

Corresponding Author Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Metro<sup>\*</sup>

E-mail : lenisriharyani8@gmail.com<sup>1</sup>, s\_yan\_k@ymail.com<sup>\*</sup>, emiliadwiiii00@gmail.com<sup>2</sup>

### ABSTRAK

Simpang tak bersinyal sering menimbulkan konflik lalu lintas, khususnya pada kawasan dengan aktivitas tinggi. Penelitian ini menganalisis kinerja simpang tak bersinyal di ruas Jalan Pemuda–Hayam Wuruk–Kamboja, Kota Bandar Lampung menggunakan MKJI 1997 dengan parameter kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Data diperoleh melalui survei geometrik dan volume lalu lintas selama tujuh hari pada tiga periode jam puncak. Hasil analisis menunjukkan kinerja terpadat pada periode sore, pukul 17.00-18.00 WIB dengan kapasitas (C) 2.125,800 smp/jam, derajat kejenuhan (DS) 0,703, tundaan simpang (D) 11,773 det/smp, dan peluang antrian (QP%) 20,142%–40,962%. Dengan  $DS < 0,75$ , tingkat pelayanan termasuk kategori C, artinya simpang masih mampu menampung arus lalu lintas. Perlindungan sebidang kereta api dekat simpang diperoleh tundaan terlama 10,34 det/kend dan panjang antrian 150 meter, jarak sisa dari panjang antrian terakhir menuju simpang sekitar 0–20 meter menunjukkan simpang berada pada kategori pengaruh tinggi akibat keberadaan perlindungan sebidang kereta api.

**Kata Kunci :** Kinerja Simpang Tak Bersinyal, MKJI 1997, Lampung.

### PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang pesat di kota-kota besar Indonesia, termasuk Kota Bandar Lampung, telah memberikan dampak signifikan terhadap berbagai aspek kehidupan, salah satunya pada sistem transportasi dan lalu lintas. Peningkatan volume kendaraan yang tidak diimbangi dengan kapasitas dan kualitas infrastruktur jalan dapat menyebabkan berbagai permasalahan lalu lintas, terutama pada simpang jalan. Simpang tak bersinyal, sebagai titik pertemuan dua ruas jalan atau lebih tanpa Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) seperti lampu

lalu lintas, merupakan salah satu lokasi yang sering mengalami permasalahan ini. Pada simpang jenis ini, pergerakan kendaraan bergantung pada prioritas jalan, marka, dan perilaku pengemudi. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1997 mencatat bahwa simpang tak bersinyal memiliki tingkat kecelakaan sekitar 0,60 kecelakaan/juta kendaraan.

Untuk mengoptimalkan fungsi simpang, diperlukan penilaian kinerja simpang yang tepat dengan mempertimbangkan parameter-parameter seperti kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, dan peluang antrian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang tak bersinyal pada ruas Jalan

Pemuda – Hayam Wuruk – Kamboja, Kota Bandar Lampung, dengan menggunakan metode MKJI (1997). Selain itu, penelitian ini juga menganalisis pengaruh keberadaan perlintasan sebidang kereta api di Jalan Pemuda terhadap lalu lintas di simpang tersebut, dengan melihat nilai tundaan dan panjang antrian yang diakibatkannya. Keberadaan perlintasan sebidang dapat menyebabkan gangguan lalu lintas seperti antrian dan tundaan kendaraan, terutama saat palang perlintasan ditutup.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Simpang Tak Bersinyal

Menurut MKJI (1997), simpang tak bersinyal adalah simpang di mana arus lalu lintas tidak dikendalikan oleh alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) seperti lampu lalu lintas. Pengaturan pergerakan kendaraan pada simpang ini dilakukan berdasarkan aturan prioritas jalan, rambu lalu lintas, dan etika berlalu lintas. Umumnya, kendaraan dari jalan dengan volumel lalu lintas yang lebih besar atau yang dianggap sebagai jalan utama memiliki prioritas untuk melintas terlebih dahulu, sementara kendaraan dari jalan minor harus menunggu celah aman (gap) untuk masuk ke arus utama.

Menurut MKJI (1997), simpang tak bersinyal memiliki beberapa karakteristik utama, yaitu:

- (a) Tidak Menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL)  
Pengaturan arus kendaraan tidak dikendalikan oleh lampu lalu lintas, melainkan bergantung pada rambu dan aturan prioritas.
- (b) Pengaturan Berdasarkan Prioritas Jalan  
Kendaraan dari jalan minor (sekunder) harus memberikan prioritas kepada kendaraan dari jalan mayor (utama). Prioritas ini biasanya ditentukan berdasarkan volumel lalu lintas atau klasifikasi jalan.

- (c) *Gap Acceptancel* (Penerimaan Celah Aman)

Pengemudi dari jalan minor harus menunggu celah lalu lintas yang cukup aman (gap) pada arus utama sebelum dapat melintas atau berbelok.

- (d) Potensi Konflik Lebih Tinggi

Karena tidak ada sinyal pengatur, maka interaksi antar-arus kendaraan terjadi secara langsung. Ini meningkatkan potensi konflik jika tidak ada kepatuhan terhadap aturan prioritas.

### Kinerja Simpang

Kinerja simpang adalah ukuran yang menggambarkan sejauh mana simpang dapat melayani arus lalu lintas yang melintas, dengan mempertimbangkan berbagai faktor seperti kapasitas, volumel kendaraan, tundaan, derajat kejenuhan, dan antrian. Pemahaman yang mendalam tentang kinerja simpang penting untuk merencanakan perbaikan atau peningkatan fasilitas lalu lintas di sekitar simpang. Analisis kinerja simpang bertujuan untuk menilai apakah simpang tersebut berfungsi secara efisien atau perlu dilakukan optimasi untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kenyamanan berkendara MKJI (1997)

### Kapasitas (C)

Persamaan Kapasitas adalah ;  
 $C = CO \times FW \times FM \times FCS \times FRSU \times FLT \times FRT \times FMI$  (smp/jam)

Dengan :

C = Kapasitas (smp/jam).

CO = Kapasitas dasar (smp/jam).

FW = Faktor penyesuaian lebar pendekat.

FM = Faktor penyesuaian median jalan utama.

FCS = Faktor penyesuaian ukuran kota.

FRSU = Faktor penyesuaian tipe lingkungan jalan, hambatan

samping dan kendaraan tak bermotor

FLT= Faktor penyuluan belok kiri.

FRT= Faktor penyesuaian belok kanan.

FMI= Faktor penyesuaian rasio arus jalan minor.

### Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan sebagai rasio antara volume kendaraan yang melewati simpang dengan kapasitas maksimum dari simpang tersebut dalam satuan waktu tertentu (smp/jam). Derajat kejenuhan menggambarkan sejauh mana kapasitas simpang dimanfaatkan oleh arus lalu lintas yang melintas. Nilai ini sangat penting dalam mengevaluasi apakah simpang tersebut masih mampu menampung volumel lalu lintas yang ada atau sudah mengalami kejenuhan. Semakin tinggi nilai DS, semakin besar kemungkinan terjadi antrian, keterlambatan, dan penurunan kinerja simpang.

Derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$DS = \frac{QTOT}{c}$$

Dengan :

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas (smp/jam)

QTOT = Jumlah arus total pada simpang (smp/jam)

### Tundaan

Tundaan simpang adalah total tundaan arus lalulintas dari kendaraan bermotor yang masuk simpang.

$$D = DG + DTI \quad (\text{det/smp})$$

Dimana:

DG = Tundaan geometrik simpang

DT1 = Tundaan lalu lintas simpang

### Tingkat Pelayanan

Cara paling efektif untuk mengevaluasi kinerja suatu persimpangan adalah dengan menganalisis nilai derajat kejenuhan (DS) pada kondisi eksisting, lalu membandingkannya dengan proyeksi pertumbuhan lalu lintas serta umur rencana pelayanan simpang.

e-ISSN ; 2548-6209

p-ISSN ; 2089-2098

TAPAK Vol. 15 No. 1 November 2025

Tabel 1. Tingkat Pelayanan

Karakteristik	V/C	Tingkat Pelayanan
Kondisi arus bebas dengan volume lalu lintas rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.	0,00 – 0,20	A
Arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan mulai dibatasi oleh kondisi lalu lintas, pengemudi masih punya cukup kebebasan untuk memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.	0,20 – 0,44	B
Arus stabil tetapi kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi, pengemudi memiliki keterbatasan untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau mendahului.	0,45 – 0,74	C
Arus mendekati tidak stabil dengan volume lalu lintas tinggi dan kecepatan masih ditolerir namun sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam menjalankan kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.	0,75 – 0,84	D
Volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah, pengemudi mulai merasakan kemacetan kemacetan durasi pendek.	0,85 – 1,00	E
Arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang, kepadatan lalu lintas sangat tinggi, volume rendah dan terjadi kemacetan untuk durasi yang cukup lama	>1,00	F

(Traffic Planning and Engineering, 2nd Edition Pergamon Press Oxford, 1979)

Tabel 2. Tingkat Tundaan Simpang Tak Bersinyal

Tingkat pelayanan	Tundaan (dtk/smp)
A	<5
B	5-10
C	11-20
D	21-30
EL	31-45
F	>45

(Delpartelmeln Pelhubungan, 2006)

### Perlindungan Sebidang Kereta Api

Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menilai kinerja simpang akibat aktivitas perlintasan kereta api

antara lain adalah tundaan kendaraan, dan panjang antrian.

Fitriani (2020) menambahkan bahwa tundaan lalu lintas pada perlintasan sebidang dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu lama waktu palang tertutup dan jumlah kendaraan yang tertahan selama penutupan tersebut.

Berdasarkan teori tersebut, dalam penelitian ini pengambilan data dilakukan dengan cara :

- (a) Mencatat waktu palang tertutup: lama waktu dari palang mulai tertutup hingga terbuka kembali
- (b) Jumlah kendaraan tertahan: total kendaraan yang mengantri selama palang tertutup

Persamaan yang digunakan untuk menghitung tundaan rata-rata akibat perlintasan sebidang kereta api adalah sebagai berikut:

$$\text{Tundaan rata-rata (detik/kendaraan)} = \frac{\text{Lama palang tertutup (detik)}}{\text{Jumlah kendaraan tertahan}}$$

Menurut Khisty & Lall (2003) ketika antrian kendaraan mendekati atau sampai ke area simpang, maka arus lalu lintas terganggu, karena kendaraan tidak bisa bermanuver secara leluasa.

Tabel 3. Tabel Klasifikasi Pengaruh Panjang Antrian Kendaraan Terhadap Simpang

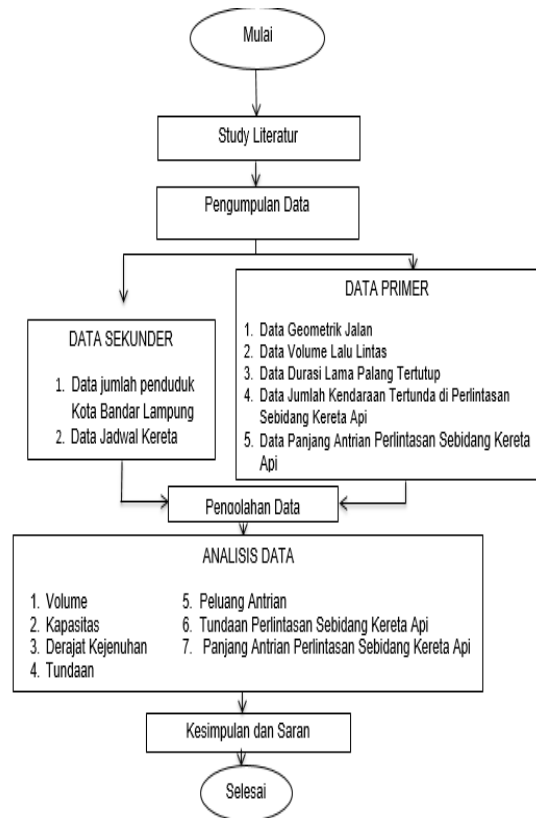
Sisa jarak antrian terakhir ke simpang (m)	Kategori pengaruh	Keterangan
0-20	Tinggi	Sangat mendekati simpang
20-50	Sedang	Cukup dekat dengan simpang
50-100	Rendah	Masih jauh tapi tetap berpotensi
>100	Tidak berpengaruh	Jarak aman tidak mempengaruhi

(Berdasarkan prinsip Khisty dan Lall, 2003 dengan pendekatan *engineering judgment*)

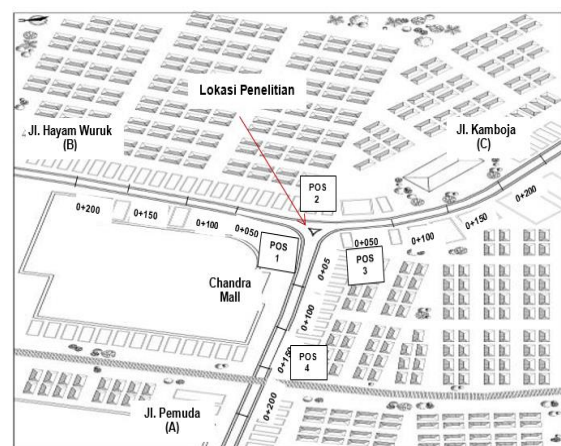
Melurut Prasetyo (2019), panjang antrian yang terjadi di perlintasan sebidang kereta api disebabkan oleh penutupan palang yang menghentikan aliran kendaraan. Antrian kendaraan yang terbentuk tidak hanya berdampak

di sekitar perlintasan, tetapi juga dapat melajal hingga ke simpang terdekat, menyebabkan gangguan kinerja simpang seperti meningkatnya tundaan dan menurunnya kapasitas simpang.

## METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian (Leni, 2025)



Gambar 2. Lokasi Penelitian (Leni, 2025)

Teknik pengambilan data primer dilakukan dengan cara pengamatan

langsung di lokasi penelitian, yaitu melalui :

1. Survei geometrik simpang, dengan cara mencatat jumlah lajur dan arah, mengukur dimensi jalan yang bertujuan mengetahui kondisi jalan pada simpang.
2. Survei manajemen lalu lintas kondisi eksisting, yang terdiri dari :
  - a. Survei arus lalu lintas (*traffic counting*), data diambil selama 7 hari pada jam-jam sibuk. Pada jam 06.00–09.00 WIB, siang jam 11.00–14.00 WIB dan sore jam 15.00–18.00 WIB. Dengan cara menghitung jumlah kendaraan per jenis kendaraan dan arah pergerakannya per interval waktu 15 menit kemudian dijumlahkan menjadi volume per jam. Selanjutnya data volume per jam tersebut dikonversikan ke dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) sesuai dengan pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Hasil data ini akan digunakan untuk menganalisis kinerja simpang dengan menggunakan metode MKJI (1997).
  - b. Survei tundaan dan panjang antrian perlintasan sebidang kereta api yang masuk dalam area pengamatan.

Pengambilan data tundaan perlintasan sebidang kereta api dilakukan dengan cara :

- (c) Mencatat waktu palang tertutup: lama waktu dari palang mulai tertutup hingga terbuka kembali
- (d) Jumlah kendaraan tertahan: total kendaraan yang mengantri selama palang tertutup

Pengambilan data panjang antrian perlintasan sebidang kereta api dilakukan dengan cara:

- (a) Mencatat waktu penutupan palang kereta api, yaitu durasi sejak palang mulai tertutup hingga kembali terbuka. Data ini dicatat dalam satuan menit atau detik dan digunakan untuk mengetahui durasi gangguan lalu lintas yang menyebabkan kendaraan berhenti dan membentuk antrian.
- (b) Mengukur panjang antrian kendaraan, yaitu jarak dari kendaraan pertama yang berhenti paling depan dekat palang hingga kendaraan terakhir yang tertahan di belakang saat palang masih dalam kondisi tertutup dengan satuan meter (m).

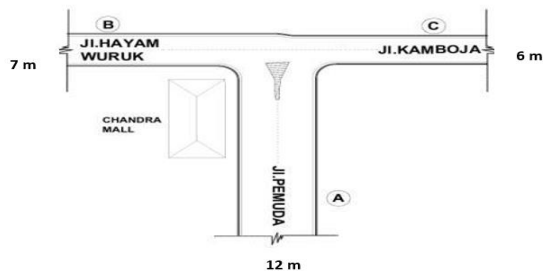
Pengambilan data ini dilakukan setiap kali terjadi penutupan palang, pada jam-jam survei simpang, agar dapat diketahui panjang antrian terpanjang yang berpotensi memberikan pengaruh terhadap kinerja simpang.



Gambar 3. Kondisi Arus Lalu Lintas Saat Palang Kereta Tertutup (Leni, 2025)

## HASIL PENELITIAN

Simpang Jalan Pemuda – Halyam Wuruk–Kamboja merupakan simpang tak bersinyal yang terletak pada Kecamatan Tanjung Karang Timur, Kota Bandar Lampung. Hasil survei pengukuran dilapangan, kondisi geometrik simpang dapat dilihat pada Gambar 4 dan Tabel 4 di bawah ini .



Gambar 4. Geometrik Simpang (Leni, 2025)

Tabel 4. Geometrik Simpang

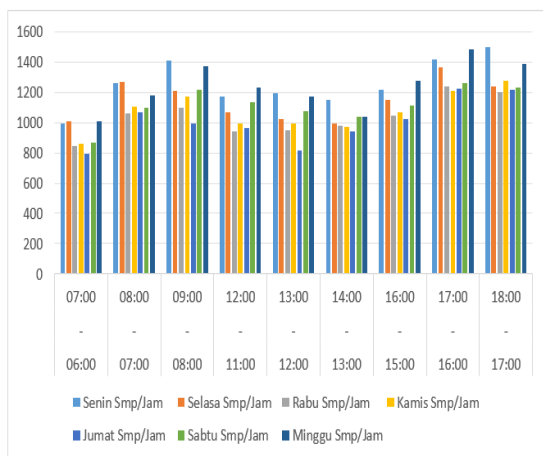
Nama Jalan	Lebar Jalur (m)	Lebar Trotoar (m)
Jl. Pemuda	12,00	1,7
Jl. Hayam Wuruk	7,00	1,2
Jl. Kamboja	6,00	1,2

(Leni, 2025)

Tabel 5. Daltal Rekapitulasi Arus Lalu Lintas Selama Satu Minggu

Periode	Waktu Pengamatan	Senin Smp/Jam	Selasa Smp/Jam	Rabu Smp/Jam	Kamis Smp/Jam	Jumat Smp/Jam	Sabtu Smp/Jam	Minggu Smp/Jam
Pagi	06:00 - 07:00	994,1	1005,2	847,2	861,4	795,2	869,5	1005,3
	07:00 - 08:00	1257,4	1264,7	1062,6	1101,7	1069,8	1097,3	1179
	08:00 - 09:00	1406,3	1208,2	1095	1168,4	992,1	1215,9	1370,2
Siang	11:00 - 12:00	1171,9	1064,7	941,8	991	964,6	1135,7	1232,1
	12:00 - 13:00	1196,4	1021,2	950,8	993,4	814,6	1075,5	1169,2
	13:00 - 14:00	1149,4	991,3	978,2	970,4	941,6	1039,7	1039,5
Sore	15:00 - 16:00	1212,3	1146,6	1048,4	1069	1022,2	1110,2	1273,3
	16:00 - 17:00	1412,3	1362,2	1237,7	1209,5	1224,4	1258,2	1480
	17:00 - 18:00	1493,7	1234,6	1197,6	1273,8	1214,1	1227,9	1382,4
<b>Total</b>		<b>11293,8</b>	<b>10298,7</b>	<b>9359,3</b>	<b>9638,6</b>	<b>9038,6</b>	<b>10029,9</b>	<b>11131</b>

(Leni, 2025)



Gambar 5. Daltal Rekalpitulasi Arus Lalu Lintas Selama Satu Minggu

Dari hasil penelitian dan perhitungan data volume harian rata-rata lalu lintas selama tujuh hari pada ruas Jalan Pemuda - Hayam Wuruk - Kamboja, Kota Bandar Lampung, yang dihitung menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997). Di dapatkan volume harian rata-rata lalu lintas tertinggi periode pagi terjadi pada hari Senin di jam puncak pukul 08.00 – 09.00 WIB sebesar 1406,3 Smp/Jam. Volume harian rata-rata lalu lintas tertinggi periode siang terjadi pada hari Minggu, di jam puncak pukul 11.00 – 12.00 WIB sebesar 1232,1 Smp/Jam. Untuk volume harian rata-rata lalu lintas tertinggi periode sore terjadi pada hari Senin, di jam puncak pukul 17.00 – 18.00 WIB sebesar 1493,7 Smp/Jam. Untuk lebih mudah melihat hasil pengumpulan data volume pada jam puncak, dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini :

Tabel 6. Daltal Volume Lallu Lintas Tertinggi Paldal Jalm Puncak Pagi, Siang dan Sore

Periode	Waktu Pengamatan	Arus Lalu Lintas Smp/Jam
Pagi	08.00-09.00	1406,3
Siang	11.00-12.00	1232,1
Sore	17.00-18.00	1493,7

(Leni, 2025)

Tabel 7. Data Kapasitas Per Periode Jam Puncak

Kapasitas Dasar (CO)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kapasitas							Kapasitas (C)	
	Lebar Pendeklat (Fw)	Pemisah Arah (Fm)	Ukuran Kota (FCS)	Hambatan Samping (FRSU)	Belok Kiri (FLT)	Belok Kanan (FRT)	Rasio-Arus Jalan Minor (Fm)		
322	$0,73 + 0,0780 \times W$				$0,84 + 1,18 \times FLT$	$1,09 - 0,922 \times PRT$	$1,19 \times PM \times (1,19 \times PM)^{-1}$	$12345678$	
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Pagi	2700	1,046	1,05	0,82	0,95	1,280	0,776	0,950	2179,804
Siang	2700	1,046	1,05	0,82	0,95	1,199	0,785	0,944	2052,499
Sore	2700	1,046	1,05	0,82	0,95	1,234	0,776	0,981	2125,800

(Leni, 2025)

Dari hasil kapasitas dasar dan faktor-faktor penyesuaian diatas

didapatkan : Nilai kapasitas (C) pada interval periode pagi, pukul 08.00-09.00 WIB sebesar = 2179,804 Smp/Jam. Nilai kapasitas (C) pada interval periode siang, pukul 11.00-12.00 WIB sebesar = 2052,499 Smp/Jam. Dan nilai kapasitas (C) pada interval periode sore pukul 17.00-18.00 WIB sebesar = 2125,800 Smp/Jam.

Tabel 8. Data Derajat Kejenuhan Per Periode Jam Puncak

Periode	Total Arus Lalu Lintas ( $Q_{TOT}$ ) Smp/Jam	Kapasitas Jalan (C) Smp/Jam	Derajat Kejenuhan DS = $Q_{TOT}/C$
Pagi	1406,3	2179,804	0,645
Siang	1232,1	2052,499	0,600
Sore	1493,7	2125,800	0,703

(Leni, 2025)

Dari hasil nilai arus lalu lintas  $Q_{TOT}$  dan nilai kapasitas C di atas didapatkan : Nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada interval periode pagi, pukul 08.00-09.00 WIB sebesar = 0,645. Pada interval periode siang, pukul 11.00-12.00 WIB nilai (DS) sebesar = 0,600. Pada interval periode sore, pukul 17.00-18.00 WIB nilai (DS) sebesar = 0,703

Tabel 9. Data Tundaan Per Periode Jam Puncak

Periode	Tundaan Jalan Minor (DT <sub>MI</sub> ) (Det/smp)	Tundaan Geometrik (DG) (Det/smp)	Tundaan Simpang (D) (Det/smp)
	$(Q_{TOT} \times DT_{MI} + Q_{MA} \times DT_{MA}) / Q_{MI}$	$(1-DS) \times (PT \times G + (1-PT) \times 3) + DS \times X_4$	DG + DT <sub>I</sub>
Pagi	10,835	4,412	11,073
Siang	9,842	4,368	10,493
Sore	12,759	4,327	11,773

(Leni, 2025)

Berdasarkan hasil dari nilai tundaan simpang (DT<sub>I</sub>), tundaan lalu lintas jalan utama (DT<sub>MA</sub>), tundaan lalu lintas jalan minor (DT<sub>MI</sub>), tundaan geometrik (DG), dan tundaan simpang (D). Sesuai rumus tundaan yang ada di (MKJI,1997).

Maka hasil nilai tundaan simpang (D) pada interval periode pagi, pukul WIB

08.00-09.00 sebesar = 11,073 Det/Smp. Nilai tundaan simpang (D) pada interval periode siang, pukul 11.00-12.00 WIB sebesar = 10,493 Det/Smp. Nilai tundaan simpang (D) pada interval periode sore, pukul 17.00-18.00 WIB sebesar = 11,773 Det/Smp

Tabel 10. Data Peluang Antrian Per Periode Jam Puncak

Periode	Batas Nilai Atas (Q%)	Batas Nilai Bawah (Q%)
	$(47,71 \times DS) + (24,68 \times DS^2) + (56,47 \times DS^3)$	$(9,02 \times DS) + (20,66 \times DS^2) + (10,49 \times DS^3)$
Pagi	35,658	17,228
Siang	31,939	15,115
Sore	40,962	20,196

(Leni, 2025)

Tabel 11. Data Tingkat Pelayanan Simpang Per Periode Jam Puncak

Periode	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan
Pagi	0,645	C
Siang	0,600	B
Sore	0,703	C

(Leni, 2025)

Berdasarkan tabel 11 di atas maka dapat disimpulkan bahwa tingkat pelayanan simpang pada interval periode pagi, pukul 08.00-09.00 WIB masuk pada kategori C, pada interval periode siang, pukul 11.00-12.00 WIB masuk kategori B, dan untuk interval periode sore, pukul 17.00-18.00 WIB masuk pada kategori C. Tingkat pelayanan B memiliki karakteristik keadaan arus stabil, kecepatan dan perjalanan mulai dipengaruhi oleh keadaan lalu lintas dalam batas dimana pengemudi masih mendapatkan kebebasan yang cukup untuk memilih kecepatannya. Dan tingkat pelayanan C memiliki karakteristik keadaan arus stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan.

Karena nilai DS belum melewati batas yang disarankan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) <0,75 yang

berarti simpang masih mampu mengakomodasi arus lalu lintas.

### Tundaan dan Panjang Antrian Perlintasan Sebidang Kereta Api

Tundaan dan panjang antrian yang masuk dalam area pengamatan di ruas Jalan Pemuda akibat perlintasan sebidang kereta api merupakan bentuk hambatan eksternal terhadap kelancaran arus lalu lintas yang terjadi karena kendaraan harus berhenti saat palang kereta api tertutup. Tundaan dan panjang antrian ini berdampak langsung terhadap ruas jalan di sekitar perlintasan, termasuk simpang terdekat, karena dapat menyebabkan antrian kendaraan yang memanjang dan perlambatan aliran lalu lintas

Tabel 12. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Senin

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	07.20 – 07.25	360	38	9,47
2	07.34 – 07.40	360	58	6,21
3	08.16 – 08.18	120	41	2,93
4	11.43 – 11.46	160	48	3,33
5	12.17 – 12.20	180	41	4,39
6	12.29 – 12.33	240	56	4,29
7	12.44 – 12.47	180	46	3,91
8	13.40 – 13.45	300	61	4,92
9	15.24 – 15.26	120	38	3,16
10	16.31 – 16.34	180	55	3,27
11	16.44 – 16.49	300	59	5,08
12	16.55 – 17.00	300	69	4,35
13	17.20 – 17.22	180	71	2,54

(Leni, 2025)

Tabel 13. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Selasa

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.20 – 06.25	300	45	6,67
2	06.44 – 06.46	120	51	2,35
3	07.17 – 07.20	180	49	3,67
4	07.29 – 07.34	240	56	4,29
5	07.52 – 07.57	300	62	4,84
6	11.25 - 11.28	180	48	3,75
7	12.40 – 12.45	300	61	4,92
8	13.30 – 13.34	180	41	4,39
9	13.54 – 13.59	240	29	8,28
10	16.13 – 16.15	120	47	2,55
11	17.07 – 17.12	300	51	5,88
12	17.34 – 17.40	360	58	6,21

(Leni, 2025)

Tabel 14. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Rabu

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.15 – 06.18	180	37	4,86
2	06.48 – 06.53	300	51	5,88
3	07.05 – 07.08	180	49	3,67
4	07.39 – 07.42	180	56	3,21
5	07.55 – 07.58	240	54	4,44
6	11.37 - 11.42	300	36	8,33
7	12.10 – 12.14	240	46	5,22
8	12.45 – 12.48	180	41	4,39
9	13.37 – 13.41	240	39	6,15
10	13.52 – 13.55	180	47	3,83
11	15.13 - 15.17	240	44	5,45
12	15.44 - 15.47	180	57	3,16
13	16.09 – 16.13	180	51	3,53
14	17.34 – 17.39	300	58	5,17
15	17.56 – 18.00	240	54	4,44

(Leni, 2025)

Tabel 15. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Kamis

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang - rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.35–06.40	300	38	7,89
2	06.58–07.01	180	43	4,19
3	07.41–07.46	300	49	6,12
4	08.55 - 08.59	240	42	5,71
5	11.38 - 11.44	360	36	10,00
6	12.22–12.27	300	29	10,34
7	12.59–13.04	300	37	8,11
8	13.24–13.28	240	28	8,57
9	16.15–16.18	180	38	4,74
10	16.28–16.31	240	39	6,15
11	17.02–17.05	180	45	4,00
12	17.25–17.30	300	57	5,26
13	17.54–17.58	240	49	4,90

(Leni, 2025)

Tabel 16. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Jum'at

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.33-06.36	180	31	5,81
2	07.00-07.05	300	45	6,67
3	07.21-07.25	240	49	4,90
4	07.45-07.48	180	45	4,00
5	08.25 - 08.28	180	31	5,81
6	12.10-12.14	240	37	6,49
7	13.34-13.37	180	28	6,43
8	16.05-16.07	120	27	4,44
9	16.23-16.27	240	35	6,86
10	17.00-17.05	300	52	5,77
11	17.44-17.48	240	63	3,81

(Leni, 2025)

Tabel 17. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Sabtu

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.15-06.18	180	18	10,00
2	06.42-06.45	180	48	3,75
3	07.21-07.25	240	51	4,71
4	07.30-07.33	180	49	3,67
5	07.59-08.04	300	45	6,67
6	08.21-08.27	360	57	6,32
7	11.51-11.55	240	43	5,58
8	13.08-13.11	180	25	7,20
9	13.20-13.24	240	30	8,00
10	15.52-15.55	180	37	4,86
11	16.28-16.31	180	44	4,09
12	16.42-16.46	240	48	5,00
13	17.15-17.19	240	57	4,21
14	17.30-17.33	180	49	3,67
15	17.47-17.52	300	68	4,41

(Leni, 2025)

Tabel 18. Hasil Tundaan Perlintasan Sebidang Kereta Api di Jalan Pemuda, Hari Minggu

No	Jam Penutupan Palang (WIB)	Durasi Penutupan Palang (detik)	Total Kendaraan simpang ke rel	Tundaan Rata - Rata (detik)
1	06.25-06.28	180	45	4,00
2	06.53-06.57	240	45	5,33
3	07.15-07.18	180	49	3,67
4	07.34-07.38	240	40	6,00
5	07.56-08.00	240	37	6,49
6	13.08-13.11	180	30	6,00
7	13.35-13.39	240	31	7,74
8	13.52-13.55	180	35	5,14
9	15.37-15.41	240	39	6,15
10	16.10-16.17	420	48	8,75
11	16.35-16.40	300	52	5,77
12	16.56-17.01	300	60	5,00
13	17.22-17.28	360	67	5,37
14	17.40-17.43	180	59	3,05

(Leni, 2025)

Dari data diatas dapat diketahui tundaan paling lama terjadi pada hari Kamis pukul

12.22 WIB dengan lama palang tertutup 300 detik, dan jumlah kendaraan 29. Maka nilai tundaan rata-rata sebesar 10,34 detik per kendaraan.

Tabel 19. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Selnin

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang (m)
1	07.20	300 Detik	150 m
2	07.34	360 Detik	150 m
3	08.16	120 Detik	140 m
4	11.43	180 Detik	150 m
5	12.17	180 Detik	130 m
6	12.29	240 Detik	150 m
7	12.44	180 Detik	125 m
8	13.40	300 Detik	150 m
9	15.24	120 Detik	130 m
10	16.31	180 Detik	130 m
11	16.44	300 Detik	150 m
12	16.55	300 Detik	150 m
13	17.20	180 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 20. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Sellasa

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang (m)
1	06.20	300 Detik	150 m
2	06.44	120 Detik	130 m
3	07.17	180 Detik	150 m
4	07.29	240 Detik	150 m
5	07.52	300 Detik	150 m
6	11.25	180 Detik	130 m
7	12.40	300 Detik	150 m
8	13.30	180 Detik	120 m
9	13.54	240 Detik	130 m
10	16.13	120 Detik	150 m
11	17.07	300 Detik	150 m
12	17.34	300 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 21. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Rabu

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang Antrian (m)
1	06.15	180 Detik	90 m
2	06.48	300 Detik	140 m
3	07.05	180 Detik	150 m
4	07.39	180 Detik	150 m
5	07.55	240 Detik	150 m
6	11.37	300 Detik	130 m
7	12.10	240 Detik	150 m
8	12.45	180 Detik	130 m
9	13.37	240 Detik	140 m
10	13.52	180 Detik	150 m
11	15.13	240 Detik	120 m
12	15.44	180 Detik	140 m
13	16.09	180 Detik	150 m
14	17.34	300 Detik	150 m
15	17.56	240 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 22. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Kamis

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang Antrian (m)
1	06.35	300 Detik	120 m
2	06.58	180 Detik	150 m
3	07.41	300 Detik	150 m
4	08.55	240 Detik	140 m
5	11.38	360 Detik	130 m
6	12.22	300 Detik	130 m
7	12.29	300 Detik	120 m
8	13.24	240 Detik	150 m
9	16.15	180 Detik	140 m
10	16.28	240 Detik	150 m
11	17.02	180 Detik	150 m
12	17.25	300 Detik	150 m
13	17.54	240 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 23. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Jum'at

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang Antrian (m)
1	06.33	180 Detik	140 m
2	07.00	300 Detik	150 m
3	07.21	240 Detik	150 m
4	07.45	180 Detik	150 m
5	08.25	180 Detik	120 m
6	12.10	240 Detik	140 m
7	13.34	180 Detik	150 m
8	16.05	120 Detik	145 m
9	16.23	240 Detik	150 m
10	17.00	300 Detik	150 m
11	17.44	240 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 24. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Sabtu

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang Antrian (m)
1	06.15	180 Detik	95 m
2	06.42	180 Detik	150 m
3	07.21	300 Detik	150 m
4	07.30	180 Detik	145 m
5	07.59	300 Detik	150 m
6	08.21	360 Detik	150 m
7	11.51	240 Detik	130 m
8	13.08	180 Detik	130 m
9	13.20	240 Detik	150 m
10	15.52	180 Detik	120 m
11	16.28	180 Detik	145 m
12	16.42	240 Detik	150 m
13	17.15	240 Detik	150 m
14	17.30	180 Detik	150 m
15	17.47	300 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Tabel 25. Hasil Panjang Antrian Pelrlintasan Selbidang Kelrelta Api di Jalan Pelmuda, Hari Minggu

No	Jam Penutupan (WIB)	Data Durasi (detik)	Panjang Antrian (m)
1	06.25	180 Detik	100 m
2	06.53	240 Detik	130 m
3	07.15	180 Detik	140 m
4	07.34	240 Detik	135 m
5	07.56	240 Detik	140 m
6	13.08	180 Detik	150 m
7	13.35	240 Detik	150 m
8	13.52	180 Detik	140 m
9	15.37	240 Detik	130 m
10	16.10	420 Detik	140 m
11	16.35	300 Detik	150 m
12	16.56	300 Detik	150 m
13	17.22	360 Detik	150 m
14	17.40	180 Detik	150 m

(Leni, 2025)

Dari tabel diatas, terlihat bahwa panjang antrian kendaraan rata - rata berada di 150 meter, yang artinya sisa jarak antrian terakhir ke simpang 0-20 m. Jadi dapat disimpulkan bahwa panjang antrian sudah masuk pada simpang dengan kategori pengaruh tinggi karena mempengaruhi lalu lintas di simpang.

### Perencanaan Bila Jalan Pemuda Dialihkan Menjadi Jalan 1 Arah

Walaupun nilai derajat kejenuhan (DS) pada simpang tidak melebihi saran dari (MKJI) 1997, adanya perencanaan Jalan Pemuda dialihkan menjadi jalan 1 arah ini dapat untuk mengetahui serta menjadi tindak lanjut menangani tundaan akibat perlintasaan sebidang kereta api yang sudah masuk pada kategori pengaruh tinggi. Selain itu juga bisa menjadi solusi karena antrian akibat penutupan palang kereta api tidak akan masuk atau mendekati simpang, antrian tidak akan memanjang tetapi akan memenuhi badan jalan.

Alasan Jalan Pemuda Dialihkan Menjadi Satu Arah :

- Mengurangi Kemacetan : pada ruas jalan dengan volume kendaraan tinggi dan lebar jalan terbatas, arus dua arah sering menimbulkan *bottle neck* (penyempitan arus). Dengan dibuat satu arah, kapasitas jalan meningkat

karena satu sisi jalan bisa dimanfaatkan penuh.

- b. Mengurangi Konflik Lalu Lintas : Jalan dua arah menimbulkan banyak titik konflik antar kendaraan, terutama di persimpangan dan saat ada kendaraan parkir. Sistem satu arah mengurangi potensi kecelakaan karena kendaraan hanya fokus ke satu arah arus.
- c. Mendukung Rekayasa Lalu Lintas di Simpang : Jika di dekatnya ada simpang tak bersinyal, penerapan jalan satu arah bisa mengurangi tundaan, panjang antrean, dan meningkatkan tingkat pelayanan simpang.

Tabel 25. Data Perbandingan Antara Kondisi Eksisting dan Kondisi Perencanaan Bila Jalan Pemuda Dialihkan Menjadi Jalan 1 Arah.

NO	PERIODE	KETERANGAN	KONDISI	
			EKSISTING	PERENCANAAN
1	Pagi	Volume	1406,3	931,6
	Siang		1232,1	850,2
	Sore		1493,7	1007,2
2	Pagi	Kapasitas (C)	2179,804	1600,997
	Siang		2052,499	1610,685
	Sore		2125,800	1475,793
3	Pagi	Derajat Kejenuhan (DS)	0,645	0,582
	Siang		0,600	0,528
	Sore		0,703	0,682
4	Pagi	Tundaan (D)	11,073	10,235
	Siang		10,493	9,605
	Sore		11,774	11,364
5	Pagi	Peluang Antrian (QP%)	35,658% – 17,228%	30,540% – 14,316%
	Siang		31,939% – 15,115%	26,623% – 12,066%
	Sore		40,962% – 20,196%	38,972% – 19,089%
6	Pagi	Tingkat Pelayanan Simpang	C	B
	Siang		B	B
	Sore		C	C

(Leni, 2025)

Berdasarkan hasil perbandingan pada tabel 26 di atas, dapat dilihat bahwa kondisi perencanaan menunjukkan kinerja simpang yang lebih baik dibandingkan kondisi eksisting. Hal ini terlihat dari beberapa indikator, seperti kapasitas, derajat kejenuhan, tundaan, peluang antrian, tingkat pelayanan simpang.

Sebenarnya kondisi eksisting masih mampu menampung volume lalu lintas

saat ini, namun dilakukan perencanaan skenario sebagai upaya pembanding agar ke depannya pengaturan lalu lintas menjadi lebih efektif dan efisien, terutama dalam mengurangi potensi kemacetan dan meningkatkan kenyamanan pengguna jalan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan selama 7 hari, kinerja simpang tak bersinyal pada ruas Jalan Pemuda – Hayam Wuruk – Kamboja, Kota Bandar Lampung yang dianalisis menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Kinerja simpang tak bersinyal dengan hasil sebagai berikut :
  - a) Nilai kapasitas (C) pada interval periode pagi, Senin pukul 08.00-09.00 WIB sebesar = 2179,804 Smp/Jam. Nilai kapasitas (C) pada interval periode siang, Minggu pukul 11.00-12.00 WIB sebesar = 2052,499 Smp/Jam. Nilai kapasitas (C) pada interval periode sore, Senin pukul 17.00-18.00 WIB sebesar = 2125,800 Smp/Jam.
  - b) Nilai Derajat Kejenuhan (DS) pada interval periode pagi, Senin pukul 08.00-09.00 WIB sebesar = 0,645. Pada interval periode siang, Minggu pukul 11.00-12.00 WIB nilai (DS) sebesar = 0,600. Pada interval periode sore, Senin pukul 17.00-18.00 WIB nilai (DS) sebesar = 0,703.
  - c) Nilai tundaan simpang (D) pada interval periode pagi, Senin pukul 08.00-09.00 WIB sebesar = 11,073 Det/Smp. Nilai tundaan simpang (D) pada interval periode siang, Minggu pukul 11.00-12.00 WIB sebesar = 10,493 Det/Smp. Nilai tundaan simpang (D) pada interval periode sore, Senin pukul 17.00-18.00 WIB sebesar = 11,773 Det/Smp
  - d) Nilai peluang antrian pada interval periode pagi, Senin pukul 08.00-09.00 WIB sebesar QP% = 35,658%

- 17,228%. Pada interval periode siang, Minggu pukul 11.00-12.00 WIB sebesar QP% = 31,939% – 15,115%. Pada interval periode sore, Senin pukul 17.00-18.00 WIB sebesar QP% = 40,962% – 20,142%
2. Tingkat pelayanan jalan pada interval periodel pagi, Senin pukul 08.00-09.00 WIB masuk pada kategori C, pada interval periode siang, Minggu pukul 11.00-12.00 WIB masuk kategori B, dan untuk interval periode sore, Senin pukul 17.00-18.00 WIB masuk pada kategori C. Karena nilai DS belum melewati batas yang disarankan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI,1997) <0,75 yang berarti keadaan arus stabil, kecepatan dan pergerakan lebih ditentukan oleh volume yang tinggi sehingga pemilihan kecepatan sudah terbatas dalam batas-batas kecepatan jalan yang masih cukup memuaskan.
  3. Tundaan kendaraan rata-rata paling lama terdapat pada hari Kamis pukul 12.22 WIB dengan lama palang tertutup 300 detik, jumlah kendaraan 29, nilai tundaan rata-rata 10,34 detik per kendaraan. Untuk panjang antrian kendaraan paling panjang rata - rata sudah berada di 150 m, jadi dapat disimpulkan bahwa panjang antrian terakhir menuju simpang 0-20 m, berarti panjang antrian sudah masuk pada simpang dengan kategori pengaruh tinggi karena mempengaruhi lalu lintas di simpang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus Sumarsono, Fajar Sidiek Prahartanto, Djumari. 2017. *Kinerja Simpang Bersinyal dan Tak Bersinyal (Studi Kasus Simpang Bersinyal Gendengan dan Simpang Tak Bersinyal Jalan Dokter Moewardi – Jalan Kalitan, Surakarta)*. Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL, h. 1078-1085
- Arditya Radiantama, dkk, 2025, *Analisis Tundaan dan Panjang Antrian Akibat Penutupan Palang Pintu Kereta Api JPL 241 Sumbergempol TulungAgung*, JURNAL RAB CONTRUCTION RESEARCH, RACIC 10(1), h. 257-268
- Departemen Perhubungan, 2006. *Tingkat tundaan simpang tak bersinyal*
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Perkeretaapian. 2018. *Statistik Perkeretaapian Indonesia Tahun 2018*. Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Doni Haidar Nur, Heru Parbowo, 2024, *Analisis Pengaruh Jalan Sebidang dan Kereta Api Terhadap Karakteristik Lalu Lintas (JL Raya Bojong Gede Kabupaten Bogor)*, Jurnal Teknik Sipil -Arsitektur Vol. 23 (1), Mei, h. 123-130
- Gapi, I. M., Lefrandt, L. I. R., & Rompis, S. Y. R. 2022. *Analisa Kinerja Simpang Lengan Tiga Tak Bersinyal Studi Kasus: Simpang Lengan Tiga Jl. Raya Bastiong – Jl. Raya Mangga Dua – Jl. Sweering Mangga Dua di Kota Ternate*. Jurnal TEKNO, Vol. 20 (80) April. h. 87-94
- Hadijah, I., & Bimantara, B. A. 2018. *Analisis Kinerja Simpang Tidak Bersinyal (Studi Kasus: Jl. AH. Nasution – Jl. Jendral Sudirman – Jl. Ade Irma Suryani – Jl. Imam Bonjol) Kota Metro*. Jurnal TAPAK, Vol. 7 (2), Mei, h. 116-134.
- Haryanto. 2004. *Transportasi Perkotaan dan Permasalahan Lalu Lintas*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kabi, M. B. R., Elisabeth, L., & Timboeleng, J. A. 2015. *Analisis Kinerja Simpang Tanpa Sinyal (Studi Kasus: Simpang Tiga Ringroad – Maumbi)*. Jurnal Sipil Statik Vol.3 (7) Juli, h. 515-530

- Kurniawan, S. (2016). Analisis Hambatan Samping Akibat Aktivitas Perdagangan Modern (Studi Kasus: Pada Jalan Brigjen Katamso di Bandar Lampung). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 5(1).
- Kurniawan, S. (2017). Analisa Hambatan Samping Terhadap Tingkat Pelayanan Jalan Raya (Studi kasus: Sepanjang 200 M Pada Ruas Jalan Imam Bonjol Kota Metro). *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 6(1).
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. 2005. *Transportation Engineering: An Introduction*. New Jersey: Prentice Hall.
- Morlok. (1994). *Rekayasa Lalu Lintas*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Pratama, M. D. M., & El khasnet. 2019. *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan A.H. Nasution dan Jalan Cikadut, Kota Bandung*. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. REKA RACANA*. Vol. 5 (2), h. 116-123
- Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. 2015. *Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal di Ruas Jalan S. Parman dan Jalan DI. Panjaitan*. *Jurnal Sipil Statik* Vol.3 (11) November, h. 747-758
- Setyoko. 1991. *Dasar-dasar Rekayasa Lalu Lintas*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
- Sriharyani, L., & Suhartono, S. 2018. *Analisis Kinerja Simpang Tanpa Lampu Lalu Lintas Chamart Kota Metro*. *TAPAK* Vol. 7 (2) Mei, h. 135-149
- Sudipta Giri, I. K., Wirasutama, C. P., & Kia, G. B. 2021. *Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Gatot Subroto – Jalan Gunung Catur – Jalan Gunung Andakasa di Kota Denpasar*. *Jurnal Ilmiah Kurva Teknik* Vol. 10 (2), November, h. 72-80
- Sukardi. 2016. *Perencanaan dan Analisis Transportasi*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Tamin, O. Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Traffic Planning and Engineering, 2nd Edition Pergamon Press Oxford, 1979*
- Undang-Undang Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Lembaran Negara Republik Indonesia, Jakarta.
- Yusuf, A. F., Wibawa, S. A., Ikhwanuddin, & Hamzah, Y. S. 2023. *Analisa tundaan kendaraan dan panjang antrian di perlintasan sebidang rel kereta api*. Portal: *Jurnal Teknik Sipil*, vol 15 (2), h. 109-114