

Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software VISSIM (Studi Kasus: Simpang Jalan Lobak, Jalan Srikandi, Jalan Melati Indah, Jalan Delima)

Analysis of Signalized Intersections Using VISSIM Software (Case Study: Lobak Road, Srikandi Road, Melati Indah Road, Delima Road Intersections)

Dwi Visti Rurianti, Andre Novan, Yenita Morena, Sri Djuniati

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Riau , Pekanbaru, Indonesia

Article Info

Article history:

Received August 15, 2025

Revised September 22, 2025

Accepted October 01, 2025

Kata Kunci

Kinerja simpang
Simpang bersinyal
Simulasi lalu lintas
VISSIM

Abstrak

Pertumbuhan lalu lintas di Kota Pekanbaru menimbulkan permasalahan kemacetan, khususnya pada simpang bersinyal dengan volume kendaraan tinggi. Penelitian bertujuan untuk menganalisis kinerja simpang bersinyal di Simpang Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima dengan pendekatan survei lapangan dan simulasi PTV VISSIM. Hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan tingkat kemacetan tinggi dengan dominasi *level of service* (LOS) E–F. Pendekat timur (Jalan Lobak) dan barat (Jalan Melati Indah) menjadi titik kritis dengan panjang antrian lebih dari 130 m dan tundaan kategori F, sedangkan pendekat selatan (Jalan Delima) dan utara (Jalan Srikandi) berada pada LOS E. Kapasitas efektif per fase terbukti tidak memadai terhadap arus puncak, karena antrian panjang berulang dan tundaan ekstrem. Validasi model simulasi terhadap data lapangan menghasilkan nilai *chi-square* total $\approx 12,16$, menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada pendekat timur. Dua skenario perbaikan diuji melalui simulasi: optimasi waktu sinyal dengan pembagian fase berbeda jadi siklus 140 detik, dan penerapan *left turn on red* (LTOR) pada pendekat timur dan barat melalui penambahan lebar jalan sisi kiri. Hasil simulasi menunjukkan penurunan panjang antrian (Qlen) sebesar 20–40%, perbaikan LOS dari E–F menuju D–E, serta pengurangan tundaan ekstrem. Derajat kejenuhan (DS) juga menurun, meskipun pencapaian target kinerja optimal memerlukan kombinasi strategi sinyal dan penyesuaian geometri. Penelitian juga menegaskan bahwa integrasi optimasi waktu sinyal dan rekayasa geometrik dapat meningkatkan kinerja simpang secara signifikan, mengurangi risiko spillback, serta mendukung kelancaran arus lalu lintas pada jam puncak.

Abstract

Traffic growth in Pekanbaru City has created congestion problems, particularly at signalized intersections with high vehicle volumes. This study analyzes the performance of the signalized intersection at Lobak Street – Srikandi Street – Melati Indah Street – Delima Street using a field survey and PTV VISSIM simulation. The analysis of existing conditions shows high levels of congestion, dominated by level of service (LOS) E–F. The eastern (Lobak street) and western (Melati Indah street) approaches are critical points with track lengths exceeding 130 m and category F delays, while the southern (Delima street) and northern (Srikandi street) approaches are at LOS E. The effective capacity per phase proved

Keywords:

Intersection performance
Signalized intersection
Traffic simulation
VISSIM

inadequate for peak traffic due to long queues and extreme delays. Validation of the simulation model against field data yielded a total chi-square value of ≈ 12.16 , indicating a significant difference in the eastern approach. Two improvement scenarios were tested through simulations: optimizing signal timing with a different phase division into a 140-second cycle, and implementing a left turn on red (LTOR) on the east and west approaches by increasing the width of the left-hand side of the road. Simulation results showed a 20–40% reduction in queue length (Q_{len}), an improvement in LOS from E–F to D–E, and a reduction in extreme delays. The degree of saturation (DS) also decreased, although achieving optimal performance targets required a combination of signal strategies and geometric adjustments. This study confirms that signal timing optimization and geometric engineering can significantly improve intersection performance, reduce the risk of spillback, and support smooth traffic flow during peak hours.

Corresponding Author: Rurianti, dwivistirurianti87@lecturer.unri.ac.id

A. PENDAHULUAN

Pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di Kota Pekanbaru terus meningkat seiring dengan perkembangan ekonomi dan urbanisasi. Salah satu dampaknya adalah meningkatnya volume lalu lintas pada simpang-simpang utama, termasuk Simpang Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima. Simpang ini merupakan titik temu dari beberapa ruas jalan penting yang melayani aktivitas permukiman, pendidikan, dan perdagangan, sehingga sering mengalami kemacetan terutama pada jam sibuk.

Pengelolaan simpang bersinyal yang efektif menjadi krusial untuk mengurangi tundaan, panjang antrian, dan meningkatkan keselamatan lalu lintas. Penggunaan perangkat lunak simulasi mikroskopik seperti VISSIM menjadi solusi yang tepat untuk mengevaluasi kinerja simpang secara detail dan realistis. VISSIM memungkinkan pemodelan perilaku kendaraan, pengaturan sinyal, dan skenario perbaikan yang dapat diuji sebelum diterapkan di lapangan.

Perkembangan wilayah perkotaan di Indonesia, khususnya di Kota Pekanbaru, telah memicu peningkatan

signifikan dalam mobilitas masyarakat dan volume kendaraan bermotor. Seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan ekspansi kawasan permukiman serta komersial, kebutuhan akan sistem transportasi yang efisien dan aman menjadi semakin mendesak. Salah satu tantangan utama dalam pengelolaan transportasi perkotaan adalah kinerja simpang jalan, terutama simpang bersinyal yang menjadi titik temu arus lalu lintas dari berbagai arah.

Simpang Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima merupakan salah satu simpang penting di Kota Pekanbaru yang melayani berbagai jenis aktivitas masyarakat, mulai dari perjalanan rumah–sekolah, rumah–kantor, hingga distribusi barang dan jasa. Lokasi simpang berada di kawasan padat penduduk dan memiliki karakteristik lalu lintas yang kompleks, dengan variasi volume kendaraan yang tinggi pada jam sibuk pagi dan sore sehingga sering menimbulkan kemacetan, tundaan yang signifikan, serta potensi konflik antar kendaraan yang dapat menurunkan tingkat keselamatan pengguna jalan.

Pengaturan sinyal lalu lintas yang tidak optimal, seperti waktu siklus yang tidak sesuai dengan pola arus kendaraan,

kurangnya koordinasi antar fase, dan keterbatasan geometri simpang, menjadi faktor utama yang mempengaruhi kinerja simpang tersebut. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan analitis dan simulatif yang mampu mengevaluasi kondisi eksisting secara detail dan memberikan gambaran terhadap dampak dari berbagai alternatif perbaikan.

Penggunaan *software* simulasi mikroskopik seperti VISSIM menjadi sangat relevan. VISSIM merupakan perangkat lunak berbasis simulasi perilaku kendaraan yang memungkinkan pengguna untuk memodelkan kondisi lalu lintas secara realistis, termasuk interaksi antar kendaraan, pengaturan sinyal, dan geometri jalan. Analisis kinerja simpang dengan VISSIM dapat dilakukan secara visual dan kuantitatif, mencakup parameter seperti *delay*, panjang antrian, tingkat pelayanan (*level of service*), dan derajat kejenuhan.

Tujuan penelitian adalah analisis kinerja eksisting simpang bersinyal di lokasi studi dan simulasi kondisi eksisting menggunakan *software* VISSIM untuk memvisualisasikan perilaku lalu lintas secara mikroskopik, mengidentifikasi titik-titik kemacetan dan konflik antar kendaraan serta simulasi berbagai skenario perbaikan melalui simulasi VISSIM seperti penyesuaian waktu siklus, perubahan geometri, dan pengaturan fase sinyal. Hasil simulasi diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif bagi instansi terkait, seperti Dinas Perhubungan dan Dinas Pekerjaan Umum, dalam rangka meningkatkan efisiensi dan keselamatan lalu lintas di simpang tersebut.

Penelitian akan berkontribusi dalam pengembangan metode evaluasi simpang bersinyal berbasis simulasi, yang dapat diterapkan pada simpang-simpang lain di wilayah perkotaan Indonesia. Pendekatan analisis berbasis

data dan teknologi, diharapkan pengambilan keputusan dalam perencanaan dan pengelolaan transportasi dapat lebih tepat sasaran dan berkelanjutan.

B. TINJAUAN PUSTAKA

Simpang bersinyal adalah elemen infrastruktur transportasi dalam perencanaan lalu lintas yang mencakup sistem serta fungsi pengendalian lalu lintas, khususnya untuk memfasilitasi perubahan arah (Sidabutar, 2023).

Peningkatan mobilitas dan volume kendaraan dapat menyebabkan permasalahan lalu lintas, sehingga dibutuhkan penanganan pada sistem jaringan untuk menyelesaikan sarana transportasi yang terhambat.

Simulasi merupakan suatu kegiatan peniruan realitas beserta kondisi disekitarnya, yang mencerminkan sifat-sifat utama dari perilaku sistem karakteristik dari kelakuan sistem fisik atau sistem yang abstrak tertentu (Aryandi & Munawar, 2014).

Verkehr In Städten – Simulations Modell (VISSIM) merupakan perangkat lunak yang dapat mensimulasikan berbagai model arus lalu lintas secara mikroskopis (Qalbi, dkk., 2025).

VISSIM dapat memodelkan klasifikasi fungsi jalan, fasilitas transportasi umum, hingga mensimulasikan geometrik dan kondisi operasional dalam sistem transportasi (Aryandi & Munawar, 2014).

C. METODE PENELITIAN

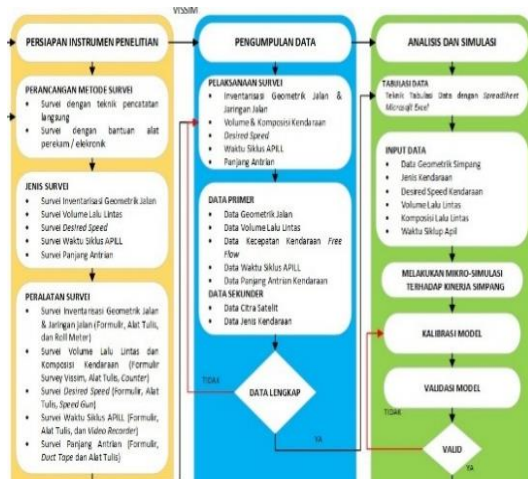
1. Kerangka Kerja Penelitian

Kerangka kerja penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

2. Jenis dan Pendekatan Penelitian

Metode penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif dan

simulatif. Analisis dilakukan berdasarkan data primer hasil survei lalu lintas dan simulasi mikroskopik menggunakan *software* VISSIM untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal.



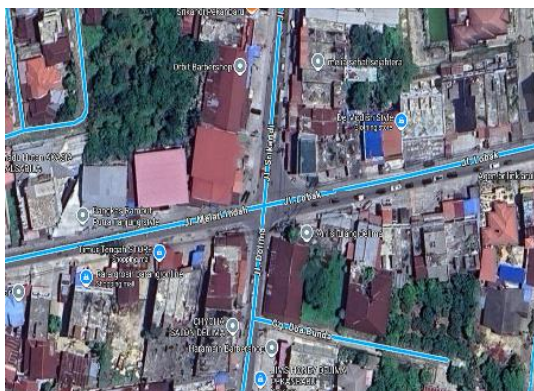
Gambar 1. Diagram alir prosedur penelitian

3. Lokasi dan Data Penelitian

Lokasi dan data pada penelitian sebagai berikut :

a. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian pada Simpang Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima, Kota Pekanbaru. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 serta geometri persimpangan dapat dilihat pada Gambar 4.



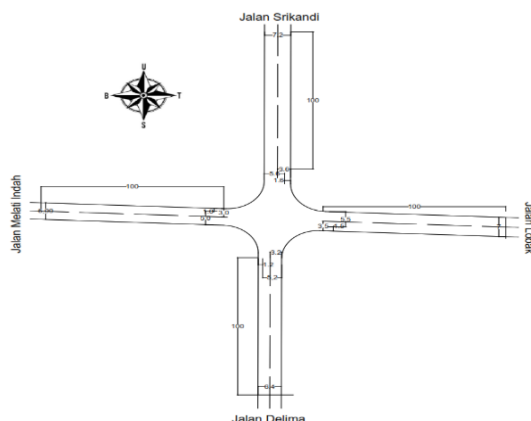
Gambar 2. Lokasi penelitian
(Sumber : Google Maps, 2025)



Gambar 3. Site map lokasi penelitian

b. Kondisi lingkungan

Berdasarkan survei lapangan pada Simpang Jalan Lobak, Jalan Delima, Jalan Melati Indah, Jalan Srikandi Kota Pekanbaru.



Gambar 4. Geometri simpang

c. Waktu siklus dan fase simpang

Dalam penelitian, didapatkan waktu siklus pada Simpang Jalan Lobak yaitu 166 detik dan memiliki 1 fase. Waktu siklus pada Simpang Jalan Srikandi yaitu 166 detik dan memiliki 1 fase, pada Simpang Jalan Melati Indah yaitu 166 detik dan memiliki 1 fase dan pada Simpang Jalan Delima yaitu 166 detik dan memiliki 1 fase.

d. Data penelitian

Data penelitian terdiri dari :

- 1) Data primer

- a) Volume kendaraan per pendekatan (motor, mobil, truk, bus).
 - b) Waktu siklus dan fase sinyal lalu lintas.
 - c) Geometri simpang (jumlah lajur, lebar jalan, keberadaan median dan marka).
 - d) Observasi perilaku kendaraan dan konflik lalu lintas.
- 2) Data sekunder
- a) Peta dan *layout* simpang dari instansi terkait.
 - b) Pedoman teknis seperti MKJI 1997 dan manual VISSIM.
 - c) Data pendukung dari Dinas Perhubungan dan Bappeda Kota Pekanbaru.

4. Jenis – Jenis Survei

Survei pada penelitian ini bertujuan untuk mengambil data olahan berupa data primer dan data sekunder yang digunakan untuk menganalisis. Metode survei yang dilaksanakan yaitu survei lapangan atau observasi. Adapun jenis – jenis survei pada penelitian sebagai berikut:

- a. Survei inventarisasi geometrik jalan bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi tata guna lahan dan profil melintang pada simpang yang berguna sebagai data input dalam analisis kinerja simpang pada penelitian. Metode survei secara manual dengan pengambilan data secara langsung di lapangan.
- b. Survei volume lalu lintas bertujuan untuk menghitung volume atau arus lalu lintas serta komposisi kendaraan yang masuk pada pendekatan di simpang. Metode survei dengan merekam menggunakan pencatatan langsung oleh surveyor di lapangan.
- c. Survei kecepatan (*desired speed*) kendaraan bertujuan untuk mengetahui kecepatan kendaraan pada saat melintasi tiap-tiap pendekatan pada persimpangan dengan kondisi lalu

- lintas *free flow* (lengang). Kondisi tersebut terjadi pada saat kondisi lalu lintas tidak padat atau malam hari. Survei dilakukan dengan bantuan alat elektronik yaitu *speed gun*.
- d. Survei waktu siklus APILL bertujuan untuk memperoleh data waktu masing-masing sinyal lampu lalu lintas (APILL) untuk setiap fase sinyal. Survei dilakukan dengan bantuan alat elektronik yaitu *video recorder* dan *stopwatch*.
- e. Survei panjang antrian kendaraan bertujuan untuk memperoleh data panjang antrian kendaraan pada masing-masing pendekatan simpang. Panjang antrian kendaraan diukur mulai dari ujung depan antrian (marka berhenti saat sinyal merah) hingga ujung belakang antrian (kendaraan terakhir yang masuk dalam kondisi mengantri saat sinyal merah). Survei dilakukan dengan pencatatan langsung oleh surveyor dengan terlebih dahulu memberi penanda dengan *duct tape* setiap 5 meter pada setiap pendekatan simpang.

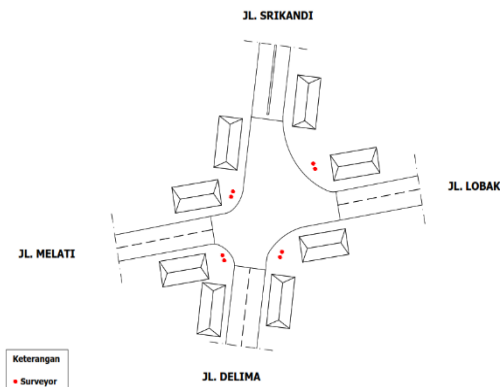
5. Penempatan Surveyor

Pengambilan data primer menggunakan metode survei langsung di lokasi penelitian. Posisi surveyor pada saat pelaksanaan survei merupakan hal yang penting dan sangat perlu diperhatikan dengan baik saat pengamatan secara langsung di lokasi survei. Salah satu data yang diambil adalah data volume lalu lintas. Data tersebut dapat diperoleh melalui survei langsung di lokasi penelitian selama 6 jam pada waktu jam puncak dengan jumlah surveyor sebanyak 2 orang yang ditempatkan pada setiap simpang. Posisi penempatan surveyor pada Gambar 5.

6. Teknik Pelaksanaan Survey

Teknik pelaksanaan survei serta waktu pelaksanaan survei pada penelitian

ini yang melingkupi teknik pengambilan dan pengumpulan data penelitian.



Gambar 5. Lokasi pos surveyor

- a. Survei inventaris simpang dengan langkah-langkah sebagai berikut:
 - 1) Melakukan survei pendahuluan yang bertujuan untuk mengetahui kebutuhan data dan alat yang akan digunakan.
 - 2) Menyiapkan alat berupa *roll meter*, formulir survei dan alat tulis untuk mencatat.
 - 3) Melakukan pengukuran pada tiap – tiap kaki simpang atau pendekatan dengan mengukur penampang melintang meliputi lebar lajur, median, drainase dan lebar jalan secara keseluruhan pada jalan simpang tersebut.
 - 4) Melakukan rekapitulasi terhadap semua data tersebut dengan menggunakan laptop.
- b. Survei volume lalu lintas dengan langkah – langkah sebagai berikut :
 - 1) Menyiapkan alat tulis survei,
 - 2) Menempatkan tim surveyor pada titik-titik strategis sebagai pos surveyor agar dapat menghitung langsung kendaraan yang lewat.
 - 3) Menghitung volume kendaraan dengan bantuan *counter* mulai pukul 07.00 – 18.00 WIB.
 - 4) Mencatat volume lalu lintas yang melewati simpang tersebut pada formulir survei.

- 5) Menginput semua data volume lalu lintas pada *microsoft excel*

- c. Survei waktu siklus APILL dengan langkah – langkah survei adalah :

- 1) Alat yang digunakan yaitu *video recorder*
- 2) Melakukan perekaman lampu lalu lintas (APILL) selama satu siklus pada setiap fase
- 3) Menghitung waktu masing-masing sinyal dan siklus setiap fase dengan melihat pada hasil rekaman dibantu dengan *stopwatch*

- d. Survei panjang antrian kendaraan dengan langkah – langkah survei sebagai berikut :

- 1) Memberikan tanda dengan *duct tape* pada masing-masing pendekatan simpang setiap 5 meter
- 2) Melakukan pengukuran panjang antrian kendaraan dengan melihat penanda *duct tape* mulai dari ujung depan antrian (marka berhenti saat sinyal merah) hingga penanda *duct tape* pada ujung belakang antrian (kendaraan terakhir yang masuk dalam kondisi mengantri saat sinyal merah) dan mengukur sisanya dengan *roll meter*.

Waktu dan tempat pengambilan data meliputi survei inventarisasi geometrik, volume kendaraan, kecepatan *free flow* kendaraan, waktu sinyal dan panjang antrian sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, survei inventarisasi geometrik dilakukan pada bulan September tahun 2025. Survei volume lalu lintas dilakukan pada pukul 07.00 hingga 18.00 WIB dikarenakan setelah melihat hasil survey pendahuluan, volume lalu lintas terpadat terjadi pada pagi dan sore hari sehingga data yang diperoleh sudah dapat mewakili data volume jam malam yang tidak terambil.

Survei waktu siklus APILL dapat dilakukan kapan saja dikarenakan sistem pengaturan waktu sinyal pada simpang yang diteliti adalah *fixed time* yang berarti waktu sinyal tidak berubah sesuai jam. Survei panjang antrian dilakukan pada pukul 07.00 hingga 18.00 WIB untuk memperoleh data dengan rentang waktu sama seperti rentang waktu pengambilan data volume lalu lintas.

7. Metode Estimasi dan Analisis

Metode estimasi dan analisis yaitu :

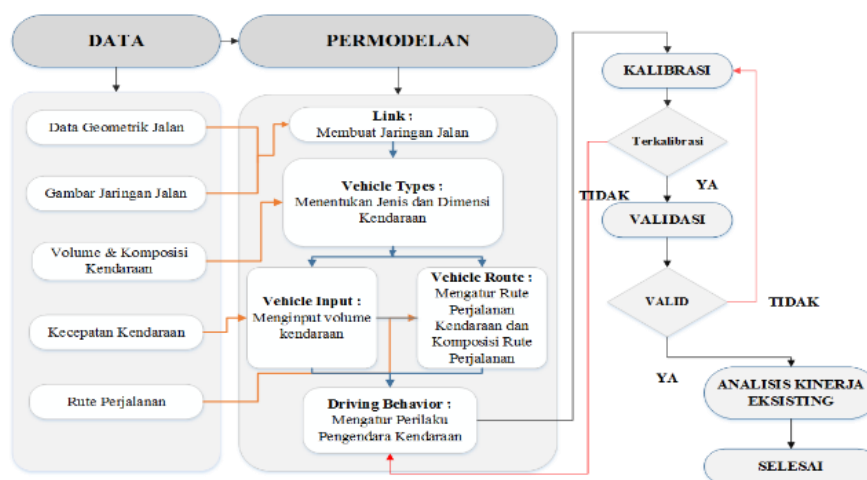
a. Kompilasi data

Kompilasi data merupakan data dari formulir survei kemudian direkap dan ditabulasi menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel* berupa data seperti data inventaris, data volume kendaraan, data kecepatan, data waktu sinyal dan data panjang antrian.

b. Metode mikro – simulasi menggunakan VISSIM
 Metode penelitian menggunakan perangkat lunak mikro – simulasi PTV VISSIM 8 yang berfungsi untuk mensimulasikan model persimpangan. Langkah kerja program PTV VISSIM dapat dilihat pada Gambar 6.

Tabel 1. Rangkaian kegiatan survei

Jenis Survei	Lokasi	Tanggal Survei	Waktu Survei
Survei inventarisasi geometrik	Simpang	September 2025	07.00 - 18.00 WIB
Survei volume lalu lintas	Jalan Lobak,	September 2025	
Survei waktu siklus APILL	Jalan Srikandi,	September 2025	
Survei panjang antrian	Jalan Melati Indah, Jalan Delima	September 2025	



Gambar 6. Diagram alir mikro-simulasi PTV VISSIM

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Lalu Lintas Simpang Bersinyal

Karakteristik lalu lintas simpang bersinyal terdiri dari :

a. Geometrik persimpangan
 Geometrik persimpangan mencakup perencanaan dan desain fisik dari

suatu titik temu antara dua atau lebih ruas jalan. Tujuannya adalah untuk mengatur pergerakan kendaraan dan pejalan kaki, mengurangi konflik lalu lintas, meningkatkan keselamatan dan kapasitas simpang.

Desain geometrik mempertimbangkan berbagai elemen seperti:

1) Jumlah dan lebar lajur

- 2) Sudut pertemuan antar jalan
- 3) Radius lengkung tikungan
- 4) Panjang dan posisi lajur belok
- 5) Jarak pandang (*sight distance*)

Pada simpang bersinyal dilakukan pengukuran data geometrik. Data tersebut akan digunakan dalam perhitungan kinerja simpang menggunakan perangkat lunak VISSIM. Berdasarkan hasil survei data geometrik simpang dapat dilihat pada Tabel 2.

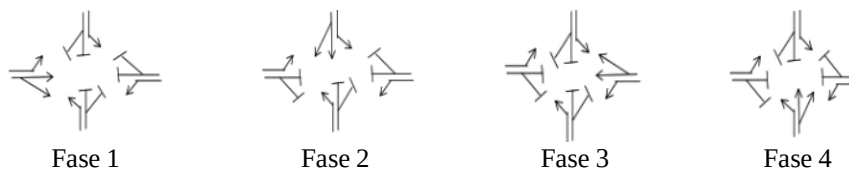
Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, persimpangan Jalan Delima – Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah memiliki 4 fase siklus lalu lintas dengan arah pergerakan tertera pada Gambar 7.

2. Waktu Siklus Lapangan

Hasil pengamatan di lapangan didapat data mengenai lama waktu sinyal lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3 dan diagram sinyal lalu lintas pada Gambar 8.

Tabel 2. Kondisi geometrik simpang

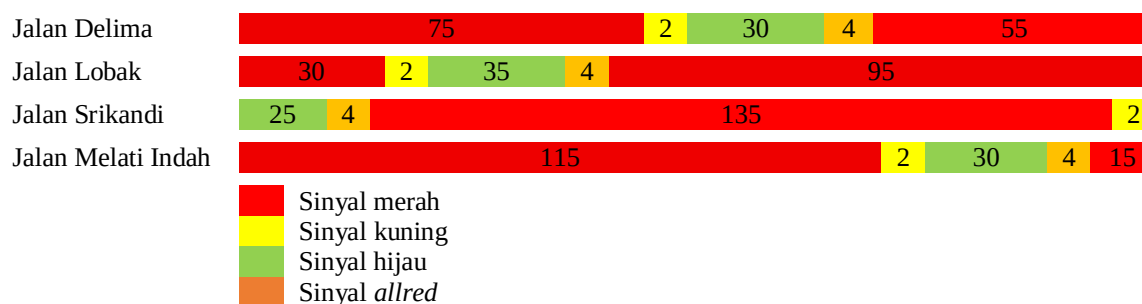
Pendekat	Jalan Delima	Jalan Lobak	Jalan Srikandi	Jalan Melati Indah
Tipe lingkungan Jalan	Komersial	Komersial	Komersial	Komersial
Hambatan sampling	Tinggi	Tinggi	Tinggi	Tinggi
Median	Tidak Ada	Tidak Ada	Ada	Tidak Ada
Belok kiri jalan terus	Ada	Ada	Ada	Ada
Lebar pendekat (m)	6,4	7,0	7,2	6
Lebar pendekat masuk (m)	5,2	5,5	5,6	5
Lebar pendekat LTOR (m)	1,2	1,5	1,6	1
Lebar pendekat keluar (m)	3,2	3,5	3,6	3



Gambar 7. Urutan fase dan arah pergerakan lalu lintas persimpangan

Tabel 1. Data kondisi persinyalan

Nama Jalan	Merah (Detik)	Kuning (Detik)	Hijau (Detik)	AllRed (Detik)	Waktu Siklus
Jalan Delima	130	2	30	4	166
Jalan Lobak	125	2	35	4	166
Jalan Srikandi	135	2	25	4	166
Jalan Melati Indah	130	2	30	4	166



Gambar 8. Diagram sinyal lalu lintas

3. Data Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan salah satu data primer yang digunakan dalam analisis kinerja simpang bersinyal yang diperoleh dari hasil survei secara langsung pada simpang bersinyal Jalan Delima – Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah mulai dari pukul 07.00 hingga pukul 18.00 WIB.

Volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 9 untuk Hari Rabu Tanggal 20 Agustus 2025, Tabel 5 dan Gambar 10 untuk Hari Kamis Tanggal 21 Agustus 2025 serta Tabel 6 dan Gambar 11 untuk Hari Jum'at Tanggal 22 Agustus 2025.

Data-data pada Tabel 4, Tabel 5 dan Tabel 6 akan menjadi data acuan selanjutnya untuk menganalisa kapasitas dan menentukan panjang antrian maksimal, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan pada persimpangan.

Tabel 4. Data volume lalu lintas, total smp/jam, Rabu, 20 Agustus 2025

Waktu	Jalan Lobak	Jalan Melati Indah	Jalan Srikandi	Jalan Delima
06.00 - 07.00	269,0	312,2	265,6	299,4
07.00 - 08.00	284,6	432,2	424,4	255,8
12.00 - 13.00	166,8	392,5	690,6	299,6
13.00 - 14.00	303,8	379,3	184,0	301,3
16.00 - 17.00	369,1	336,7	195,8	343,2
17.00 - 18.00	438,4	646,7	477,6	346,7

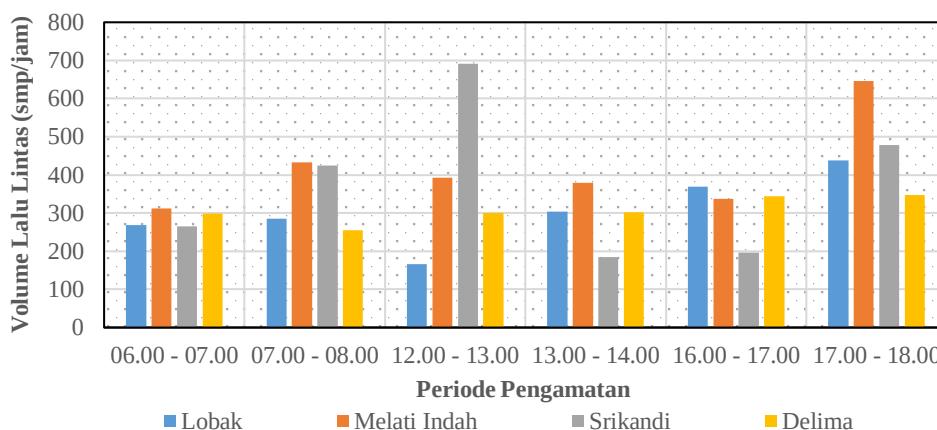
Tabel 5. Data volume lalu lintas, total smp/jam, Kamis, 21 Agustus 2025

Waktu	Jalan Lobak	Jalan Melati Indah	Jalan Srikandi	Jalan Delima
06.00 - 07.00	262,4	339,2	411,7	260,8
07.00 - 08.00	250,0	155,6	463,6	298,0
12.00 - 13.00	186,1	194,0	158,6	244,9
13.00 - 14.00	354,5	353,0	219,8	429,1
16.00 - 17.00	400,6	383,4	503,8	486,6
17.00 - 18.00	96,8	89,0	101,4	117,8

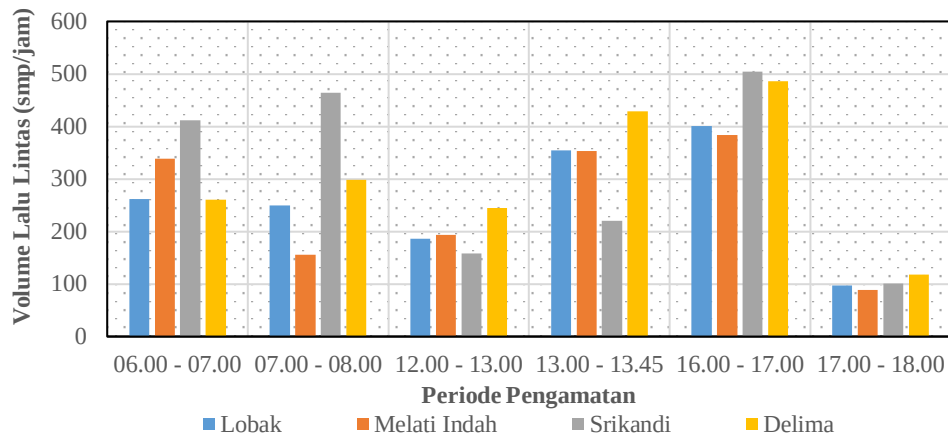
Tabel 6. Data volume lalu lintas, total smp/jam, Jum'at, 22 Agustus 2025

Waktu	Jalan Lobak	Jalan Melati Indah	Jalan Srikandi	Jalan Delima
06.00 - 07.00	332,2	272,0	270,8	340,2
07.00 - 08.00	298,5	337,9	455,0	376,5
12.00 - 13.00	295,9	154,3	492,9	330,4
13.00 - 14.00	295,0	276,6	226,7	341,4
16.00 - 17.00	356,1	353,0	233,8	388,0
17.00 - 18.00	367,5	383,4	515,8	401,1

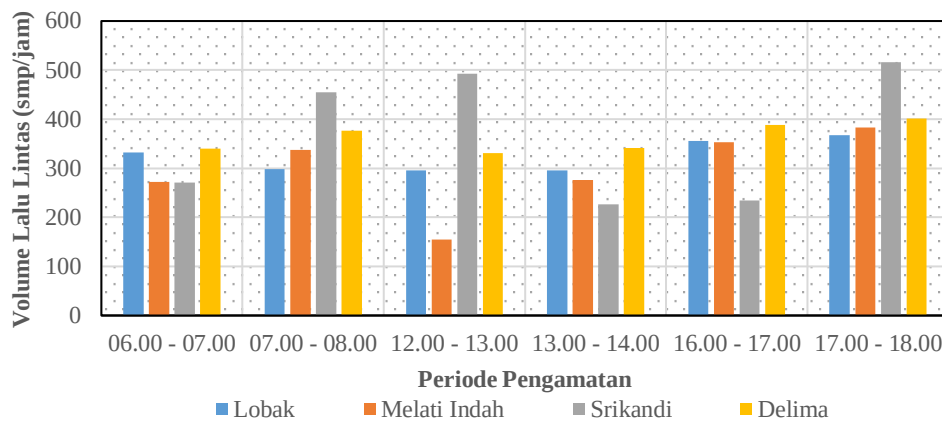
Dapat dilihat dari Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11 bahwa volume lalu lintas pada hari kerja lebih tinggi. Volume lalu lintas tertinggi pada hari Rabu di hari kerja terjadi pada pukul 12.00 – 13.00 WIB dengan total volume lalu lintas sebesar 690,6 smp/jam. Sehingga dapat dinyatakan bahwa jam puncak yang akan menjadi acuan untuk mengevaluasi kinerja pada simpang yaitu jam puncak hari Rabu.



Gambar 9. Volume lalu lintas hari Rabu, 20 Agustus 2025



Gambar 10. Volume lalu lintas hari Kamis, 21 Agustus 2025



Gambar 11. Volume lalu lintas hari Jum'at, 22 Agustus 2025

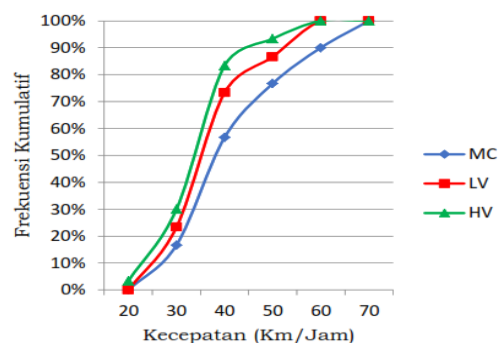
Volume lalu lintas diklasifikasikan menjadi sepeda motor, mobil, dan truk. Setiap klasifikasi kendaraan tersebut dikalikan dengan faktor konversi smp masing-masing dan dijumlahkan menjadi volume untuk semua jenis kendaraan per 15 menit. Perhitungan ini dilakukan berulang kali untuk setiap lengan persimpangan dan setiap arah pergerakan (lurus, belok kiri atau belok kiri langsung dan belok kanan).

4. Kecepatan Kendaraan

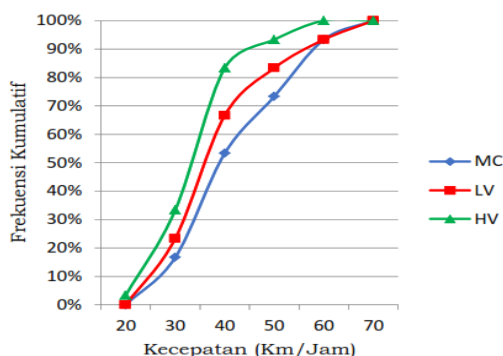
Adapun hasil survei kecepatan kendaraan dilapangan pada masing – masing pendekat pada simpang empat diperlihatkan pada Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14 dan Gambar 15.

Pada Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan

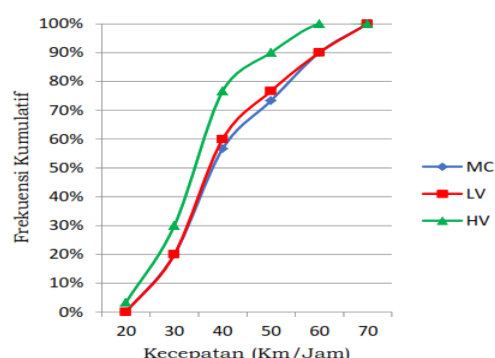
bahwa frekuensi kumulatif kecepatan kendaraan pada arus bebas di setiap pendekat simpang bersinyal Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima hampir sama untuk setiap jenis kendaraan. Pada grafik juga menunjukkan bahwa kendaraan jenis motor memiliki nilai kecepatan lebih.



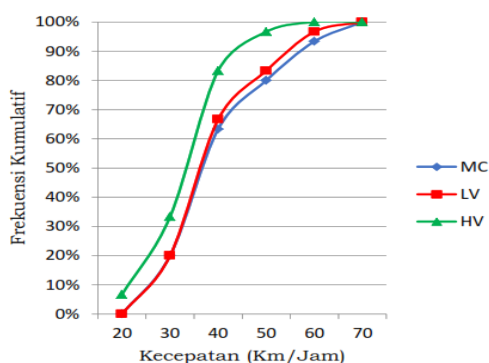
Gambar 12. Kecepatan kendaraan Jalan Lobak



Gambar 13. Kecepatan kendaraan Jalan Srikandi



Gambar 14. Kecepatan kendaraan Jalan Melati Indah



Gambar 15. Kecepatan kendaraan Jalan Delima

Gambar 12 sampai Gambar 15 juga menunjukkan bahwa frekuensi kumulatif kecepatan kendaraan pada arus bebas di setiap pendekat simpang bersinyal Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima hampir sama untuk setiap jenis kendaraan serta kendaraan jenis motor memiliki nilai kecepatan lebih.

5. Analisis Kapasitas dan Kinerja Simpang Pada Kondisi Eksisting

a. Analisis kapasitas dan kinerja simpang Jalan Srikandi

Data sinyal pada Jalan Srikandi adalah :

Hijau (g) = 25 detik
 Kuning (y) = 2 detik
 Merah (r) = 135 detik

Siklus $C_{cycle} = g + y + r = 162$ detik
 Lebar lajur lurus = 3,50 m dan 3,50 m
 Lebar efektif total (W_e) sekitar 7,00 m
 $S_0 \approx 600 \times 7,00m = 4200$ smp/jam
 Saturation flow $S = 4200$ kend/jam/lajur
 Volume arus masuk $Q = 900$ kend/jam (pendekat yang dianalisis)
 Panjang kendaraan rata-rata $l = 6$ m

Kondisi saat ini *oversaturated* arus masuk jauh melebihi kapasitas, sehingga tundaan dan antrian bertambah dari siklus ke siklus.

Kapasitas pendekat :

$$C = \frac{S \times g}{C_{cycle}} = \frac{4200 \times 25}{162} = 648,148 \text{ kend/jam}$$

Derajat kejenuhan :

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{900}{293,21} = 3,07$$

Kendaraan terhenti per jam :

$$N = \frac{Q \times r}{C_{cycle}} = \frac{900 \times 135}{162} = 750 \text{ kend/jam}$$

Tundaan (Webster) dan panjang antrian : untuk $DS \geq 1$, tundaan teoretis menurut pendekatan Webster menjadi tidak terhingga (antrian tidak habis pada satu siklus dan terus bertambah). Sehingga $d \rightarrow \infty$ dan $L_{max} \rightarrow \infty$

Diagnosa operasional per siklus

Kedatangan per siklus:

$$Q \times \frac{C_{cycle}}{3600} = 900 \times \frac{162}{3600} \approx 40,5 \text{ kend/siklus}$$

Debit lepas jenuh per lajur per siklus:

$$\frac{S}{3600} \times g = \frac{4200}{3600} \times 25 = 29,17 \text{ kend/lajur/siklus}$$

Pertumbuhan antrian per siklus (1 lajur) $\approx 40,5 - 29,17 = 11,33$ kend/siklus

Parameter simpang Jalan Srikandi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Parameter Jalan Srikandi

Parameter	Nilai
Kapasitas pendekat, C (kend/jam)	293,21
Derajat Kejenuhan, DS	3,07
Kendaraan Terhenti, N (kend/jam)	750,00
Tundaan rata-rata, d (det/kend)	Tidak terhingga (<i>oversaturated</i>)
Panjang antrian maksimum, L_{max}	Tidak terhingga (antrian tumbuh)

Rekomendasi penanganan simpang Jalan Srikandi adalah

- 1) Penambahan waktu hijau efektif untuk pendekat ini (misalnya naik dari 25 s ke 50–60 s) atau kurangi siklus bila memungkinkan, agar (C) naik dan (DS) turun mendekati ($\leq 0,9$).
- 2) Penambahan lajur efektif pada pendekat (misalnya pemisahan lajur belok kiri atau lurus atau belok kanan) untuk menaikkan (S) total.
- 3) Optimasi fase dengan pemisahan konflik (*protected turn*) atau gunakan rasio hijau proporsional terhadap beban tiap pendekat.
- 4) Manajemen permintaan yaitu dengan penataan akses, pembatasan parkir tepi jalan, atau alternatif rute pada jam puncak.

b. Analisis kapasitas dan kinerja simpang Jalan Delima

Data sinyal pada Jalan Delima adalah:

Hijau (g)	= 30 detik
Kuning (y)	= 2 detik
Merah (r)	= 130 detik

Siklus $C_{cycle} = g + y + r = 162$ detik
 Lebar lajur lurus = 3,20 m dan 3,20 m
 Lebar efektif total (W_e) sekitar 6,40 m
 $S_0 \approx 600 \times 7,00 \text{ m} = 4200$ smp/jam
 S_0 (Saturation flow dasar, pendekat dua lajur) = 3840 kend/jam/lajur

Analisis dilakukan pada interval puncak yang terlihat di data akhir hari yaitu pukul 17:45–18:00 wib.

Parameter dasar kapasitas, yaitu :

1) Saturation flow aktual pendekat (S) :

$$S = S_0 \times \frac{W_e}{6,0} = 3840 \times \frac{6,40}{6,0} = 4096 \text{ kend/jam}$$

2) Kapasitas pendekat (semua jalur):

$$C_{pendekat} = S \times \frac{g}{C_{cycle}} \\ = 4096 \times \frac{30}{162} \\ \approx 758,5 \text{ kend/jam}$$

3) Kapasitas per lajur (2 lajur setara):

$$C_{per \text{ lajur}} = \frac{758,5}{2} = 379,3 \text{ kend/jam}$$

4) Rasio hijau:

$$X = \frac{g}{C} = \frac{30}{162} \approx 0,185$$

Ekstraksi volume pada pukul 17:45–18:00 wib (15 menit) yaitu :

- 1) LT : MC 35 + LV 14 = 49 kend
 $\rightarrow Q_{LT} = 49 \times 4 = 196 \text{ kend/jam}$
- 2) ST : MC 46 + LV 19 = 65 kend
 $\rightarrow Q_{ST} = 65 \times 4 = 260 \text{ kend/jam}$
- 3) RT : MC 22 + LV 10 = 32 kend
 $\rightarrow Q_{RT} = 32 \times 4 = 128 \text{ kend/jam}$

Total pendekat:

$$Q_{tot} = 196 + 260 + 128 = 584 \text{ kend/jam}$$

Derajat kejenuhan :

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{584}{758,5} \approx 0,77$$

Kendaraan terhenti per jam :

$$N = Q \times \frac{r}{C_{cycle}} = 584 \times \frac{130}{162} \approx 468 \text{ kend/jam}$$

Tundaan rata-rata :

$$d \approx \frac{0,5 \times C \times \left(1 - \frac{g}{C}\right)^2}{1 - DS} \\ = \frac{81 \times 0,815^2}{0,23} \\ \approx 234 \text{ det/kend}$$

Antrian maksimum :

$$\lambda \cdot r = \frac{Q}{3600} \times 130 = \frac{584}{3600} \times 130 \approx 21,1 \text{ kend}$$

Panjang antrian maksimum:

$$L_{\max} \approx 21,1 \times 6 \approx 127 \text{ m}$$

Diperoleh tundaan tinggi meski $DS < 1$ karena proporsi merah sangat besar (130 s dari 162 s). Karakteristik operasi dengan g/C rendah.

Tundaan per gerakan akan berada pada orde ratusan detik/kendaraan karena g/C rendah; ST cenderung paling tinggi di antara tiga gerakan.

Parameter simpang dan hasil pergerakan dengan anggap pembagian

kapasitas dua lajur setara Jalan Delima dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Parameter Jalan Srikandi

Parameter	Nilai
Kapasitas pendekat, C (kend/jam)	758,5
Volume, Q_{total}	584
Derajat Kejenuhan, DS_{total}	0,77
Kendaraan Terhenti, N (kend/jam)	468
Tundaan rata-rata, d (det/kend)	234
Antrian maksimum (kend)	21,1
Panjang antrian maksimal (m)	127

Tabel 9. Hasil pergerakan Jalan Delima

Gerakan	Q (kend/jam)	C per lajur (kend/jam)	DS	Kend. terhenti/ jam	Queue saat merah (kend)	Queue saat merah (m)
LT	196	379,3	0,52	(196 .130/162 $\approx$ 157)	((196/3600) 130 $\approx$ 7,1)	($\approx$ 42,4)
ST	260	379,3	0,69	(260.130/162 $\approx$ 209)	((260/3600) 130 $\approx$ 9,4)	($\approx$ 56,3)
RT	128	379,3	0,34	(128 .130/162 $\approx$ 103)	((128/3600) 130 $\approx$ 4,6)	($\approx$ 27,7)

Interpretasi dan rekomendasi penanganan Jalan Delima adalah :

- 1) Operasi *undersaturated* dengan tundaan tinggi: DS total $\approx 0,77$ menunjukkan kapasitas cukup, namun tundaan besar karena hijau hanya 18,5% dari siklus. Antrian puncak ~ 21 kendaraan (± 127 m) masih terurai setiap siklus bila tidak ada sisa antrian awal.
- 2) Perbaikan efektif melalui :
 - a) Tingkatkan waktu hijau efektif untuk pendekat ini menjadi ≥ 45 –50 detik (target ($DS \leq 0,70$) dan menurunkan tundaan secara signifikan).
 - b) Pendek siklus (misalnya 100–120s) untuk mengurangi waktu merah relatif. Hal ini dapat menurunkan tundaan dan panjang antrian tanpa mengubah kapasitas hijau.
 - c) Atur pembagian lajur: bila ST dominan, alokasikan satu lajur *primarily*-ST, satu lajur *primarily*-LT/RT untuk meningkatkan

discharge dan mengurangi konflik internal (meningkatkan S efektif).

- d) Kanal belok kiri (jika memungkinkan) dapat mengurangi beban fase utama dan memperbaiki DS untuk LT/RT.

- c. Analisis kapasitas dan kinerja simpang Jalan Melati Indah

Data sinyal pada Jalan Melati Indah adalah:

Hijau (g)	= 30 detik
Kuning (y)	= 2 detik
Merah (r)	= 130 detik

Siklus $C_{\text{cycle}} = g + y + r = 162$ detik
 Lebar lajur lurus = 3,00 m dan 3,00 m
 Lebar efektif total (W_e) sekitar 6,00 m
 S_0 (Saturation flow dasar) = 3600 smp/jam (untuk pendekat dua lajur setara)

Analisis contoh dilakukan pada interval representatif pukul 08:00–08:15 wib.

- 1) LT total
 $= MC 100 + LV 20 + HV 9 + NMV 7$
 $= 136$

$$\begin{aligned} 2) \text{ ST total} \\ = MC 99 + LV 21 + HV 9 + NMV 7 \\ = 136 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ RT total} \\ = MC 90 + LV 19 + HV 8 + NMV 6 \\ = 123 \end{aligned}$$

Total pendekat (15 menit) :

$$Q_{tot} = 136 + 136 + 123 = 395 \text{ kend/jam}$$

$$\begin{aligned} Q \text{ pendekat (per jam)} &= 395 \times 4 \\ &= 1580 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Parameter kapasitas pendekat, yaitu :

1) *Saturation flow* aktual pendekat (S) :

$$S = S_0 \times \frac{W_e}{6,0} = 3600 \times \frac{6,00}{6,0} = 3600 \text{ kend/jam}$$

2) Kapasitas pendekat (dua lajur, satu fase hijau 30 s) :

$$\begin{aligned} C_{pendekat} &= S \times \frac{g}{C} \\ &= 3600 \times \frac{30}{162} \\ &\approx 666,67 \text{ kend/jam} \end{aligned}$$

3) Rasio hijau:

$$X = \frac{g}{C} = \frac{30}{162} \approx 0,185$$

Hasil kinerja pada 08.00 – 08.15 jam puncak yaitu :

1) Derajat kejenuhan :

$$DS = \frac{Q}{C_{pendekat}} = \frac{1580}{666,67} \approx 2,37$$

(*oversaturated*)

2) Kendaraan dan pelepasan per siklus

Kedatangan per siklus :

$$N_{in} = Q \times \frac{C}{3600} = 1580 \times \frac{162}{3600} \approx 71,0 \text{ smp/siklus}$$

Pelepasan jenuh per siklus :

$$N_{out} = \frac{S}{3600} \times g = \frac{3600}{3600} \times 30 \approx 30 \text{ smp/siklus}$$

3) Pertumbuhan antrian per siklus :

$$\Delta N \approx 71,0 - 30 \approx 41 \text{ smp/siklus}$$

4) Panjang antrian maksimum (tanpa sisa antrian: saat akhir merah) :

$$N_{queue, \max} \approx \left(\frac{Q}{3600} \right) \times r = \left(\frac{1580}{3600} \right) \times 130 \approx 57,0 \text{ smp}$$

Konversi ke meter (pakai panjang ekuivalen konservatif 6 m per kendaraan baris padat)

$$L_{\max} \approx 57,0 \times 6 \approx 342 \text{ m}$$

Rekomendasi penanganan Jalan Melati Indah adalah :

1) Naikkan waktu hijau efektif untuk pendekat Jalan Melati Indah. Agar $DS \leq 0,90$ pada $Q = 1580$ smp/jam, dibutuhkan kapasitas ≈ 1756 smp/jam. Dengan $S = 3600$ kend/jam, waktu hijau yang diperlukan.

$$g_{\text{perlu}} = \frac{C \times C_{\text{target}}}{S} = \frac{162 \times 1756}{3600} \approx 79 \text{ detik}$$

Artinya, perlu redistribusi fase atau pengurangan waktu merah secara signifikan.

2) Pendekkan siklus ke 120 detik sambil menaikkan proporsi hijau (misalnya $g = 60$ s) untuk menurunkan waktu tunggu struktural.

Kapasitas baru:

$$C_{\text{baru}} = 3600 \times \frac{60}{120} = 1800 \text{ smp/jam}$$

$$DS \approx 0,88$$

3) Tambah lajur efektif (jika ruang memungkinkan). Dengan 3 lajur setara dan S_0 naik proporsional, kapasitas meningkat linear terhadap jumlah lajur yang dapat discharge dalam fase hijau.

a) Pisahkan gerakan konflik

b) Kanal belok kiri bebas (LT) jika gap konflik memungkinkan.

c) Atur satu lajur *primarily*-ST untuk meningkatkan *discharge rate*.

d) Manajemen permintaan: penataan akses, pengendalian parkir tepi jalan, atau manajemen arus saat puncak untuk mengurangi beban pendekat.

d. Analisis kapasitas dan kinerja simpang Jalan Lobak

Analisis berbasis data volume per 15 menit, dengan geometri pada Jalan Lobak adalah:

$$\text{Lebar lajur} = 3,20 \text{ m dan } 3,20 \text{ m}$$

$$\text{Lebar efektif total } (W_e) \text{ sekitar } 6,40 \text{ m}$$

$$S_0 \text{ (Saturation flow dasar, pendekat dua lajur)} = 3840 \text{ kend/jam}$$

Parameter kapasitas pendekat, yaitu :

1) *Saturation flow* aktual (S) :

$$S = S_0 \times \frac{W_e}{7,0} = 4200 \times \frac{7,00}{7,0} = 4200 \text{ kend/jam}$$

2) Kapasitas pendekat (dua lajur, satu fase hijau 35 s) :

$$\begin{aligned} C_{pendekat} &= S \times \frac{g}{C} \\ &= 4200 \times \frac{35}{162} \\ &\approx 907,41 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

3) Kapasitas per jalur (dua lajur setara) :

$$C_{\text{per jalur}} \approx \frac{907,41}{2} \approx 453,71 \text{ smp/jam}$$

4) Rasio hijau:

$$X = \frac{g}{C} = \frac{35}{162} \approx 0,216$$

Data volume puncak 15 Menit (Interval Tertinggi). Analisis contoh dilakukan pada interval pukul 07:15–08:30 wib dengan volume tertinggi :

$$\begin{aligned} 1) \text{ LT} &= \text{MC } 160 + \text{LV } 32 + \text{HV } 2 \\ &= 194 \text{ smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ ST} &= \text{MC } 180 + \text{LV } 36 + \text{HV } 2 \\ &= 218 \text{ smp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) \text{ RT} &= \text{MC } 90 + \text{LV } 24 + \text{HV } 1 \\ &= 115 \text{ smp} \end{aligned}$$

Apabila dikonversi dalam jam:

$$1) \text{ LT} = 194 \times 4 = 776 \text{ smp/jam}$$

$$2) \text{ ST} = 218 \times 4 = 872 \text{ smp/jam}$$

$$3) \text{ RT} = 115 \times 4 = 460 \text{ smp/jam}$$

Kapasitas dan derajat kejenuhan (DS) per gerakan, dengan asumsi konfigurasi lajur:

ST = 1 lajur khusus

LT + RT berbagi 1 lajur

1) Kapasitas pendekat:

$$\begin{aligned} C_{pendekat} &= S \times \frac{g}{C_{\text{cycle}}} \\ &= 4200 \times \frac{35}{162} \\ &\approx 907,4 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

2) Kapasitas per lajur :

$$C_{\text{per lajur}} = \frac{907,4}{2} = 453,7 \text{ smp/jam}$$

3) Proporsi LT dan RT:

$$\begin{aligned} \text{a) Total LT+RT} &= 776 + 460 \\ &= 1236 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

$$\text{b) Proporsi LT} = 776 / 1236 \approx 0,628$$

$$\text{c) Proporsi RT} = 460 / 1236 \approx 0,372$$

4) Kapasitas LT dan RT:

$$\text{a) LT} = 453,7 \times 0,628 \approx 285 \text{ smp/jam}$$

$$\text{b) RT} = 453,7 \times 0,372 \approx 169 \text{ smp/jam}$$

Derajat kejenuhan simpang Jalan Lobak dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. DS per gerakan

Gerakan	Q (smp/jam)	Kapasitas (smp/jam)	DS
LT	776	285	2,72
ST	872	453,7	1,92
RT	460	169	2,72

Evaluasi kinerja Jalan Lobak, yaitu :

1) Semua gerakan *oversaturated* (DS >1)
 → antrian tumbuh antar siklus

2) Kendaraan terhenti per jam:

$$\text{a) LT} = 776 \times \frac{125}{162} \approx 598$$

$$\text{b) ST} = 872 \times \frac{125}{162} \approx 673$$

$$\text{c) RT} = 460 \times \frac{125}{162} \approx 355$$

3) Antrian maksimum (kendaraan):

$$\text{a) LT} = \frac{776}{3600} \times 125 \approx 26,9$$

$$\text{b) ST} = \frac{872}{3600} \times 125 \approx 30,3$$

$$\text{c) RT} = \frac{460}{3600} \times 125 \approx 16,0$$

4) Panjang antrian (meter, asumsi 6 m/kendaraan):

$$\text{a) LT} = 161 \text{ m}$$

$$\text{b) ST} = 182 \text{ m}$$

$$\text{c) RT} = 96 \text{ m}$$

Rekomendasi teknis penanganan Jalan Lobak adalah :

1) Tingkatkan waktu hijau untuk LT dan ST agar DS turun ke $\leq 0,90$

2) Pisahkan fase LT dan RT jika konflik tinggi

3) Tambah lajur efektif untuk ST atau pisahkan LT/RT jika ruang memungkinkan

4) Pendekkan siklus atau redistribusi waktu hijau agar rasio hijau meningkat

- 5) Kanal belok kiri bebas untuk LT jika tidak konflik dengan arus lawan

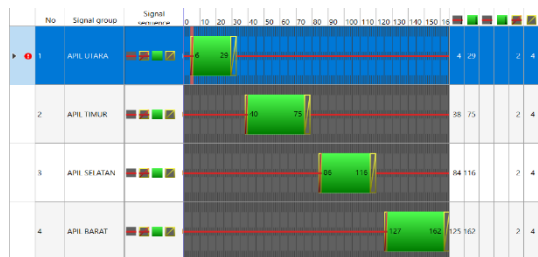
6. Hasil Simulasi Kondisi Eksisting Simpang dan Skenario Perbaikan Menggunakan Software VISSIM

Fase merupakan bagian penting dari suatu siklus pergerakan lalu lintas yang menerima hak prioritas jalan secara simultan selama satu interval waktu. Pada simpang bersinyal Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima dengan empat fase pergerakan lalu lintas dengan empat pendekatan yaitu utara, selatan, timur, dan barat. Masing-masing pendekatan memiliki beberapa lajur dengan fungsi berbeda yaitu belok kiri, lurus, dan belok kanan.

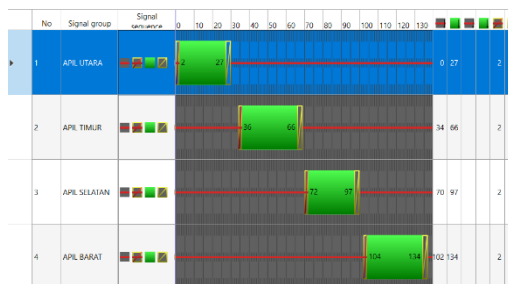
Lampu lalu lintas mengatur pergerakan kendaraan berdasarkan fase. Arah pergerakan kendaraan panah kuning menunjukkan arah pergerakan yang diizinkan pada masing-masing lajur. Setiap pendekatan memiliki kombinasi arah, yaitu :

- Belok kiri
- Lurus
- Belok kanan

Pengaturan sinyal pada alat pemberi isyarat lalu lintas, selanjutnya disebut APILL, meliputi waktu hijau (*green*), waktu antahijau (*intergreen*), waktu kuning (*amber*), waktu merah (*red*), waktu merah semua (*red all*), dan waktu siklus (*cycle time*) dapat dilihat pada Gambar 16 dan Gambar 17.



Gambar 16. Kecepatan arus bebas kendaraan sepeda motor kondisi eksisting



Gambar 17. Kecepatan arus bebas kendaraan sepeda motor kondisi skenario

a. Kalibrasi model mikro simulasi

Proses kalibrasi model mikro – simulasi dilakukan agar hasil model simulasi sesuai dengan realita di lapangan. Nilai parameter perilaku pengemudi (*driving behavior*) dalam model diubah sesuai dengan perkiraan kondisi di lapangan yang ada. Kalibrasi model dilakukan dengan metode *trial and error*.

Berdasarkan parameter yang ada pada VISSIM, dipilih beberapa parameter yang sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen kemudian dilakukan proses kalibrasi terhadap parameter-parameter perilaku pengemudi. Adapun parameter yang dipilih dan nilainya ditunjukkan pada Tabel 11.

Pada Tabel 11 menunjukkan parameter perilaku pengemudi beserta nilai kalibrasinya untuk setiap trial. Nilai pada *trial 1* merupakan nilai *default* untuk perilaku pengemudi pada kategori perkotaan (*urban*). Berangsur-angsur nilai parameter diubah sesuai kondisi lapangan hingga diperoleh hasil model yang mendekati hasil survei lapangan.

Secara visual, hasil pemodelan simulasi sebelum dikalibrasi (*trial 1*) dan setelah dikalibrasi (*trial 2*) ditampilkan pada Gambar 18. Proses kalibrasi ini memengaruhi jumlah kendaraan yang keluar dan panjang antrian yang terhitung pada *node result*. Proses kalibrasi juga memengaruhi perilaku pengemudi yang terlihat secara visual seperti perilaku menyiapkan dan jarak antar kendaraan.

Tabel 11. Trial and error pada kalibrasi model

Parameter Driving Behaviour		Nilai Parameter	
		Trial 1	Trial 2
Following	Look ahead distance (min)	0 m	0 m
	Look ahead distance (max)	250 m	250 m
	Observed vehicle	4	4
	Look back distance (min)	0 m	0 m
	Look back distance (max)	150 m	150 m
	Average standstill distance	0,50	0,50
	Additive part of safety distance	0,50	0,50
	Multiplicative part of safety distance	0,50	0,50
Lane Change	Minimum headway	0,50	0,50
	Safety distance reduction	0,60	0,60
Lateral	Desired position at free flow	any	any
	Overtake at same lane (left)	on	on
	Overtake at same lane (right)	on	on
	Minimum lateral distance (driving)	0,30	0,30
	Minimum lateral distance (standing)	0,30	0,30
Signal Control	Behaviour at red/amber signal	stop	stop



(a). Sebelum Kalibrasi



(b). Setelah Kalibrasi

Gambar 18. Visualisasi 3D mikro – simulasi sebelum dan setelah kalibrasi

Pada Gambar 18 memperlihatkan perbedaan tampilan visual pada model VISSIM sebelum dan setelah dikalibrasi. Dapat dilihat sebelum dikalibrasi antrian kendaraan teratur dengan jarak antar kendaraan yang cukup besar dan berorientasi pada tengah lajur masing – masing. Sedangkan setelah proses kalibrasi kendaraan kelihatan tidak teratur dengan jarak antar kendaraan sangat berdekatan. Hal ini menunjukkan perilaku lalu lintas pada lalu lintas heterogen, sehingga kondisi simulasi sesuai dengan kondisi lalu lintas di lapangan.

Acuan yang digunakan dalam kalibrasi model mikro – simulasi adalah volume kendaraan pada setiap pendekat simpang. Perbandingan antara hasil survei di lapangan dengan hasil model mikro-simulasi untuk jam puncak diperlihatkan pada Tabel 12.

b. Validasi hasil mikro simulasi

Validasi hasil mikro simulasi dilakukan pada periode 17:30–17:45 wib. Validasi kuantitatif antara volume skenario dan eksisting per pergerakan menggunakan metrik umum dengan selisih, persentase, dan statistik GEH.

Adapun $GEH < 5$ umumnya dianggap perbandingan per pergerakan yang cocok dan < 2 sangat baik. Ringkasan diperlihatkan pada Tabel 13.

Tabel 12. Volume kendaraan model dan observasi

Periode	Pergerakan	Hasil Volume (Kend/Jam)	
		Skenario	Eksisting
17:30- 17:45	1 Jalan Lobak Timur - Jalan Melati Indah Barat	152	156
	2 Jalan Lobak Timur - Jalan Delima Selatan	104	105
	3 Jalan Lobak Timur - Jalan Srikandi Utara	93	96
	4 Jalan Delima Utara - Jalan Srikandi Selatan	107	108
	5 Jalan Delima Utara - Jalan Melati Indah Barat	86	101
	6 Jalan Delima Selatan - Jalan Lobak Timur	70	111
	7 Jalan Melati Indah Barat - Jalan Lobak Timur	45	177
	8 Jalan Melati Indah Barat - Jalan Srikandi Utara	40	48
	9 Jalan Melati Indah Barat - Jalan Delima Selatan	57	19
	10 Jalan Srikandi Utara - Jalan Delima Selatan	116	252
	11 Jalan Srikandi Utara - Jalan Lobak Timur	238	101
	12 Jalan Srikandi Utara - Jalan Melati Indah Barat	148	80
Total		1257	1257

Tabel 13. Ringkasan perbandingan per pergerakan

No	Pergerakan	Eksisting	Skenario	Selisih	Persentase	GEH
1	Lobak Timur → Melati Indah Barat	156	152	-4	-2,56%	0,32
2	Lobak Timur → Delima Utara	105	104	-1	-0,95%	0,10
3	Lobak Timur → Srikandi Selatan	96	107	+11	+11,46%	1,09
4	Delima Utara → Melati Barat	88	91	+3	+3,41%	0,32
5	Delima Utara → Lobak Timur	84	86	+2	+2,38%	0,22
6	Delima Selatan → Lobak Timur	85	90	+5	+5,88%	0,54
7	Melati Indah Barat → Lobak Timur	110	112	+2	+1,82%	0,19
8	Melati Indah Barat → Srikandi Utara	49	50	+1	+2,04%	0,14
9	Srikandi Utara → Melati Indah Barat	45	47	+2	+4,44%	0,30
10	Srikandi Utara → Lobak Timur	202	213	+11	+5,45%	0,76
11	Srikandi Selatan → Lobak Timur	151	155	+4	+2,65%	0,32
12	Srikandi Selatan → Melati Indah Barat	96	100	+4	+4,17%	0,40
Total		1237	1257	+20	+1,62%	0,57

c. Temuan utama

Berdasarkan pemodelan mikro-simulasi diperoleh bahwa :

- 1) Kecocokan volume sangat kuat. Tidak ada gerakan dengan deviasi ekstrem dan selisih terbesar +11 kendaraan/jam muncul pada dua gerakan (Lobak Timur → Srikandi Selatan dan Srikandi Utara → Lobak Timur), namun $GEH < 1,2$.

- 2) Konsistensi arus menuju Lobak Timur. Beberapa gerakan menuju Lobak Timur cenderung sedikit lebih besar pada skenario (+2 s.d. +11), namun masih dalam rentang validasi baik.

- 3) Total jaringan dengan skenario hanya +1,62% di atas eksisting. Hal ini masih terbilang presisi untuk validasi makro volume.

Hasil model mikro-simulasi selanjutnya harus divalidasi untuk mengukur ketepatan model dan parameter yang sudah dibentuk sebelumnya. Perbandingan antara hasil model yang dihasilkan *software* VISSIM dengan hasil observasi di lapangan untuk panjang antrian dapat dilihat pada Tabel 14. Validasi dilakukan dengan melakukan uji statistik terhadap variabel panjang antrian maksimum. Hasil validasi model mikro – simulasi terhadap panjang antrian maksimum dengan uji *chi-square* juga ditunjukkan pada Tabel 14.

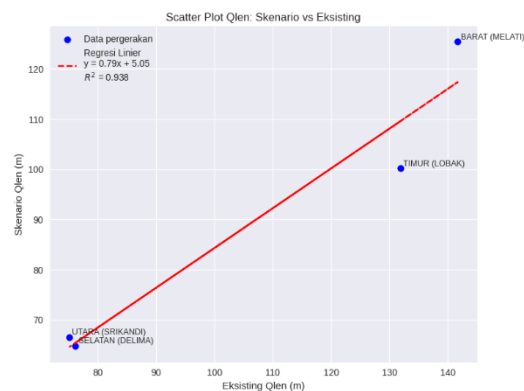
Derajat bebas (df) : $4 - 1 = 3$
 Nilai kritis *Chi-square* ($\alpha = 0,05$, df = 3) : 7,815

Karena $12,16 > 7,815$, maka perbedaan antara skenario dan eksisting signifikan secara statistik.

Untuk mempermudah secara visual dalam melihat perbedaan hasil model yang dihasilkan dengan hasil observasi lapangan dapat dilihat pada Gambar 19.

Dari Gambar 19 diperoleh bahwa nilai *R-square* dengan *confidence level* 93,8% untuk antrian rata rata di jam puncak. Dengan nilai *R-square* yang

tinggi tersebut, maka dapat dikatakan bahwa model sangat baik dalam mewakili keadaan lapangan.



Gambar 19. Validasi model simulasi antrian rata-rata (m)

7. Level Of Service

Kinerja lalu lintas hasil mikro-simulasi yang dapat dinilai adalah *Level Of Service* untuk mengetahui tingkat pelayanan pada masing-masing pendekat. Kriteria LOS dapat dilihat pada Tabel 15 dan tingkat pelayanan pada masing-masing pendekat simpang bersinyal di Jalan Lobak – Jalan Srikandi - Jalan Melati Indah – Jalan delima di Kota Pekanbaru ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 14. Perbandingan panjang antrian dalam meter dan *chi-square* per pergerakan

Pergerakan	Skenario (Qlen)	Eksisting (Qlen)	<i>Chi-Square</i>
Timur (Lobak)	100,16	131,88	7,63
Selatan (Delima)	64,83	76,19	1,69
Barat (Melati Indah)	125,42	141,69	1,87
Utara (Srikandi)	66,58	75,10	0,97
Total	-	-	12,16

Tabel 15. Kriteria LOS (berdasarkan tundaan rata-rata)

LOS	Tundaan (det/kend)	Keterangan
A	≤ 10	Bebas, tidak ada tundaan
B	$>10 - 20$	Ringan
C	$>20 - 35$	Sedang
D	$>35 - 55$	Padat
E	$>55 - 80$	Sangat padat
F	>80	Macet, tundaan ekstrem

Tabel 16. *Level of service*

Pendekat	Tundaan Simulasi (det/kend)	LOS Simulasi	Tundaan Eksisting (det/kend)	LOS Eksisting
Timur (Lobak)	100,16	F	131,88	F
Selatan (Delima)	64,83	E	76,19	E
Barat (Melati Indah)	125,42	F	141,69	F
Utara (Srikandi)	66,58	E	75,10	E

8. Skenario Alternatif Perancangan Simpang dengan Menggunakan Software PTV VISSIM

Berdasarkan analisa kinerja lalu lintas yang dilakukan dengan piranti lunak PTV VISSIM diperoleh *output* nilai panjang antrian dan tundaan kendaraan yang cukup besar. Sehingga perlu dilakukan upaya untuk merekayasa lalu lintas pada simpang tersebut, terutama pada arah pendekat

timur dan barat. Adapun beberapa alternatif pergerakan lalu lintas simpang yang dilakukan sebagai berikut :

a. Alternatif pertama

Pada alternatif pertama waktu sinyal pada arah pendekat selatan, timur, barat dan utara diubah tidak sama dengan waktu siklus simpang eksisting yaitu 140 detik. Skenario perubahan waktu sinyal alternatif pertama dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Skenario Perubahan Waktu Sinyal pada Pendekat Simpang Alternatif 1

Alternatif	Pendekat	Waktu Sinyal (det)			Waktu Siklus (det)
		Hijau	Merah	Kuning	
Eksisting	Timur (Lobak)	35	125	6	166
	Selatan (Delima)	30	120	6	166
	Barat (Melati Indah)	35	125	6	166
	Utara (Srikandi)	25	135	6	166
Alternatif 1	Timur (Lobak)	30	105	5	140
	Selatan (Delima)	25	110	5	140
	Barat (Melati Indah)	30	105	5	140
	Utara (Srikandi)	25	110	5	140

b. Alternatif Kedua

Pada alternatif kedua waktu siklus tetap sama dengan waktu siklus simpang eksisting hanya saja belok kiri pada arah pendekat timur dan barat diubah dari LT menjadi LTOR. *Left turn on red* (LTOR) adalah kebijakan atau pengaturan lalu lintas yang memperbolehkan kendaraan untuk belok kiri langsung saat lampu merah, selama tidak mengganggu arus lalu lintas lain dan aman dari konflik. Hal ini bisa didapat dengan cara penambahan lebar jalan di sisi kiri pendekat timur dan barat, sehingga lalu lintas yang akan berbelok ke arah kiri tidak harus

menunggu fase hijau. Kondisi ini dapat meningkatkan kapasitas simpang dan mengurangi tundaan jika diterapkan dengan benar. Serta harus dilengkapi dengan rambu belok kiri langsung atau tanpa larangan belok kiri saat merah.

E. KESIMPULAN

Kinerja simpang bersinyal di Simpang Jalan Lobak – Jalan Srikandi – Jalan Melati Indah – Jalan Delima kondisi eksisting menunjukkan pergerakan timur (Lobak) menyumbang nilai *chi-square* tertinggi (7,63). Nilai ini menunjukkan deviasi paling besar dari kondisi

eksisting, kemacetan tinggi, dengan antrian panjang dan tundaan besar di semua pendekat. Operasi sangat padat hingga macet dengan LOS dominan E–F. Adapun pendekat terburuk yaitu pada pendekat barat (Jalan Melati Indah) dan pendekat timur (Jalan Lobak) dengan panjang antrian > 130 m dan tundaan kategori F. Kapasitas efektif per fase tampak tidak memadai terhadap arus puncak. Indikatornya adalah antrian panjang berulang dan tundaan ekstrem. Panjang antrian (Qlen) yaitu pendekat timur (Jalan Lobak) sebesar 131,88 m dengan LOS F, pendekat selatan (Jalan Delima) sebesar 76,19 m dengan LOS E, pendekat barat (Jalan Melati Indah) sebesar 141,69 m dengan LOS F serta pendekat utara (Jalan Srikandi) sebesar 75,10 m dengan LOS E.

Model simulasi dengan menggunakan *software* PTV VISSIM menghasilkan panjang antrian rata-rata yang berbeda secara signifikan dari observasi lapangan. Panjang antrian (Qlen) yaitu pada kondisi eksisting ~ 75 – 142 m per pendekat, dengan pendekat timur atau barat merupakan kondisi terburuk (≥ 130 m). Ini menunjukkan operasi jenuh dan risiko *spillback* pada jam puncak. Validasi statistik dengan uji *chi-square* diperoleh Qlen skenario dengan eksisting, total *chi-square* $\approx 12,16$. Diperoleh perbedaan yang signifikan untuk sebagian pendekat (terutama pendekat timur), namun besarnya deviasi masih dalam rentang yang bisa dikalibrasi. Model eksisting sudah mendekati kondisi lapangan, namun masih perlu penyetelan pada pendekat dengan deviasi tertinggi.

Skenario perbaikan yang dapat diterapkan dalam penelitian melalui simulasi dengan menggunakan *software* PTV VISSIM. Untuk meningkatkan kinerja simpang maka digunakan 2 alternatif yaitu pada alternatif pertama waktu sinyal pada arah pendekat selatan,

timur, barat dan utara diubah tidak sama dengan waktu siklus simpang eksisting yaitu 140 detik. Pada alternatif kedua waktu siklus tetap sama dengan waktu siklus simpang eksisting, hanya saja belok kiri pada arah pendekat timur dan barat diubah dari LT menjadi LTOR. Hal ini bisa didapat dengan cara penambahan lebar jalan di sisi kiri pendekat timur dan barat, sehingga lalu lintas yang akan berbelok ke arah kiri tidak harus menunggu fase hijau.

Perbandingan kinerja antara kondisi eksisting dan skenario perbaikan berdasarkan hasil simulasi didapatkan untuk panjang antrian (Qlen) mengalami penurunan 20–40% tipikal setelah optimasi *split* dan penambahan *storage* pada tundaan rata-rata (LOS). Untuk eksisting timur atau barat = F, selatan atau utara = E sedangkan pada skenario berangsur menuju D–E, ekstrem F berkurang, untuk kendaraan berhenti. *Trendline* skenario dengan eksisting menunjukkan korelasi baik, tapi level skenario lebih rendah, untuk derajat kejenuhan (DS) mencapai target memerlukan kombinasi sinyal + geometri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abista, G. A., Ishak, I., Yusman, A. S., Herista, F., Gusmulyani, G. (2025). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Software PTV VISSIM (Studi Kasus Simpang Tiga Asrama Polisi Batusangkar). *Menara Ilmu: Jurnal Penelitian dan Kajian Ilmiah*, 19(1), 31-43. <https://doi.org/10.31869/mi.v19i2.6229>
- Aryandi, R. D., & Munawar, A. (2014). Penggunaan Software VISSIM Untuk Analisis Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Mirota Kampus Terban Yogyakarta). *The 17th FSTPT International Symposium*, Jember, Indonesia : Jember University.

- <https://www.researchgate.net/publication/294427885>
- Fwa, T. F. (2006). *The Handbook Of Highway Engineering*, CRC Press, New York.
<https://doi.org/10.1201/9781420009809>
- Jolović, D., Stevanović, A., Tasic, I., & Mitrović, N. (2016). Assessment of Level-of-Service for Freeway Segments Using HCM and Microsimulation Methods. *Transportation Research Procedia*, 15, 403-416,
<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.06.034>
- Majid, A., & McCaffer, R. (1998). Factors of Non-Excusable Delays That Influence Contractors' Performance. *Journal of Management in Engineering*, 14(3), 42-49.
[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(1998\)14:3\(42\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0742-597X(1998)14:3(42))
- Munawar, A., Kusumawardani, S. S., Utomo, R. B., & Yuzal, S. (2012). Integrated Public Transport Ticketing System in Yogyakarta. *Proceedings of The 12th Asia-Pacific ITS Forum & Exhibition*, Kuala Lumpur, Malaysia.
<http://www.itsasiapacific2012.com/>
- PTV Group. (2015). *PTV Vissim 8 user manual*. Karlsruhe: PTV AG.
https://cgi.ptvgroup.com/vision-help/VISSIM_8_ENG.pdf
- Sidabutar, P. R. (2023). *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software VISSIM*. Tugas Akhir, Universitas Medan Area, Medan.
<https://repositori.uma.ac.id/jspui/handle/123456789/22172>
- Qalbi, N., Mallawangeng, T., & Yuniarti, N. (2025). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal dengan Software VISSIM (Studi Kasus: Jl. Poros Malino – Jl. Usman Salengke – Jl. K.H. Wahid Hasyim). *Jurnal Penelitian Teknik Sipil Konsolidasi*, 3(3), 366-374.
<https://doi.org/10.56326/jptsk.v3i3.3314>



© 2025 Siklus Jurnal Teknik Sipil All rights reserved. This is an open access article distributed under the terms of the CC BY Licens (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).