Bulletin of
Civil Engineering

Vol.5 No.1, February 2025

Research Article

# Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Menggunakan Perangkat Lunak *PTV Vissim* 2024 (Pada Simpang Empat di Daerah Istimewa Yogyakarta)

Wahyu Widodo[a*] , Aliif Satyo Farhanto[a]

[a] *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

DOI: https://doi.org/10.18196/bce.v5i1.25837

**Abstrak**

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor pada ruas jalan menyebabkan penumpukan arus di simpang. Salah satu simpang yang bermasalah akibat adanya penumpukan arus lalulintas adalah Simpang empat Ring Road Utara Gejayan Sleman Yogyakarta, yaitu terjadinya antrian panjang pada semua lengan, sehingga menyebabkan tundaan lalulintas yang diterima oleh semua kendaraan yang akan melintasi simpang. Oleh karena itu, perlu dilakukan manajemen lalulintas. Penelitian ini bertujuan menganalisis dan mengevaluasi performa lalu lintas di simpang tersebut menggunakan perangkat lunak *PTV VISSIM 2024 (Student Version).* Data lalu lintas dikumpulkan melalui survei lapangan. Pemodelan dilakukan untuk kondisi eksisting serta 4 skenario alternatif perbaikan. Pada kondisi eksisting, didapatkan tundaan rata-rata sebesar 99,70 detik/skr dengan tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata yaitu F (buruk sekali). Skenario 1,2,3, dan 4 menghasilkan tundaan rata-rata secara berturut-turut adalah 87,03 detik/skr; 95,88 detik/skr; 83,28 detik/skr; dan 82,68 detik/skr. Keempat skenario yang telah dibuat, tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata tetap F (buruk sekali). Skenario 4 berupa pelebaran sebesar 1 m pada jalur masuk dan keluar ruas Barat dan Utara dipilih sebagai alternatif terbaik.

Kata-kata kunci: Simpang Empat Bersinyal, Tingkat Pelayanan, Tundaan, Panjang Antrian.

**Abstract**

*The increase in the number of motorized vehicles on the road causes traffic congestion at intersections. One of the intersections that has problems due to traffic flow disruption is the Gejayan Sleman Yogyakarta North Ring Road intersection, which causes long queues on all arms, causing traffic delays for all vehicles that will cross the intersection. Therefore, traffic management is needed. This study aims to analyze and optimize traffic performance at the intersection using PTV VISSIM 2024 (Student Version) software. Data was collected through a field survey. Modeling was carried out for existing conditions and 4 alternative improvement scenarios. In existing conditions, an average delay of 99,70 seconds/second was obtained with an average level of service (LOS) of F (very poor). Scenarios 1, 2, 3, and 4 produced average delays of 87,03 seconds/second; 95,88 seconds/second; 83,28 seconds/second; and 82,68 seconds/sec. The four scenarios resulted F (very poor) of the level of service (LOS). Scenario 4 in which 1 m widening of the entrance and exit lanes of the West and North sections was chosen as the best alternative.*

*Keywords: Signalized Intersection, Level of Service, Delay, Queue Length..*

© 2025 . Bulletin of Civil Engineering UMY

**Article History**
Received
7 Februari 2025

Revised
20 Februari 2025

Accepted
27 Februari 2025

*Correspondence Author
wahyu.widodo@umy.ac.id

## 1 PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Indonesia, jumlah penduduk Indonesia terus mengalami peningkatan. Hasil Sensus Penduduk (SP) Tahun 2020 dibandingkan dengan data pada Tahun 2010 menunjukkan adanya penambahan jumlah penduduk sebesar 32,56 juta jiwa atau rata-rata 3,26 juta jiwa per tahun. Pertumbuhan jumlah penduduk ini berdampak pada peningkatan jumlah kendaraan, terutama sepeda motor yang menjadi jenis kendaraan paling dominan.

Kota Yogyakarta, sebagai salah satu daerah kunjungan pariwisata potensial dan kota pendidikan terkemuka, menarik banyak pendatang dari luar Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) untuk datang dan bahkan menetap di wilayah ini (Muchlisin, 2016). Akibatnya, peningkatan pertambahan jumlah kendaraan bermotor di jalan raya berakibat menyebabkan persimpangan di wilayah Yogyakarta sering terjadi kemacetan lalu lintas. Selain itu perkembangan wilayah yang cukup pesat di wilayah Kabupaten Sleman, baik kawasan komersial (Mall Pakuwon), pusat kegiatan Pendidikan (UPN, UII, UNY, Amikom, STIE, Mercu Buana, Sanata Darma) maupun permukiman (kawasan Condongcatur, dan sekitarnya), berakibat pada peningkatan aktivitas penduduknya yang menambah jumlah pergerakan dengan menggunakan kendaraan bermotor. Salah area yang terdampak adalah

simpang bersinyal Ringroad Utara Gejayan_Sleman. Oleh karena itu, persimpangan tersebut perlu dilakukan penanganan untuk mengurai kemacetan. Permasalahan yang terjadi saat ini di simpang empat bersinyal Gejayan adalah terjadinya antrian yang cukup panjang terutama pada jam sibuk siang dan sore hari.

Beberapa penelitian terdahulu mengenai kinerja simpang bersinyal di Yogyakarta telah banyak dilakukan. Pehan & Diana Anis (2020) melakukan analisis terhadap Kinerja Simpang Bersinyal menggunakan Metode PKJI (Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia) 2014 dengan studi kasus di Simpang Jlagran Lor, Kotamadya Yogyakarta. Penelitian tersebut menemukan bahwa pengelolaan arus lalu lintas di persimpangan bersinyal Jlagran Lor memerlukan perhatian lebih guna meningkatkan efisiensi dan keamanan lalu lintas di area tersebut. Rahmayuda dkk (2024) melakukan penelitian kinerja dan pemodelan simpang di Jokteng Wetan, Yogyakarta. Dari hasil analisis tersebut, diketahui bahwa kondisi saat ini di Simpang Jokteng Wetan memiliki tingkat pelayanan kategori F, dengan tundaan rata-rata 1044,03 detik per satu mobil penumpang. Kinerja simpang yang buruk juga ditunjukkan di simpang tiga tak bersinyal Pasar Ngasem di Kota Yogyakarta (Rifki Rivaldy & Puji Astutik, 2022). Hasil dari analisis menunjukkan bahwa simpang memiliki derajat kejenuhan (DJ) sebesar 0,603 pada jam puncak, dengan indeks kinerja jalan berada di tingkat C.

Penelitian lainnya dengan kasus kota besar yang berbeda dilakukan oleh Sholahudin dan Agi (2020). Hasil analisis salah satu simpang di Kota Tasikmalaya menunjukkan derajat kejenuhan (DS) mendekati angka kritis yaitu 0,7 (level D). Dengan menggunakan metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) 1997, Irawati, dkk. (2024) menganalisis kinerja simpang bersinyal Fatmawati di kota Semarang. Derajat kejenuhan (DS) yang dihasilkan dari penelitian ini masing-masing berada di antara 0,48 hingga 0,57. Panjang antrian berkisar antara 68 hingga 93 meter. Berdasarkan nilai DS dan panjang antrian, simpang ini diklasifikasikan pada tingkat layanan *(Level of Service, LOS)* C.

Pada penelitian kali ini, analisis simpang dilakukan dengan menggunakan bantuan simulasi perangkat lunak *PTV VISSIM 2024 (Student Version). PTV VISSIM* dianggap sebagai salah satu perangkat lunak *yang paling efisien* (Farrag, dkk., 2021). *VISSIM* adalah paket perangkat lunak simulasi mikroskopis berdasarkan analisis waktu stokastik yang dikembangkan oleh PTV AG, Jerman (Vissim PTV, 2016). *VISSIM* bekerja dengan empat model perilaku kendaraan yang berbeda yaitu mengikuti mobil, perubahan jalur, perilaku lateral, dan reaksi terhadap lampu sinyal.

## 2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode pengumpulan data lapangan melalui survei dan data sekunder, kemudian memasukkan data tersebut ke dalam perangkat lunak *PTV VISSIM 2024 (Student Version)* untuk analisis dan pemodelan performa lalulintas pada kondisi eksisting serta 4 skenario alternatif perbaikan. Beberapa skenario yang diterapkan, meliputi: skenario 1 dengan optimasi waktu siklus, skenario 2, dengan perubahan perubahan fase, yaitu kendaraan yang bergerak dari Barat dan Timur dapat belok kanan bersamaan, serta melaju lurus bersamaan setelah fase Selatan selesai, skenario 3 dilakukan pengaturan arus searah ke Utara, skenario 4 berupa pelebaran jalur pendekat. Lokasi simpang Ring Road Utara Gejayan Sleman Yogyakarta ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 Lokasi simpang pada *google earth*

### 2.1 Data Kondisi Geometrik Simpang

Data geometrik pada simpang empat Gejayan diperoleh menggunakan alat *Walking Meassure*/meteran dorong. Koordinat lokasi kejadian diperoleh dengan *Google Earth*. Data geometrik simpang yang diambil, meliputi data lebar pendekat, lebar masuk, lebar keluar, lebar arah ke kiri langsung (LTOR=*Left Turn On Red*).

### 2.2 Data Kondisi Lingkungan

Data kondisi lingkungan diperoleh dengan cara survey lapangan, yaitu dibedakan menjadi permukiman, perdagangan dan jasa. Tipe lingkungan tersebut digunakan untuk menentukan tipe hambatan samping (tinggi, sedang, rendah). Semakin banyak aktivitas di sekitar simpang (pertokoan, pedagang retail, parkir), maka dikategorikan tinggi.

### 2.3 Data Volume Lalu Lintas

Survei dilakukan berdasarkan pengukuran langsung, yaitu melakukan pencatatan volume setiap jenis kendaraan yang melewati simpang Gejayan. Pelaksanaan survei lapangan menggunakan alat bantu rekam kamera *cctv* yang dioperasikan oleh Dinas Perhubungan DIY.

### 2.4 Data Waktu Siklus

Data waktu siklus yang digunakan untuk keperluan analisis pada Simpang empat bersinyal Gejayan, meliputi data waktu hijau, kuning dan merah untuk setiap lengan/arah serta waktu siklus total. Data waktu siklus diperoleh melalui survey lapangan menggunakan aplikasi *Stopwatch* pada setiap lengan simpang.

### 2.5 Data Kecepatan Kendaraan

Data kecepatan kendaraan diperoleh melalui survei lapangan dengan *Speed Gun* dan dibedakan menjadi dua kategori: sebelum dan saat melewati area konflik.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Geometrik Simpang

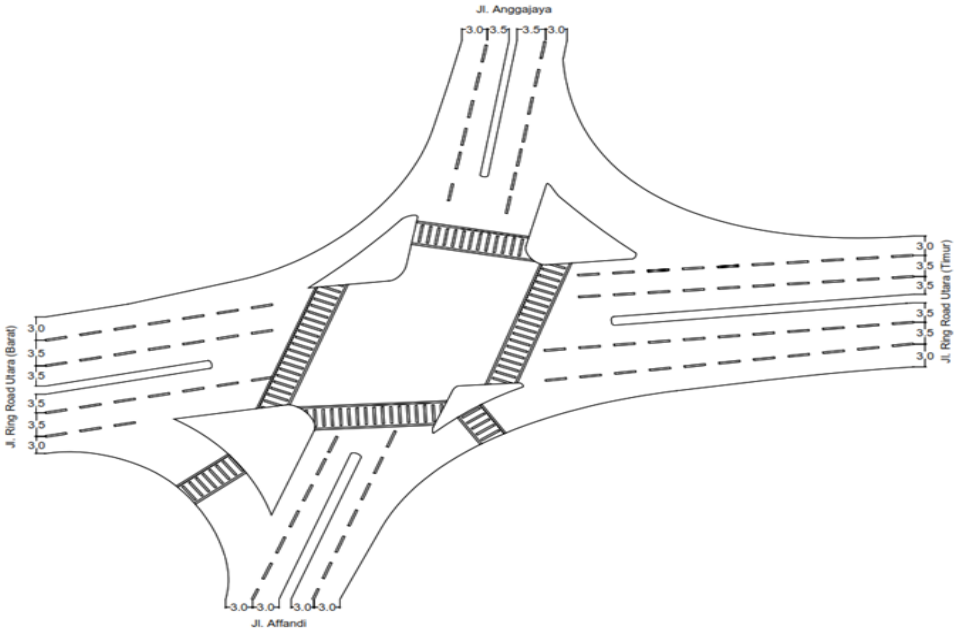
Data hasil pengukuran geometrik simpang Gejayan dapat diperiksa pada Gambar 2. Simpang empat gejayan memiliki tipe pendekat 4/2 D (empat lajur dua arah dengan median). Lebar pendekat pada lengan Barat dan Timur, yaitu 21 meter dengan lajur kanan 7 meter dan jalur belok kiri 3,5 meter (dibatasi pulau). Lebar pendekat pada lengan Utara dan Timur 12 meter dengan lajur kanan dan kiri masing – masing 3 meter (dibatasi pulau).

### 3.2 Data Volume Lalulintas

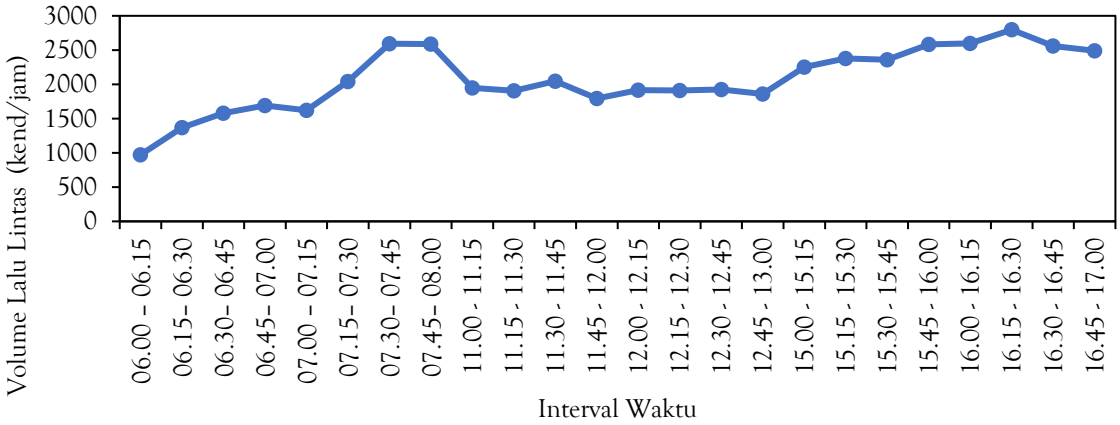
Dari hasil rekaman tersebut, maka ditabulasikan secara manual yang hasilnya terjaji pada Gambar 2. Gambar 2 menampilkan grafik volume kendaraan pada jam puncak, terlihat bahwa puncak volume lalu lintas terjadi antara pukul 16.00 hingga 17.00 WIB, dengan total volume kendaraan mencapai 13.604 kendaraan per jam. Merujuk pada Tabel 1, menunjukkan komposisi kendaraan per arah. Pergerakan kendaraan paling banyak berasal dari arah Barat menuju ke Timur, di dominasi oleh sepeda motor (SM).

Tabel 1. Volume kendaraan pada jam puncak

| Arah Kendaraan | Jenis Kendaraan | | | | | Jumlah (Kend/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | SM | MP | KS | BB | TB | |
| B-U | 306 | 93 | 10 | 0 | 0 | 409 |
| B-T | 1742 | 762 | 39 | 10 | 15 | 2568 |
| B-S | 779 | 278 | 7 | 0 | 0 | 1064 |
| U-B | 644 | 154 | 13 | 0 | 0 | 811 |
| U-S | 1313 | 257 | 12 | 0 | 0 | 1582 |
| U-T | 222 | 79 | 8 | 0 | 0 | 309 |
| T-U | 485 | 170 | 7 | 0 | 0 | 662 |
| T-B | 1492 | 749 | 36 | 7 | 4 | 2288 |
| T-S | 449 | 238 | 0 | 0 | 0 | 687 |
| S-T | 859 | 299 | 2 | 0 | 0 | 1160 |
| S-U | 945 | 213 | 16 | 0 | 0 | 1174 |
| S-B | 704 | 181 | 5 | 0 | 0 | 890 |
| Total | 9940 | 3473 | 155 | 17 | 19 | 13604 |




Gambar 2 Kondisi geometrik simpang




Gambar 3 Grafik volume lalu lintas per jam

### 3.3 Data Waktu Siklus

Pengaturan waktu siklus pada simpang Gejayanmemiliki empat fase sinyal, yaitu fase Barat, fase Timur, fase Utara, dan fase Selatan. Setelah survey lapangan diperoleh data waktu siklus sebesar 175 detik, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Waktu siklus pada kondisi eksisting

| No | Fase | Waktu Nyala (detik) | | | | Total Waktu (Siklus) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *All Red* | Merah | Hijau | Kuning | |
| 1 | Barat | 2 | 120 | 50 | 3 | 175 |
| 2 | Utara | 2 | 135 | 35 | 3 | 175 |
| 3 | Timur | 2 | 120 | 50 | 3 | 175 |
| 4 | Sela-tan | 2 | 135 | 35 | 3 | 175 |

### 3.4 Data kondisi lingkungan

Berdasarkan pengamatan langsung di sekitar lokasi simpang, dapat diinformasikan kondisi sekitar simpang didominasi oleh aktifitas komersial (perdagangan dan jasa), seperti kuliner, pertokoan dan hotel.

### 3.5 Hasil Pemodelan pada Kondisi Eksisting

Berdasarkan data yang telah diperoleh, dapat disimpulkan bahwa hampir semua jalan yang terhubung dengan Jl. Ringroad Utara, Jl. Padjajaran, Jl. Affandi, dan Jl. Angga Jaya mengalami kemacetan yang cukup signifikan, dengan panjang antrian kendaraan yang bervariasi. Total kendaraan yang melewati setiap jalan juga cukup tinggi, dengan tingkat pelayanan yang semuanya berada di kategori *LOS F*, yang menunjukkan tingginya tingkat kemacetan dan tundaan waktu yang signifikan. Dengan rata-rata panjang antrian kendaraan mencapai 113,08 meter dan rata-rata tundaan mencapai 99,70 detik per siklus, situasi lalu lintas di wilayah ini memerlukan perhatian khusus untuk meningkatkan efisiensi dan kelancaran arus lalu lintas.

***Skenario 1***

Pada kondisi saat ini, simpang empat Gejayan memiliki waktu siklus sebesar 175 detik. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu siklus tersebut masih dapat dioptimalkan agar sesuai dengan rekomendasi Direktorat Jenderal Bina Marga 2023. Oleh karena itu, pada skenario 1 dilakukan penyesuaian durasi untuk setiap lengan, sehingga waktu siklus berhasil dikurangi menjadi 110 detik. Waktu ini sesuai dengan rentang rekomendasi 80–130 detik untuk pengaturan empat fase menurut Direktorat Jenderal Bina Marga 2023.

Tabel 3 Waktu siklus pada skenario 1

| No | Fase | Waktu Nyala (detik) | | | | Total Waktu (Siklus) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | All Red | Merah | Hijau | Kuning | |
| 1 | Barat | 2 | 85 | 20 | 3 | 110 |
| 2 | Utara | 2 | 80 | 25 | 3 | 110 |
| 3 | Timur | 2 | 85 | 20 | 3 | 110 |
| 4 | Sela-tan | 2 | 80 | 25 | 3 | 110 |

Berdasarkan hasil pemodelan, terdapat penurunan panjang rata-rata antrian *(QLen)* dari 113,08 meter menjadi 111,10 meter serta pengurangan tundaan rata-rata *(VehDelay)* dari 99,70 detik per siklus menjadi 87,03 detik per siklus. Tingkat pelayanan (LOS) rata-rata tetap berada pada kategori F (buruk).

Penyesuaian waktu siklus dari 175 detik menjadi 110 detik pada simpang empat Gejayan terbukti meningkatkan kinerja simpang. Penyesuaian ini berhasil mengurangi waktu henti dan kemacetan, terutama saat jam sibuk. Waktu siklus yang lebih pendek memungkinkan pengurangan waktu tunggu dan panjang antrian rata-rata. Selain itu, distribusi waktu antar fase menjadi lebih optimal, sehingga aliran kendaraan lebih lancar.

***Skenario 2***

Dalam perubahan fase ini, kendaraan yang bergerak dari barat dan timur dapat belok kanan bersamaan, serta melaju lurus bersamaan setelah fase Selatan selesai. Selain itu, waktu siklus lalu lintas juga dikurangi dari 175 detik menjadi 110 detik. Berdasarkan hasil pemodelan, terdapat penurunan rata-rata panjang antrian *(QLen)* dari 113,08 meter menjadi 83,46 meter, serta pengurangan rata-rata tundaan kendaraan dari 99,70 detik per siklus menjadi 95,88 detik per siklus. Meskipun demikian, tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata tetap berada pada kategori F (buruk).

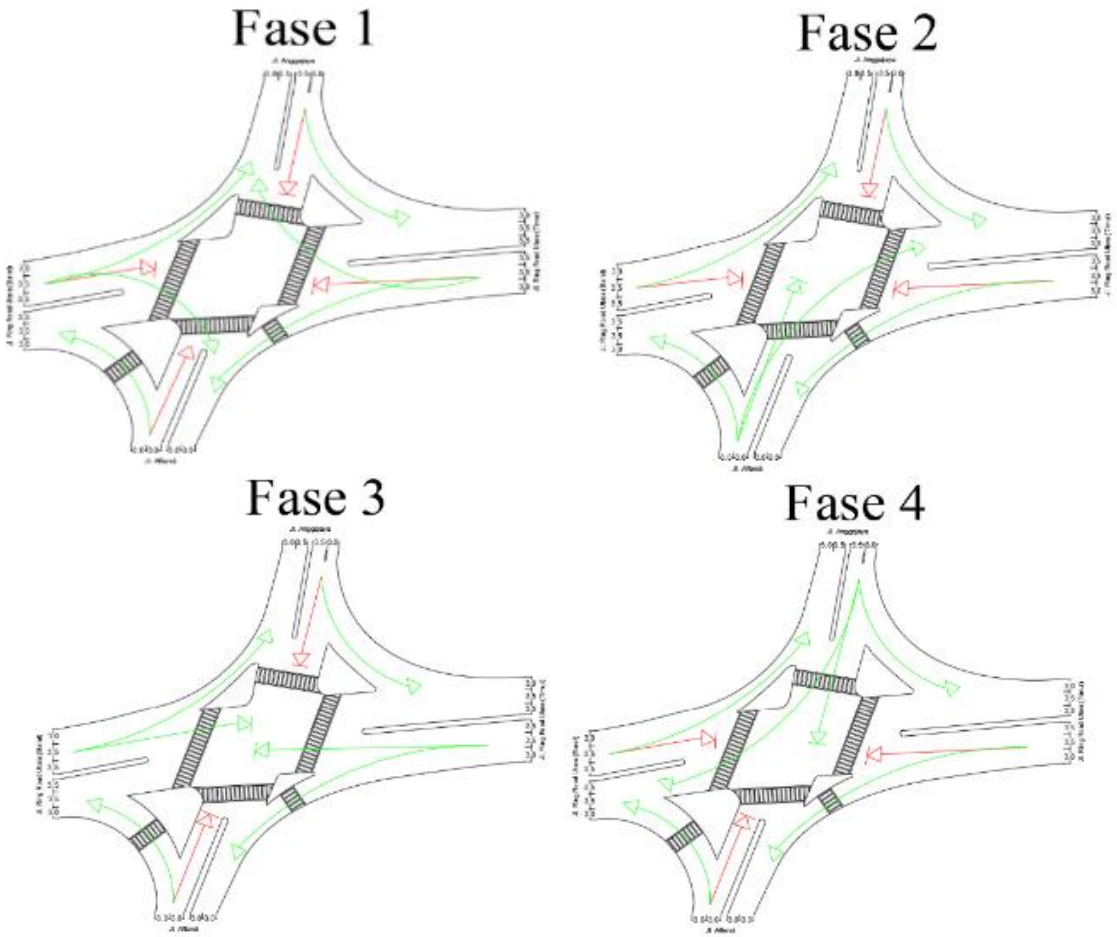
Secara keseluruhan, perubahan fase lengan barat belok bersamaan dengan lengan timur, kemudian penyesuaian waktu siklus dari 175 detik menjadi 110 detik, sehingga ada perbaikan tingkat pelayanan. Perbaikan tingkat pelayanan berupa pengurangan panjang antrian rata-rata, akan tetapi pada lengan Barat dan Timur mengalami peningkatan panjang antrian dan tundaan kendaraan. Dengan demikian untuk mencapai kinerja persimpangan yang optimal perlu dilakukan tinjauan jaringan yang luas dengan penyesuaian lebih lanjut.

***Skenario 3***

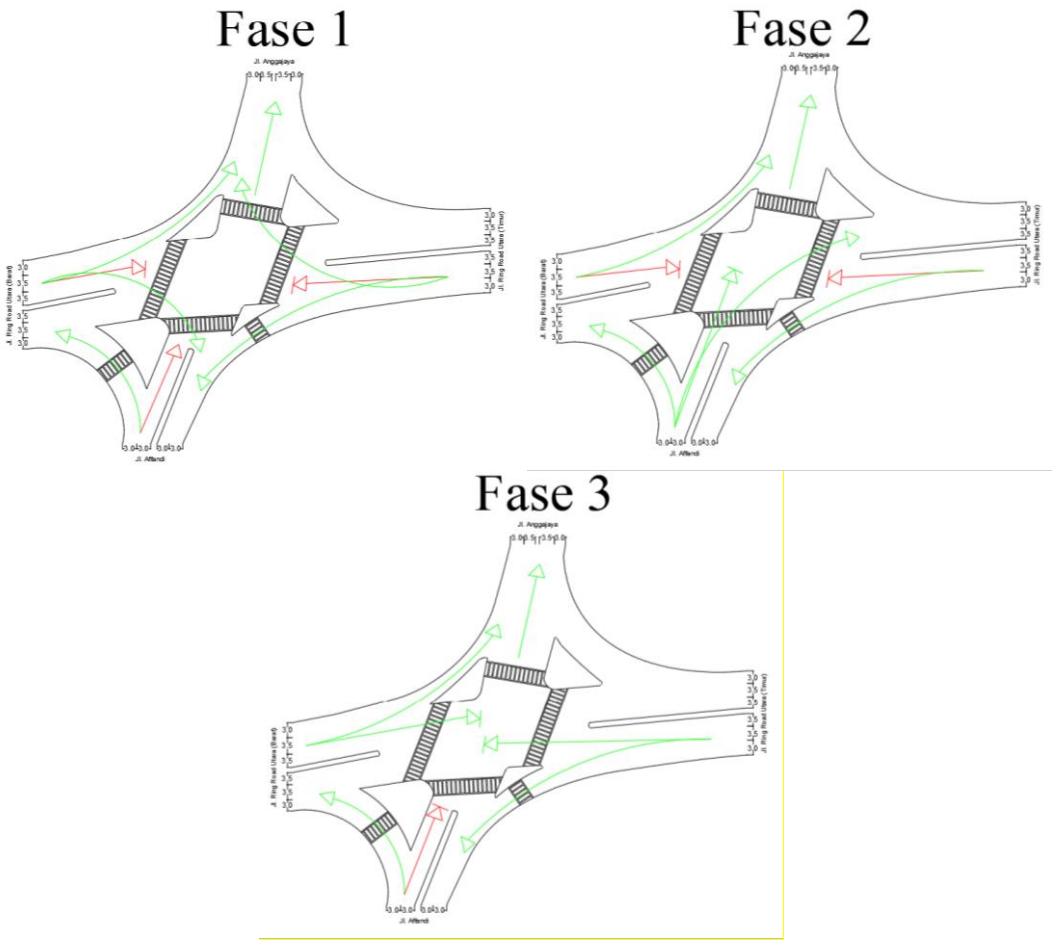
Perubahan pada sekenario ini, menggunakan penyesuaian waktu siklus yang sebelumnya 175 detik menjadi 100 detik. Langkah ini bertujuan untuk mengoptimalkan pengaturan waktu siklus di area simpang.

Pada kondisi eksisting, panjang antrian rata-rata kendaraan (QLen) mencapai 113,08 meter, sementara pada skenario baru panjang antrian rata-rata rata-rata kendaraan (QLen) menurun menjadi 83,28 meter, yang berarti terjadi pengurangan panjang antrian yang signifikan sebesar 29,80 meter. Selain itu, total kendaraan pada kondisi eksisting tercatat sebanyak 971 unit, sedangkan pada skenario baru, total kendaraan sedikit berkurang menjadi 937 unit.

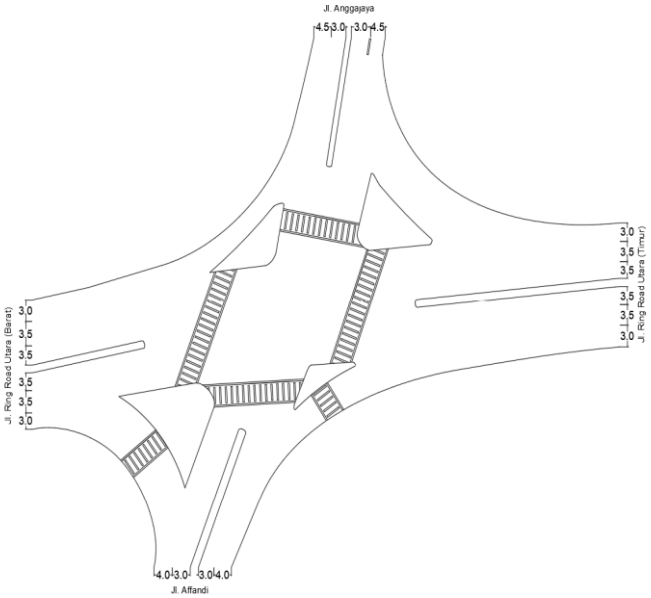
Untuk tundaan kendaraan, rata-rata tundaan pada kondisi eksisting adalah 102,55 detik per siklus, sedangkan pada skenario tiga, rata-rata tundaan menurun menjadi 81,97 detik per siklus. Penurunan tundaan rata-rata ini menunjukkan peningkatan efisiensi pergerakan lalu lintas. Secara keseluruhan, perubahan yang dilakukan, yaitu mengubah fase, menghilangkan fase pada




Gambar 4 Urutan fase pada skenario 2




Gambar 5 Urutan fase pada skenario 3




Gambar 6 Perubahan geometrik simpang skenario 4

menjadi 100 detik. Skenario ini memberikan dampak positif dengan adanya pengurangan panjang antrian dan tundaan rata-rata, serta sedikit penurunan jumlah kendaraan yang terlayani. Meskipun tingkat pelayanan secara umum masih perlu peningkatan, beberapa arah telah menunjukkan perbaikan yang cukup signifikan.

***Pemodelan pada Skenario 4***

Tujuan dari perubahan ini adalah untuk secara signifikan meningkatkan kapasitas jalur tersebut, mengingat tingginya volume kendaraan yang melintas di kedua lengan, khususnya selama jam-jam sibuk. Perubahan ini diharapkan dapat mengurangi kemacetan dan memperlancar arus lalu lintas pada saat-saat puncak kepadatan.

Berdasarkan hasil pemodelan, terdapat penurunan rata-rata panjang antrian kendaraan *(QLen)* dari 113,08 meter menjadi 104,61 meter, yang menunjukkan sedikit pengurangan kepadatan kendaraan di simpang empat Gejayan. Selain itu, rata-rata tundaan kendaraan *(VehDelay)* juga mengalami penurunan dari 99,70 detik/skr menjadi 82,68 detik/skr, yang menandakan adanya peningkatan efisiensi waktu tunggu kendaraan dalam antrean. Namun, meskipun terdapat perbaikan dalam beberapa parameter, tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata tidak menunjukkan perubahan dan tetap berada pada kategori F (buruk), sebagaimana hasil simulasi yang dilakukan menggunakan *software PTV VISSIM 2024 (Student Version).*

Tabel 4 perubahan geometrik pada skenario 4

| Lengan | Perubahan | Lebar Pendekat (m) | Lebar Masuk (m) | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Lajur Kiri | Lajur Kanan |
| Utara | Sebelum | 13 | 3,5 | 3,0 |
| | Sesudah | 15 | 4.5 | 3,0 |
| Selatan | Sebelum | 12 | 3,0 | 3,0 |
| | Sesudah | 14 | 4,0 | 3,5 |

### 3.6 Perbandingan Hasil Pemodelan

Perbandingan hasil pemodelan antara kondisi eksisting dengan berbagai skenario yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Perbandingan hasil pada *PTV VISSIM 2024*

| No | Analisis | Panjang Antrian Rata-Rata (m) | Tundaan Rata -Rata (detik/skr) | Tingkat Pelayanan Rata-Rata |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Eksisting | 113,08 | 99,70 | LOS_F |
| 2 | Skenario 1 | 111,10 | 87,03 | LOS_E |
| 3 | Skenario 2 | 85,69 | 95,88 | LOS_F |
| 4 | Skenario 3 | 81,96 | 83,28 | LOS_F |
| 5 | Skenario 4 | 104,61 | 82,68 | LOS_F |

Pada kondisi eksisting, panjang antrian rata-rata kendaraan *(QLen)* adalah 113,08 meter, sedangkan pada skenario baru, panjang antrian rata-rata menurun menjadi 104,61 meter, menunjukkan pengurangan sebesar 8,47 meter. Total kendaraan pada kondisi eksisting adalah 985 unit, sementara pada skenario baru bertambah menjadi 1102 unit.

## 4 KESIMPULAN

Melalui berbagai skenario dan perubahan, dapat diambil dalam upaya meningkatkan efisiensi pergerakan lalu lintas dan mengurangi kemacetan pada persimpangan tersebut.

1. Berdasarkan pemodelan pada kondisi eksisting kinerja lalu lintas yang kurang memuaskan, dengan kemacetan sangat tinggi. Simpang empat ring road Utara-Gejayan Sleman memerlukan penyesuaian waktu siklus dan upaya perbaikan lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan kelancaran arus lalu lintas

.

2. Pemodelan pada skenario 1 menunjukkan bahwa terjadi penurunan panjang rata-rata antrian *(QLen)* serta pengurangan tundaan rata-rata, meskipun tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata masih berada pada kategori E (buruk). Dengan adanya penyesuaian waktu siklus dari 175 detik menjadi 110 detik pada simpang empat Gejayan dapat meningkatkan kinerja simpang tersebut.
3. Pemodelan skenario 2 menunjukkan adanya penurunan rata-rata panjang antrian *(QLen),* memiliki tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata tetap berada pada kategori F (buruk). Setelah dilakukan perubahan fase pada lengan Barat dan Timur serta penyesuaian waktu siklus, memberikan dampak positif berupa pengurangan panjang antrian rata-rata.
4. Skenario 3 menunjukkan adanya penurunan rata-rata panjang antrian *(QLen)* serta pengurangan tundaan rata-rata tingkat pelayanan *(LOS)* rata-rata tetap berada pada kategori F (buruk sekali). Secara keseluruhan, perubahan yang dilakukan dengan menghapus fase pada lengan utara, dan mengurangi waktu siklus, sehingga memberikan dampak positif.
5. Skenario 4 menunjukkan adanya penurunan rata-rata panjang antrean kendaraan, mengindikasikan terdapat sedikit pengurangan kepadatan kendaraan di simpang, atau terjadi peningkatan efisiensi waktu tunggu kendaraan. Meskipun terdapat perbaikan dalam beberapa parameter, tingkat pelayanan rata-rata (LOS) tidak menunjukkan perubahan dan tetap berada pada kategori F (buruk). Pengurangan panjang antrian dan tundaan kendaraan, belum cukup untuk meningkatkan tingkat pelayanan rata-rata. Dengan adanya scenario pelebaran jalan ini menunjukkan potensi besar dalam mengurangi kemacetan dan memperlancar arus lalulintas di simpang empat Gejayan.
6. Skenario 4 merupakan alternatif terbaik untuk meningkatkan kinerja simpang empat Gejayan, yaitu terdapat penguranganpanjang antrian rata-rata setelah dilakukan perubahan fase.
7. Perbaikan pengaturan waktu siklus pada simpang tidak berdampak signifikan untuk mengatasi tudaan yang terjadi. Hal ini mengingat simpang Gejayan merupakan kepanjangan dari jalan lingkar Utara yang menjadi satu kesatuan, maka keberadaan *underpass* Kentungan berdampak signifikan pada antrian lengan Barat (antrian lalulintas). Penambahan waktu hijau lengan Barat, akan mempengaruhi tundaan pada lengan lainnya. Dengan demikian pengaturan waktu siklus ini tidak menjadi prioritas utama, sehingga diperlukan solusi lain, yaitu penyediaan simpang susun.

## DAFTAR PUSTAKA

Bina Marga Direktorat Jendral. (2023). Panduan Kapasitas Jalan Indonesia 2014. *Panduan Kapasitas Jalan Indonesia*, 68.

Farrag , S., Outay, F., Yasar, A., Janssens, D., Kochan, B., & Jabeur, N. (2021). Toward the improvement of traffic incident management systems using Car2X technologies. *Personal and Ubiquitous Computing*, 163-176.

Irawati, I., Anggraini, L., & Wanto, S. (2024). Analisis Tingkat Layanan Kinerja Simpang Bersinyal pada Kawasan Komersial. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, *8*(1), 129-137.

Morlok, E. K., 1998, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Erlangga, Jakarta.

Muchlisin., 2016, Analisis Tarikan dan Bangkitan Perjalanan Akibat Pembangunan Mix-Used Plan (Mix-used JogjaOne Park) dengan Metode Pembanding, *Semesta Teknika*, 19(2), 98-105.

Pehan, R., & Diana Anis, V. A. (2020). Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Metode PKJI 2014 (Simpang Jlagran Lor, Yogyakarta). *Equilib*, *01*(02).

Pemerintahan Indonesia. (1993). PM RI No 43 Tahun 1993 Tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan. *Peraturan Pemerintah No 43 Tahun 1993*, 1–89.

PM 96 Tahun 2015. (2015). PM No 96 Tahun 2015 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas. *Jakarta*, 1–45.

Rahma Putri, T., & Hartanto Susilo, B (2021). Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Setia Darma 2-Inspeksi Kalimalang, Bekasi Performance Analysis Signaled Intersection Of Setia Darma 2-Inspection Kalimalang, Bekasi. *Rekayasa Lingkungan Terbangun Berbasis Teknologi Berkelanjutan,* hal: 527-536

Rahmayuda, H., Jannah, A. N., & Prayitno, P. A. (2024). Analisis Kinerja dan Pemodelan Simpang untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Bersinyal Jokteng Wetan Yogyakarta. *Jurnal Teknik Sipil*, *13*(1), 86-94.

Rifki Rivaldy, I., & Puji Astutik, H. (2022). Analisis Kinerja Simpang Tiga Tak Bersinyal Pasar Ngasem (Studi Kasus : Jalan Polowijan-Jalan Ngasem Kraton, Kota Yogyakarta). *EQUILIB*, *03*(01), 65–76.

Rorong, N., Elisabeth, L., & Waani, J. E. (2015). Analisa Kinerja Simpang Tidak Bersinyal Di Ruas Jalan S.Parman Dan Jalan Di.Panjaitan Novriyadi. , *3*(11), 747–758.

Sholahudin, F., & Hendardi, A. R. (2020). Analisis Simpang Bersinyal Pada Simpang 4 Jl. Siliwangi Kota Tasikmalaya. *Ge-STRAM J. Perenc. dan Rekayasa Sipil*, *3*(2), 70-75.

Vissim PTV. (2016). *PTV Vissim 9 User Manual.* Karlsruhe, 35: PTV AG.