

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lalu lintas adalah tanda untuk area dengan lalu lintas terbatas. Jalan yang mulus dan stabil menandakan kesadaran masyarakat terhadap jalan juga tinggi, yang berarti perkembangan wilayah berkembang dengan baik. Adanya rambu-rambu lalu lintas yang mengarah pada tabrakan lalu lintas dan persimpangan. Peningkatan populasi dan peningkatan jumlah pemilik mobil menyebabkan tingkat lalu lintas yang lebih tinggi dan penundaan di jalan yang ada.

Untuk mengatasi permasalahan lalu lintas tersebut diperlukan proses pengambilan keputusan yang baik dalam sistem pengendalian lalu lintas yang berpengaruh terhadap kelancaran, kenyamanan dan keamanan kendaraan yang melewati jalan tersebut. Sistem pengambilan keputusan dalam manajemen lalu lintas umumnya diterapkan di area di mana terdapat persimpangan atau interaksi antara kendaraan. Hal ini terjadi karena di area tersebut terdapat titik-titik konflik yang berpotensi menyebabkan kemacetan lalu lintas.

Persimpangan adalah lokasi di mana aliran lalu lintas dari minimal dua jalan berbeda saling berpotongan, dan merupakan titik pertemuan bagi pergerakan yang berbeda arah, termasuk interaksi antara kendaraan bermotor dan pejalan kaki, serta interaksi antara kendaraan bermotor dan pengguna jalan seperti pelari. Di persimpangan empat lengan Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Sumatera Barat, Jl. Durian Tarung Kota Padang Berdasarkan observasi lapangan penulis dapat diketahui bahwa konflik lalu lintas sering terjadi di persimpangan, kemacetan lalu lintas. Tautan ini ada di bidang bisnis dan akademik. Untuk mengatasi permasalahan yang timbul, maka perlu dilakukan upaya dan tindakan yang dapat mengurangi dampak negatif dari permasalahan perjalanan ini yang dapat terjadi di kemudian hari. Masalah di jalan panjang dan kecelakaan sering terjadi. Penggunaan lampu lalu lintas saat ini belum memiliki kemampuan untuk mengatasi masalah kemacetan yang sering terjadi, khususnya saat jam-jam sibuk.

Dengan penjelasan latar belakang diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul **Analisis Penentuan Fase dan Waktu Siklus Optimum Pada Persimpangan Bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang.**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi latar belakang di atas, dapat dilihat karakteristik masalah sebaga berikut :

1. Bagaimana fase dan siklus optimum di simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang?
2. Bagaimana cara mengatasi terjadinya tundaan di simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah :

1. Data diukur pada simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang.
2. Waktu survei dilakukan pada jam-jam sibuk (peak hour).
3. Standar yang dipakai adalah PKJI 2014.

1.4 Tujuan Masalah

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengatasi kemacetan yang terjadi pada setiap cabang simpang. Meskipun tujuannya adalah:

1. Untuk menganalisis suatu sistem pengaturan lampu lalu lintas, yakni fase dan waktu siklus yang optimum di simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang.
2. Untuk menganalisis efektifitas kinerja simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui :

1. Berperan secara signifikan dalam mendukung pemerintah dalam pelaksanaan kebijakan tersebut dengan tujuan untuk mengatur pergerakan kendaraan secara efisien dan mengurangi potensi terjadinya kemacetan.
2. Hasil analisis ini bisa menjadi panduan bagi peneliti lain dalam bidang transportasi, terutama dalam evaluasi kinerja persimpangan untuk merancang arus lalu lintas yang optimal di Kota Padang, baik dalam situasi saat ini maupun dalam perencanaan masa depan.

1.6 Sistematika Penulisan

Beberapa langkah diambil sebagaimana mestinya untuk mencapai tujuan penelitian ini. Adapun metode dan tata cara pelaksanaannya dijelaskan sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Suatu kerangka studi atau perencanaan yang mencakup secara umum aspek-aspek berikut, latar belakang, rumusan masalah penelitian, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penelitian

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang umum digunakan, mencakup juga prinsip-prinsip dasar teori yang digunakan untuk mengadaptasi dan merujuk pada masalah-masalah yang ada dalam konteks penelitian ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Mencakup pelaksanaan tugas akhir dari awal hingga akhir, disertai dengan penjelasan rinci tentang metode yang digunakan dan perhitungannya. Ini juga merinci masalah yang dihadapi, tujuan yang ingin dicapai, ruang lingkup penelitian, serta tata cara atau struktur yang diikuti dalam penyusunan laporan.

BAB IV. ANALISIS DATA

Bab ini memuat hasil perhitungan dan analisis data yang diperoleh dalam usaha menyelesaikan permasalahan kemacetan lalu lintas di persimpangan yang memiliki lampu lalu lintas antara Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, dan Jl. Durian Tarung di Kota Padang.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab penutup ini berisi ringkasan kesimpulan yang diperoleh dari pembahasan pada bab sebelumnya, serta rekomendasi yang berguna sebagai masukan berharga dari hasil penelitian ini.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Umum

Perkembangan transportasi saat ini merupakan topik yang menarik untuk dibicarakan. Bertambahnya jumlah penduduk berdampingan dengan peningkatan kepemilikan kendaraan telah menyebabkan situasi berlebihan dan tingkat kemacetan yang signifikan di sejumlah jalan. Keberadaan sarana transportasi memiliki dampak multidimensi yang penting dalam perkembangan global, sehingga memerlukan perencanaan yang cermat dalam desain transportasi itu sendiri. Sektor transportasi dapat diibaratkan sebagai rumah besar dengan banyak lantai, ruangan, serta sejumlah jalur penghubung (Sari, 2019).

Peran penting persimpangan terlihat dalam struktur jaringan jalan. Kelancaran pergerakan di jaringan tersebut sangat tergantung pada bagaimana lalu lintas diatur di setiap persimpangan. Umumnya, kapasitas persimpangan dapat disesuaikan melalui pengelolaan aliran lalu lintas dalam struktur jaringan jalan tersebut. Karena itu, peran persimpangan dapat dianggap sangat penting dan kritis dalam memberikan layanan untuk pergerakan lalu lintas (Prasetyanto, 2019).

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia tahun 2014, simpang adalah titik di mana jalan melengkung atau bercabang dari jalur lurus. Persimpangan, dalam konteks jaringan transportasi, adalah titik pertemuan dua atau lebih jalan, di mana terjadi konflik arus lalu lintas. Aturan lalu lintas ditetapkan untuk mengelola konflik ini dan menentukan siapa yang berhak mendahului untuk menggunakan persimpangan. Secara sederhana, Persimpangan jalan adalah wilayah umum di mana dua atau lebih jalan saling bertemu, yang mencakup fasilitas tepi jalan untuk pergerakan lalu lintas di dalamnya (AASHTO, 2001).

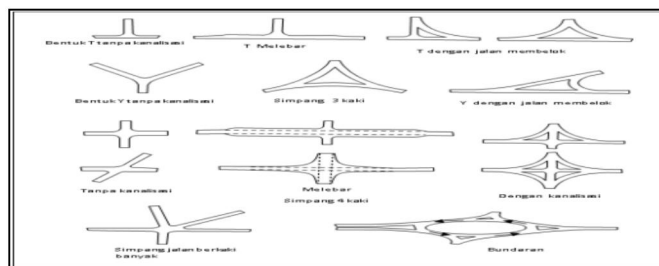
Simpang jalan merupakan area yang sensitif, sering menghadapi tantangan dalam mengelola arus lalu lintas yang berpotensi mengakibatkan insiden. Benturan antara kendaraan, baik antara kendaraan sendiri maupun dengan pejalan kaki, kerap terjadi di simpang. Oleh karena itu, pengaturan lalu lintas di simpang menjadi hal yang krusial. Beberapa permasalahan yang terkait dengan simpang mencakup:

1. Jumlah kendaraan dan daya tampung (kapasitas) persimpangan.
2. Desain geometrik dan visibilitas yang memadai.
3. Kecelakaan dan keselamatan jalan, termasuk kecepatan dan penerangan jalan.
4. Masalah parkir, aksesibilitas, dan perkembangan bangunan di sekitar persimpangan.
5. Fasilitas untuk pejalan kaki.
6. Jarak antara persimpangan-persimpangan.

2.1.1 Jenis-Jenis Simpang

Secara umum, pembagian utamanya terdiri dari dua kategori:

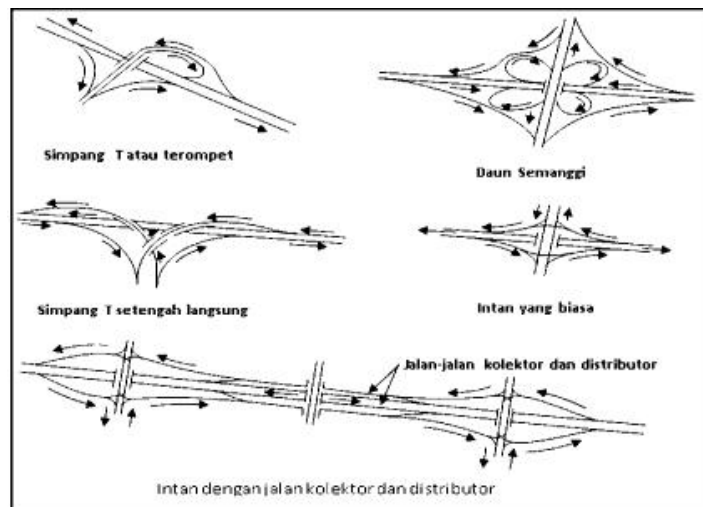
1. Simpang sebidang merupakan tipe persimpangan dimana beberapa jalan atau ujung jalan yang memasukinya mengarahkan aliran lalu lintas ke jalan lain yang mungkin memiliki arah berbeda dengan lalu lintas lainnya. Terdapat dua jenis simpang sebidang yang dapat dibedakan berdasarkan fasilitas pengatur lalu lintas yang ada di dalamnya :
 - a. Simpang bersinyal merupakan jenis persimpangan di mana aliran lalu lintas dari setiap jalan yang masuk diatur menggunakan lampu isyarat mengkoordinasikan aliran lalu lintas yang melalui persimpangan secara berurutan.
 - b. Simpang tak bersinyal atau yang dikenal sebagai "persimpangan tanpa isyarat" adalah titik pertemuan jalan di mana tidak ada penggunaan sinyal dalam mengatur aliran lalu lintas.



Gambar 2.1: Simpang Sebidang
(Sumber: Morlok, 1991)

2. Simpang Tak Sebidang

Di sisi lain, simpang tak sebidang disarankan untuk mengelola lalu lintas dengan efisien, memisahkan jalur-jalur yang berbeda sehingga penggabungan atau pemisahan jalur hanya terjadi pada titik-titik tertentu, di mana kendaraan-kendaraan tersebut bergabung atau memisahkan diri menjadi satu jalur gerak yang seragam.



Gambar 2.2: Simpang Tak Sebidang
(Sumber: Morlok, 1991)

2.2 Sifat-Sifat Umum Persimpangan

2.2.1. Volume dan Kecepatan Rencana

Volume lalu lintas mencerminkan jumlah kendaraan yang melewati titik tertentu atau lintasan khusus pada segmen jalan tertentu. Informasi mengenai volume lalu lintas ini memiliki signifikansi yang vital dalam berbagai tahapan, termasuk proses perencanaan, perancangan, pemeliharaan, dan operasionalisasi jalan. Data volume ini memiliki manfaat yang signifikan dalam konteks perencanaan lalu lintas, sesuai dengan Panduan Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014:

1. Penilaian relatif terhadap pentingnya suatu rute.
2. Variasi dalam intensitas arus lalu lintas.
3. Penyebaran lalu lintas di dalam sistem jalan.
4. Kebiasaan atau tren pengguna jalan.

Volume lalu lintas memiliki istilah yang khusus sesuai dengan cara perolehannya, sebagai berikut:

1. ADT (Average Dayly Traffic) atau sering disebut sebagai LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata), Merupakan nilai volume lalu lintas rata-rata yang didapat dari pengamatan dalam periode lebih dari beberapa hari, namun tidak sampai mencapai satu tahun.
2. AADT (Average Annual Daily Traffic), juga dikenal sebagai LHTR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan), adalah kuantitas keseluruhan rata-rata volume lalu lintas harian, namun data ini dihimpun dalam jangka waktu yang melebihi 365 hari.
3. AAWT (Average Annual Weekly Traffic) merupakan rerata volume lalu lintas sehari-hari pada hari kerja, berdasarkan pengumpulan data yang dilakukan selama periode yang melampaui 365 hari. AAWT dihitung dengan membagi total volume lalu lintas yang diamati pada hari kerja dengan jumlah hari kerja dalam periode pengumpulan data.
4. *Maximum annual hourly volume* merujuk pada jumlah kendaraan terbesar yang melintasi suatu jalan dalam satu jam pada tahun tertentu.

Prinsipnya, sebuah persimpangan didesain untuk mengelola aliran lalu lintas dengan volume sesuai dengan perkiraan pada jam perencanaan dari jalan-jalan yang saling berpotongan. Kecepatan yang direncanakan mengacu pada kecepatan yang diperhitungkan saat mendekati persimpangan, terutama di daerah yang paling dekat dengan persimpangan. Terdapat dua jenis kecepatan rencana:

1. Kecepatan dengan Tanda Stop, yang berarti memiliki kecepatan rencana kurang dari 15 km/jam.
2. Kecepatan tanpa Tanda Stop, yang berarti memiliki kecepatan rencana lebih dari 20 km/jam.

Penentuan kecepatan rencana ini dipertimbangkan dengan memperhatikan berbagai faktor, seperti jenis dan fungsi persimpangan, karakteristik lalu lintas, serta kondisi daerah sekitarnya. Ketika merencanakan jalan dengan kecepatan tinggi di area yang memiliki topografi sulit, kecepatan rencana di persimpangan dapat disesuaikan agar tidak melebihi 20 km/jam.

2.2.2 Pengendalian Persimpangan

Pengaturan harus memperhitungkan situasi arus lalu lintas yang ada. Persimpangan sebidang, di mana berbagai jalan dari arah yang berbeda bertemu, memiliki potensi menjadi pusat konflik lalu lintas, sumber kemacetan, dan bisa memengaruhi kapasitasnya, seringkali juga menjadi lokasi kejadian kecelakaan, dan menjadi titik konsentrasi para pejalan kaki.

Dalam urutan pengendalian persimpangan dari level terendah hingga level tertinggi, terdapat enam jenis, yaitu: tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendali kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu lintas. Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) yang dikeluarkan oleh Federal Highway Administration (FHWA) pada tahun 2000 memberikan panduan mengenai penggunaan jenis pengendalian persimpangan dalam bentuk ketentuan. Maksudnya adalah untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan dengan mengurangi jumlah tempat persilangan yang berpotensi menyebabkan konflik, serta menjaga jalur utama dari gangguan, sehingga hierarki jalan tetap terjaga.

Persimpangan yang wajib menggunakan Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) adalah persimpangan yang memenuhi syarat berikut:

1. Arus lalu lintas minimal dengan rata-rata di atas 750 kendaraan per jam selama 8 jam dalam sehari.
2. Waktu menunggu atau tundaan rata-rata kendaraan di persimpangan telah melebihi 30 detik.
3. Persimpangan digunakan oleh rata-rata lebih dari 175 pejalan kaki per jam selama 8 jam dalam sehari.
4. Tingkat kecelakaan yang sering terjadi di persimpangan yang bersangkutan.
5. Atau merupakan kombinasi dari faktor-faktor yang disebutkan di atas.

Secara umum, pengaturan lalu lintas menggunakan sinyal lampu lalu lintas dilakukan untuk beberapa tujuan, di antaranya adalah:

1. Mencegah terjadinya kemacetan di persimpangan akibat konflik lalu lintas.

2. Memberikan peluang kepada kendaraan dan pejalan kaki dari jalan simpangan yang lebih kecil untuk melintasi jalan utama.
3. Mengurangi insiden kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh pertemuan kendaraan yang bergerak dalam arah berlawanan.

2.2.2.1. Rambu Berhenti

Tanda larangan lalu lintas adalah tipe tanda yang dipasang untuk tujuan mengingatkan pengguna jalan tentang larangan tertentu. Rambu ini bisa berisi berbagai informasi tentang larangan seperti parkir, belok, masuk, dan lainnya. Rambu-rambu yang mengindikasikan larangan pada jalan biasanya memiliki gambar atau simbol yang jelas dan mudah dimengerti. Rambu-rambu larangan lalu lintas biasanya ditempatkan secara strategis dan mudah terlihat oleh para pengendara.

Rambu berhenti harus dipasang di persimpangan dalam situasi-situasi yang memenuhi kriteria tertentu:

1. Persimpangan di antara jalan yang kurang signifikan dengan jalan utama, di mana menerapkan aturan normal milik jalan bisa menjadi berbahaya.
2. Persimpangan antara jalan perkotaan dan luar kota dengan jalan raya.
3. Pergabungan jalan yang mengarah ke jalan atau jalan raya yang tembus.
4. Persimpangan yang tidak memiliki lalu lintas yang berarti di suatu daerah.
5. Persimpangan tanpa lampu lalu lintas di mana kombinasi antara kecepatan tinggi, pandangan terbatas, dan tingginya angka kecelakaan serius menunjukkan perlunya pengaturan menggunakan rambu berhenti.

2.2.2.2. Rambu Pengendalian Kecepatan

Rambu pengendali kecepatan merupakan rambu yang dipasang untuk memberikan instruksi kepada pengemudi agar menjaga kecepatan tertentu dalam rangka mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas. Rambu ini umumnya ditempatkan di jalan-jalan dengan volume kendaraan yang rendah, di jalan berkelok-kelok, di jalan yang memiliki catatan kecelakaan, atau di jalan yang berlokasi di daerah penting atau permukiman penduduk.

2.2.2.3. Kanalisasi di persimpangan (Channelization)

Kanalisasi merupakan langkah untuk memisahkan atau mengatur aliran kendaraan yang mengalami konflik dalam situasi tertentu, sehingga mereka mengikuti jalur jalan yang telah ditentukan secara jelas, dengan menggunakan penghalang fisik atau tanda lalu lintas. Tujuannya adalah membuat arus yang aman dan teratur bagi kendaraan dan pejalan kaki. Penerapan kanalisasi yang benar dapat meningkatkan kapasitas aliran lalu lintas dan juga meningkatkan tingkat keselamatan.

Pemasangan kanalisasi pada persimpangan bertujuan untuk memisahkan lajur lalu lintas antara jalur yang terus berjalan dan jalur yang digunakan untuk belok. Kanalisasi dapat berwujud dalam bentuk pulau dengan tepi yang lebih tinggi dari jalan atau hanya dalam bentuk garis marka saja. Selain sebagai sistem pengaturan lalu lintas, kanalisasi juga memiliki berbagai fungsi lainnya:

1. Mengurangi area di mana konflik sering terjadi, seperti pada persimpangan.
2. Mengatasi akumulasi lalu lintas di persimpangan yang berbentuk tajam.
3. Mengontrol kecepatan kendaraan yang masuk ke persimpangan.
4. Memberlakukan larangan belok bagi kendaraan tertentu.
5. Meningkatkan keamanan bagi pejalan kaki.
6. Menyediakan penempatan yang tepat untuk rambu atau perangkat pengatur lalu lintas yang berupa lampu.

2.2.2.4 Bundaran (Roundabout) dan Perputaran (Rotation)

Bundaran merupakan opsi alternatif pengganti lampu lalu lintas yang lebih diinginkan dalam situasi berikut:

1. Aliran kendaraan pada setiap lengan persimpangan memiliki distribusi yang seimbang.
2. Terdapat volume lalu lintas yang tinggi untuk kendaraan yang belok ke arah kanan.
3. Persimpangan memiliki lebih dari empat lengan.

Bundaran memiliki manfaat yang signifikan di Indonesia. Penggunaan bundaran dapat memperbaiki pengaturan lalu lintas dan mengurangi panjang antrian pada jam-jam yang bukan periode sibuk, jika dibandingkan dengan penggunaan lampu lalu lintas.

2.2.2.5 Persimpangan Tanpa Rambu

Persimpangan bebas tanda adalah persimpangan yang tidak menggunakan isyarat atau tanda lalu lintas sebagai pengaturan aliran lalu lintas. Biasanya diterapkan di persimpangan yang aliran lalu lintasnya berjalan secara rutin dan jarang terjadi pelanggaran terhadap peraturan lalu lintas.

2.2.2.6 Pengaturan dengan Lampu Lalu Lintas

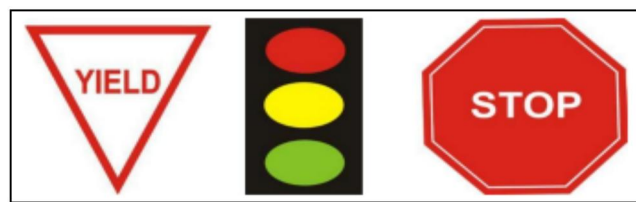
Lampu sinyal lalu lintas merupakan perangkat yang memanfaatkan sistem pengatur waktu untuk mengatur aliran lalu lintas untuk menjaga agar lalu lintas tetap teratur. Lampu lalu lintas ini terdiri dari tiga lampu berwarna yang berbeda, yang digunakan untuk mengindikasikan kepada pengemudi kapan harus berhenti, bersiap-siap, atau dapat melanjutkan perjalanan. Penggunaan lampu lalu lintas untuk mengatur arus kendaraan dapat memberikan aliran lalu lintas yang lebih stabil dan meningkatkan tingkat keselamatan bagi para pengemudi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997). Penggunaan yang tepat untuk lampu lalu lintas adalah dalam kondisi sebagai berikut:

1. Ketika ada penumpukan berlebihan pada rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan.
2. Saat ada kendala yang muncul akibat adanya tikungan di jalan.
3. Untuk mengatasi potensi tabrakan sudut dan tabrakan sisi.

Pembedaan dalam lampu lalu lintas dilakukan berdasarkan kombinasi warna, bentuk, dan kelangsungannya. Terdapat tiga warna yang digunakan dengan tujuan yang berbeda masing-masing:

1. Hijau, Memberikan hak lalu lintas kepada satu kelompok atau kombinasi aliran lalu lintas tertentu untuk melanjutkan perjalanan.
2. Merah, Melarang pergerakan atau memberikan perintah berhenti kepada lalu lintas yang mendekati lampu merah.
3. Kuning, Digunakan mengatur peralihan hak lalu lintas dari satu kelompok aliran ke kelompok lainnya atau sebagai tanda peringatan bahwa lampu akan berubah.

Jika ada sinyal lalu lintas yang dikhususkan untuk pejalan kaki, umumnya berupa tanda tulisan atau logo yang bersinar. Lampu lalu lintas ini bisa dalam keadaan tetap menyala atau berkedip-kedip.



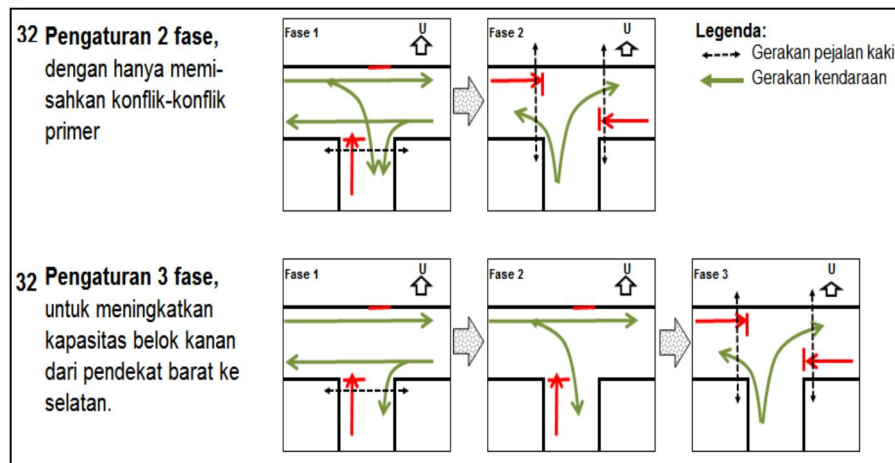
Gambar 2.3: Rambu Pengendali Persimpangan

(Sumber: Menteri Perhubungan RI no.13 tahun 2014)

2.2.3 Penggunaan Sinyal

Fase merupakan rangkaian kondisi dari berbagai arus pergerakan yang terjadi serentak atau berurutan dari lampu lalu lintas yang diberikan dalam rangkaian tersebut. Pada tahap awal analisis, pertimbangan untuk mengadopsi dua fase dianggap lebih menguntungkan karena dapat memberikan kapasitas maksimal dengan penundaan yang lebih rendah jika dibandingkan dengan

pengaturan fase yang lain, sebagaimana terlihat dalam ilustrasi di bawah ini. Jika konfigurasi dua fase ini dirasa tidak cukup, maka harus dipertimbangkan kemungkinan untuk aliran belok kanan, termasuk memisahkan aliran ini dari aliran lurus, serta memeriksa ketersediaan jalur untuk melaksanakan pemisahan tersebut.



Gambar 2.4 Tipika Pengaturan Fase APILL Pada Simpang 3
(Sumber: PKJI 2014)

2.3 Persimpangan Dengan Lampu Lalu Lintas

Simpang yang menggunakan lampu lalu lintas merupakan elemen yang rumit dalam sistem lalu lintas. Proses perhitungan dan analisis pada simpang dengan pengaturan sinyal lampu lalu lintas melibatkan berbagai variasi yang beragam dari kondisi-kondisi yang dapat memengaruhi hasilnya.

Pada prinsipnya, perangkat pengaturan lalu lintas berupa lampu mengatur alokasi waktu untuk setiap gerakan kendaraan yang bersinggungan, dengan demikian menyediakan peluang yang setara bagi semua gerakan yang bersinggungan tersebut.

2.3.1 Dasar Operasional Sinyal Lampu Lalu lintas

Untuk memahami prinsip pengaturan waktu tetap pada lampu lalu lintas, perlu mengklarifikasi beberapa kata kunci yang digunakan. Pengertian konsep ini akan dijelaskan berdasarkan acuan yang terdapat dalam Panduan Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) edisi tahun 2014, seperti yang diuraikan di bawah ini:

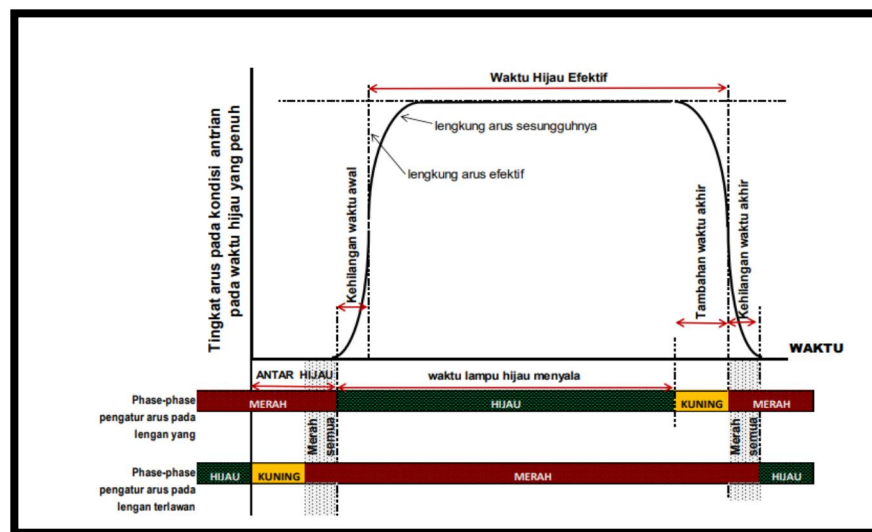
1. Waktu Putar (Circle time)
Waktu yang diperlukan untuk satu putaran penuh dari sinyal lalu lintas. Panjang siklus ini ditentukan oleh karakteristik lalu lintas dan geometri persimpangan.
2. Fase (Phase)
Merupakan segmen dalam satu putaran dimana diberikan untuk kombinasi tertentu dari pergerakan lalu lintas, memberikan hak lalu lintas (right-of-way) selama interval waktu tertentu atau lebih.
3. Waktu Semua Merah (All Red)
Waktu ketika lampu merah menyala. Waktu ini diberikan untuk memungkinkan kendaraan yang bergerak memasuki persimpangan untuk keluar dan kendaraan dari arah yang berlawanan untuk memasuki persimpangan.
4. Waktu Kuning
Waktu kuning adalah waktu yang diberikan sebelum lampu hijau berubah menjadi lampu merah. Waktu ini diberikan untuk memberi peringatan kepada pengemudi bahwa lampu hijau akan segera berubah menjadi merah.
5. Waktu Kuning Menyala (MKM)
Waktu kuning menyala atau yellow time adalah waktu yang diberikan untuk memberi peringatan kepada pengemudi bahwa lampu hijau akan segera berubah menjadi lampu merah. Waktu kuning menyala ini ditentukan berdasarkan kecepatan kendaraan dan panjang lintasan yang harus dilalui.
6. Waktu hijau (*Green Time*)
Waktu ketika lampu hijau menyala. Waktu ini harus cukup untuk mengakomodasi jumlah kendaraan yang ingin melewati persimpangan pada waktu tersebut.

7. Waktu Hijau Efektif (*Effective Green Time*)

Durasi (dalam detik) pada suatu fase tertentu yang benar-benar dimanfaatkan oleh gerakan yang diizinkan, setara dengan waktu interval ditambah peralihan waktu dikurangi waktu terbuang pada fase yang relevan.

8. Waktu Merah Efektif (*Effective Red Time*)

Jangka waktu (dalam detik) selama gerakan atau sekelompok gerakan secara efektif dilarang untuk bergerak.



Gambar 2.5 Model Dasar Untuk Arus Jenuh
(Sumber: PKJI 2014)

Pada gambar 2.5 di atas, arus jenuh (saturation flow) diasumsikan bahwa ketika lampu lalu lintas mulai berwarna hijau, Aliran lalu lintas akan melintasi garis berhenti. dan mencapai kestabilan selama fase hijau hingga fase hijau berakhir.

Waktu antar hijau (intergreen time) merupakan interval yang dibutuhkan untuk beralih dari fase hijau pada fase awal ke fase awal berikutnya, dengan alokasi waktu sekitar 4-5 detik. Periode ini dibagi menjadi fase kuning selama 3 detik dan fase merah/kuning selama 1-2 detik. Rekomendasi Akcelik mengusulkan agar waktu intergreen sebaiknya berada dalam kisaran 4-8 detik. Di Indonesia, alokasi waktu intergreen disesuaikan seperti yang dijabarkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Waktu Antar Hijau Indonesia

Ukuran Simpang	Lebar Jalan (m)	Waktu Antar Hijau
Kecil	6-10	4 detik/fase
Sedang	10-<15	5 detik/fase
Besar	≥ 15	≥ 6 detik/fase

(Sumber: PKJI, 2014)

Waktu hijau (green time) merupakan periode nyata dalam suatu fase hijau di mana lalu lintas diberikan hak untuk melintasi persimpangan. Durasi waktu efektif hijau adalah :

Waktu hijau efektif = waktu hijau + koreksi (a) – koreksi (b) – koreksi (c). (2.3)

Koreksi (a) = Waktu tambahan, karena pada saat lampu kuning, kendaraan masih melewati garis stop. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia, 2014, koreksi (a) dianggap sama dengan koreksi (b) + koreksi (c), sehingga waktu hijau efektif sama dengan waktu hijau sebenarnya.

Koreksi (b) dan (c) disebut waktu hilang (lost time), umumnya ditentukan masing-masing sebesar 1 detik.

Waktu siklus (cycle time) merupakan keseluruhan durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan urutan fase lalu lintas (siklus). Pemilihan waktu siklus yang terlalu singkat dapat mengakibatkan lalu lintas mencapai titik jenuh di persimpangan tersebut. Sebaliknya, pengaturan waktu siklus yang terlalu panjang juga tidak memberikan hasil yang optimal dalam pengoperasian sinyal lampu pengatur lalu lintas.

Persyaratan untuk mencapai tundaan rata-rata minimum bagi setiap kendaraan, waktu siklus optimal diungkapkan dalam bentuk persamaan:

$$C_{opt} = \frac{1,5 \times LTI + 5}{1 - IFR} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

- C_{opt} = Waktu siklus optimum
- LTI = Waktu hilang total per siklus (detik)
- IFR = Rasio arus simpang

$$IFR = \Sigma \text{ kritis} + \Sigma \text{ kritis} + \Sigma \text{ kritis} + n + n \dots\dots\dots(2.2)$$

2.4 Desain Operasional Lampu Lalu-Lintas

2.4.1. Pengendalian Dua Fase

Pengaturan sinyal lampu lalu lintas menggunakan dua fase adalah metode yang paling simpel. Dalam pengaturan ini, masing-masing jalan dari dua jalan yang bersilangan mendapatkan fase khusus yang memberikan izin kepada kendaraan untuk bergerak melintasi persimpangan. Gerakan berbelok ke arah kanan dan berbelok ke arah kiri diatur secara bergantian, mengikuti arah pergerakan yang berlawanan dengan arus lalu lintas dari arah yang berbeda dan juga bagi pejalan kaki. Penggunaan fase ini secara umum dipertimbangkan ketika volume lalu lintas membutuhkan fase yang terpisah.

2.4.2. Pengendalian Multi Fase

Sistem pengaturan multi fase diterapkan pada persimpangan di mana salah satu atau beberapa gerakan belok, baik ke arah kiri atau kanan, memerlukan fase yang khusus. Biasanya, gerakan belok ke arah kanan memiliki fasenya sendiri, baik sebagian atau keseluruhan (partially or fully right turn phase).

Dalam Pedoman Kapasitas Jalan disebutkan bahwa untuk gerakan belok ke arah kanan, diperlukan fase yang terpisah ketika volume lalu lintasnya mencapai lebih dari 200 kendaraan per jam. Fase ini juga dibutuhkan jika kecepatan kendaraan dari arah berlawanan (Opposing) melebihi 65 km per jam.

2.5. Penentuan Arus Lalu Lintas Jenuh

Arus jenuh adalah jumlah kendaraan yang membentuk antrian dan dapat melintasi garis henti di suatu lengan saat lampu lalu lintas berwarna hijau, tanpa adanya gangguan atau gangguan yang memutus aliran tersebut. Kondisi fisik dari lengan persimpangan, termasuk lebar pendekatan dan lajur, radius tikungan, kemiringan lengan persimpangan, serta jenis kendaraan yang melewati persimpangan, semua faktor ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besar arus di persimpangan tersebut.

2.5.1. Pengukuran Arus Jenuh

Arus jenuh adalah istilah yang merujuk pada jumlah kendaraan yang keluar dari antrean di suatu pendekatan selama periode tertentu sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan (Departemen P.U, 1997). Penghitungan arus jenuh pada lokasi tertentu seperti yang dijelaskan di atas dapat diukur secara langsung di lapangan. Data yang tersedia di lapangan, seperti lebar jalan, faktor parkir kendaraan, jumlah kendaraan non-motor, dan faktor-faktor lainnya, dapat digunakan untuk mengestimasi arus jenuh di persimpangan tersebut.

2.5.2. Estimasi Arus Jenuh

Arus jenuh dapat dihitung dengan mengalikan arus jenuh dasar (S_0), yang merupakan arus jenuh pada kondisi standar, dengan faktor penyesuaian (F) yang digunakan untuk mengakomodasi perbedaan kondisi aktual, berdasarkan sekelompok kondisi ideal yang telah ditetapkan sebelumnya.

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \dots \dots \dots (2.3)$$

Keterangan:

- S = Arus jenuh (skr/jam).
- S_0 = Arus lalu lintas jenuh dasar (skr/jam).
- F_{HS} = Faktor penyesuaian lingkungan jalan.
- F_{UK} = Faktor penyesuaian ukuran kota.
- F_G = Faktor penyesuaian kelandaian.
- F_P = Faktor penyesuaian parkir.

Pendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan sebagai fungsi dari lebar efektif pendekat (Le):

$$S_0 = 600 \times Le \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan:

- S_0 = Arus lalu lintas jenuh dasar (skr/jam).
- Le = lebar efektif pendekatan (meter).

Arus lalu lintas jenuh dasar tersebut, kemudian masih harus dikoreksi lagi dengan:

1. Ukuran kota (UK) = Jumlah penduduk.

2. Hambatan samping (SF) = Kelas hambatan samping dari lingkungan.
3. Kelandaian (G) = % naik(+) atau turun (-).
4. Parkir = Jarak garis henti kendaraan parkir pertama
5. Gerakan membelok = %belok kanan (BKa), % belok kiri (BKl).

2.6. Kapasitas Persimpangan Jalan

Kapasitas merujuk pada jumlah arus lalu lintas maksimal yang dapat disesuaikan oleh bagian jalan dalam situasi tertentu. Dalam analisis kapasitas, terdapat prinsip dasar yang obyektif, yaitu menghitung kapasitas maksimal fasilitas untuk menampung volume lalu lintas, dan memperhitungkan tingkat efisiensi operasional fasilitas tersebut. Prinsip ini memiliki nilai yang sangat penting untuk keberlanjutan masa depan.

2.6.1 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas

Seringkali, dalam analisis kapasitas, kondisi umum (Prevaling Condition) tidak selalu mencapai standar ideal. Kondisi yang ideal untuk persimpangan jalan yang diatur dengan menggunakan perangkat lampu lalu lintas berikut:

1. Jalan memiliki lebar jalur antara 10-12 ft.
2. Tanah rata (tidak ada kemiringan yang signifikan).
3. Tidak ada kegiatan parkir di persimpangan.
4. Arus lalu lintas melibatkan kendaraan penumpang dan juga bus transit lokal, dengan ketentuan untuk tidak berhenti di area persimpangan.
5. Semua kendaraan yang melewati persimpangan bergerak dalam arah yang lurus.
6. Persimpangan ini tidak terletak di wilayah "Distrik Bisnis Utama" (CBD) atau pusat bisnis.
7. Durasi lampu hijau tidak melampaui batas waktu yang ditetapkan.
8. Kondisi umum termasuk keadaan jalan dan arus lalu lintas, yang juga mencakup pengaturan lalu lintas.

2.6.2 Kapasitas dari Persimpangan Bersinyal

Istilah "kapasitas" memiliki arti sebagai jumlah maksimum arus lalu lintas yang dapat diakomodasi oleh suatu segmen jalan dalam kondisi tertentu, seperti yang ditentukan berdasarkan perencanaan geometrik, kondisi lingkungan, komposisi lalu lintas, serta faktor-faktor lainnya (PKJI, 2014). Tingkat aliran lalu lintas (Rate Of Flow) biasanya dihitung dalam interval waktu 15 menit dan dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam (Vehicles/Hour)

Kapasitas pada persimpangan yang diatur oleh lampu lalu lintas, seperti persimpangan bersinyal, diukur dengan mempertimbangkan konsep arus jenuh (saturation flow) dan tingkat arus jenuh (saturation flow rate). Tingkat arus jenuh (saturation flow rate) merupakan tingkat maksimum dari aliran lalu lintas yang dapat melewati setiap jalur kelompok di persimpangan dalam asumsi bahwa jalur tersebut memiliki 100% waktu hijau efektif (effective green time).

$$C = S \times \frac{H}{c} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana:

- C = Kapasitas simpang (skr/jam).
- S = Arus jenuh (skr/jam).
- H = Total waktu hijau (detik).
- c = Waktu siklus (detik).

Untuk mencapai derajat kejenuhan maksimum yang dapat diterima, dibutuhkan waktu siklus maksimum sebagaimana dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$H = (C_{ua} - LT) \times PR \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- C_{ua} = Waktu siklus minimum yakni waktu secara teoritis sepanjang waktu yang dapat dipergunakan arus lalu lintas melintasi persimpangan selama satu siklus (detik).
- LTI = Waktu hilang total per siklus (detik).

2.7. Perilaku Lalu-Lintas

2.7.1. Panjang Antrian

Panjang antrian mengacu pada jumlah kendaraan yang terletak di setiap jalur di persimpangan ketika lampu lalu lintas sedang berwarna merah (Departemen P.U, 1997). Parameter ini digunakan dalam perencanaan pengendalian parkir di tepi jalan atau penentuan tempat berhenti angkutan umum, juga untuk perencanaan lebar di persimpangan dan perencanaan lebar untuk belok kiri langsung. Dari nilai derajat jenuh, kita dapat mengestimasi jumlah antrian yang tersisa (NQ_1), yang merupakan antrian yang masih ada dari fase hijau sebelumnya. Perhitungan ini berlaku ketika nilai $DS > 0,5$, dan menggunakan persamaan yang sesuai.

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_J - 1)^2 + \sqrt{(D_J - 1)^2 + \frac{8 \times (D_J - 0,5)}{c}} \right] \dots\dots\dots(2.7)$$

Derajat kejenuhan $DJ \leq 0.5$, Maka $NQ_1 = 0$

Keterangan:

- NQ_1 = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya.
- D_J = Derajat jenuh.
- C = Kapasitas (skr/jam).
- c = Waktu siklus (detik)

Selanjutnya, dihitung jumlah antrian smp yang tiba selama fase tersebut, dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$NQ_2 = c \times \frac{(1-R_H)}{(1-R_H) \times D_J} \times \frac{Q}{3600} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dimana:

- NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah.
- Q = Volume lalu lintas yang masuk di luar LTOR (smp/detik).
- c = Waktu siklus (detik).
- DJ = Derajat jenuh.
- RH = Rasio hijau (detik).

Menghitung total antrian dengan menjumlahkan hasil dari dua perhitungan sebelumnya:

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana:

NQ = Jumlah panjang antrian total.

NQ_1 = Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

NQ_2 = Jumlah smp yang datang selama fase merah.

Dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014, panjang antrian dihitung dengan mengalikan NQ dengan luas rata-rata yang dibutuhkan oleh satu kendaraan ringan (dinyatakan sebagai ekr) yaitu 20 m^2 , kemudian hasilnya dibagi dengan lebar masuk sebagaimana dirumuskan berikut ini:

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana:

PA = Panjang antrian.

LM = Lebar masuk.

2.7.2. Tundaan (Delay)

Tundaan adalah suatu parameter yang mengindikasikan seberapa serius tingkat kemacetan di suatu jalan. Kemacetan dievaluasi berdasarkan tingkat penundaan yang terjadi. Penundaan mengacu pada waktu tambahan yang dibutuhkan untuk melewati suatu persimpangan. Metode untuk mengukur penundaan melibatkan perbandingan antara waktu rata-rata yang diperlukan oleh setiap kendaraan. (Alamsyah, 2008).

Waktu penundaan saat berhenti (stopped time delay) merujuk pada waktu yang diperlukan oleh kendaraan untuk berhenti dalam antrian saat menunggu untuk memasuki persimpangan. Waktu penundaan rata-rata (average stopped time delay) adalah total waktu penundaan saat berhenti yang dialami oleh seluruh kendaraan pada suatu jalan, kelompok lajur, atau selama periode tertentu, diukur dalam detik per kendaraan. Tundaan rata-rata lalu lintas pada pendekatan tertentu dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$T_L = c \times \frac{0.5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana:

T_L = Tundaan lalu lintas rata-rata (detik/smp).

C = Waktu siklus.

R_H = Rasio hijau (g/c).

D_j = Derajat Kejenuhan.

c = Kapasitas (skr/jam).

NQ_1 = Jumlah skr yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya.

Dapat dinyatakan bahwa dalam proses perancangan waktu sinyal, terdapat kerangka kerja yang serupa untuk setiap metode. Kerangka kerja ini ditemukan dalam semua metode, dan termasuk unsur-unsur sebagai berikut:

1. Rancangan fase atau gerakan.
2. Penghitungan arus jenuh.
3. Penetapan parameter persimpangan.
4. Penentuan periode siklus.
5. Alokasi waktu hijau untuk setiap fase atau gerakan.
6. Evaluasi performa persimpangan.

Secara keseluruhan, persimpangan yang dikendalikan oleh sinyal lampu lalu lintas beroperasi secara optimal ketika dapat berfungsi dengan dua fase, dan kondisi-kondisi berikut terpenuhi:

1. Area konflik di dalam wilayah persimpangan relatif kecil.
2. Jalur yang terdekat dengan tepi jalan sebaiknya memiliki lebar lebih besar dari standar untuk kendaraan bermotor.
3. Jika lebar jalan melebihi 10 m, perlu dipertimbangkan penggunaan median sebagai pemisah tengah jalan untuk memudahkan pejalan kaki dan penempatan tiang sinyal.
4. Penanda lintasan pejalan kaki sebaiknya diletakkan 3-4 m dari garis lurus perkerasan untuk memudahkan kendaraan yang berbelok.
5. Halte bus sebaiknya ditempatkan setelah persimpangan, yaitu setelah zona pendekatan, bukan sebelumnya.

Tabel berikut akan menunjukkan Tingkat Pelayanan pada persimpangan yang diatur oleh sinyal lampu lalu lintas dan akan dihubungkan dengan tingkat waktu berhenti per kendaraan.

Tabel 2.2 Tingkat Pelayanan

Tingkat Pelayanan	Tundaan Henti Tiap Kendaraan (Detik)
B	5,1 – 15,0
C	15,1 – 25,0
D	25,1 – 40,0
E	40,1 – 60,0
F	≥ 60,0

(Sumber: *Highway Capacity Manual*)

2.7.3. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (degree of saturation) adalah indikator yang menunjukkan performa persimpangan atau tingkat pelayanan persimpangan tersebut. Derajat kejenuhan mengukur perbandingan antara volume lalu lintas dengan kapasitas persimpangan. Hal ini memberikan gambaran apakah persimpangan tersebut berkinerja baik atau kurang optimal, dan jika melebihi batas tertentu, perlu dilakukan peningkatan pada sistem pengaturan lalu lintasnya. Kelebihan volume lalu lintas dapat menyebabkan ruang gerak kendaraan menjadi terbatas karena kapasitas jalan yang menjadi semakin terbatas (Alamsyah, 2008). Derajat kejenuhan didefinisikan sebagai rasio volume (Q) terhadap kapasitas (C) (Alamsyah, 2005). Dinyatakan dalam persamaan berikut:

$$D_J = \frac{Q}{C} \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

Q = Arus lalu lintas (skr/detik).

C = Kapasitas (skr/jam).

Jika nilai $DS < 0.75$, maka kondisi jalan masih dapat diterima, namun jika nilai $DS > 0.75$, tindakan perlu diambil untuk mengatasi kepadatan lalu lintas di jalan tersebut.

Tabel 2.3. Hubungan Tingkat Pelayanan Dengan Derajat Kejenuhan

Tingkat Pelayanan	Derajat Kejenuhan (DJ)	Keterangan
A	0.00 – 0.20	Arus bebas, kecepatan bebas
B	0.20 – 0.44	Arus stabil, Kecepatan mulai terbatas
C	0.45 – 0.74	Arus stabil, tetapi kecepatan dan gerak kendaraan Dikendalikan
D	0.75 – 0.84	Arus tidak stabil, kecepatan menurun
E	0.85 – 1.00	Arus terhambat, Kecepatan tersendat
F	≥ 1.00	Arus terhambat kecepatan rendah

Sumber: Highway Capacity Manual

2.7.4. Faktor Jam Puncak

Jam sibuk adalah saat di mana volume lalu lintas di jaringan jalan mencapai puncaknya. Faktor jam sibuk, yang dikenal sebagai Peak Hour Factor (PHF), dapat diartikan sebagai perbandingan antara volume rata-rata lalu lintas selama jam sibuk dengan volume lalu lintas maksimum yang terjadi dalam periode waktu yang sama. Dalam analisis kapasitas, PHF diukur dalam interval waktu 15 menit, dan nilai PHF untuk suatu persimpangan dihitung dengan mengambil rata-rata volume lalu lintas dalam interval waktu 15 menit selama dua jam.

2.8 *Software* PTV VISSIM

VISSIM adalah perangkat lunak simulasi mikro yang dirancang untuk merepresentasikan aspek waktu dan perilaku dalam sistem transportasi di lingkungan perkotaan. Oleh karena itu, perangkat lunak ini menjadi alat yang bermanfaat dalam mengevaluasi berbagai alternatif teknik transportasi serta menentukan tingkat perencanaan yang paling efisien.

VISSIM menyediakan fitur animasi dengan peningkatan dalam tampilan 3D. Simulasi mencakup berbagai jenis kendaraan, termasuk mobil penumpang, truk, kereta api, dan kereta barang. VISSIM berfungsi sebagai jaringan yang terdiri dari tautan penghubung, bukan simpul penghubung. Program ini mampu menganalisis lalu lintas terbatas dan aktivitas perjalanan seperti konfigurasi jalur, komposisi kendaraan, sinyal lalu lintas, dan perhentian, menjadikannya alat yang bermanfaat untuk mengevaluasi berbagai solusi alternatif berdasarkan variasi lalu lintas yang berbeda.

2.9 Penelitian Terdahulu

Dalam pembuatan tugas khusus penulis ini, perlu adanya pengumpulan beberapa data-data atau jurnal-jurnal yang bersangkutan dengan tugas atau tinjauan penulis pada saat ini. Berikut jurnal-jurnal penelitian terdahulu di bawah ini:

No	Nama Peneliti (Tahun)	Judul	Tujuan	Hasil/ kesimpulan	Nama Jurnal
1.	Dahlan Sani Ritongga (2022)	Penentuan Siklus Waktu Optimum Pada Persimpangan Bersinyal Jl. Jend. Ahmad Yani Simpang Jl. Masjid Majid Kota Rantau Prapat	Untuk mengetahui suatu sistem pengaturan lampu lalu lintas, yakni fase dan waktu siklus yang optimum di persimpangan Jl. Jend. Ahmad Yani simpang Jl. Majid Kota Rantau Prapat dan untuk mendapatkan solusi dari masalah kemacetan lalu-lintas di persimpangan Jl. Jend. Ahmad Yani simpang Jl. Majid Kota Rantau Prapat	Setelah dianalisis dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan (DS) pada persimpangan tersebut lebih tinggi dari 0.85 ini berarti jalan tersebut mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang dan akan mengakibatkan kemacetan pada kondisi lalu lintas puncak, sehingga perlu diadakan perubahan-perubahan pada persimpangan tersebut. Perubahan tersebut dimaksud untuk meningkatkan kapasitas persimpangan jalan dan tingkat pelayanan persimpangan jalan tersebut.	Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik [JIMT] 2 (1), 2022
2.	Rezha Yuwono, Yosef Cahyo SP, Lucia Desti K (2018)	Study Analisa Volume Kendaraan Pada Simpang Bersinyal Di Perempatan Alun-Alun Kota Kediri	1. Mengetahu i volume kendaraan yang melintas pada ruas pada simpang empat bersinyal alun-alun kota Kediri	Haasil penelitian menunjukkan hambatan samping tinggi hanya terdapat pada kaki persimpangan sebelah timur dan sedang pada kaki sebelah selatan dan sisanya rendah pada utara dan barat, dan kondisi permukaan jalan di semua kaki persimpangan dalam kondisi Baik. Analisa Evaluasi kinerja simpang bersinyal secara	Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil 1 (1),101-111,2018

			<ol style="list-style-type: none"> 2. Mengetahui durasi waktu sinyal traffic light dan volume kendaraan yang berhenti pada simpang empat alun-alun kota Kediri 3. Mengetahui karakteristik lalu lintas di persimpangan alun-alun kota Kediri serta mengetahui volume kendaraan yang mampu ditampung dalam simpang empat alun-alun 	idealisasi program setting traffic light kondisi lapangan sudah sesuai (layak) dengan setting program ideal MKJI 1997	
3	Masril (2018)	Analisis Simpang Bersinyal Di Simpang Tanjung Alam Kabupaten Agam	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui volume lalu lintas di simpang Tanjung Alam ,Kabupaten Agam 2. Untuk mengetahui hambatan simpang di Tanjung Alam ,Kabupaten Agam 	Pada kondisi awal simpang Tanjung Alam di Kabupaten Agam merupakan persimpangan tak bersinyal dengan konflik antar kendaraan yang bergerak dari arah yang saling berlawanan. Untuk kondisi geometrik simpang arah Jl. Raya Mansoer Thaib (Utara) merupakan jalan dengan lebar terkecil yaitu sebesar 6 meter.	Rang Teknik Journal 1 (2), 2018

			3. Untuk membuat perencanaan simpang bersinyal berdasarkan MKJI, tahun 1997		
4.	Ferry Juniardi (2009)	Studi Optimalisasi Durasi Waktu Sinyal Lampu Lalu Lintas Untuk Meningkatkan Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Kasus Simpang Bersinyal Di Jln. Pahlawan, Jln. Imam Bonjol Dan Jln. Perintis Kemerdekaan)	Mengevaluasi kondisi sinyal yang ada sekarang apakah masih relevan untuk 10 tahun kedepan seiring dengan bertambahnya volume kendaraan yang ada di Kota Pontianak	Kemacetan yang terjadi pada saat jam sibuk adalah akibat arus yang melebihi kapasitas jalan, 5. Waktu siklus yang direncanakan sedikit lebih pendek dari waktu siklus yang ada sekarang, ini dimaksudkan agar antrian yang terjadi di setiap ruas jalan tidak terlampau panjang dan juga untuk membatasi arus yang masuk ke Jembatan Kapuas I agar tidak melebihi kapasitasnya.	ELKHA: Jurnal Teknik Elektro 1 (5), 2009
5	R. WildanAdri P, Nina Herlina, Asep Kurnia Hidayat (2019)	Analisis Kinerja Simpang Bersinyal (Studi Simpang Mitra Batik Kota Tasikmalaya)	Untuk mengetahui kondisi lalu lintas simpang mitra batik berdasarkan volume lalu lintas ekisting, menganalisis kinerja simpang bersinyal di simpang mitra batik dengan menggunakan	Berdasarkan dari hasil analisa bahwa simpang mitra batik di arah utara dengan lebar efektif yang sudah ada, tidak dapat menampung arus lalu lintas pada jam puncak. Sehingga penambahan lebar jalan perlu direncanakan ulang agar dapat menampung jumlah kendaraan	Akselerasi 1 (1), 2019

			metode MKJI 1997, mengevaluasi kinerja simpang bersinyal saat ini untuk menetapkan rekomendasi terbaik untuk memperbaiki kinerja lalu lintas di simpang mitra batik		
6	Ronghan Yao, Hongmei Zhou, Ying-En Ge (2018)	Optimizing Signal Phase Plan, Green Splits And Lane Length For Isolated Signalized Intersections	there are isolated signalized intersections, short left-turn lanes can be provided to increase the capacity of the intersection and the level of service. The capacity of all intersections depends not only on the effective green time per phase and the length of each short left turn path but also on the selected signal phase plan	The formulated optimization models in this pape can obtain the optimal combination of signal phase plan, green splits and required short-lane length to maximize intersection capacity and minimize intersection delay. When the actual short-lane length is greater than the required value for any lane group, the intersection capacity will not continue to increase and the intersection delay wil l not continue to decrease	Transport , 2018, 33 (2): 520–535

7	Erdem Doğan – Ali Payidar Akgüngör – Turan Arslan (2016)	Estimation Of Delay And Vehicle Stops At Signalized Intersections Using Artificial Neural Network	<ol style="list-style-type: none"> 1. Predict delay and stop rates per vehicle that can be experienced by the most common types of four-leg intersections. 2. Estimate the average delay per vehicle. 3. Predict the average number of stops per vehicle 	<p>1. Delays and stops experienced at signalized intersections have a number of potential negative consequences including higher fuel expenses and the loss of valuable time.</p> <p>2. Therefore, the accurate estimation of delay and stop rates is an imperative for evaluating the performance of signalized intersections.</p> <p>3. The developed regression model for the prediction of optimum cycle times can be used to obtain cycle times, which reduce vehicle delay. However, it is recommended to use it within the range of the simulated conditions.</p>	Engineering Review, Vol. 36, Issue 2, 157-165, 2016
8	Márton Tamas Horváth, Tamas Tettamanti (2021)	Real-Time Queue Length Estimation Applying Shockwave Theory At Urban Signalized Intersections	To reduce delays caused , and to plan efficient traffic management on the network. For this, proper knowledge of queue length on links is a very important one.	The method is designed to be used primarily on urban networks with signalized intersections. The main contribution of the methodology is that it applies the effect of queuing and discharge shockwaves of traffic in a novel way by identifying the phenomenon of effective green time and calculating it based on kinematic equations using vehicle trajectories.	Periodica Polytechnica Civil Engineering, 65(4), pp. 1153–1161, 2021

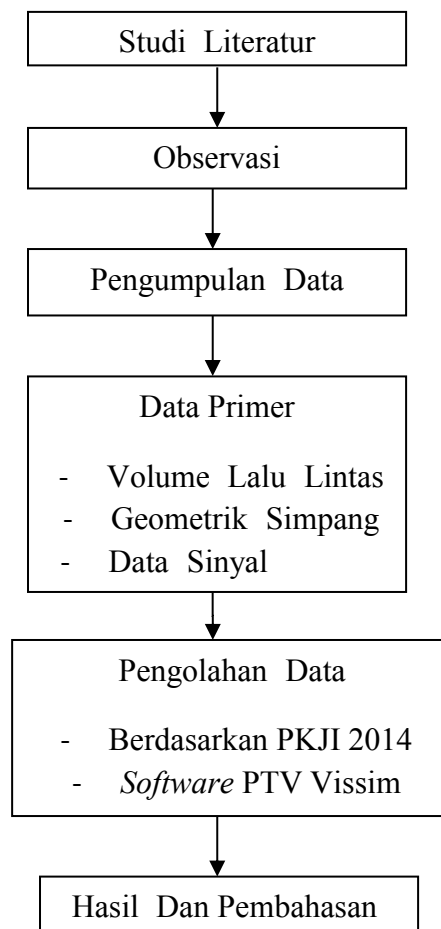
9	Liping Fu , Burce Hellinga	Delay Variability at Signalized Intersections	Develop an analytical model for the estimation of the variability of delays at signalized intersections with a specific focus on predicting the variance of delays of vehicles traversing a signalized approach during a given time interval	The development of an analytical model for estimating the variance of delay at signal-controlled approaches is described. The model was constructed on the basis of the delay evolution patterns under two extreme traffic conditions: highly undersaturated and highly oversaturated. A discrete cycle-by-cycle simulation model was developed and used to generate data for calibrating and validating the proposed models.	Transportation Research Record 1710
10	Rahmi Akceklik (2016)	Comparing the Lane-Based and Strip-Group-Based Models of a Signalized Junction Network	Compared two analytical approaches for modeling signaled intersection networks in relation to the assessment of signal coordination quality as a fundamental element of network performance analysis. These are (i) a traditional model based on the use of "path groups" or "links" through the aggregation of individual path conditions, and (ii) a new "lane-based" model of upstream departure and downstream arrival patterns	<ol style="list-style-type: none"> 1. Two lane use scenarios in the lane-based analytical network model and the lane-group based network model that does not consider lane use are analysed using the SIDRA INTERSECTION software and the resulting signal platoon characteristics and the delay and queue length estimates are compared using a staggered intersection network example. It is shown that significant differences can results between these models 2. The importance of the modelling of unequal lane use at closely-spaced intersections is emphasised. This method coupled with a lane-based 	Transportation Research Procedia 15, 208-219, 2016

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

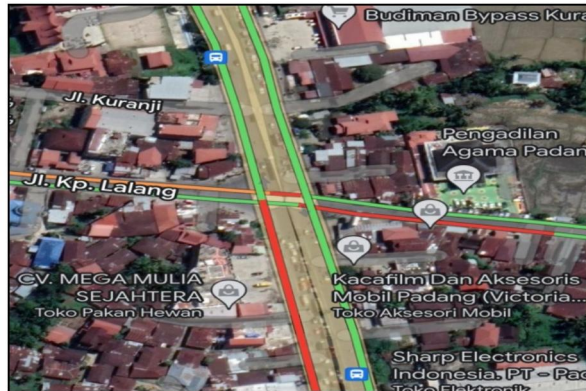
Tahapan penelitian direpresentasikan dalam bentuk diagram alir sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Bagan Alir
Sumber : Data Penelitian, 2023

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan pada persimpangan bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, dan Jl. Durian Tarung di Kota Padang. Persimpangan ini memiliki empat kaki persimpangan.



Gambar 3.2. Peta Lokasi Persimpangan Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang
Sumber: (Google Maps, 2023)



Jl. By Pass



Jl. Kp. Lalang



Jl. Lintas Barat Sumatera



Jl. Durian Tarung

Gambar 3.3 Lokasi Lengan Simping

Sumber: Data Penelitian, 2023

3.2.1. Data Primer

Salah satu metode utama dalam mengumpulkan data primer adalah teknik observasi, yang merupakan cara untuk mengawasi dan mencatat berbagai peristiwa yang terjadi pada objek penelitian. Pengamatan dilakukan secara langsung di lokasi tempat peristiwa atau kejadian terjadi. Dalam pengamatan ini, digunakan peralatan manual, termasuk lembar formulir survei yang sederhana. Data yang dikumpulkan mencakup beberapa aspek:

1. Data mengenai geometrik jalan.
2. Data volume lalu lintas disetiap kaki persimpangan pada jam sibuk (peak hour).
3. Data mengenai sinyal.
4. Data tentang kondisi lingkungan.

Pengambilan survei lalu lintas dilakukan selama periode tujuh hari, mulai dari tanggal 3 Juli 2023 hingga 9 Juli 2023, mencakup hari Senin hingga Minggu. Pemilihan periode ini dilakukan untuk memastikan akurasi data yang diperlukan guna perencanaan dan perbaikan masa depan.

Pengumpulan data volume lalu lintas dilakukan pada jam-jam sibuk yang terjadi di empat lengan percabangan yang berbeda. Keempat lengan percabangan ini adalah:

1. Pagi hari pukul 06.30 WIB – 08.30 WIB.
2. Siang hari pukul 11.30 WIB – 13.30 WIB.
3. Sore hari pukul 15.30 WIB – 17.30 WIB.

Dengan interval 15 menit kemudian dijumlahkan setiap dua (2) jam.

3.2.2. Pengumpulan Data Volume Lalu Lintas

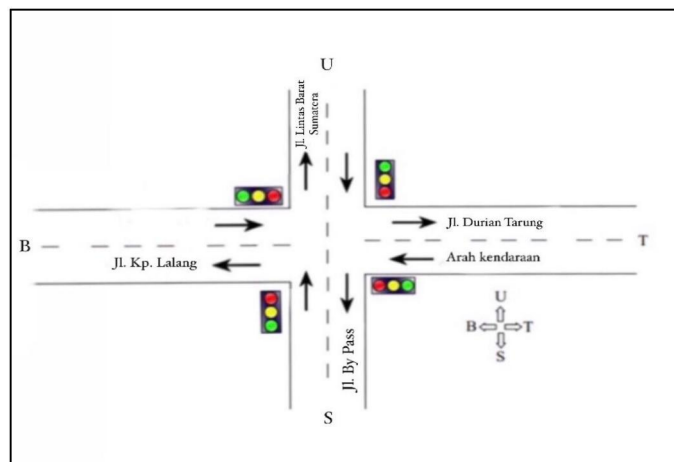
Metode pengumpulan data volume lalu lintas dilaksanakan secara manual, dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai volume lalu lintas. Dalam pelaksanaan pengumpulan data ini, ditempatkan dua pos pengamatan, di mana setiap pos dijaga oleh seorang petugas yang bertugas mencatat jumlah serta asal kendaraan yang melewati pos tersebut. Pada setiap pos, petugas dilengkapi

dengan formulir yang mencatat jumlah dan jenis kendaraan yang tercatat. Penempatan pos-pos pengamat dilakukan secara strategis untuk memudahkan dalam mengamati pergerakan lalu lintas yang sedang dihitung. Klasifikasi yang digunakan untuk mempermudah dalam perhitungan data mengikuti metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 (PKJI), yang mencakup:

1. Sepeda motor (MC) : Sepeda motor, sekuter, becak mesin.
2. Kendaraan ringan (LV) : Sedan, jeep, oplet, pick up, micro bis, mobil hantaran.
3. Kendaraan berat (HV) : Bus kecil, bus besar, truk 2 as, truk 3 as, truk gandeng, truk semi trailer.
4. Kendaraan tak bermotor (UM) : Kendaraan tak bermotor.

3.2.3. Pengumpulan Data Geometrik Simpang

Metode pengumpulan data geometrik persimpangan dilaksanakan melalui pengukuran secara langsung di lapangan. Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk memperoleh informasi tentang karakteristik lokasi, jumlah lajur, lebar lajur, keberadaan jalur khusus beloki kiri dan beloki kanan, serta kondisi area parkir.



Gambar 3.4. Denah Simpang
Sumber: Data Penelitian, 2023

Lokasi persimpangan tersebut terletak di wilayah pemukiman (residential) dengan tingkat hambatan samping yang moderat, serta memiliki jarak parkir di tepi jalan (on-street parking) yang lebih dari 80 meter dari lengan simpang. Tidak terdapat median di alinyemen jalan yang datar..

Tipe pendekat :

Jl. By Pass : Terlindung

Jl. Kp. Lalang : Terlawan

Jl. Lintas Barat Sumatera : Terlindung

Jl. Durian Tarung : Terlawan

3.2.4. Pengumpulan Data Sinyal

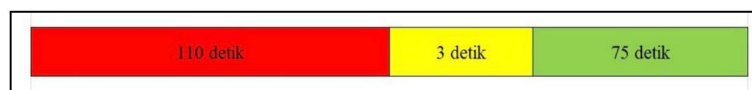
Metode yang digunakan dalam pengumpulan data mengenai sinyal lampu lalu lintas melibatkan observasi langsung untuk mengukur :

1. Durasi waktu merah, kuning, dan hijau.
2. Fase dari lampu lalu lintas.

Pengukuran waktu merah, kuning, dan hijau dilakukan menggunakan *stopwatch* yang disinkronkan dengan *timer display* yang terletak di samping lampu lalu lintas.



Gambar 3.5. Siklus Waktu Lampu Pada Jl. By Pass
Sumber : Data Penelitian, 2023



Gambar 3.6. Siklus Waktu Lampu Pada Jl. Lintas Barat Sumatera
Sumber : Data Penelitian, 2023



Gambar 3.7. Siklus Waktu Lampu Pada Jl. Kp. Lalang dan Jl. Durian Tarung
Sumber : Data Penelitian, 2023

3.2.5. Pengumpulan Data Kondisi Lingkungan

Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data kondisi lingkungan dilakukan melalui observasi langsung. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk memahami penggunaan lahan di sekitar area persimpangan yang menjadi fokus penelitian ini. Data yang diperoleh meliputi:

1. Informasi mengenai ukuran kota berdasarkan kelas.
2. Klasifikasi hambatan dari sisi perempatan.
3. Karakteristik tipe lingkungan jalan.
4. Penggunaan lahan dan faktor-faktor terkait.

3.3. Pengumpulan Data

Perhitungan yang digunakan untuk mencapai tujuan tersebut melibatkan perhitungan fase dan waktu siklus optimum dengan menggunakan metode Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) tahun 2014. Data yang diambil dari lapangan mencakup pendekatan (pendekat) sebagai berikut:

- | | | |
|-----------------------------|---------------------------|-------------|
| 1. Lebar efektif jalan (Le) | = Jl. By Pass | : 16 meter |
| | Jl. Kp. Lalang | : 14 meter |
| | Jl. Lintas Barat Sumatera | : 16 meter |
| | Jl. Durian Tarung | : 6 meter |
| 2. Lama waktu hijau (h) | = Jl. By Pass | : 55 detik |
| | Jl. Kp. Lalang | : 40 detik |
| | Jl. Lintas Barat Sumatera | : 75 detik |
| | Jl. Durian Tarung | : 40 detik |
| 3. Lama waktu kuning | = 3idetik. | |
| 4. Lama waktu merah | = Jl. By Pass | : 130 detik |
| | Jl. Kp. Lalang | : 145 detik |
| | Jl. Lintas Barat Sumatera | : 110 detik |
| | Jl. Durian Tarung | : 145 detik |
| 5. Waktu siklus (c) | = 188 detik | |

3.3.1. Kondisi Sinyal

Evaluasi kondisi persimpangan melibatkan survei yang meliputi penilaian terhadap sinyal lampu lalu lintas, termasuk peninjauan alokasi waktu siklus dan sistem operasional yang diterapkan di persimpangan tersebut. Observasi waktu siklus dilaksanakan sepanjang satu hari, termasuk pada periode jam sibuk dan jam non-sibuk, untuk memperoleh pemahaman mengenai kinerja sistem sinyal dalam berbagai situasi. Data mengenai karakteristik geometrik persimpangan diperlukan, termasuk informasi tentang lebar jalan pada setiap lengan persimpangan. Waktu tunda rata-rata, atau average stopped time delay, merupakan hasil perhitungan yang meliputi total waktu penundaan saat berhenti yang dialami oleh semua kendaraan pada suatu jalan atau kelompok lajur selama periode waktu tertentu. Nilai ini kemudian dibagi dengan total volume kendaraan yang memasuki persimpangan melalui jalan atau kelompok lajur tersebut dalam periode waktu yang sama, dan hasilnya diukur dalam satuan detik per kendaraan.

Tabel 3.1 Data Siklus Lampu Lalu Lintas (Hasil Perhitungan)

Lengan	Sinyal		
	Merah (Detik)	Kuningi (Detik)	Hijau (Detik)
Jl. By Pass	130	3	55
Jl. Kp. Lalang	145	3	40
Jl. Lintas Barat Sumatera	110	3	75
Jl. Durian Tarung	145	3	40

Sumber: Data Penelitian, 2023

3.4 Pemodelan *Software* PTV VISSIM

Data primer yang telah dikumpulkan dari pengamatan lapangan diproses dengan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM. Dari hasil pemodelan ini, akan dihasilkan animasi 2D dan 3D yang menampilkan data mengenai tundaan (delay) dan juga Indeks Tingkat Pelayanan (Level Of Service - LOS).

BAB IV

ANALISA DATA

4.1. Periode survei

4.1.1. Arus lalu lintas Aktual

Pengamatan arus lalu lintas dilakukan berdasarkan data arus rata-rata pada satu periode jam puncak (peak hour). Hasil dari pengamatan pendahuluan di Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang menunjukkan bahwa jam puncak terjadi pada periode pagi (jam 06.30-08.30), siang (11.30-13.30), dan sore (15.30-17.30).

Perhitungan arus lalu lintas dilakukan dengan mengelompokkan jenis kendaraan dan mengamati distribusi pergerakan, termasuk pergerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan. Periode pengamatan dilakukan selama 2 jam dengan interval waktu setiap 15 menit..

4.1.2. Arus Lalu lintas jenuh

Pengamatan arus lalu lintas jenuh di persimpangan dilakukan dengan menghitung total kendaraan yang melewati garis berhenti selama periode awal hingga akhir fase hijau. Pengamatan ini dilakukan pada setiap lengan persimpangan secara simultan selama periode jam sibuk.

4.2. Analisa Data

Dari data yang diperoleh dari lokasi, dilakukan perhitungan sebagai berikut :

4.2.1. Jalan By Pass

Tabel 4.1 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. By Pass Senin Pagi

Jenis	Jl. By Pass		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	846	679	442
HV (bus, truk, dll)	110	48	4
MC (motor)	1814	1471	1178
UM (kend tak bermotor)	0	1	0
Total	2770	2199	1624
Jumlah	6593		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
MC (motor)	x	ekiuvalen terlindungi
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV	= 846	x	1,0	= 846	skr/jam
HV	= 110	x	1,3	= 143	skr/jam
MC	= 1814	x	0,15	= 272,1	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1261 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 679	x	1,0	= 679	skr/jam
HV	= 48	x	1,3	= 62,4	skr/jam
MC	= 1471	x	0,15	= 220,65	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 963 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 442	x	1,0	= 442	skr/jam
HV	= 4	x	1,3	= 5,2	skr/jam
MC	= 1178	x	0,15	= 176,7	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 624 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1261 \text{ skr/jam} + 963 \text{ skr/jam} + 624 \text{ skr/jam} = 2848 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1261 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 963 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 624 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,95 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{55}{188}$$

$$C = 2401 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

$$D_j = \frac{2848}{2401}$$

$$D_j = 1,2$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 2401 \left[(1,2 - 1) + \sqrt{(1,2 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,2 - 0,5)}{2401}} \right]$$

$$NQ_1 = 244 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,3)}{(1 - 0,3 \times 1,2)} \times \frac{2848}{3600}$$

$$NQ_2 = 161 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 244 + 161$$

$$NQ = 405 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 405 \times \frac{20}{8}$$

$$PA = 1012,5 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$T_L = 2401 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,3)^2}{(1 - 0,3 \times 1,2)} + \frac{244 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 5585 \text{ det/skr} = 93 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 93 detik, tundaan > 60 detik maka tingkat pelayanan F.

Tabel 4.2 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. By Pass Senin Siang

Jenis	Jl. By Pass		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	691	627	380
HV (bus, truk, dll)	74	41	4
MC (motor)	1734	1433	1120
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	2499	2101	1504
Jumlah	6104		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll) x ekiuvalen terlindungi
 HV (bus, truk, dll) x ekiuvalen terlindungi
 MC (motor) x ekiuvalen terlindungi
 UM (kend tak bermotor) x ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV = 691 x 1,0 = 691 skr/jam
 HV = 74 x 1,3 = 96,2 skr/jam
 MC = 1734 x 0,15 = 260,1 skr/jam
 UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam
 Total = 1047 skr/jam

b. Belok Kiri (LT)

LV = 627 x 1,0 = 627 skr/jam
 HV = 41 x 1,3 = 53,3 skr/jam
 MC = 1433 x 0,15 = 214,95 skr/jam
 UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam
 Total = 895 skr/jam

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 380	x	1,0	= 380	skr/jam
HV	= 4	x	1,3	= 5,2	skr/jam
MC	= 1120	x	0,15	= 168	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 553 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1047 \text{ skr/jam} + 895 \text{ skr/jam} + 553 \text{ skr/jam} = 2496 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1047 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 895 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 553 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,95 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{55}{188}$$

$$C = 2401 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{2496}{2401}$$

$$D_J = 1,0$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 2401 \left[(1,0 - 1) + \sqrt{(1,0 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,0 - 0,5)}{2401}} \right] \\
NQ_1 &= 25 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1 - 0,3)}{(1 - 0,3 \times 1,0)} \times \frac{2496}{3600} \\
NQ_2 &= 133 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 25 + 133 \\
NQ &= 158 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 158 \times \frac{20}{8} \\
PA &= 63 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 2401 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,3)^2}{(1 - 0,3 \times 1,0)} + \frac{25 \times 3600}{188} \\
T_L &= 1333 \text{ det/skr} \quad = 11 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 11 detik, tundaan 5,1-15,0 detik maka tingkat pelayanan B.

Tabel 4.3 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. By Pass Senin Sore

Jenis	Jl. By Pass		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	740	642	411
HV (bus, truk, dll)	80	34	3
MC (motor)	1789	1459	1125
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	2609	2135	1539
Jumlah	6283		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll) x ekiuvalen terlindungi
 HV (bus, truk, dll) x ekiuvalen terlindungi
 MC (motor) x ekiuvalen terlindungi
 UM (kend tak bermotor) x ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV = 740 x 1,0 = 740 skr/jam
 HV = 80 x 1,3 = 104 skr/jam
 MC = 1789 x 0,15 = 268,35 skr/jam
 UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam
 Total = 1112 skr/jam

b. Belok Kiri (LT)

LV = 642 x 1,0 = 642 skr/jam
 HV = 34 x 1,3 = 44,2 skr/jam
 MC = 1459 x 0,15 = 218,85 skr/jam
 UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam
 Total = 905 skr/jam

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 411	x	1,0	= 411	skr /jam
HV	= 3	x	1,3	= 3,9	skr /jam
MC	= 1125	x	0,15	= 168,75	skr /jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr /jam
Total	= 584 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1112 \text{ skr /jam} + 905 \text{ skr/jam} + 584 \text{ skr/jam} = 2601 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1112 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 905 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 584 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,95 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{55}{188}$$

$$C = 2401,3 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{2601}{2401}$$

$$D_J = 1,1$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 2401 \left[(1,1 - 1) + \sqrt{(1,1 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,1 - 0,5)}{2401}} \right] \\
NQ_1 &= 126 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1 - 0,3)}{(1 - 0,3 \times 1,1)} \times \frac{2601}{3600} \\
NQ_2 &= 141 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 126 + 141 \\
NQ &= 267 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 267 \times \frac{20}{8} \\
PA &= 107 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 2401 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,3)^2}{(1 - 0,3 \times 1,1)} + \frac{126 \times 3600}{188} \\
T_L &= 3289 \text{ det/skr} \quad = 27 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 27 detik, tundaan 25,1-40,0 detik maka tingkat pelayanan D.

4.2.2. Jalan Kp. Lalang

Tabel 4.4 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. Kp. Lalang Senin Pagi

Jenis	Jl. Kp. Lalang		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	301	443	519
HV (bus, truk, dll)	1	3	15
MC (motor)	561	768	972
UM (kend tak bermotor)	1	0	0
Total	864	1214	1578
Jumlah	3656		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll) x ekiuvalen terlawan

HV (bus, truk, dll) x ekiuvalen terlawan

MC (motor) x ekiuvalen terlawan

UM (kend tak bermotor) x ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV = 301 x 1,0 = 301 skr/jam

HV = 1 x 1,3 = 1,3 skr/jam

MC = 561 x 0,40 = 224,4 skr/jam

UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam

Total = 527 skr/jam

b. Belok Kiri (LT)

LV = 443 x 1,0 = 443 skr/jam

HV = 3 x 1,3 = 3,9 skr/jam

MC = 768 x 0,40 = 307,2 skr/jam

UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam

Total = 754 skr/jam

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 591	x	1,0	= 591	skr/jam
HV	= 15	x	1,3	= 19,5	skr/jam
MC	= 972	x	0,40	= 388,8	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 999 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 527 \text{ skr /jam} + 754 \text{ skr/jam} + 999 \text{ skr/jam} = 2280 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 527 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 754 skr /jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 999 skr /jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 14 m
S_0	= 8400 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 8400 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 7182 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 7182 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 1528 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{2280}{1528}$$

$$D_J = 1,5$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{C}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 1528 \left[(1,5 - 1) + \sqrt{(1,5 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,5 - 0,5)}{1528}} \right]$$

$$NQ_1 = 384 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,2)}{(1 - 0,2 \times 1,5)} \times \frac{2280,6}{3600}$$

$$NQ_2 = 137 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 384 + 137$$

$$NQ = 521 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 521 \times \frac{20}{7}$$

$$PA = 183 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = c \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C}$$

$$T_L = 1528 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 1,5)} + \frac{384 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 8049 \text{ det/skr} = 67 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 67 detik, tundaan > 60,0 detik maka tingkat pelayanan F.

Tabel 4.5 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. Kp. Lalang Senin Siang

Jenis	Jl. Kp. Lalang		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	256	340	486
HV (bus, truk, dll)	2	4	17
MC (motor)	465	631	841
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	723	975	1344
Jumlah	3042		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlawan
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlawan
MC (motor)	x	ekiuvalen terlawan
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV	= 256	x	1,0	= 256	skr/jam
HV	= 2	x	1,3	= 2,6	skr/jam
MC	= 465	x	0,40	= 186	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 445 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 340	x	1,0	= 340	skr/jam
HV	= 4	x	1,3	= 5,2	skr/jam
MC	= 631	x	0,40	= 252,4	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 598 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 486	x	1,0	= 486	skr/jam
HV	= 17	x	1,3	= 22,1	skr/jam
MC	= 841	x	0,40	= 336,4	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 845 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 445 \text{ skr/jam} + 598 \text{ skr/jam} + 845 \text{ skr/jam} = 1888 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus Lurus	(Q ST)	= 445 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 598 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 845 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 14 m
S_0	= 8400 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 8400 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 7182 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 7182 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 1528 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

$$D_j = \frac{1888}{1528}$$

$$D_j = 1,2$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 1528 \left[(1,2 - 1) + \sqrt{(1,2 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,2 - 0,5)}{1528}} \right]$$

$$NQ_1 = 156 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,2)}{(1 - 0,2 \times 1,2)} \times \frac{1888}{3600}$$

$$NQ_2 = 105 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 156 + 105$$

$$NQ = 261 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 261 \times \frac{20}{7}$$

$$PA = 91 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$T_L = 1528 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 1,2)} + \frac{156 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 3633 \text{ det/skr} = 30 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 30 detik, tundaan 25,1 – 40,0 detik maka tingkat pelayanan D.

Tabel 4.6 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. Kp. Lalang Senin Sore

Jenis	Jl. Kp. Lalang		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	260	389	504
HV (bus, truk, dll)	4	4	16
MC (motor)	528	658	855
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	792	1051	1375
Jumlah	3218		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlawan
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlawan
MC (motor)	x	ekiuvalen terlawan
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV	= 260	x	1,0	= 260	skr/jam
HV	= 4	x	1,3	= 5,2	skr/jam
MC	= 528	x	0,40	= 211,2	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 476 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 389	x	1,0	= 389	skr/jam
HV	= 4	x	1,3	= 5,2	skr/jam
MC	= 658	x	0,40	= 263,2	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 657 skr/jam				

c. Belok Kanan (ST)

LV	= 504	x	1,0	= 504	skr/jam
HV	= 16	x	1,3	= 20,8	skr/jam
MC	= 855	x	0,40	= 342	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 867 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 476 \text{ skr /jam} + 657 \text{ skr/jam} + 867 \text{ skr/jam} = 2000 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Lurus	(Q ST)	= 476 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 657 skr/jam
Arus belok kanan	(Q ST)	= 867 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 14 m
S_0	= 8400 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 8400 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 7182 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 7182 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 1528 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{2000}{1528}$$

$$D_J = 1,3$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 1528 \left[(1,3 - 1) + \sqrt{(1,3 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,3 - 0,5)}{1528}} \right]$$

$$NQ_1 = 232 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,2)}{(1 - 0,2 \times 1,3)} \times \frac{2000}{3600}$$

$$NQ_2 = 114 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 232 + 114$$

$$NQ = 346 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 346 \times \frac{20}{7}$$

$$PA = 121 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$T_L = 1528 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 1,3)} + \frac{232 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 5095 \text{ det/skr} = 42 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 42 detik, tundaan 40,1 – 60,0detik maka tingkat pelayanan E.

4.2.3. Jalan Lintas Barat Sumatera

Tabel 4.7 Data Kendaraan Harian Rata-Rata

Jl. Lintas Barat Sumatera Senin Pagi

Jenis	Jl. Lintas Barat Sumatera		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	1241	756	999
HV (bus, truk, dll)	151	1	10
MC (motor)	2202	1636	1880
UM (kend tak bermotor)	0	1	0
Total	3594	2394	2889
Jumlah	8877		

Sumber: Data Pribad, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
MC (motor)	x	ekiuvalen terlindungi
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV	= 1241	x	1,0	= 1241	skr/jam
HV	= 151	x	1,3	= 196,3	skr/jam
MC	= 2202	x	0,15	= 330,3	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1768 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 756	x	1,0	= 756	skr/jam
HV	= 1	x	1,3	= 1,3	skr/jam
MC	= 1636	x	0,15	= 245,4	skr/jam
UM	= 1	x	0,5	= 0,5	skr/jam
Total	= 1003 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 999	x	1,0	= 999	skr/jam
HV	= 10	x	1,3	= 13	skr/jam
MC	= 1880	x	0,15	= 282	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1294 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1768 \text{ skr/jam} + 1003 \text{ skr/jam} + 1294 \text{ skr/jam} = 4065 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1768 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 1003 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 1294 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{75}{188}$$

$$C = 3275 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

$$D_j = \frac{4065}{3275}$$

$$D_j = 1,2$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 3275 \left[(1,2 - 1) + \sqrt{(1,2 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,2 - 0,5)}{3275}} \right]$$

$$NQ_1 = 331 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,4)}{(1 - 0,4 \times 1,2)} \times \frac{4065}{3600}$$

$$NQ_2 = 253 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 331 + 253$$

$$NQ = 584 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 584 \times \frac{20}{8}$$

$$PA = 233 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$T_L = 3275 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,4)^2}{(1 - 0,4 \times 1,2)} + \frac{331 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 7508 \text{ det/skr} = 63 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 63 detik, tundaan > 60,0 detik maka tingkat pelayanan F.

Tabel 4.8 Data Kendaraan Harian Rata–Rata

Jl. Lintas Barat Sumatera Jumat Siang

Jenis	Jl. Lintas Barat Sumatera		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	1206	748	985
HV (bus, truk, dll)	126	3	15
MC (motor)	2185	1632	1863
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	3517	2383	2836
Jumlah	8736		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
MC (motor)	x	ekiuvalen terlindungi
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV	= 1206	x	1,0	= 1206	skr/jam
HV	= 126	x	1,3	= 163,8	skr/jam
MC	= 2185	x	0,15	= 327,75	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1698 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 748	x	1,0	= 748	skr/jam
HV	= 3	x	1,3	= 3,9	skr/jam
MC	= 1632	x	0,15	= 244,8	skr/jam
UM	= 1	x	0,5	= 0,5	skr/jam
Total	= 997 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 958	x	1,0	= 958	skr/jam
HV	= 15	x	1,3	= 19,5	skr/jam
MC	= 1863	x	0,15	= 279,45	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1257 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1698 \text{ skr/jam} + 997 \text{ skr/jam} + 1257 \text{ skr/jam} = 3952 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1698 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 997 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 1257 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam.}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{75}{188}$$

$$C = 3275 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

$$D_j = \frac{3952}{3275}$$

$$D_j = 1,2$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 3275 \left[(1,2 - 1) + \sqrt{(1,2 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,2 - 0,5)}{3275}} \right] \\
NQ_1 &= 331 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1 - 0,4)}{(1 - 0,4 \times 1,2)} \times \frac{3952}{3600} \\
NQ_2 &= 239 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 331 + 239 \\
NQ &= 570 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 570 \times \frac{20}{8} \\
PA &= 228 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 3275 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,4)^2}{(1 - 0,4 \times 1,2)} + \frac{331 \times 3600}{188} \\
T_L &= 7477 \text{ det/skr} \quad = 62 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 62 detik, tundaan > 60,0 detik maka tingkat pelayanan F.

Tabel 4.9 Data Kendaraan Harian Rata–Rata

Jl. Lintas Barat Sumatera Senin Sore

Jenis	Jl. Lintas Barat Sumatera		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	1305	821	1072
HV (bus, truk, dll)	171	1	11
MC (motor)	2280	1705	1946
UM (kend tak bermotor)	0	1	0
Total	3756	2528	3029
Jumlah	9313		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlindungi
MC (motor)	x	ekiuvalen terlindungi
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlindungi

a. Lurus (ST)

LV	= 1305	x	1,0	= 1305	skr/jam
HV	= 171	x	1,3	= 222,3	skr/jam
MC	= 2280	x	0,15	= 342	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1869				skr/jam

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 821	x	1,0	= 821	skr/jam
HV	= 1	x	1,3	= 1,3	skr/jam
MC	= 1705	x	0,15	= 255,75	skr/jam
UM	= 1	x	0,5	= 0,5	skr/jam
Total	= 1079				skr/jam

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 1072	x	1,0	= 1072	skr/jam
HV	= 11	x	1,3	= 14,3	skr/jam
MC	= 1946	x	0,15	= 291,9	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 1378 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 1869 \text{ skr/jam} + 1079 \text{ skr/jam} + 1378 \text{ skr/jam} = 4326 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 1869 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 1079 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 1378 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 16 m
S_0	= 9600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 9600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 8208 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 8208 \times \frac{75}{188}$$

$$C = 3275 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_j = \frac{Q}{c}$$

$$D_j = \frac{4326}{3275}$$

$$D_j = 1,3$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right]$$

$$NQ_1 = 0,25 \times 3275 \left[(1,3 - 1) + \sqrt{(1,3 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,3 - 0,5)}{3275}} \right]$$

$$NQ_1 = 494 \text{ skr}$$

$$NQ_2 = c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600}$$

$$NQ_2 = 188 \times \frac{(1 - 0,4)}{(1 - 0,4 \times 1,3)} \times \frac{4326,1}{3600}$$

$$NQ_2 = 287 \text{ skr}$$

$$NQ = NQ_1 + NQ_2$$

$$NQ = 494 + 287$$

$$NQ = 781 \text{ skr}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$PA = NQ \times \frac{20}{LM}$$

$$PA = 781 \times \frac{20}{8}$$

$$PA = 312 \text{ m}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$T_L = C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c}$$

$$T_L = 3275 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,4)^2}{(1 - 0,4 \times 1,3)} + \frac{494 \times 3600}{188}$$

$$T_L = 10706 \text{ det/skr} \quad = 89 \text{ detik}$$

Tundaan lalu lintas 89 detik, tundaan > 60,0 detik maka tingkat pelayanan F.

4.2.4. Jalan Durian Tarung

Tabel 4.10 Data Kendaraan Harian Rata–Rata

Jl. Durian Tarung Senin Pagi

Jenis	Jl. Durian Tarung		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	274	121	193
HV (bus, truk, dll)	2	1	1
MC (motor)	606	681	758
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	882	803	952
Jumlah	2637		

Sumber: Data Pribadi, 2023

LV (mobil, angkot, dll) x ekiuvalen terlawan

HV (bus, truk, dll) x ekiuvalen terlawan

MC (motor) x ekiuvalen terlawan

UM (kend tak bermotor) x ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV = 274 x 1,0 = 274 skr/jam

HV = 2 x 1,3 = 2,6 skr/jam

MC = 606 x 0,40 = 242,4 skr/jam

UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam

Total = 519 skr/jam

b. Belok Kiri (LT)

LV = 121 x 1,0 = 121 skr/jam

HV = 1 x 1,3 = 1,3 skr/jam

MC = 681 x 0,40 = 272,4 skr/jam

UM = 0 x 0,5 = 0 skr/jam

Total = 395 skr/jam

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 193	x	1,0	= 193	skr/jam
HV	= 1	x	1,3	= 1,3	skr/jam
MC	= 758	x	0,40	= 303,2	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 498 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 519 \text{ skr /jam} + 395 \text{ skr/jam} + 498 \text{ skr/jam} = 1412 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 519 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 395 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 498 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 6 m
S_0	= 3600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 3600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 3078 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 3078 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 655 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{1412}{655}$$

$$D_J = 2,2$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 655 \left[(2,2 - 1) + \sqrt{(2,2 - 1)^2 + \frac{8 \times (2,2 - 0,5)}{655}} \right] \\
NQ_1 &= 394 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1 - 0,2)}{(1 - 0,2 \times 2,2)} \times \frac{1412}{3600} \\
NQ_2 &= 107 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 394 + 107 \\
NQ &= 501 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 501 \times \frac{20}{3} \\
PA &= 75 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 655 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 2,2)} + \frac{394 \times 3600}{188} \\
T_L &= 7925 \text{ det/skr} \quad = 66 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 66 detik, tundaan > 60,0 detik maka tingkat pelayanan F.

Tabel 4.11 Data Kendaraan Harian Rata – Rata

Jl. Durian Tarung Jumat Siang

Jenis	Jl. Durian Tarung		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	159	172	173
HV (bus, truk, dll)	2	2	2
MC (motor)	563	660	702
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	742	834	875
Jumlah	2433		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlawan
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlawan
MC (motor)	x	ekiuvalen terlawan
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV	= 159	x	1,0	= 159	skr/jam
HV	= 2	x	1,3	= 2,6	skr/jam
MC	= 563	x	0,40	= 225,2	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 387 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 172	x	1,0	= 172	skr/jam
HV	= 2	x	1,3	= 2,6	skr/jam
MC	= 660	x	0,40	= 264	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 439 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 173	x	1,0	= 173	skr/jam
HV	= 0	x	1,3	= 0	skr/jam
MC	= 702	x	0,40	= 280,8	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 454 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 387 \text{ skr /jam} + 439 \text{ skr/jam} + 454 \text{ skr/jam} = 1279 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 387 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 439 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 4534 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 6 m
S_0	= 3600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 3600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 3078 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 3078 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 655 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{1279,2}{654,9}$$

$$D_J = 2,0$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{c}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 655 \left[(2,0 - 1) + \sqrt{(2,0 - 1)^2 + \frac{8 \times (2,0 - 0,5)}{655}} \right] \\
NQ_1 &= 329 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1 - R_H)}{(1 - R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1 - 0,2)}{(1 - 0,2 \times 1,0)} \times \frac{1279}{3600} \\
NQ_2 &= 90 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 329 + 90 \\
NQ &= 419 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 419 \times \frac{20}{3} \\
PA &= 63 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 655 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 2,0)} + \frac{329 \times 3600}{188} \\
T_L &= 6645 \text{ det/skr} \quad = 55 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 55 detik, tundaan 40,1-60,0 detik maka tingkat pelayanan E.

Tabel 4.12 Data Kendaraan Harian Rata–Rata

Jl. Durian Tarung Senin Sore

Jenis	Jl. By Pass		
	Lurus (ST)	Kiri (LT)	Kanan (RT)
LV (mobil, angkot, dll)	159	107	162
HV (bus, truk, dll)	3	2	3
MC (motor)	597	682	753
UM (kend tak bermotor)	0	0	0
Total	759	791	918
Jumlah	2468		

Sumber: Data Penelitian, 2023

LV (mobil, angkot, dll)	x	ekiuvalen terlawan
HV (bus, truk, dll)	x	ekiuvalen terlawan
MC (motor)	x	ekiuvalen terlawan
UM (kend tak bermotor)	x	ekiuvalen terlawan

a. Lurus (ST)

LV	= 159	x	1,0	= 159	skr/jam
HV	= 3	x	1,3	= 3,9	skr/jam
MC	= 597	x	0,40	= 238,8	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 402 skr/jam				

b. Belok Kiri (LT)

LV	= 107	x	1,0	= 107	skr/jam
HV	= 2	x	1,3	= 2,6	skr/jam
MC	= 682	x	0,40	= 272,8	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 382 skr/jam				

c. Belok Kanan (RT)

LV	= 162	x	1,0	= 162	skr/jam
HV	= 3	x	1,3	= 3,9	skr/jam
MC	= 753	x	0,40	= 301,2	skr/jam
UM	= 0	x	0,5	= 0	skr/jam
Total	= 467 skr/jam				

Sehingga jumlah kendaraan seluruhnya dan pendekatan adalah

$$Q = 402 \text{ skr /jam} + 382 \text{ skr/jam} + 467 \text{ skr/jam} = 1251 \text{ skr/jam.}$$

A. Pendekatan Jalan

Arus lurus	(Q ST)	= 402 skr/jam
Arus belok kiri	(Q LT)	= 382 skr/jam
Arus belok kanan	(Q RT)	= 467 skr/jam

B. Nilai Arus Jenuh Dasar

S_0	= 600 x Le
S_0	= Nilai arus jenuh dasar (skr/jam)
Le	= Lebar efektif (m)

Sehingga nilai arus jenuh dasar adalah

S_0	= 600 x Le
S_0	= 600 x 6 m
S_0	= 3600 skr/jam

C. Nilai Arus Jenuh

S	= $S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BKl} \times F_{BKk}$
S_0	= Arus jenuh dasar (skr/jam)
F_{HS}	= Faktor penyesuaian hambatan samping
F_{UK}	= Faktor penyesuaian ukuran kota
F_G	= Faktor penyesuaian kelandaian
F_P	= Faktor penyesuaian parkir
F_{BKl}	= Faktor penyesuaian belok kiri
F_{BKk}	= Faktor penyesuaian belok kanan

$$F_{HS} = 0,95$$

$$F_{UK} = 0,90$$

$$F_G = 1,00$$

$$F_P = 1,00$$

$$F_{BK_i} = 1,00$$

$$F_{BK_a} = 1,00$$

Sehingga nilai arus jenuh adalah

$$S = S_0 \times F_{HS} \times F_{UK} \times F_G \times F_P \times F_{BK_i} \times F_{BK_a}$$

$$S = 3600 \times 0,94 \times 0,90 \times 1,00 \times 1,00$$

$$S = 3078 \text{ skr/jam}$$

D. Kapasitas (C)

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$H = \text{Waktu hijau (detik)}$$

$$c = \text{Waktu siklus (detik)}$$

$$C = S \times \frac{H}{c}$$

$$C = 3078 \times \frac{40}{188}$$

$$C = 655 \text{ skr/jam}$$

Derajat kejenuhan (DJ)

$$D_J = \frac{Q}{c}$$

$$D_J = \frac{1251}{655}$$

$$D_J = 1,9$$

E. Jumlah Kendaraan Antri (NQ)

NQ_1 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang tersisa dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 = Jumlah kendaraan terhenti (skr) yang datang dan terhenti dalam antrian selama fase merah

$$\begin{aligned}
NQ_1 &= 0,25 \times C \times \left[(D_j - 1) + \sqrt{(D_j - 1)^2 + \frac{8 \times (D_j - 0,5)}{C}} \right] \\
NQ_1 &= 0,25 \times 655 \left[(1,9 - 1) + \sqrt{(1,9 - 1)^2 + \frac{8 \times (1,9 - 0,5)}{655}} \right] \\
NQ_1 &= 296 \text{ skr} \\
NQ_2 &= c \times \frac{(1-R_H)}{(1-R_H \times D_j)} \times \frac{Q}{3600} \\
NQ_2 &= 188 \times \frac{(1-0,2)}{(1-0,2 \times 1,9)} \times \frac{1251}{3600} \\
NQ_2 &= 87 \text{ skr} \\
NQ &= NQ_1 + NQ_2 \\
NQ &= 296 + 87 \\
NQ &= 383 \text{ skr}
\end{aligned}$$

F. Panjang Antrian (PA)

$$\begin{aligned}
PA &= NQ \times \frac{20}{LM} \\
PA &= 383 \times \frac{20}{3} \\
PA &= 57 \text{ m}
\end{aligned}$$

G. Tundaan Lalu Lintas Rata-Rata (TL)

$$\begin{aligned}
T_L &= C \times \frac{0,5 \times (1 - R_H)^2}{(1 - R_H \times D_j)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{c} \\
T_L &= 655 \times \frac{0,5 \times (1 - 0,2)^2}{(1 - 0,2 \times 1,9)} + \frac{296 \times 3600}{188} \\
T_L &= 6014 \text{ det/skr} \quad = 50 \text{ detik}
\end{aligned}$$

Tundaan lalu lintas 50 detik, tundaan 40,1-60,0 detik maka tingkat pelayanan E.

Tabel 4.13 Kinerja Simpang Jl. By Pass Waktu Puncak

Hari	Arus lalu lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Jumlah kendaraan antri (NQ) (skr/jam)	Panjang Antrian (PA) (m)	Tundaan rata-rata (TL) (skr/detik)
Pagi	2848	2401	1,2	405	162	93
Siang	2496	2401	1,0	158	63	11
Sore	2601	2401	1,1	267	107	27

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.14 Kinerja Simpang Jl. Kp. Lalang Waktu Puncak

Hari	Arus lalu lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Jumlah kendaraan antri (NQ) (skr/jam)	Panjang Antrian (PA) (m)	Tundaan rata-rata (TL) (skr/detik)
Pagi	2280	1528	1,5	521	183	67
Siang	1888	1528	1,2	261	91	30
Sore	2000	1528	1,3	346	121	42

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.15 Kinerja Simpang Jl. Lintas Barat Sumatera Waktu Puncak

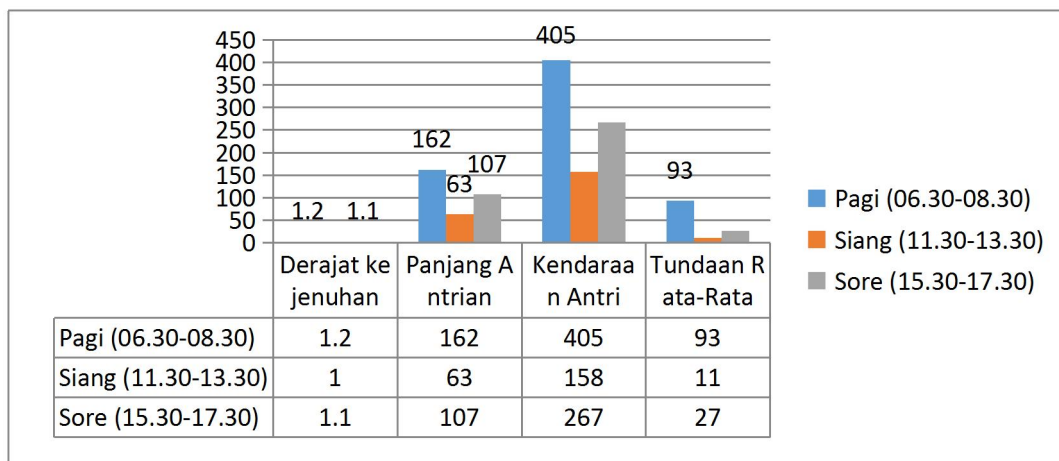
Hari	Arus lalu lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Jumlah kendaraan antri (NQ) (skr/jam)	Panjang Antrian (PA) (m)	Tundaan rata-rata (TL) (skr/detik)
Pagi	4065	3275	1,2	584	233	63
Siang	3952	3275	1,2	570	228	62
Sore	4326	3275	1,3	781	312	89

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.16 Kinerja Simpang Jl. Durian Tarung Waktu Puncak

Hari	Arus lalu lintas (Q) (skr/jam)	Kapasitas (C) (skr/jam)	Derajat Kejenuhan (DJ)	Jumlah kendaraan antri (NQ) (skr/jam)	Panjang Antrian (PA) (m)	Tundaan rata-rata (TL) (skr/detik)
Pagi	1412	655	2,2	501	75	60
Siang	1279	655	2,0	419	63	55
Sore	1251	655	1,9	383	57	50

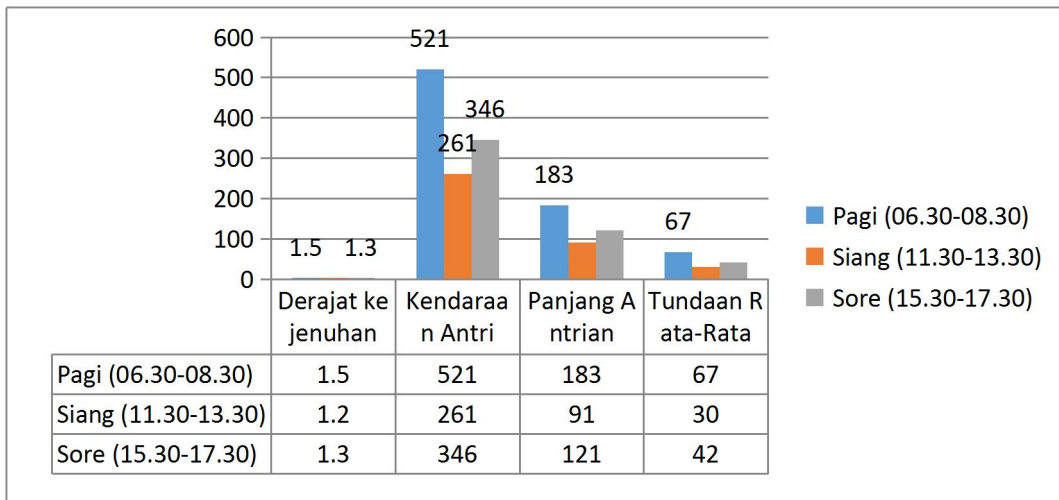
Sumber : Data Penelitian, 2023



Gambar 4.1 Grafik Kinerja Simpang Jl. By Pass

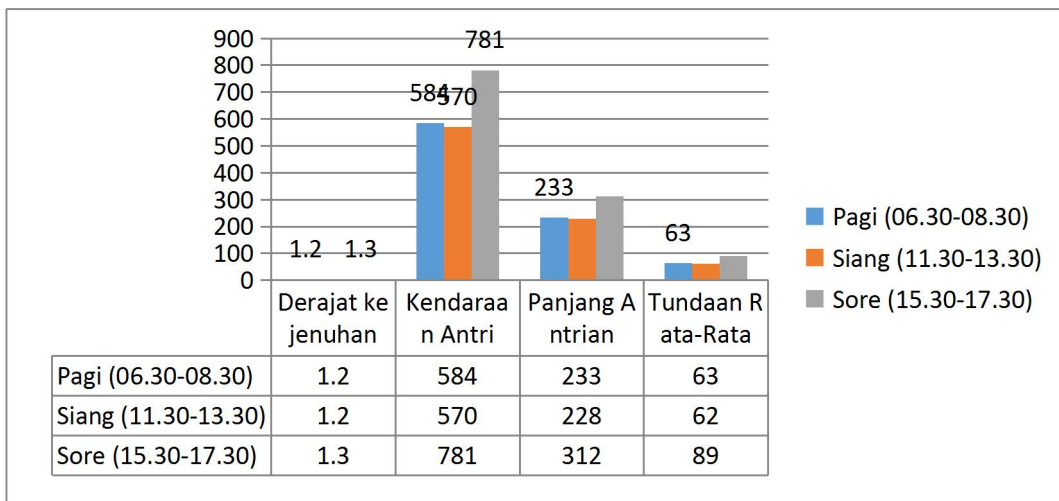
Sumber : Data Penelitian, 2023

Berdasarkan diagram di atas diketahui bahwa derajat kejenuhan tertinggi simpang Jl. By Pass berada pada waktu senin pagi hari dengan nilai 1,2 yang mana artinya derajat kejenuhan tersebut telah melebihi nilai Dj normal yaitu 0,80, dengan jumlah kendaraan yang melewati simpang itu sebesar 405 kend/jam yang dapat mengakibatkan tundaan rata-rata selama 93 detik.



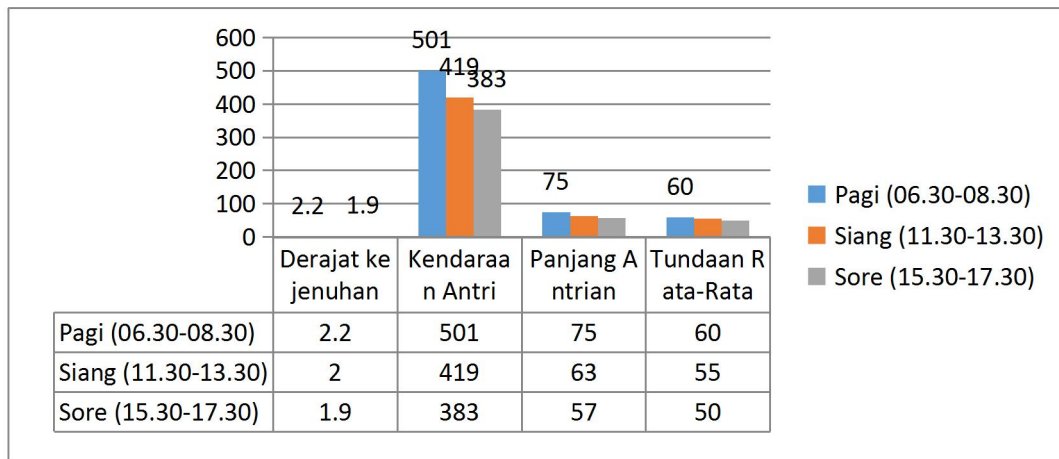
Gambar 4.2 Grafik Kinerja Simpang Jl. Kp. Lalang
Sumber : Data Penelitian, 2023

Berdasarkan diagram di atas diketahui bahwa derajat kejenuhan tertinggi simpang Jl. Kp. Lalang berada pada waktu senin pagi hari dengan nilai 1,5 yang mana artinya derajat kejenuhan tersebut telah melebihi nilai D_j normal yaitu 0,80, dengan jumlah kendaraan yang melewati simpang itu sebesar 521 kend/jam yang dapat mengakibatkan tundaan rata-rata selama 67 detik.



Gambar 4.3 Grafik Kinerja Simpang Jl. Lintas Barat Sumatera
Sumber : Data Penelitian, 2023

Berdasarkan diagram di atas diketahui bahwa derajat kejenuhan tertinggi simpang Jl. Lintas Barat Sumatera berada pada waktu senin sore hari dengan nilai 1,3 yang mana artinya derajat kejenuhan tersebut telah melebihi nilai D_j normal yaitu 0,80 dengan jumlah kendaraan yang melewati simpang itu sebesar 781 kend/jam yang dapat mengakibatkan tundaan rata-rata selama 89 detik.



Gambar 4.4 Grafik Kinerja Simpang Jl. Durian Tarung
Sumber : Data Penelitian, 2023

Berdasarkan diagram di atas diketahui bahwa derajat kejenuhan tertinggi simpang Jl. Durian Tarung berada pada waktu senin pagi hari dengan nilai 2,2 yang mana artinya derajat kejenuhan tersebut telah melebihi nilai D_j normal yaitu 0,80, dengan jumlah kendaraan yang melewati simpang itu sebesar 501 kend/jam yang dapat mengakibatkan tundaan rata-rata selama 60 detik.

4.3. Perhitungan Waktu Siklus Optimum

Setelah dianalisis dapat diketahui bahwa derajat kejenuhan (DS) pada persimpangan tersebut lebih tinggi dari 0.85 ini berarti jalan tersebut mendekati lewat jenuh yang akan menyebabkan antrian panjang dan akan mengakibatkan kemacetan pada kondisi lalu lintas puncak.

4.3.1. Penggunaan Empat Fase Dengan Perhitungan Waktu Siklus Optimum

4.3.1.1 Perhitungan Waktu Siklus Optimum Jl. By Pass

A. Waktu Siklus Jl. By Pass Senin Pagi

Fase I Senin Pagi

Q = Arus lalu lintas total (skr/jam)

S = Nilai arus jenuh (skr/jam)

FR = Rasio arus jenuh (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

Q = 2848 skr/jam

S = 8280 skr/jam

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{2848}{8280} \\ &= 0,34 \text{ detik} \end{aligned}$$
$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \Sigma \text{FR Kritis Pagi} \\ &= 0,34 \text{ detik} \end{aligned}$$

B. Rasio Fase (PR)

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{\text{FR}}{\text{IFR}} \\ &= \frac{0,34}{0,34} \\ &= 1,01 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LT1 = Waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

$$\text{Cua} = \frac{(1,5 \times \text{LT1} + 5)}{(1 - \text{IFR})}$$

LT1 = 15 detik

$$\text{Cua} = \frac{(1.5 \times 15 + 5)}{(1 - 0,34)}$$

$$\text{Cua} = 42 \text{ detik}$$

D. Waktu Hijau (h) Pada Fase

$$\begin{aligned} \text{hpagi} &= (\text{Cua} - \text{LT1}) \times \text{PR} \\ &= (42 - 15) \times 1,01 \\ &= 27 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu hijau yang disesuaikan untuk Jl. By Pass senin pagi adalah 27 detik.

4.3.1.2 Perhitungan Waktu Siklus Optimum Jl. Kp. Lalang

A. Waktu Siklus Jl. Kp. Lalang Senin Pagi

Fase II Senin Pagi

$$Q = \text{Arus lalu lintas total (skr/jam)}$$

$$S = \text{Nilai arus jenuh (skr/jam)}$$

$$\text{FR} = \text{Rasio arus jenuh (detik)}$$

$$\text{IFR} = \text{Rasio arus simpang (detik)}$$

$$Q = 2280 \text{ skr/jam}$$

$$S = 7182 \text{ skr/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{2280}{7182} \end{aligned}$$

$$= 0,32 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \Sigma \text{FR Kritis pagi} \\ &= 0,32 \text{ detik} \end{aligned}$$

B. Rasio Fase (PR)

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{\text{FR}}{\text{IFR}} \\ &= \frac{0,32}{0,32} \\ &= 0,99 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LT1 = Waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

$$(Cua) = \frac{(1.5 \times LT1 + 5)}{(1 - IFR)}$$

LT1 = 15 detik

$$(Cua) = \frac{(1.5 \times 15 + 5)}{(1 - 0,32)}$$

(Cua) = 40 detik

D. Waktu Hijau (h) Pada Fase

hpagi = (Cua – LT1) x PR

$$= (40 - 15) \times 0,99$$

= 25 detik

Jadi waktu hijau yang disesuaikan untuk Jl. Kp. Lalang senin pagi adalah 25 detik.

4.3.1.3 Perhitungan Waktu Siklus Optimum Jl. Lintas Barat Sumatera

A. Waktu Siklus Jl. Lintas Barat Sumatera Senin Sore

Fase III Senin Sore

Q = Arus lalu lintas total (skr/jam)

S = Nilai arus jenuh (skr/jam)

FR = Rasio arus jenuh (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

Q = 4326 skr/jam

S = 8280 skr/jam

$$FR = \frac{Q}{S}$$

$$= \frac{4326}{8280}$$

= 0,52 detik

IFR = Σ FR Kritis Sore

= 0,52 detik

B. Rasio Fase (PR)

$$\begin{aligned} PR &= \frac{FR}{IFR} \\ &= \frac{0,52}{0,52} \\ &= 1,00 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LT1 = Waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

$$Cua = \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{(1 - IFR)}$$

LT1 = 15 detik

$$Cua = \frac{(1,5 \times 15 + 5)}{(1 - 0,52)}$$

Cua = 54 detik

D. Waktu Hijau (h) Pada Fase

$$\begin{aligned} \text{hsore} &= (Cua - LT1) \times PR \\ &= (54 - 15) \times 1,00 \\ &= 39 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu hijau yang disesuaikan untuk Jl. Lintas Barat Sumatera senin sore adalah 39 detik.

4.3.1.4 Perhitungan Waktu Siklus Optimum Jl. Durian Tarung

A. Waktu Siklus Jl. Durian Tarung Senin Pagi

Fase IV Senin Pagi

Q = Arus lalu lintas total (skr/jam)

S = Nilai arus jenuh (skr/jam)

FR = Rasio arus jenuh (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

Q = 1412 skr/jam

S = 3078 skr/jam

$$\begin{aligned} \text{FR} &= \frac{Q}{S} \\ &= \frac{1412}{3078} \\ &= 0,46 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{IFR} &= \Sigma \text{FR Kritis pagi} \\ &= 0,46 \text{ detik} \end{aligned}$$

B. Rasio Fase (PR)

$$\begin{aligned} \text{PR} &= \frac{\text{FR1}}{\text{IFR}} \\ &= \frac{0,46}{0,46} \\ &= 1 \text{ detik} \end{aligned}$$

C. Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (detik)

LT1 = Waktu hilang total per siklus (detik)

IFR = Rasio arus simpang (detik)

$$\text{Cua} = \frac{(1,5 \times \text{LT1} + 5)}{(1 - \text{IFR})}$$

LT1 = 15 detik

$$\text{Cua} = \frac{(1,5 \times 15 + 5)}{(1 - 0,46)}$$

Cua = 51 detik

D. Waktu Hijau (h) Pada Fase

$$\begin{aligned} \text{hpagi} &= (\text{Cua} - \text{LT1}) \times \text{PR} \\ &= (51 - 15) \times 1,00 \\ &= 36 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu siklus lampu hijau yang disesuaikan untuk Jl. Durian Tarung senin pagi adalah 36 detik.

Waktu siklus yang disesuaikan (C)

$$\begin{aligned} \text{C} &= \Sigma h + \text{LT1} \\ &= (27 + 25 + 42 + 36) + 15 \\ &= 145 \text{ detik} \end{aligned}$$

Jadi waktu siklus yang disesuaikan untuk simpang Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang sebesar 145 detik.

Tabel 4.17 Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. By Pass

Hari	Q1 (skr/jam)	Waktu Siklus (FR1)	IFR	Rasio Fase (PRi)	Waktu Siklus Sebelum Penyesuaian (Cua) (detik)	Waktu Hijau Pada Fase (h) (detik)
Pagi	2848	0,34	0,34	1,01	42	27
Siang	2496	0,30	0,30	1,00	39	24
Sore	2601	0,31	0,31	1,01	40	25

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.18 Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Kp. Lalang

Hari	Q1 (skr/jam)	Waktu siklus (FR1)	IFR	Rasio Fase (PRi)	Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) (detik)	Waktu hijau pada fase (h) (detik)
Pagi	2280	0,32	0,32	0,99	40	25
Siang	1888	0,26	0,26	1,01	37	22
Sore	2000	0,28	0,28	0,99	38	23

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.19 Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Lintas Barat Sumatera

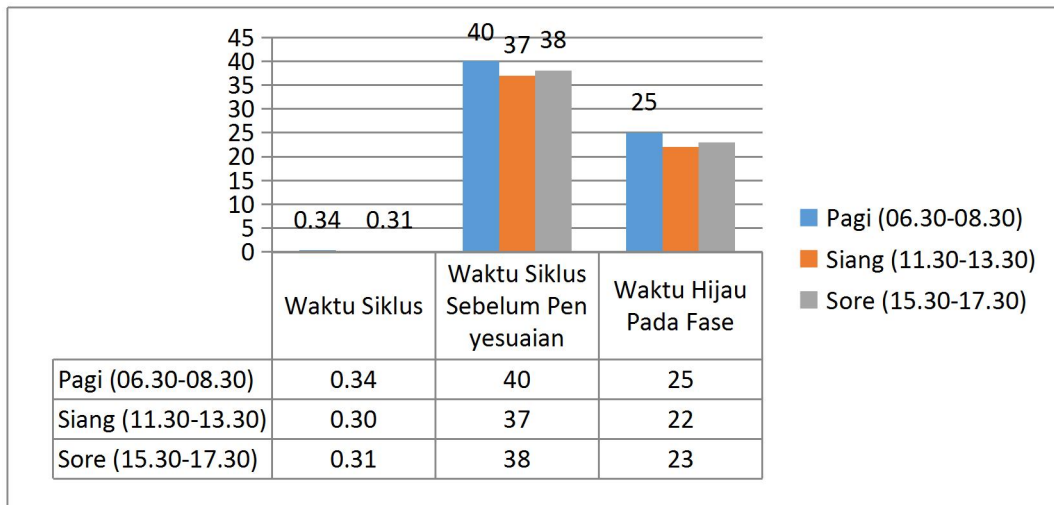
Hari	Q1 (skr/jam)	Waktu siklus (FR1)	IFR	Rasio Fase (PRi)	Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) (detik)	Waktu hijau pada fase (h) (detik)
Pagi	4065	0,49	0,49	1,00	54	39
Siang	3952	0,48	0,48	0,99	53	38
Sore	4326	0,52	0,52	1,00	57	42

Sumber : Data Penelitian, 2023

Tabel 4.20 Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Durian Tarung

Hari	Q1 (skr/jam)	Waktu siklus (FR1)	IFR	Rasio Fase (PRi)	Waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) (detik)	Waktu hijau pada fase (h) (detik)
Pagi	1412	0,46	0,46	1,00	51	36
Siang	1279	0,42	0,42	0,99	47	32
Sore	1251	0,41	0,41	0,99	47	31

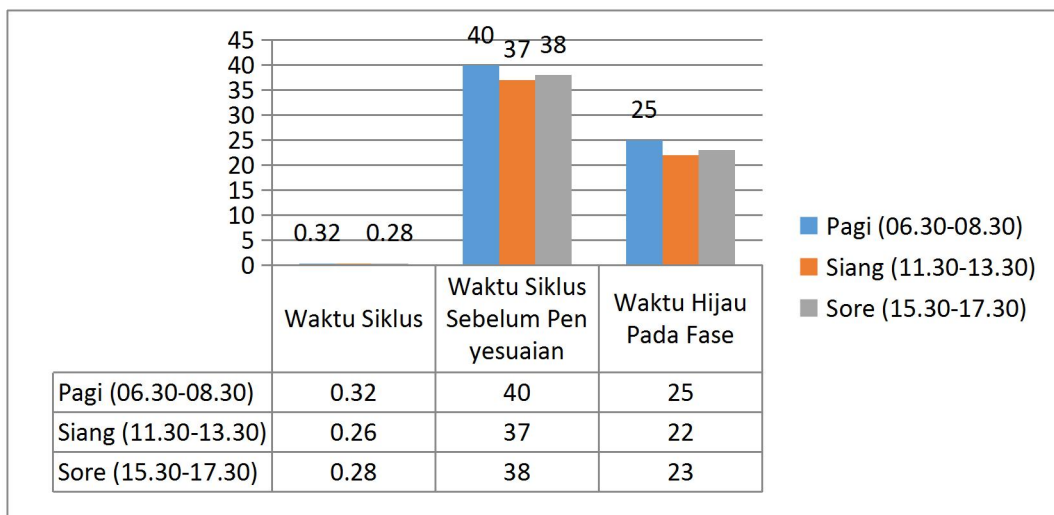
Sumber : Data Penelitian, 2023



Gambar 4.5 Grafik Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. By Pass

Sumber : Data Kinerja Simpang Penelitian, 2023

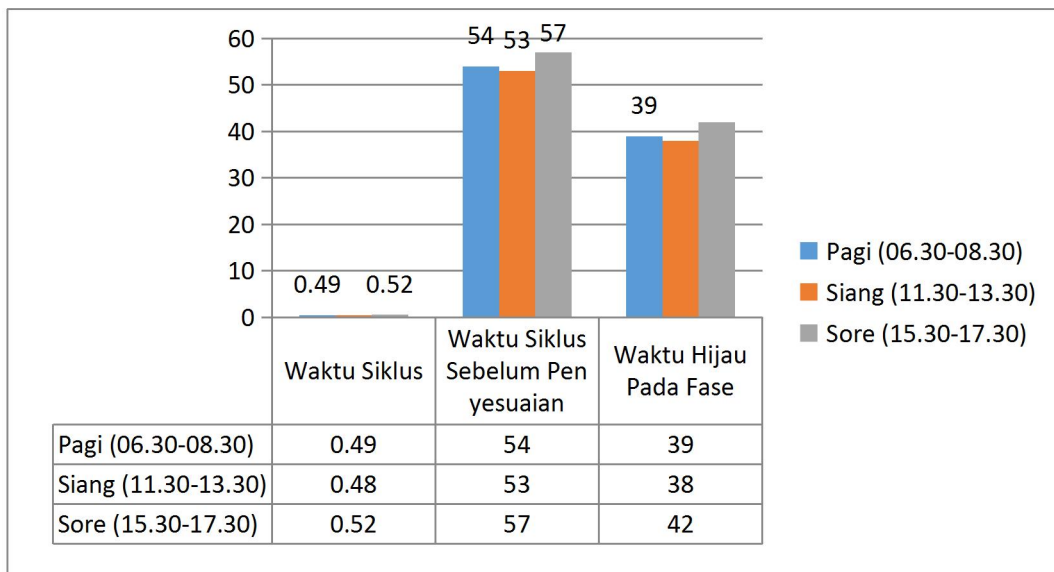
Didapatkan volume lalu-lintas tertinggi pada simpang Jl. By Pass yaitu pada hari senin pagi sebesar 2848 kend, pada Jl. By Pass, dengan waktu siklus nya 0,34 dan waktu lampu hijau sebelum disesuaikan sebesar 40 detik, waktu hijau pada fase 25 detik, dan waktu siklus yang disesuaikan sebesar 145 detik yang mana artinya jika lampu hijau nya sebesar itu maka tundaan kendaraannya tidak akan mengalami tundaan yang besar.



Gambar 4.6 Grafik Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Kp. Lalang

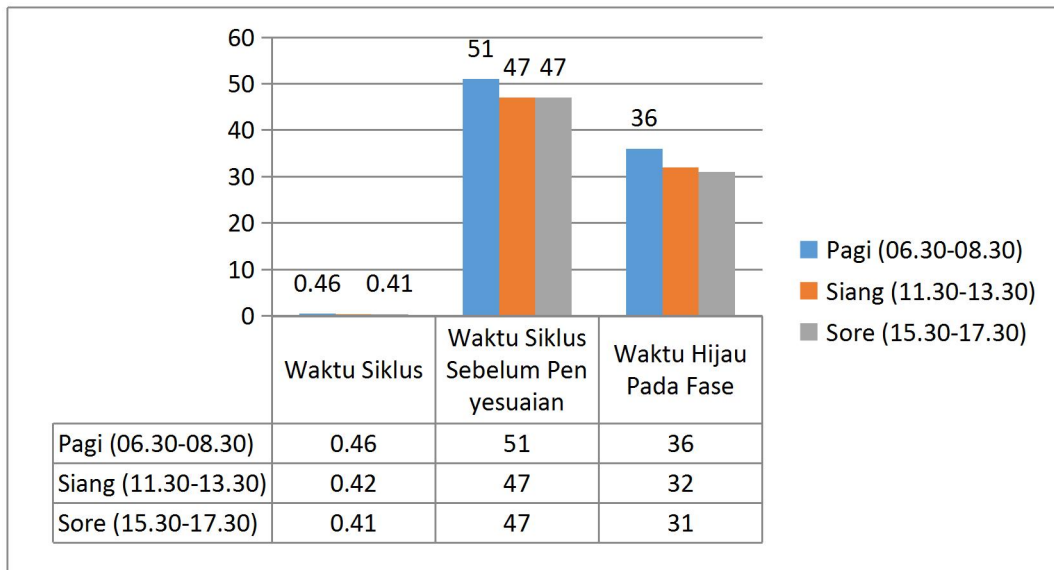
Sumber : Data Kinerja Simpang Penelitian, 2023

Pada simpang Jl. Kp. Lalang tertinggi terdapat pada hari senin pagi sebesar 2280,6 kend, pada simpang ini dengan waktu siklus nya 0,32 dan waktu lampu hijau sebelum disesuaikan sebesar 40 detik, waktu hijau pada fase 25 detik, dan waktu siklus yang disesuaikan sebesar 145 detik yang mana artinya jika lampu hijau nya sebesar itu maka tundaan kendaraannya tidak akan mengalami tundaan yang besar.



Gambar 4.7 Grafik Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Lintas Barat Sumatera
Sumber : Data Kinerja Simpang Penelitian, 2023

Pada simpang Jl. Lintas Barat Sumatera tertinggi terdapat pada hari jumat sore sebesar 4326 kend, pada simpang ini dengan waktu siklus nya 0,52 dan waktu lampu hijau sebelum disesuaikan sebesar 57 detik, waktu hijau pada fase 42 detik, dan waktu siklus yang disesuaikan sebesar 145 detik yang mana artinya jika lampu hijau nya sebesar itu maka tundaan kendaraannya tidak akan mengalami tundaan yang besar.



Gambar 4.8 Grafik Waktu Siklus Optimum Simpang Jl. Durian Tarung
Sumber : Data Kinerja Simpang Penelitian, 2023

Dan pada simpang Jl. Durian Tarung tertinggi terdapat pada senin pagi sebesar 1412 kend, pada simpang ini dengan waktu siklus nya 0,46 dan waktu lampu hijau sebelum disesuaikan sebesar 51 detik, waktu hijau pada fase 36 detik, dan waktu siklus yang disesuaikan sebesar 145 detik yang mana artinya jika lampu hijau nya sebesar itu maka tundaani kendaraannya tidak akan mengalami tundaani yang besar.

Tabel 4.21 Perbandingan Siklus Lampu Lalu Lintas Kondisi Eksisting dan Setelah Penyesuaian

Kondisi	Lengan	Sinyal			Waktu Siklus (Detik)
		Merah (Detik)	Kuningi (Detik)	Hijau (Detik)	
Eksisting	Jl. By Pass	130	3	55	188
	Jl. Kp. Lalang	145	3	40	
	Jl. Lintas Barat Sumatera	110	3	75	
	Jl. Durian Tarung	145	3	40	
Setelah Penyesuaian	Jl. By Pass	115	3	27	145
	Jl. Kp. Lalang	117	3	25	
	Jl. Lintas Barat Sumatera	103	3	39	
	Jl. Durian Tarung	106	3	36	

Sumber: Data Penelitian, 2023

Dari tabel perbandingan waktu siklus lampu lalu lintas didapatkan bahwa waktu siklus pada kondisi eksisting lebih besar yaitu 188 detik dari pada setelah penyesuaian yaitu 145 detik, yang artinya kondisi tersebut sangat baik karena waktu siklus yang lebih pendek akan dapat mengurangi tingkat kemacetan pada persimpangan bersinyal tersebut.

Perbedaan waktu sinyal pada persimpangan ditentukan oleh beberapa faktor sebagai berikut :

A. Tipe Pendekat

Indentifikasi dari setiap pendekat apabila dua gerakan lalu lintas pada suatu pendekat diberangkatkan pada fase yang berdeda. Menentukan tipe pendekat terluntung (P) atau terlawan (0).

B. Lebar Pendekat Efektif

Lebar pendekat efektif (W_e) dari setiap pendekat adalah berdasarkan informasi tentang lebar pendekat (W_A), lebar masuk (W_{masuk}) dan lebar keluar (W_{keluar})

C. Arus Jenuh Dasar

Penentuan arus jenuh dasar ditentukan dengan melihat tipe dari setiap masing-masing pendekat. Pendekat Tipe P (Terlindung) yaitu pergerakan kendaraan pada persimpangan tanpa terjadi konflik antara kaki persimpangan yang berbeda saat lampu hijau pada fase yang sama. Pendekat Tipe 0 (Terlawan) Untuk pendekat arus terlawan (tipe 0) yaitu kendaraan pada persimpangan dimana terjadi konflik antara kendaraan belok kanan dengan kendaraan yang bergerak lurus dari arah yang berbeda saat fase hijau yang bersamaan. Jika gerakan belok kanan lebih besar dari 250 smp/jam, fase sinyal terlindung harus di pertimbangkan, artinya rencana fase sinyal harus diganti. Cara pendekatan berikut dapat digunakan untuk tujuan analisa operasional misalnya peninjauan kembali 28 waktu sinyal suatu simpang.

D. Faktor Penyesuaian

Ada beberapa faktor penyesuaian yang berpengaruh terhadap nilai arus jenuh yang nantinya akan menjadi arus jenuh yang telah di sesuaikan, diantara adalah faktor penyesuaian ukuran kota, faktor penyesuaian hambatan samping, faktor penyesuaian kelandaian, faktor penyesuaian parkir, faktor penyesuaian belok kanan, faktor penyesuaian belok kiri dan arus jenuh yang disesuaikan.

F. Volume Lalu Lintas

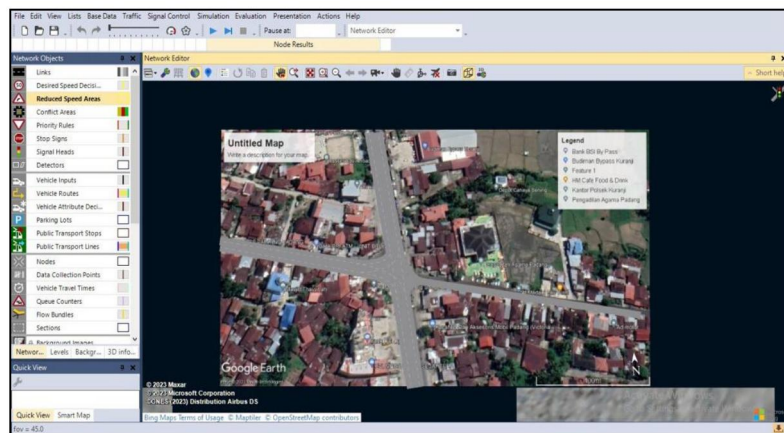
Panjang waktu siklus pada sinyal lalu lintas waktu tetap tergantung dari volume lalu lintas. Bila volume lalu lintas tinggi waktu siklus lebih panjang, hal tersebut akan mempengaruhi tundaan kendaraan rata-rata yang melewati persimpangan.

4.4 Analisis Pemodelan Dengan *Software* PTV VISSIM

Pada penelitian ini pemodelan simpang bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang menggunakan *Software* PTV VISSIMi (Verkehr In Stadten Simulations Modell) 08.0 (student version).

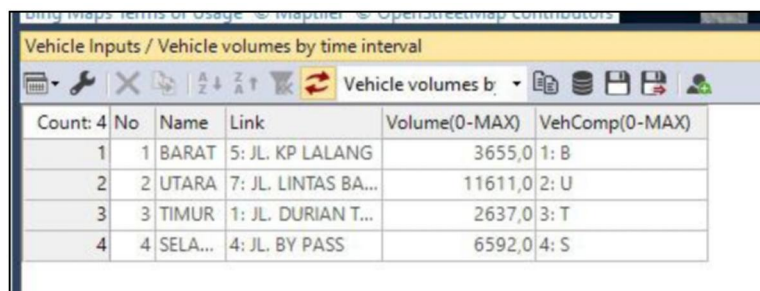
4.4.1 Parameter *Software* PTV VISSIM

a. Jaringan Jalan



Gambar 4.9 Jaringan Jalan
Sumber :Software PTV Vissim, 2023

b. Volume Kendaraan

The image shows a screenshot of the PTV VISSIM software's 'Vehicle Inputs / Vehicle volumes by time interval' window. It features a table with columns for 'Count', 'No', 'Name', 'Link', 'Volume(0-MAX)', and 'VehComp(0-MAX)'. The table contains four rows of data representing different road links and their vehicle volumes.

Count	No	Name	Link	Volume(0-MAX)	VehComp(0-MAX)
4	1	BARAT	5: JL. KP LALANG	3655,0	1: B
2	2	UTARA	7: JL. LINTAS BA...	11611,0	2: U
3	3	TIMUR	1: JL. DURIAN T...	2637,0	3: T
4	4	SELA...	4: JL. BY PASS	6592,0	4: S

Gambar 4.10 Volume Kendaraan
Sumber :Software PTV Vissim, 2023

c. Perilaku Pengemudi

Count	No	Name	NumInteractObj	StandDistxFix	StandDist	CarFollowModType	W74bxAdd	W74bxMult	LnChgRule	AdvMerg	DesLstPos	OvtLDef	OvtRDef
1	1	Urban (motorized)	4	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 74	1.00	1.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	2	Right-side rule (motorized)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Slow lane rule	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	3	Freeway (free lane selection)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	4	Footpath (no interaction)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	No interaction	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Any	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	5	Cycle-Track (free overtaking)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Left	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	101	AV cautious (CoExist)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	102	AV normal (CoExist)	2	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	103	AV aggressive (CoExist)	10	<input type="checkbox"/>	0.50	Wiedemann 99	2.00	3.00	Free lane selection	<input checked="" type="checkbox"/>	Middle of lane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gambar 4.11 Perilaku Pengemudi
Sumber :Software PTV Vissim, 2023

d. Konfigurasi Evaluasi

Evaluation output directory: E:\BISMILLAH WISUDA 2023\PTT SEMPRO\

Result Management Result Attributes Direct Output

Additionally collect data for these classes:

Vehicle Classes: 10: Car, 20: HGV, 30: Bus, 40: Tram, 50: Pedestrian, 60: Bike, 70: HV, 80: LV

Pedestrian Classes: 10: Man, Woman, 30: Wheelchair User

	Collect data	From-time	To-time	Interval
Area measurements	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Areas & ramps	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Data collections	<input checked="" type="checkbox"/>	0	99999	99999
Delays	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Links	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999 More...
Meso edges	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Nodes	<input checked="" type="checkbox"/>	0	99999	99999 More...
OD pairs	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Parking lot groups	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Parking lots	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Parking routing decisions	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Parking spaces	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Pedestrian Grid Cells	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999 More...
Pedestrian network performance	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999
Pedestrian travel times	<input type="checkbox"/>	0	99999	99999

OK Cancel

Gambar 4.12 Konfigurasi Evaluasi
Sumber :Software PTV Vissim, 2023

4.4.2 Pembahasan Hasil Pemodelan *Software* PTV Vissim

Evaluasi pada VISSIM dilakukan menggunakan fitur "Evaluation". Jenis evaluasi yang digunakan adalah "Node Evaluation". Dengan Node Evaluation, hasil evaluasi yang diperoleh mencakup berbagai aspek seperti panjang antrian, Indeks Tingkat Pelayanan (Level Of Services), dan tundaan pada lengan dan simpang. Pengaturan Node Evaluation dilakukan di titik tengah simpang dan juga pada setiap lengan masuk yang ditandai dengan garis kuning.

Rekapitulasi untuk setiap hasil dari simulasi kondisi eksisting pada persimpangan bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.22 Rekapitulasi Data Hasil Running Kondisi Eksisting

Arah Pergerakan Kendaraan	Panjang Antrian (m)(Qlen)	Tundaan (det/skr) (VehDelay)	Indeks Tingkat Pelayanan (LOS)
Jl. By Pass-Jl. Lintas Barat Sumatera	60,36	77,75	F
Jl. By Pass-Jl. Kp. Lalang	60,36	98,48	F
Jl. By Pass-Jl. Durian Tarung	60,36	89,92	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. Durian Tarung	80,8	164,55	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. Lintas Barat Sumatera	80,8	180,24	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. By Pass	80,8	173,19	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. By Pass	66,77	86,15	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. Durian Tarung	66,77	88,32	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. Kp. Lalang	66,77	73,42	F
Jl. Durian Tarung-Jl. Kp. Lalang	119,59	176,37	F
Jl. Durian Tarung-Jl. By Pass	119,59	115,43	F
Jl. Durian Tarung-Jl. Lintas Barat Sumatera	119,59	182,8	F
Rata-Rata	81,88	128,01	F

Sumber : *Software PTV Vissim, 2023*

Hasil dari pemodelan dengan menggunakan PTV VISSIM berdasarkan data survei lapangan menunjukkan bahwa kondisi eksisting pada persimpangan Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung di Kota Padang memiliki nilai panjang antrian (Qlen), tundaan (VehDelay), dan Level of Service (LOS) yang menunjukkan kualitas yang kurang baik.

Tabel 4.22 Rekapitulasi Data Hasil Running Kondisi Setelah Analisa Dengan Metode PKJI 2014.

Arah Pergerakan Kendaraan	Panjang Antrian (m)(Qlen)	Tundaan (det/skr) (VehDelay)	Indeks Tingkat Pelayanan (LOS)
Jl. By Pass-Jl. Lintas Barat Sumatera	52,68	89,88	F
Jl. By Pass-Jl. Kp. Lalang	52,68	107,52	F
Jl. By Pass-Jl. Durian Tarung	52,68	107,63	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. Durian Tarung	58,31	194,37	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. Lintas Barat Sumatera	58,31	104,32	F
Jl. Kp. Lalang-Jl. By Pass	58,31	111,46	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. By Pass	57,58	148,28	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. Durian Tarung	57,58	159,01	F
Jl. Lintas Barat Sumatera-Jl. Kp. Lalang	57,58	159,26	F
Jl. Durian Tarung-Jl. Kp. Lalang	79,38	158,54	F
Jl. Durian Tarung-Jl. By Pass	79,38	198,93	F
Jl. Durian Tarung-Jl. Lintas Barat Sumatera	79,38	184,6	F
Rata-rata	61,99	143,65	F

Sumber :Software PTV Vissim, 2023

Dari pemodelan menggunakan PTV VISSIM berdasarkan data survei lapangan setelah dianalisis dengan metode PKJI 2014, hasilnya menunjukkan bahwa pada persimpangan bersinyal Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung di Kota Padang, terdapat panjang antrian (Qlen), nilai tundaan (VehDelay), dan Level of Service (LOS) yang menunjukkan kualitas yang kurang baik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari data yang diperoleh dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil analisis kinerja persimpangan dalam kondisi eksisting dengan menggunakan metode Panduan Kapasitas Jalan Indonesia (2014) menunjukkan bahwa data volume lalu lintas di dapatkan volume lalu lintas tertinggi pada jam puncak pagi hari senin sebesar 4065 kend/jam, pada jam puncak siang hari jumat sebesar 3952 kend/jam dan pada jam puncak sore hari senin sebesar 4326 kend/jam. Pada persimpangan ini terlihat bahwa pergerakan arus lalu lintas tertinggi terjadi pada pendekatan Jl. Lintas Barat Sumatera. Dalam hal derajat kejenuhan (DJ), nilai tertinggi tercatat pada jam puncak pagi di persimpangan Jl. Durian Tarung dengan nilai DJ 2,2, melebihi angka 0,80 yang menandakan tidak efektifitas dan seringnya terjadinya kemacetan di simpang tersebut. Sementara nilai DJ terendah terdapat pada simpang Jl. By Pass dengan nilai DJ 1,0, menunjukkan efektivitas dan stabilitas serta jaranganya kemacetan di persimpangan tersebut.
2. Fase Jl. By Pass waktu lampu hijau yang harus disesuaikan sebesar 27 detik, sedangkan pada Jl. Kp. Lalang waktu lampu hijau yang harus disesuaikan sebesar 25 detik, pada Jl. Lintas Barat Sumatera waktu lampu hijau yang harus disesuaikan sebesar 39 detik, dan pada Jl. Durian Tarung waktu lampu hijau yang harus disesuaikan sebesar 36 detik. Jadi waktu siklus yang disesuaikan untuk simpang Jl. By Pass, Jl. Kp. Lalang, Jl. Lintas Barat Sumatera, Jl. Durian Tarung Kota Padang sebesar 145 detik.

5.2. Saran

Berikut beberapa saran untuk studi lebih lanjut:

1. Dianjurkan untuk pelarangaran parkir kendaraan di tepi jalan dengan pemasangan rambu lalu lintas yang sesuai.

2. Penting untuk melakukan perencanaan ulang waktu siklus berdasarkan volume lalu lintas yang ada di setiap lengan persimpangan untuk mengurangi tundaan yang signifikan.
3. Solusi yang optimal dapat dicapai dengan pendekatan simultan, yaitu perancangan ulang waktu siklus dan pertimbangan penambahan lebar pendekatan pada persimpangan tersebut.