

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan infrastruktur transportasi adalah faktor krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi serta mobilitas masyarakat. Di kota-kota besar, seperti Makassar, kemacetan lalu lintas menjadi masalah utama. Jalan Pettarani, sebagai salah satu jalan utama di Makassar, sering mengalami kemacetan, terutama di segmen Abdesir-Hertasning. Situasi ini tidak hanya menyebabkan waktu perjalanan menjadi lebih lama, tetapi juga meningkatkan konsumsi bahan bakar, polusi udara, dan berdampak negatif pada kualitas hidup penduduk. Oleh karena itu, diperlukan analisis yang akurat dan menyeluruh mengenai kinerja lalu lintas untuk memahami penyebab kemacetan dan menemukan solusi yang efektif.

Mikrosimulasi lalu lintas merupakan salah satu metode yang efisien untuk menganalisis kinerja lalu lintas. Metode ini memungkinkan pemodelan perilaku kendaraan serta interaksi antar pengguna jalan dengan tingkat detail yang tinggi, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih nyata tentang kondisi lalu lintas. Dalam konteks ini, aplikasi yang sering digunakan termasuk VISSIM dan SIDRA. Dengan mikrosimulasi, berbagai skenario lalu lintas dapat disimulasikan, termasuk variasi dalam volume kendaraan, pengaturan sinyal lalu lintas, dan kondisi geometris jalan, yang semuanya mendukung evaluasi yang lebih menyeluruh.

VISSIM adalah *software* simulasi mikroskopis yang dikembangkan oleh PTV Group. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk memodelkan dan mensimulasikan lalu lintas dengan detail yang tinggi, mencakup perilaku pengemudi, interaksi antara kendaraan, dan dampak dari berbagai kondisi jalan. VISSIM juga dapat terintegrasi dengan *software* analisis lain, yang menghasilkan informasi yang lebih komprehensif. Sementara itu, SIDRA adalah *software* analisis simpang yang dibuat oleh. Aplikasi ini digunakan untuk menilai kinerja simpang jalan berdasarkan berbagai parameter, seperti volume lalu lintas, waktu tunggu, dan tingkat pelayanan. SIDRA dikenal karena kemampuannya untuk melakukan analisis kinerja simpang dengan cepat dan akurat, serta menyediakan indikator kinerja yang berguna dalam perencanaan dan pengambilan keputusan.

Kedua aplikasi ini memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. VISSIM, dengan kemampuannya memodelkan detail yang sangat rinci, sangat sesuai untuk analisis yang membutuhkan akurasi tinggi dan melibatkan banyak variabel. Namun, proses simulasi yang rumit dan memakan waktu bisa menjadi tantangan. Sebaliknya, SIDRA lebih fokus pada analisis simpang, memungkinkan evaluasi kinerja yang cepat dan efisien, meskipun mungkin tidak memberikan tingkat detail yang sama seperti VISSIM dalam konteks yang lebih luas. Pemilihan aplikasi yang tepat sangat tergantung pada tujuan analisis dan ketersediaan data yang relevan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas di Jalan Pettarani, khususnya pada segmen Abdesir-Hertasning, dengan menggunakan aplikasi VISSIM dan SIDRA. Dengan membandingkan kedua aplikasi tersebut, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih mendalam mengenai efektivitas masing-masing metode dalam mengatasi kemacetan di ruas jalan tersebut. Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah Kota Makassar dalam merencanakan dan menerapkan solusi lalu lintas yang lebih efektif. Pendekatan ini memungkinkan penentuan metode yang lebih optimal untuk meningkatkan kelancaran lalu lintas dan secara efektif mengurangi kemacetan..

Dengan demikian, penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi pada peningkatan kinerja lalu lintas di Makassar, khususnya di jalan Pettarani, dan dapat dijadikan referensi untuk penelitian serupa di masa mendatang. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan membantu pemerintah dan pemangku kepentingan dalam merumuskan kebijakan yang lebih efektif dan efisien untuk mengurangi kemacetan serta meningkatkan kualitas transportasi di kota Makassar. Melalui analisis yang mendalam dan menyeluruh, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pemahaman akademis tentang kinerja lalu lintas, tetapi juga pada implementasi praktis solusi transportasi yang inovatif dan berkelanjutan.

Berdasarkan uraian di atas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

**“ANALISIS KINERJA LALU LINTAS PADA JALAN PETTARANI RUAS ABDESIR-
HERTASNING BERBASIS MIKROSIMULASI VISSIM DAN SIDRA”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lalu lintas pada jalan Pettarani ruas Abdesir-Hertasning berbasis aplikasi SIDRA ?
2. Bagaimana kinerja lalu lintas pada jalan Pettarani ruas Abdesir-Hertasning berbasis aplikasi VISSIM ?
3. Bagaimana perbandingan kinerja lalu lintas pada aplikasi SIDRA dengan aplikasi VISSIM ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa tujuan utama yang diharapkan dapat tercapai untuk memberikan kontribusi yang signifikan dalam meningkatkan kinerja lalu lintas di ruas jalan Pettarani, khususnya antara Fly Over dan Abdesir. Adapun tujuan-tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kinerja lalu lintas pada jalan Pettarani ruas Fly Over- Abdesir berbasis aplikasi SIDRA
2. Menganalisis kinerja lalu lintas pada jalan Pettarani ruas Fly Over- Abdesir berbasis aplikasi VISSIM
3. Membandingkan kinerja lalu lintas antara aplikasi SIDRA dengan aplikasi VISSIM

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Berdasarkan tujuan penelitian di atas, manfaat dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Perbaikan Manajemen Lalu Lintas: Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh pemerintah kota Makassar dan otoritas terkait untuk meningkatkan manajemen lalu lintas di jalan Pettarani, khususnya di antara Abdesir dan Hertasning. Rekomendasi praktis yang dihasilkan dapat membantu dalam merencanakan dan melaksanakan langkah-langkah yang efektif untuk mengurangi kemacetan serta meningkatkan aliran lalu lintas.
2. Dukungan bagi Pengambilan Keputusan: Penelitian ini menyediakan data dan analisis yang dapat digunakan oleh pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan mengenai kebijakan transportasi dan infrastruktur. Dengan informasi yang lebih akurat tentang kinerja lalu lintas, keputusan yang diambil akan lebih didasarkan pada bukti dan analisis yang solid.
3. Optimalisasi Infrastruktur Transportasi: Temuan dari penelitian ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan infrastruktur transportasi yang ada. Ini mencakup penyesuaian pengaturan sinyal lalu lintas, desain simpang, dan pengaturan jalur guna memastikan efisiensi operasional yang lebih baik.
4. Dasar untuk Perencanaan Transportasi Berkelanjutan: Penelitian ini juga memberikan dasar yang kuat untuk perencanaan transportasi yang lebih berkelanjutan di masa depan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang memengaruhi kinerja lalu lintas dan solusi yang tepat, perencanaan transportasi dapat lebih terarah pada pencapaian keberlanjutan jangka panjang.

1.5 Ruang lingkup/Asumsi perancangan

Penetapan batasan dalam penelitian ini bertujuan agar tinjauan yang dilakukan tetap relevan dengan tujuan yang ingin dicapai. Berikut adalah batasan masalah dalam penelitian ini: Penelitian dilakukan pada Jalan AP. Pettarani ruas Fly Over- Abdesir.

1. Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh saat survei volume lalu lintas pada titik tersebut
2. Jenis kendaraan yang dianalisis pada penelitian ini yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC)
3. Survei lalu lintas dilaksanakan pada periode pukul 07.00 – 09.00, 11.00 – 13.00 dan 16.00 – 18.00 WITA
4. Kinerja jaringan jalan dianalisis dengan aplikasi SIDRA Intersection dan aplikasi VISSIM.

1.6 Teori

1.6.1 Jalan

Jalan, sebagai unsur utama dalam sistem transportasi nasional, memiliki peran krusial dalam mendukung sektor ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan. Proses pengembangan jalan dilakukan melalui pendekatan pembangunan wilayah untuk mencapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Selain itu, jalan juga turut memperkuat kesatuan nasional, memperkuat pertahanan dan keamanan

nasional, serta mendukung terbentuknya struktur ruang yang mendukung pencapaian sasaran pembangunan nasional.

a. Jalan perkotaan

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, jalan perkotaan adalah ruas jalan yang memiliki perkembangan yang permanen dan berkelanjutan sepanjang sebagian besar atau seluruh ruas jalan, setidaknya di satu sisi, baik itu berupa pembangunan lahan atau tidak. Jalan perkotaan ini mencakup ruas jalan yang berada di atau dekat pusat kota dengan populasi lebih dari 100.000 jiwa, serta jalan yang ada di daerah dengan populasi kurang dari 100.000 yang memiliki perkembangan permanen dan berkelanjutan di sepanjang sisi jalan.

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang dirancang khusus untuk lalu lintas. MKJI 1997 menggambarkan jalan perkotaan sebagai jalan yang memiliki perkembangan permanen dan berkelanjutan sepanjang seluruh atau hampir seluruh panjang ruasnya, setidaknya di satu sisi. Ciri khas lainnya dari jalan perkotaan adalah terjadinya arus lalu lintas puncak pada pagi dan sore hari. Bagian-bagian jalan, yaitu:

1. Jalur Lalu Lintas merujuk pada seluruh bagian perkerasan jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan. Jalur ini terdiri dari beberapa lajur (lane) kendaraan, dan untuk jalur lalu lintas satu arah, minimal harus memiliki satu lajur.
2. Lajur Lalu Lintas adalah bagian yang menentukan lebar keseluruhan jalan secara melintang. Lebar lajur lalu lintas ini dapat diukur melalui pengamatan langsung di lapangan.
3. Bahu Jalan adalah jalur yang berada di samping jalur lalu lintas, yang memiliki fungsi sebagai tempat berhenti, tempat menghindar dalam keadaan darurat, memberi kelonggaran bagi pengemudi, mendukung konstruksi perkerasan jalan dari sisi, serta digunakan untuk kegiatan perbaikan dan pemeliharaan jalan, dan juga sebagai ruang untuk kendaraan patroli, ambulans, dan lain sebagainya.
4. Trotoar adalah jalur yang terletak di samping jalur lalu lintas yang dikhususkan bagi pejalan kaki. Untuk memastikan keselamatan pejalan kaki, trotoar harus dipisahkan dari jalur lalu lintas dengan struktur fisik seperti pembatas jalan (kerb). Kebutuhan akan trotoar bergantung pada volume lalu lintas pengguna jalan.
5. Median adalah jalur pemisah yang terletak di tengah jalan, berfungsi sebagai area netral yang memungkinkan pengemudi mengendalikan kendaraannya dalam keadaan darurat. Median memberikan ruang yang cukup untuk membatasi potensi bahaya dari kendaraan yang melawan arah, melindungi ruang samping untuk masing-masing arah lalu lintas, serta menyediakan ruang untuk mengarahkan pertemuan kendaraan di jalan. Median juga berperan dalam meningkatkan rasa aman, kenyamanan, dan keindahan bagi pengguna jalan.

1.6.2 Karakteristik Lalu Lintas

Arus lalu lintas terbentuk melalui interaksi pergerakan individu pengendara di sepanjang ruas jalan dan lingkungan sekitarnya. Perbedaan dalam persepsi dan kemampuan pengemudi menyebabkan perilaku kendaraan dalam arus lalu lintas tidak seragam, yang mengarah pada variasi karakteristik arus lalu lintas. Variasi ini dipengaruhi oleh karakteristik lokal dan kebiasaan pengemudi, serta dapat berubah seiring waktu. Oleh

karena itu, perilaku pengemudi memiliki dampak besar terhadap perilaku arus lalu lintas. Untuk menggambarkan arus lalu lintas secara kuantitatif dan memahami keragaman karakteristik serta rentang perilakunya, diperlukan parameter yang dapat didefinisikan dan diukur oleh insinyur lalu lintas. Parameter ini digunakan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan meningkatkan fasilitas lalu lintas berdasarkan pemahaman serta parameter tersebut (Oglesby, C.H. & Hicks, R.G. 1998). Dalam sistem transportasi, ukuran yang menjadi acuan dalam kegiatan lalu lintas adalah parameter lalu lintas, yang dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu:

1. Parameter Makroskopis menggambarkan arus lalu lintas sebagai suatu sistem secara keseluruhan, sehingga memberikan gambaran operasional dari sistem tersebut. Contohnya meliputi tingkat arus (*flow rates*), kecepatan rata-rata (*average speed*), dan tingkat kepadatan (*density rates*).
2. Parameter Mikroskopis menggambarkan perilaku setiap kendaraan dalam arus lalu lintas yang saling berinteraksi. Contoh parameter ini antara lain waktu antar kendaraan (*time headway*), kecepatan kendaraan individu (*individual speed*), dan jarak antar kendaraan (*speed headway*).

1.6.3 Simpang

a. Pengertian Simpang

Persimpangan adalah area di mana dua atau lebih jalan bertemu atau saling berpotongan. Bentuk persimpangan ini bisa bervariasi, mulai dari yang sederhana, yaitu pertemuan dua ruas jalan, hingga persimpangan yang lebih kompleks yang melibatkan beberapa ruas jalan (Prasetyanto, 2013).

Menurut Hendarto dkk (2001), persimpangan adalah daerah di mana dua atau lebih jalan saling bergabung atau berpotongan. Sementara itu, Hobbs (1995) menjelaskan bahwa persimpangan jalan merupakan titik pertemuan transportasi yang terdiri dari beberapa pendekatan, di mana arus kendaraan dari berbagai arah bertemu dan kemudian menyebar setelah meninggalkan persimpangan.

b. Jenis Simpang

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997), pemilihan jenis persimpangan di suatu wilayah sebaiknya mempertimbangkan faktor ekonomi, keselamatan lalu lintas, dan dampak lingkungan. Sementara itu, menurut Marlok (1988), jenis persimpangan dapat dikelompokkan berdasarkan cara pengaturannya menjadi dua kategori, yaitu:

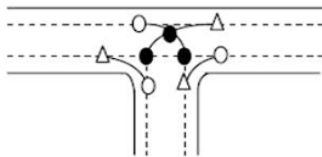
1. Simpang jalan tanpa sinyal, yaitu simpang yang tidak memakai sinyal lalu lintas. Pada simpang ini pemakai jalan harus memutuskan apakah mereka cukup aman untuk melewati simpang atau berhenti dahulu sebelum melewati simpang tersebut.
2. Simpang jalan dengan sinyal, yaitu pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas. Jadi pemakai jalan hanya boleh lewat saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya.

c. Titik Konflik Simpang

Titik konflik di persimpangan adalah area di mana dua pergerakan, jika terjadi secara bersamaan, dapat menyebabkan tabrakan. Di kawasan persimpangan, jalur kendaraan

dan pejalan kaki akan saling berpotongan pada titik konflik tersebut. Konflik ini bisa menghambat kelancaran lalu lintas dan menjadi lokasi yang berpotensi menimbulkan kecelakaan. Meskipun tabrakan tidak selalu terjadi, namun penundaan yang diakibatkan oleh konflik ini bisa cukup signifikan, karena dua kendaraan yang bertemu di titik tersebut harus saling memberi jalan, dengan salah satu kendaraan memberikan kesempatan bagi kendaraan lainnya untuk melintas terlebih dahulu. Konflik di persimpangan dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

1. Konflik primer adalah konflik antara dua arus lalu lintas dari arah memotong.
2. Konflik sekunder adalah konflik antara arus lalu lintas kanan dan arus lalu lintas arah lainnya atau antara arus lalu lintas belok kiri dengan pejalan kaki.



Gambar 1 Aliran Kendaraan Di Simpang Tiga Lengan/Pendekat (Selter, 1974)

Keterangan :

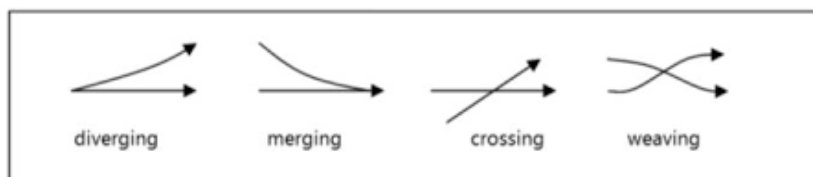
● = Titik konflik persimpangan (3 titik)

○ = Titik konflik penyebaran (3 titik)

△ = Titik konflik penggabungan (3 titik)

Pada persimpangan terdapat empat jenis pergerakan arus lalu lintas yang dapat menimbulkan konflik, yaitu :

1. Pemisahan (*Diverging*)
Gerakan berpencar atau berpisah dari kendaraan dipersimpangan. Konflik dapat terjadi pada saat kendaraan melakukan pergantian jalur atau gerakan membelok.
2. Penggabungan (*Merging*)
Gerakan bergabungnya satu kendaraan terhadap kendaraan lain pada persimpangan.
3. Persilangan (*Crossing*)
Gerakan kendaraan melakukan gerakan memotong terhadap kendaraan lain dari arah yang bersilangan pada persimpangan .
4. Jalinan (*Weaving*)
Gerakan memisah kemudian bergabung atau berpisah dari beberapa kendaraan.



Gambar 2 Jenis-Jenis Dasar Pergerakan Kendaraan

1.6.4 Aplikasi VISSIM

VISSIM adalah perangkat lunak simulasi lalu lintas yang dirancang untuk keperluan rekayasa lalu lintas, pengaturan sinyal lalu lintas, perencanaan transportasi, angkutan umum, dan perencanaan kota dengan pendekatan mikroskopis pada aliran lalu lintas multi-moda. Perangkat ini dikembangkan oleh sebuah perusahaan IT di Jerman pada tahun 1992. Nama VISSIM berasal dari istilah Jerman, *Verkehr Stadt-Simulationsmodell*, yang berarti model simulasi lalu lintas kota (Amalia, dkk 2016).

VISSIM adalah *software* yang banyak digunakan oleh para profesional untuk mensimulasikan skenario lalu lintas dinamis sebelum diterapkan dalam bentuk fisik. Perangkat ini mampu menggambarkan berbagai jenis kendaraan yang digunakan sehari-hari, seperti mobil, bus, truk, sepeda, sepeda motor, dan pejalan kaki. Dengan tampilan visual 3D, VISSIM dapat menghasilkan animasi realistis dari simulasi yang dibuat, sehingga membantu mengurangi biaya perancangan yang akan diterapkan di dunia nyata. Pengguna *software* ini juga dapat memodelkan berbagai perilaku pengguna jalan dalam konteks transportasi (Amalia, dkk 2016).

VISSIM banyak digunakan untuk simulasi lalu lintas dan transportasi umum, yang dikembangkan oleh PTV Planung Transport Verkehr AG di Karlsruhe, Jerman. VISSIM adalah simulasi mikroskopik, atau mikrosimulasi, di mana setiap karakteristik kendaraan dan pejalan kaki disimulasikan secara individual. VISSIM dapat digunakan untuk berbagai kasus, seperti:

1. Perencanaan pengembangan lalu lintas
2. Operasi sinyal lalu lintas dan studi pengaturan ulang
3. Membuat perbandingan persimpangan
4. Simulasi transportasi
5. Sistem lalu lintas
6. Analisis kapasitas.

VISSIM dapat mensimulasikan berbagai kondisi operasional yang ada dalam sistem transportasi. Pengguna dapat memasukkan data untuk dianalisis sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka. Berbagai perhitungan kinerja, seperti waktu tunda, kecepatan, antrian, waktu tempuh, dan waktu berhenti, dapat dimasukkan ke dalam *software* ini. VISSIM telah digunakan untuk menganalisis jaringan transportasi dari berbagai skala, mulai dari persimpangan individu hingga keseluruhan wilayah metropolitan (Akhmadali, dkk 2013).

Selain itu, VISSIM juga banyak dimanfaatkan dalam perancangan sistem kontrol dan pemrosesan sinyal digital untuk simulasi multidomain. Program ini dilengkapi dengan blok diagram yang mendukung operasi aritmetika, Boolean, fungsi *transcendental*, filter digital, fungsi transfer, integrasi numerik, serta pencitraan interaktif. Beberapa contoh aplikasi VISSIM mencakup pemodelan sistem di bidang aeronautika, biologi, daya digital, motor listrik, elektronika, hidrolika, mekanika, proses, thermal/HVAC, serta ekonometrika (Akhmadali, dkk 2013).

a. Parameter Mikro-Simulasi Lalu Lintas Berbasis Vissim

Lalu lintas heterogen ditandai oleh variasi dalam karakteristik kendaraan, baik secara statis (seperti perbedaan panjang dan lebar) maupun dinamis (seperti percepatan, perlambatan, dan kecepatan). Jenis kendaraan dalam lalu lintas heterogen meliputi

kendaraan bermotor tidak konvensional (seperti roda tiga) dan kendaraan non-motor (seperti sepeda dan gerobak). Selain itu, faktor lain seperti ketidakadaan marka lajur dan ketidakdisiplinan pengendara turut menyebabkan pergerakan kendaraan yang lebih kompleks, terutama di persimpangan (Manjunatha, 2012).

Parameter mikro-simulasi yang berbasis VISSIM digunakan untuk kalibrasi dan validasi dalam pemodelan simulasi lalu lintas. Dalam perangkat lunak VISSIM, terdapat 168 parameter yang telah terintegrasi, dari mana beberapa parameter terkait perilaku berkendara dipilih sesuai dengan kondisi lalu lintas heterogen di Indonesia untuk menghasilkan model yang lebih representatif dengan situasi nyata di lapangan. Beberapa parameter yang dipilih untuk pemodelan tersebut antara lain:

1. Parameter *Following*

- *Look Ahead Distance (min, max)* yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke depan dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di depannya.
- *Observed Vehicle* yaitu banyaknya kendaraan yang dapat diamati oleh pengemudi yang memengaruhi seberapa baik pengemudi ketika ingin melakukan pergerakan atau reaksi.
- *Look Back Distance (min, max)* yaitu jarak minimum dan maksimum suatu kendaraan dapat melihat ke belakang dalam tujuan melakukan reaksi terhadap kendaraan lain di belakangnya.
- *Average Standstill Distance* yaitu rata-rata jarak yang diinginkan antara dua kendaraan.
- *Additive Part of Safety Distance* yaitu nilai penambah dalam penentuan jarak aman yang diinginkan.
- *Multiplicative Part of Safety Distance* yaitu nilai pengali dalam penentuan jarak aman yang diinginkan. Nilai yang semakin besar menghasilkan distribusi yang besar.

2. Parameter Lane Change

- *Minimum Headway* yaitu jarak minimum yang harus tersedia di antara dua kendaraan setelah perpindahan lajur sehingga kendaraan di belakang dapat menyiapkan.
- *Safety Distance Reduction* yaitu nilai reduksi jarak aman antar kendaraan didepan dan dibelakang yang memengaruhi sifat agresif kendaraan yang menyiapkan. Semakin kecil maka perilaku menyiapkan semakin sering terjadi.

3. Parameter Lateral

- *Desired Position at Free Flow* yaitu posisi kendaraan terhadap lajur dalam kondisi arus bebas.
- *Overtake at Same Lane* yaitu perilaku pengemudi kendaraan agar dapat menyiapkan baik dari sisi sebelah kanan mau pun sisi sebelah kiri.

Minimum Lateral Distance yaitu jarak lateral minimum kendaraan pada saat berada di samping kendaraan yang lain. Parameter ini dibagi menjadi dua yaitu jarak lateral kendaraan pada kecepatan 0 km/jam dan 50 km/jam.

b. Konsep Kalibrasi dan Validitas Model Simulasi

Kalibrasi dalam VISSIM adalah proses untuk menentukan parameter yang tepat, sehingga model dapat mencerminkan kondisi lalu lintas dengan tingkat akurasi yang tinggi. Proses ini dilakukan dengan mempertimbangkan perilaku pengemudi, berdasarkan referensi dari penelitian sebelumnya yang menggunakan metode kalibrasi dan validasi VISSIM. Sedangkan, validasi dalam VISSIM merupakan proses untuk menguji keakuratan kalibrasi dengan membandingkan hasil observasi lapangan dengan hasil simulasi. Kedua proses tersebut dilakukan dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti volume arus lalu lintas dan panjang antrian (Putri & Irawan, 2015).

Dalam proses kalibrasi model, rumus Geoffrey E. Haver (GEH) dapat digunakan. Rumus GEH adalah rumus statistik yang dimodifikasi dari Chi-squared, menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (1)$$

dimana :

q = Data volume arus lalu lintas (kendaraan/jam)

Tabel 1 Penilaian Hasil Uji Statistik *GEH* (Geoffrey E. Havers)

Nilai	Keterangan
GEH < 5,0	Diterima
5,0 ≤ GEH ≤ 10,0	Peringatan: kemungkinan model error atau data buruk
GEH > 10,0	Ditolak

1.6.5 Microsimulasi SIDRA

SIDRA adalah perangkat lunak yang digunakan sebagai alat bantu dalam rekayasa lalu lintas. Diperkenalkan pertama kali pada tahun 1984, *software* ini dikembangkan oleh Akcelik and Associates Pty Ltd. Nama SIDRA merupakan singkatan dari Signalized (and Unsignalized) Intersection Design and Research Aid, dan mengadopsi metode Australian Road Research (APR 123 oleh R. Akcelik, 1981).

Program SIDRA Intersection merupakan alat evaluasi lalu lintas berbasis analisis mikro yang menggunakan model per lajur dan siklus kendaraan, yang membedakannya dari metode MKJI 1997 yang lebih berfokus pada analisis perjalinan. Secara umum, SIDRA dapat digunakan untuk menganalisis berbagai jenis simpang, antara lain:

1. Persimpangan bersinyal
2. Bundaran
3. Persimpangan dengan waktu tetap ataupun actual
4. Penyebaran pejalan kaki
 - Rumus – rumus yang digunakan dalam analisis SIDRA

Perhitungan waktu siklus pada SIDRA ditentukan pada rumus $P = D + KH$, dimana K adalah hukuman perhentian (*Stop Penalty*), D adalah total tundaan dan H adalah angka henti. Dari rumus diatas dibuat formula menurut ARR 123 Rahmi Akcelik

$$Co = \frac{(1,4+k) L + 6}{1 - Y} \quad (2)$$

Dimana :

C_o = Waktu Siklus

k = Penalty stop

L = waktu hilang persimpangan (detik)

Y = Ratio arus persimpangan

Kegunaan waktu siklus adalah untuk mencapai hasil keterlambatan dan antrian yang optimal. Dengan siklus waktu yang tepat, diharapkan keterlambatan dan antrian kendaraan dapat diminimalkan.

Keterlambatan kendaraan bervariasi antara waktu perjalanan yang terganggu (opposed) dan yang tidak terganggu (protected). Perkiraan keterlambatan didasarkan pada metode path race, di mana keterlambatan yang diukur adalah waktu yang dihabiskan kendaraan selama periode analisis (periode arus sibuk). Rata-rata keterlambatan untuk semua kendaraan, baik yang berhenti maupun tidak berhenti, adalah sebagai berikut:

$$x = dq/360 \quad (3)$$

D = total keterlambatan (kendaraan per jam)

d = rata-rata keterlambatan per kendaraan (detik)

q = rata-rata arus (periode arus sibuk)

Guna dari perhitungan keterlambatan adalah untuk menentukan tingkat pelayanan dari persimpangan tersebut dan tingkat pelayanan (LOS) yang ditentukan oleh keterlambatan. Nilai LOS dapat dilihat pada tabel dan batas minimum yang dianjurkan dalam karya ilmiah unu adalah LOS kelas C.

Tabel 2 Tingkat Pelayanan Berdasarkan Keterlambatan

Tingkat Pelayanan	Rata-rata tundaan setiap kendaraan dalam detik (d) untuk bersinyal
A	$d \leq 10$
B	$10 < d \leq 20$
C	$20 < d \leq 35$
D	$35 < d \leq 55$
E	$55 < d \leq 80$
F	$80 \leq 2d$

Sumber : SIDRA INTERSECTION USER GUIDE, 2021

Adapun keterangan mengenai tingkat pelayanan dijelaskan sebagai berikut :

1. Tingkat pelayanan A ditandai dengan nilai keterlambatan sangat rendah, kurang dari 10 detik/smp. Sebagian besar kendaraan tiba saat lampu hijau, sehingga banyak yang tidak berhenti. Panjang siklus yang pendek juga berkontribusi pada rendahnya keterlambatan.
2. Tingkat pelayanan B memiliki nilai keterlambatan antara 10,1 detik/smp hingga 20 detik/smp. Pada tingkat ini, lebih banyak kendaraan yang berhenti dibandingkan dengan LOS A, yang menyebabkan rata-rata keterlambatan menjadi lebih tinggi.
3. Tingkat pelayanan C terjadi pada nilai keterlambatan antara 20,1 detik/smp hingga 35 detik/smp. Keterlambatan ini disebabkan oleh pergerakan yang wajar dan

panjang siklus yang cukup lama. Kendaraan yang berhenti mulai terlihat, tetapi masih ada beberapa kendaraan yang melewati persimpangan tanpa berhenti.

4. Tingkat pelayanan D memiliki nilai keterlambatan antara 35,1 detik/smp hingga 55 detik/smp, yang diakibatkan oleh kombinasi pergerakan yang cukup padat, panjang siklus yang lama, dan nilai rasio volume terhadap kapasitas (v/c) yang tinggi.
5. Tingkat pelayanan E menunjukkan nilai keterlambatan antara 55,1 detik/smp hingga 80 detik/smp, dengan pergerakan yang buruk, panjang siklus yang tinggi, serta nilai rasio v/c yang tinggi.
6. Tingkat pelayanan F ditandai dengan nilai keterlambatan di atas 80 detik/smp. Kondisi ini sudah tidak dapat diterima oleh pengemudi, di mana arus sangat padat dan kedatangan kendaraan melampaui kapasitas persimpangan. Nilai rasio v/c sudah di atas 1,00, dengan pergerakan yang sangat buruk dan panjang siklus yang sangat tinggi, memberikan kontribusi besar terhadap keterlambatan.

Waktu hilang persimpangan ditentukan dengan rumus

$$L = \sum^l \quad (4)$$

Dimana :

L = waktu hilang persimpangan

l = nilai rasio waktu hilang setiap pendekat

Tundaan pada SIDRA mempunyai rumus

$$D = \frac{qc(1-u)^2}{2(1-y)} + N_o x \quad (5)$$

Dimana :

D = tundaan rata-rata persimpangan (kend/jam)

qc = angka kedatangan rata-rata (kend/siklus)

u = ratio waktu hijau (g/c)

N_o = antrian sisa rata-rata

Waktu hijau yang efektif untuk setiap periode hijau dihitung dari :

$$G = Fk - Fi - I \quad (6)$$

Dimana :

Fk = waktu perubahan tahap awal

Fi = waktu perubahan tahap akhir

I = waktu hilang

Rumus diatas berguna agar dapat ditentukan waktu hijau yang benar-benar efisien, agar tidak terbuang percuma sisa waktu hijaunya dan hal ini berguna untuk menentukan nilai siklus waktu yang optimum, keterlambatan dan antrian.

Waktu merah efektif dirumuskan dengan :

$$r = c - g \quad (7)$$

Dimana :

c = siklus waktu

g = waktu hijau efektif

r = waktu merah efektif

Rumus diatas berguna agar dapat ditentukan waktu merah yang benar-benar efisien dan berguna untuk menentukan nilai siklus waktu yang optimum, keterlambatan dan antrian

Total jumlah perhentian yang efektif dihitung dari :

$$H = h \cdot q \quad (8)$$

Dimana :

H = total jumlah stop per jam

h = nilai stop yang efektif (stop kendaraan)

q = rata-rata arus kendaraan (kendaraan/jam)

Panjang antrian, rata-rata panjang antrian kendaraan pada awal dari waktu hijau dirumuskan dalam SIDRA

$$N = qr + N_o \quad (9)$$

Dimana :

N = panjang antrian (kend)

r = waktu merah efektif (detik)

N_o = rata-rata panjang antrian sisa (kend)

q = ratio arus kedatangan (kend/detik)

Siklus waktu ditentukan sebagai input dalam SIDRA. Jika SIDRA menentukan waktu perputaran minimum yang lebih besar dari waktu perputaran maksimum yang telah ditetapkan, maka waktu perputaran maksimum disamakan dengan waktu perputaran minimum (C_{min} = C_{max}). Waktu perputaran praktis dihitung dari :

$$C_p = \frac{L}{1-U} \quad C_{\min} \leq C_p \leq C_{\max} \quad (10)$$

Dimana :

L = total waktu yang hilang

U = nilai rasio waktu hijau

Guna dari siklus waktu praktis adalah agar mendapatkan hasil keterlambatan dan antrian yang optimum, karena dengan siklus waktu yang optimum akan dihasilkan keterlambatan dan antrian yang optimum.

Data-data input SIDRA yang dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan untuk persiapan input adalah sebagai berikut :

1. Jenis persimpangan dan bentuk geometri persimpangan (peta situasi)
2. Deskripsi pergerakan (*Movement description*)
3. Volume lalu lintas pada saat waktu puncak
4. Data jalur melalui lebar jalan, lebar belok kiri saat lampu merah (LTOR), lebar median dan lain-lain
5. Fase dari lampu lalu lintas termasuk prioritas dan pergerakan *opposed*
6. Waktu siklus
7. Data-Data Output SIDRA

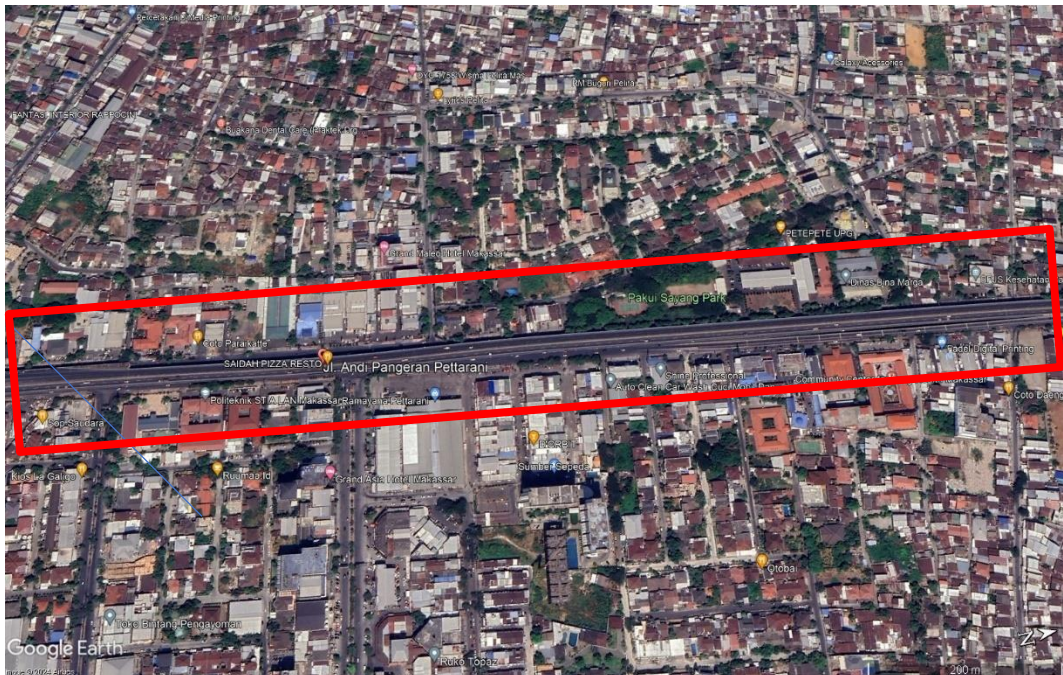
Hasil output dari SIDRA adalah sebagai berikut :

1. Tingkat pelayanan
2. Antrian, perhentian
3. Derajat kejenuhan
4. Kapasitas
5. Siklus waktu optimal

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Jl. A.P Pettarani pada Ruas Fly Over–Jl. Abdullah Dg. Sirua, Kota Makassar, seperti yang dapat dilihat pada gambar berikut:

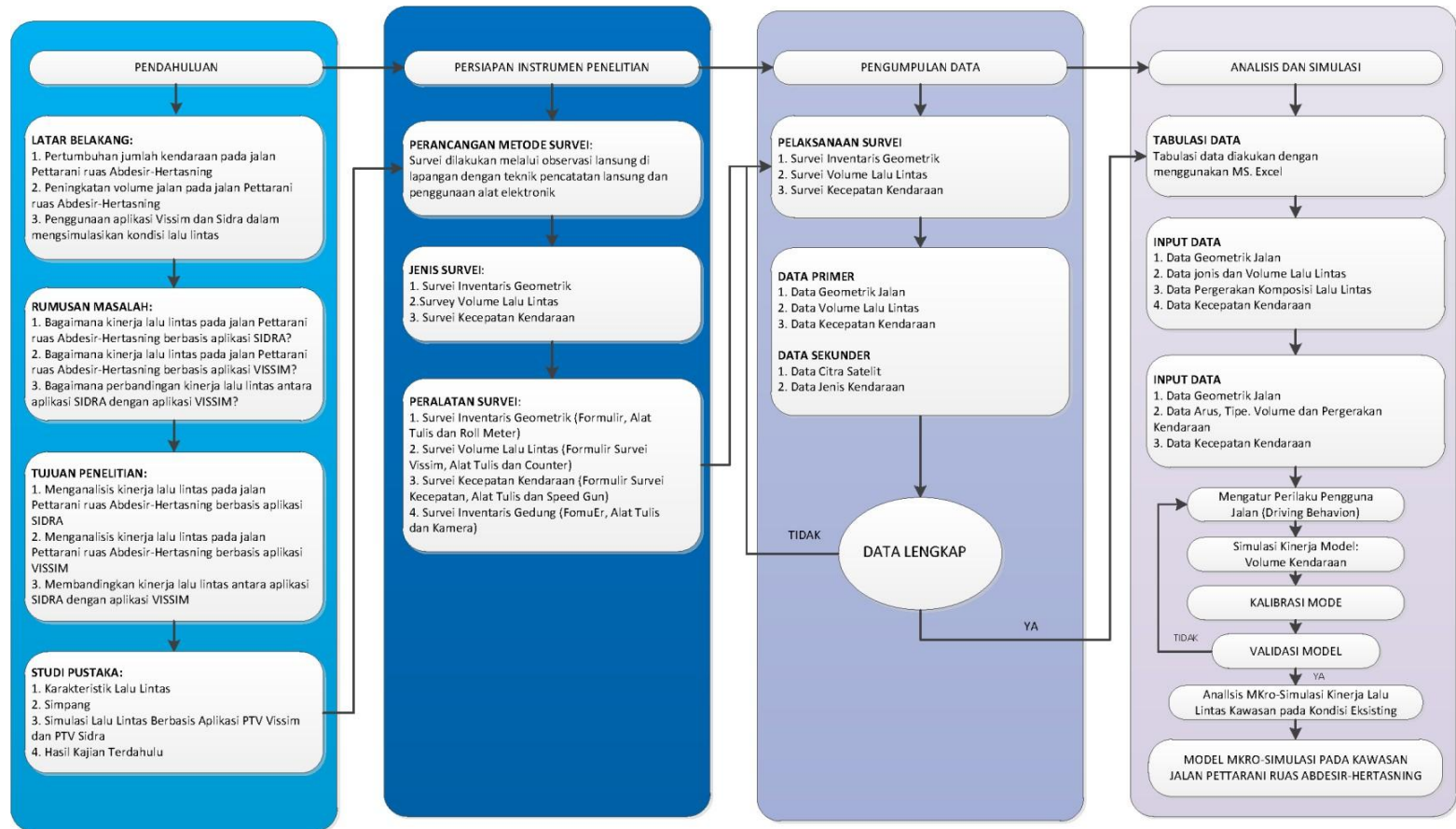


Gambar 3 Lokasi penelitian pada ruas Jl. Letjen Hertasning–Jl. Abdullah Dg. Sirua

Jalan AP Pettarani pada ruas Jl Letjen Hertasning-Jl Abdullah Dg. Sirua memiliki 12 simpang yang terdiri 2 simpang bersinyal yaitu pada simpang Hertasning dan Boulevard dan 10 simpang tak bersinyal lainnya.

2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram Alir penelitian sangat berguna agar dapat melihat secara jelas langkah-langkah yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan, karena dengan adanya kerangka tersebut maka dapat diketahui arah penelitian dan parameter – parameter apa yang akan digunakan untuk memecahkan masalah tersebut. Bagan alur metode penelitian dapat dilihat pada flowchart berikut :



Gambar 4 Diagram Alir Prosedur Penelitian

2.3 Jenis Jenis Survey

Survei yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengumpulkan data primer yang akan dianalisis lebih lanjut. Jenis-jenis survei yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. **Survey Inventaris Geometric Jalan**
Survei inventarisasi dilakukan untuk mengumpulkan informasi tentang kondisi geometrik jalan, khususnya profil melintang, yang akan digunakan sebagai data untuk analisis kinerja dalam penelitian ini.
2. **Survey Volume Lalu Lintas**
Survei dilakukan untuk menghitung volume arus kendaraan serta komposisi jenis kendaraan yang masuk dan keluar setiap ruas jalan dan pendekatannya. Pengumpulan data ini dilakukan melalui penghitungan langsung oleh surveyor.
3. **Survey Waktu Siklus APILL**
Survei dilakukan untuk mengumpulkan data waktu dari setiap alat pemberi isyarat lalu lintas (APILL) pada setiap fase sinyal. Pengumpulan data ini menggunakan perangkat elektronik seperti perekam video dan stopwatch.
4. **Survey Panjang Antrian Kendaraan**
Survei dilakukan untuk mengumpulkan data mengenai panjang antrian kendaraan di setiap pendekat simpang. Pengukuran panjang antrian dimulai dari ujung depan antrian (marka berhenti saat lampu merah) hingga ujung belakang antrian (kendaraan terakhir yang masih mengantri saat lampu merah). Data ini dicatat langsung oleh surveyor, dengan cara memberi tanda setiap 5 meter menggunakan duct tape di setiap pendekat simpang.

2.4 Peralatan Survei

Alat survei adalah elemen kunci dalam pelaksanaan penelitian karena memiliki peran untuk mendukung pengumpulan data yang dibutuhkan di lapangan. Tabel berikut akan memberikan penjelasan terperinci mengenai alat-alat yang digunakan serta fungsinya dalam penelitian ini.

Tabel 3 Alat Survei dan Fungsinya

No	Alat Survei	Foto Alat	Fungsi Alat
1	Roll meter		- Alat ini berfungsi untuk mengukur geometrik jalan dan kondisi eksisting yang ada di lokasi survei
2	Formulir dan alat tulis		- Formulir survei untuk mencatat hasil survei - Sebagai alat untuk mencatat

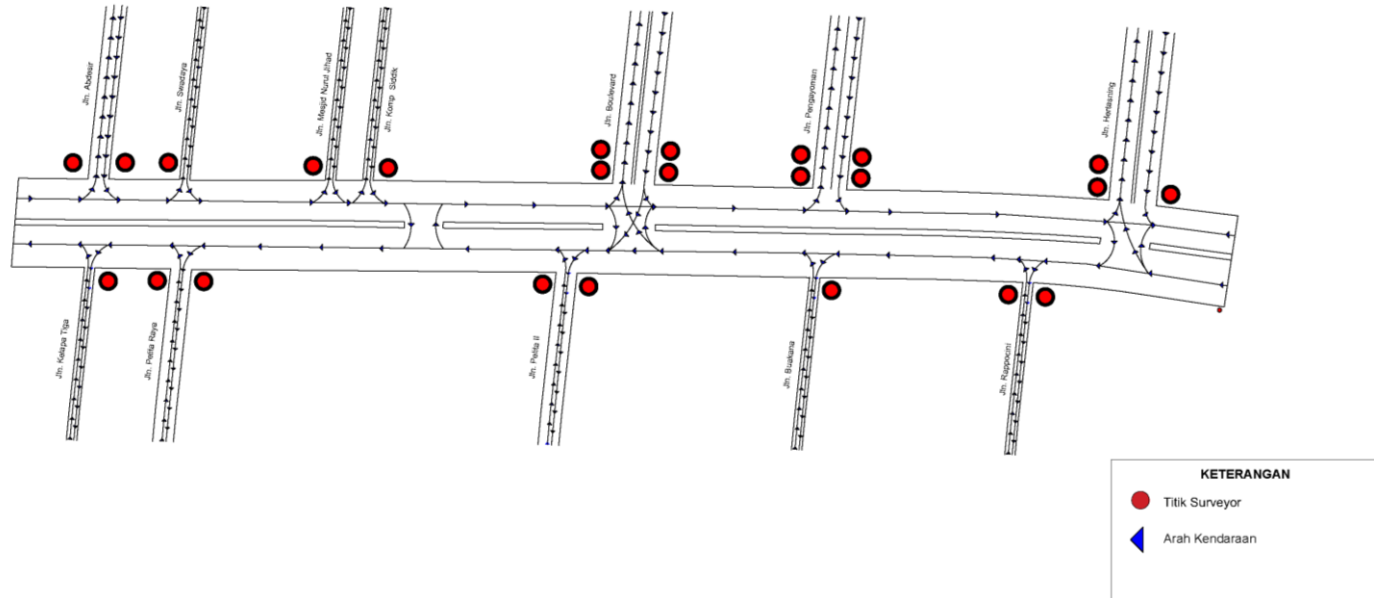
No	Alat Survei	Foto Alat	Fungsi Alat
3	Hp android		- Alat ini digunakan untuk merekam suara surveyor menyebutkan plat kendaraan yang lewat - Untuk foto dokumentasi survei
4	Laptop		- Alat ini digunakan untuk merekap data survei dan untuk kompilasi data semua survei baik data primer mau pun sekunder. - Alat ini juga digunakan untuk mengaplikasikan jaringan jalan pada PTV Visum
5	Rompi		- Alat ini digunakan untuk melindungi diri agar dapat diketahui oleh orang lain

2.5 Penempatan Surveyor

Data primer dikumpulkan dengan menggunakan metode survei langsung di lapangan. Posisi surveyor saat melakukan survei sangat krusial, sehingga perlu diperhatikan secara teliti agar pengamatan di lokasi dapat dilakukan secara akurat. Salah satu jenis data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah volume lalu lintas, yang diperoleh melalui observasi langsung di lokasi selama 6 jam pada periode jam puncak, penempatan surveyor terletak pada tiap simpang yang terdapat di ruas Jalan AP. Pettarani dengan 25 orang surveyor.



Jln. A.P Pettarani Ruas Abdesir-Hertasning



Gambar 5 Titik Surveyor Pada Tiap Simpang Di Jalan Jalan Pettarani Ruas Abdesir-Hertasning

2.6 Tata Cara Pelaksanaan

Pelaksanaan survey dalam penelitian ini mencakup teknik pengambilan dan pengumpulan data. Berikut adalah rincian tahapan survey:

1. Survey Inventaris Geometrik Jalan

Survey ini dilakukan sebagai tahap awal penelitian dengan langkah-langkah berikut:

- Melakukan survey pendahuluan untuk menentukan data yang dibutuhkan dan alat yang akan digunakan.
- Menyiapkan peralatan seperti roll meter, formulir survey, dan alat tulis untuk mencatat data
- Mengukur setiap pendekatan simpang, termasuk lebar jalur, median, drainase dan keseluruhan lebar jalan di simpang tersebut.
- Merangkum semua data menggunakan laptop

2. Survey Waktu Siklus APILL

Survey ini dilakukan setelah survey inventaris, dengan tahapan:

- Menyiapkan alat tulis untuk pencatatan survey
- Menempatkan tim surveyor di lokasi-lokasi strategis untuk menghitung kendaraan yang lewat
- Menghitung volume kendaraan menggunakan counter dari pukul 07.00 hingga 18.00 WITA
- Mencatat volume lalu lintas pada formulir survey
- Memasukan data kedalam Microsoft Excel.

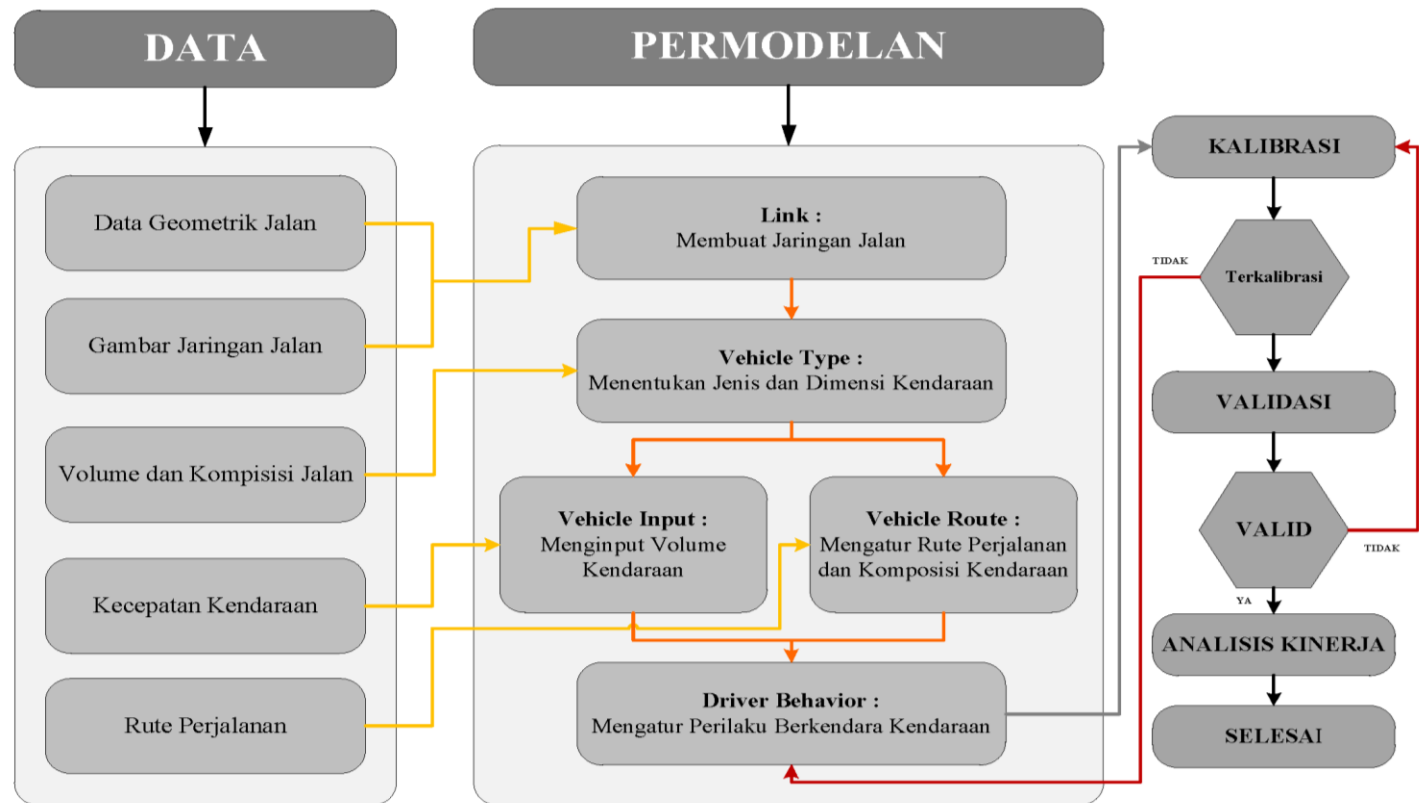
3. Survey Waktu Siklus APILL

Survey ini bertujuan untuk memperoleh data waktu siklus lampu lalu lintas (APILL) disetiap fase sinyal. Langkah-langkahnya sebagai berikut:

- Menggunakan alat perekam video
- Merekam siklus lampu lalu lintas disetiap fase sinyal
- Menghitung waktu sinyal dan siklus setiap fase berdasarkan rekaman dengan bantuan stopwatch.

2.7 Metode Analisis

Metode penelitian ini menggunakan perangkat lunak analisis SIDRA serta PTV VISSIM yang berfungsi untuk menganalisis simpang skala mikro. Adapun langkah-langkah kerja program dapat dilihat pada gambar sebagai berikut:



Gambar 6 Diagram Alir Analisis SIDRA dan VISSIM