



elakang

BAB I PENDAHULUAN

Kabupaten Gowa merupakan salah satu daerah penyangga Kota Makassar yang mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir. Sebagai wilayah yang berbatasan langsung dengan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan, Kabupaten Gowa mengalami peningkatan aktivitas ekonomi dan mobilitas penduduk yang signifikan. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kabupaten Gowa (2023), jumlah penduduk mencapai 822.761 jiwa dengan kepadatan 436,78 jiwa/km². Pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi ini berdampak langsung pada peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor dan volume lalu lintas di jaringan jalan utama kabupaten.

Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya merupakan salah satu persimpangan strategis di Kabupaten Gowa yang menghubungkan beberapa kawasan penting seperti pusat pemerintahan, kawasan pendidikan, dan area komersial. Simpang ini melayani pergerakan lalu lintas dari berbagai arah dengan volume yang tinggi, terutama pada jam-jam sibuk. Kondisi geometrik simpang dan pola pergerakan lalu lintas yang kompleks mengakibatkan sering terjadinya kemacetan, peningkatan tundaan kendaraan, dan penurunan tingkat pelayanan jalan. Fenomena ini sejalan dengan penelitian Zhang et al. (2021) yang menyatakan bahwa persimpangan dengan volume tinggi dan pengaturan sinyal yang tidak optimal dapat menurunkan efisiensi sistem transportasi hingga 40%.

Karakteristik lalu lintas di Indonesia, khususnya di wilayah perkotaan seperti Kabupaten Gowa, tergolong heterogen (mixed traffic) dengan komposisi kendaraan yang beragam dan didominasi oleh sepeda motor. Perilaku pengemudi yang tidak disiplin dalam menggunakan lajur (non-lane based) dan kecenderungan untuk melakukan perpindahan lajur secara acak menambah kompleksitas analisis kinerja simpang. Kondisi ini berbeda dengan asumsi dasar yang digunakan dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 dan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014 yang lebih berorientasi pada kondisi lalu lintas homogen. Penelitian Kumar dan Arkatkar (2020) menunjukkan bahwa metode konvensional seringkali menghasilkan estimasi yang kurang akurat untuk kondisi lalu lintas campuran, dengan deviasi mencapai 25-35% dari kondisi aktual di lapangan.

Perkembangan teknologi informasi dan komputasi telah memungkinkan penggunaan pendekatan mikro-simulasi dalam analisis lalu lintas. PTV VISSIM merupakan salah satu perangkat lunak mikro-simulasi yang paling banyak digunakan di dunia untuk memodelkan perilaku lalu lintas secara detail pada tingkat kendaraan individual. Kelebihan pendekatan mikro-simulasi terletak pada kemampuannya untuk mereplikasi kondisi lalu lintas yang kompleks, termasuk interaksi antar kendaraan, perilaku pengemudi, dan dampak dari berbagai skenario rekayasa lalu lintas. Menurut penelitian Mathew et al. (2022), akurasi hasil simulasi VISSIM dapat mencapai 92-95% setelah dilakukan kalibrasi dan validasi yang tepat, menjadikannya alat yang andal untuk evaluasi dan perencanaan sistem transportasi. Beberapa penelitian terkini telah menunjukkan efektivitas penggunaan VISSIM dalam menganalisis kinerja simpang bersinyal di berbagai negara. Penelitian oleh Rahman et al. (2023) di Bangladesh mendemonstrasikan bahwa mikro-simulasi VISSIM mampu mengidentifikasi bottleneck dan memberikan rekomendasi perbaikan yang lebih akurat dibandingkan metode analitik konvensional. Sementara itu, studi oleh Li et al. (2021) di China membuktikan bahwa optimasi waktu sinyal



mulasi dapat mengurangi tundaan rata-rata hingga 30% dan in level of service dari E menjadi C. Di Indonesia, penelitian-penelitian ini terbatas, terutama untuk kondisi lalu lintas heterogen di wilayah

pentingnya Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya dalam sistem jaringan jalan Kabupaten Gowa dan kompleksitas permasalahan lalu lintas yang terjadi, diperlukan kajian komprehensif untuk mengevaluasi kinerja simpang menggunakan pendekatan yang lebih akurat dan representatif. Penelitian ini menggunakan pendekatan mikro-simulasi dengan software PTV VISSIM untuk menganalisis kinerja simpang eksisting, membandingkannya dengan hasil perhitungan MKJI 1997 dan PKJI 2014, serta merumuskan alternatif solusi perbaikan. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi Pemerintah Kabupaten Gowa dalam mengambil kebijakan terkait manajemen dan rekayasa lalu lintas di simpang tersebut. Berdasarkan uraian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul:

“ANALISIS KINERJA SIMPANG TIGA PADA JARINGAN JALAN SULTAN HASANUDDIN-TUMANURUNG RAYA GOWA BERBASIS MIKROSIMULASI VISSIM”

1.2. Rumusan Masalah

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

- Bagaimana karakteristik lalu lintas pada simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya
- Bagaimana kinerja Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya dengan pendekatan pemodelan mikro-simulasi lalu lintas menggunakan software PTV VISSIM?
- Bagaimana alternatif rekayasa/manajemen lalu lintas pada simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

- Menganalisis karakteristik lalu lintas pada simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya
- Menganalisis kinerja Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya dengan pendekatan pemodelan mikro-simulasi lalu lintas menggunakan software PTV VISSIM, dengan membandingkan pada hasil analisis MKJI.
- Menganalisis alternatif rekayasa/manajemen lalu lintas pada simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya.

1.4. Manfaat Penelitian

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diharapkan manfaat yang akan diperoleh sebagai berikut:

- Mengetahui karakteristik lalu lintas pada simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya



thui kinerja Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya pendekatan pemodelan mikro-simulasi lalu lintas menggunakan PTV VISSIM.

ikan alternatif rekayasa/manajemen lalu lintas pada simpang Jalan lasanuddin-Tumanurung Raya

1.5. Batasan Masalah

Dalam melakukan penelitian ini, ditetapkan beberapa batasan terhadap tinjauan yang dilakukan agar tidak menyimpang dari tujuan yang akan dicapai. Adapun batasan masalah sebagai berikut:

- Penelitian dilakukan pada Kawasan Simpang Jalan Sultan Hasanuddin-Tumanurung Raya.
- Pengambilan Data dilakukan pada waktu puncak pagi dan sore.
- Analisis data menggunakan data primer yaitu berupa data yang diperoleh melalui survei lalu lintas pada waktu puncak pagi dan sore.
- Data yang dianalisis yaitu data karakteristik lalu lintas dan kinerja simpang tiga.
- Data dianalisis dengan menggunakan Program Vissim

1.6. Teori

1.6.1. Jalan

Jalan secara umum adalah suatu lintasan yang menghubungkan lalu lintas antar suatu daerah dengan daerah lainnya, baik untuk pergerakan manusia maupun barang. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan didefinisikan sebagai prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Perkembangan definisi jalan telah mengalami evolusi seiring dengan perkembangan teknologi dan kebutuhan transportasi modern. Menurut Chen et al. (2020), jalan tidak hanya berfungsi sebagai media pergerakan fisik, tetapi juga sebagai infrastruktur yang mendukung sistem transportasi cerdas (Intelligent Transportation System) dengan berbagai sensor dan teknologi komunikasi terintegrasi. Dalam konteks pembangunan berkelanjutan, jalan juga harus mempertimbangkan aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi (Wang dan Liu, 2021).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan, klasifikasi jalan dibedakan menjadi beberapa kategori:

1. Klasifikasi Menurut Sistem Jaringan Jalan:
 - a. Sistem jaringan jalan primer: menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah, antar pusat kegiatan wilayah, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lokal
 - b. Sistem jaringan jalan sekunder: menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder, antar kawasan sekunder, atau kawasan sekunder dengan kawasan tersier



ifikasi Menurut Fungsi Jalan:

Jalan arteri: melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien

Jalan kolektor: melayani angkutan pengumpul dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi

c. Jalan lokal: melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi

3. Klasifikasi Menurut Status Jalan:

a. Jalan nasional: jalan arteri dan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional

b. Jalan provinsi: jalan kolektor dalam sistem jaringan jalan primer yang menghubungkan pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah

c. Jalan kabupaten: jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten

d. Jalan desa: jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa.

Jalan perkotaan merupakan segmen jalan yang mempunyai perkembangan secara permanen dan menerus sepanjang seluruh atau hampir seluruh jalan, minimal pada satu sisi jalan. Menurut MKJI (1997), yang termasuk dalam kelompok jalan perkotaan adalah jalan yang berada di dekat pusat perkotaan dengan jumlah penduduk lebih dari 100.000 jiwa. Jalan di daerah perkotaan dengan jumlah penduduk kurang dari 100.000 jiwa juga dapat digolongkan pada kelompok ini jika perkembangan samping jalan bersifat permanen dan menerus.

Penelitian terkini oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan bahwa karakteristik jalan perkotaan modern tidak hanya ditentukan oleh jumlah penduduk, tetapi juga oleh intensitas aktivitas ekonomi, kepadatan bangunan, dan pola penggunaan lahan. Jalan perkotaan memiliki tantangan khusus dalam manajemen lalu lintas karena tingginya interaksi antara berbagai moda transportasi, pejalan kaki, dan aktivitas tata guna lahan di sepanjang koridor jalan.

Menurut Saodang (2010) dan diperbarui oleh Kumar et al. (2021), komponen jalan terdiri dari:

a. Jalur Lalu Lintas (Carriageway)

Jalur lalu lintas adalah bagian jalan yang digunakan untuk lalu lintas kendaraan yang secara fisik berupa perkerasan jalan. Lebar jalur lalu lintas harus mempertimbangkan dimensi kendaraan rencana, volume lalu lintas, dan kecepatan rencana. Standar modern juga mempertimbangkan kebutuhan ruang untuk sepeda dan angkutan umum (Li et al., 2023).

b. Lajur Lalu Lintas (Lane)

Lajur lalu lintas adalah bagian jalur lalu lintas yang memanjang, dibatasi oleh marka lajur jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor sesuai kendaraan rencana. Penelitian oleh Rahman et al. (2022) menunjukkan bahwa lebar lajur optimal untuk kondisi lalu lintas campuran di negara berkembang berkisar antara 3,25-3,75 meter.

c. Bahu Jalan (Shoulder)

Bahu jalan adalah bagian jalan yang berdampingan di tepi jalur lalu lintas dan harus diperkeras. Fungsi bahu jalan meliputi: lajur lalu lintas darurat,



g bebas samping, penyangga perkerasan terhadap beban lalu lintas, tempat berhenti sementara. Menurut AASHTO (2021), lebar bahu jalan umum untuk jalan arteri adalah 2,5 meter.

ian

...ian adalah bagian jalan yang secara fisik memisahkan dua jalur lalu lintas yang berlawanan arah. Fungsi median meliputi: memisahkan dua aliran lalu lintas berlawanan, ruang tunggu penyeberang jalan, penempatan fasilitas jalan, tempat prasarana pekerjaan sementara, penghijauan, pemberhentian darurat, cadangan lajur, dan mengurangi silau lampu kendaraan. Penelitian terbaru menunjukkan median juga efektif mengurangi tingkat kecelakaan hingga 40% (Wang et al., 2023).

e. Trotoar (Sidewalk)

Trotoar adalah jalur pejalan kaki yang terletak pada Daerah Milik Jalan (Damija), diberi lapisan permukaan, diberi elevasi yang lebih tinggi dari permukaan perkerasan, dan umumnya sejajar dengan jalur lalu lintas kendaraan. Standar internasional merekomendasikan lebar minimum trotoar 1,5 meter untuk area dengan kepadatan pejalan kaki rendah dan 2,5-3,0 meter untuk area kepadatan tinggi (WHO, 2022).

f. Saluran Drainase

Saluran drainase adalah saluran yang berfungsi untuk menampung dan mengalirkan air hujan, limpasan dari permukaan jalan, dan daerah sekitarnya. Sistem drainase yang baik sangat penting untuk mencegah genangan air yang dapat mengurangi kualitas perkerasan dan keselamatan lalu lintas (Kumar dan Singh, 2021).

g. Ruang Manfaat Jalan (Rumaja)

Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan, dan ambang pengamanannya. Lebar ruang manfaat jalan disesuaikan dengan klasifikasi fungsi jalan dan mempertimbangkan rencana pengembangan di masa mendatang.

h. Ruang Milik Jalan (Rumija)

Ruang milik jalan meliputi ruang manfaat jalan dan sejalur tanah tertentu di luar ruang manfaat jalan. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi penempatan utilitas jalan, pelebaran jalan, dan kebutuhan ruang bebas samping.

i. Ruang Pengawasan Jalan (Ruwasja)

Ruang pengawasan jalan adalah sejalur tanah tertentu yang terletak di luar ruang milik jalan yang penggunaannya diawasi oleh penyelenggara jalan agar tidak mengganggu pandangan bebas pengemudi dan konstruksi jalan.

1.6.2. Persimpangan

Persimpangan adalah area dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu dan lintasan kendaraan dari berbagai arah berpotongan. Menurut AASHTO (2018), persimpangan merupakan titik kritis dalam sistem jaringan jalan karena di tempat ini terjadi konflik pergerakan dari berbagai arah yang berpotongan, bergabung, atau berpisah.

Persimpangan memiliki karakteristik unik dalam sistem transportasi karena merupakan lokasi dengan tingkat kompleksitas tertinggi dalam interaksi lalu lintas. Penelitian oleh Chen et al. (2021) menunjukkan bahwa sekitar 40-60% dari seluruh insiden lalu lintas terjadi di atau dekat persimpangan, menjadikannya



ng memerlukan perhatian khusus dalam desain dan manajemen lalu lintas. Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Darat (1996) mendefinisikan simpang sebagai simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan terjadi persimpangan kendaraan berpotongan. Pada persimpangan, lalu lintas dari masing-masing kaki simpang bergerak secara bersama-sama dengan memerlukan pengaturan untuk menghindari konflik yang dapat menyebabkan kemacetan atau kecelakaan.

Khisty dan Lall (2005) menyatakan bahwa persimpangan dirancang dengan tujuan untuk mengurangi potensi konflik di antara kendaraan (termasuk pejalan kaki) sekaligus menyediakan kenyamanan maksimum dan kemudahan pergerakan bagi pengguna jalan. Fungsi utama persimpangan meliputi:

1. **Fungsi Distribusi:** Menyalurkan dan mendistribusikan arus lalu lintas dari berbagai arah ke tujuan yang berbeda
2. **Fungsi Manajemen Konflik:** Mengatur dan meminimalkan konflik potensial antara pergerakan yang saling bertentangan
3. **Fungsi Keselamatan:** Menyediakan area yang aman untuk perpindahan antar ruas jalan
4. **Fungsi Aksesibilitas:** Memberikan akses ke kawasan-kawasan yang berbatasan.

Penelitian modern oleh Li et al. (2023) menambahkan bahwa persimpangan juga berfungsi sebagai node penting dalam sistem transportasi cerdas, di mana berbagai teknologi seperti vehicle-to-infrastructure (V2I) communication dapat diimplementasikan untuk meningkatkan efisiensi dan keselamatan.

1. Jenis-Jenis Persimpangan (Klasifikasi Berdasarkan Bentuk Bidang)

a. Persimpangan Sebidang (At-Grade Intersection)

Persimpangan sebidang adalah persimpangan dimana berbagai jalan yang masuk ke persimpangan berada pada ketinggian atau elevasi yang sama. Karakteristik utama persimpangan sebidang adalah adanya konflik langsung antara pergerakan kendaraan dari berbagai arah. Menurut bentuknya, persimpangan sebidang dapat dibedakan menjadi:

1) Persimpangan Tiga Kaki (T-Junction):

Persimpangan di mana tiga ruas jalan bertemu, memiliki tingkat konflik yang lebih sederhana dibanding persimpangan empat kaki, penelitian oleh Zhang et al. (2022) menunjukkan persimpangan tiga kaki memiliki tingkat kecelakaan 30% lebih rendah dibanding empat kaki

2) Persimpangan Empat Kaki (Four-Way Intersection):

Persimpangan di mana empat ruas jalan bertemu, merupakan tipe persimpangan paling umum di area perkotaan, memiliki 32 titik konflik potensial (16 crossing, 8 merging, 8 diverging)

b. Persimpangan Banyak Kaki (Multi-Leg Intersection):

1) Persimpangan dengan lebih dari empat kaki

2) Memiliki tingkat kompleksitas tinggi dan sebaiknya dihindari dalam perencanaan

3) Penelitian terbaru merekomendasikan channelization untuk mengurangi kompleksitas (Kumar, 2021)

c. Bundaran (Roundabout):

1) Persimpangan melingkar dengan pulau Tengah



- 2) Terbukti mengurangi tingkat keparahan kecelakaan hingga 75% (FHWA, 2023)
- 3) Modern roundabout menggunakan yield system, berbeda dengan traffic circle tradisional

2. Persimpangan Tak Sebidang (Grade-Separated Intersection)

Persimpangan tak sebidang adalah persimpangan dimana jalan-jalan yang bertemu ditempatkan pada ketinggian yang berbeda sehingga tidak ada konflik langsung antara pergerakan dari berbagai arah. Tipe-tipe persimpangan tak sebidang meliputi:

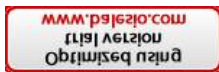
- i. Interchange:
 1. Diamond Interchange: paling ekonomis dan umum digunakan
 2. Cloverleaf Interchange: untuk volume tinggi dengan pergerakan belok dalam
 3. Directional Interchange: untuk volume sangat tinggi dengan radius besar
 4. Stack Interchange: solusi untuk keterbatasan lahan horizontal
- ii. Overpass/Underpass:
 1. Jembatan layang atau terowongan untuk satu arah pergerakan
 2. Tidak memiliki jalan penghubung (ramp) antar level
 3. Lebih sederhana dan ekonomis dibanding interchange penuh

Penelitian oleh Rahman et al. (2023) menunjukkan bahwa persimpangan tak sebidang dapat meningkatkan kapasitas hingga 150% dan mengurangi tundaan hingga 80% dibandingkan persimpangan sebidang bersinyal.

2. Jenis-Jenis Persimpangan (Klasifikasi Berdasarkan Jenis Pengendalian)

Menurut Khisty dan Lall (2005), yang diperbarui dengan standar terkini (MUTCD, 2023), persimpangan dapat diklasifikasikan berdasarkan sistem pengendaliannya:

- a. Persimpangan Tanpa Pengaturan
 - 1) Tidak ada alat pengatur lalu lintas
 - 2) Mengandalkan kesadaran dan koordinasi pengemudi
 - 3) Cocok untuk volume rendah (<500 kendaraan/jam dari seluruh pendekat)
 - 4) Memerlukan jarak pandang yang memadai
- b. Persimpangan dengan Rambu STOP atau YIELD
 - 1) Two-way stop: rambu hanya pada jalan minor
 - 2) All-way stop: rambu pada semua pendekat
 - 3) Cocok untuk volume rendah-menengah
 - 4) Penelitian menunjukkan all-way stop mengurangi kecepatan dan meningkatkan keselamatan (Wang, 2022)
- c. Persimpangan Bersinyal (Signalized Intersection)
 - 1) Menggunakan traffic signal untuk mengatur pergerakan
 - 2) Ada tiga tipe sinyal:
 - Pre-timed (fixed-time)*: waktu tetap
 - Semi-actuated*: sebagian respons terhadap lalu lintas
 - Fully-actuated*: sepenuhnya respons terhadap lalu lintas
 - 3) Teknologi terkini menggunakan adaptive signal control yang dapat menyesuaikan waktu secara *real-time* (Li et al., 2023)



Bundaran Modern (Modern Roundabout)

- 1) Menggunakan sistem *yield* pada *entry*
- 2) Telah terbukti lebih aman dan efisien untuk berbagai kondisi volume
- 3) FHWA (2023) merekomendasikan roundabout sebagai alternatif utama untuk persimpangan baru

1.6.3. Mikro Simulasi VISSIM

Mikrosimulasi lalu lintas merupakan metode pemodelan yang menggambarkan pergerakan kendaraan secara individual dalam suatu sistem lalu lintas. Setiap kendaraan dimodelkan berdasarkan karakteristik fisik dan perilaku pengemudi, seperti kecepatan, percepatan, jarak antar kendaraan, serta interaksi dengan kendaraan lain dan elemen lalu lintas, termasuk sinyal dan marka jalan. Pendekatan mikrosimulasi memungkinkan analisis lalu lintas secara lebih detail dan realistis, terutama pada kondisi jaringan jalan perkotaan dan simpang yang kompleks (PTV Group, 2022).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), analisis kinerja lalu lintas pada ruas jalan dan simpang sangat dipengaruhi oleh karakteristik arus lalu lintas dan perilaku pengemudi. Oleh karena itu, penggunaan mikrosimulasi menjadi pendekatan yang efektif untuk melengkapi metode analisis konvensional karena mampu merepresentasikan variasi perilaku lalu lintas secara rinci.

1. Perangkat Lunak VISSIM

VISSIM (Verkehr In Städten – SIMulationsmodell) merupakan perangkat lunak mikrosimulasi lalu lintas yang dikembangkan oleh PTV Group, Jerman. Perangkat lunak ini digunakan untuk memodelkan pergerakan lalu lintas pada jaringan jalan perkotaan maupun antar kota, termasuk simpang bersinyal, simpang tak bersinyal, bundaran, serta fasilitas pejalan kaki dan angkutan umum. VISSIM bekerja dengan pendekatan simulasi diskrit berbasis waktu (time-step simulation) dan berbasis perilaku pengemudi (behavior-based model) (PTV Group, 2022).

Dalam analisis kinerja simpang, VISSIM dapat digunakan untuk mengevaluasi indikator kinerja lalu lintas seperti tundaan, panjang antrean, dan tingkat pelayanan. Parameter-parameter tersebut sejalan dengan indikator evaluasi kinerja simpang yang tercantum dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2014).

2. Model Perilaku Pengemudi dalam VISSIM

VISSIM menggunakan model car-following Wiedemann, yaitu Wiedemann 74 untuk lalu lintas perkotaan dan Wiedemann 99 untuk lalu lintas dengan kecepatan tinggi. Model ini menggambarkan hubungan antara kendaraan yang mengikuti kendaraan di depannya berdasarkan jarak, kecepatan, dan persepsi pengemudi terhadap kondisi lalu lintas di sekitarnya (PTV Group, 2022).

Selain model car-following, VISSIM juga memodelkan perilaku perpindahan lajur (lane-changing) dan penerimaan celah (gap acceptance). Perilaku tersebut sangat berpengaruh terhadap kinerja simpang dan dinamika arus lalu lintas, serta sesuai dengan konsep dasar analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas yang dijelaskan dalam MKJI (1997) dan PKJI (2014).



Output Mikrosimulasi VISSIM

dalam pemodelan mikrosimulasi VISSIM meliputi volume lalu lintas, endaraan, geometri jalan dan simpang, pengaturan sinyal lalu lintas, atan kendaraan. Data input tersebut diperoleh melalui survei lalu lintas lapangan sesuai dengan pedoman survei yang direkomendasikan dalam PKJI (2014).

Output yang dihasilkan oleh VISSIM berupa indikator kinerja lalu lintas, antara lain tundaan rata-rata, panjang antrean, waktu tempuh, kecepatan perjalanan, derajat kejenuhan, dan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS). Indikator-indikator tersebut digunakan untuk mengevaluasi kinerja simpang serta membandingkan kondisi eksisting dengan berbagai skenario perbaikan.

4. Kalibrasi dan Validasi Model VISSIM

Kalibrasi model VISSIM merupakan proses penyesuaian parameter perilaku pengemudi agar hasil simulasi mendekati kondisi lalu lintas aktual di lapangan. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa model yang telah dikalibrasi mampu merepresentasikan kondisi nyata secara konsisten. Proses kalibrasi dan validasi umumnya dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data survei lapangan, seperti volume lalu lintas, kecepatan, dan panjang antrean (PTV Group, 2022).

Model mikrosimulasi yang telah dikalibrasi dan divalidasi dengan baik dapat digunakan sebagai alat analisis yang andal dalam evaluasi kinerja simpang dan perencanaan lalu lintas perkotaan.

Dalam proses kalibrasi model, persamaan *Geoffrey E. Haver* dapat digunakan. Rumus *GEH* merupakan rumus statistik modifikasi dari *Chi-squared* dengan menggabungkan perbedaan antara nilai relatif dan mutlak. Rumus *GEH* sendiri dapat dilihat pada Persamaan 1.1 dan memiliki ketentuan khusus dari nilai error yang dihasilkan seperti pada Tabel 1.

$$GEH = \sqrt{\frac{(q_{simulated} - q_{observed})^2}{0,5 \times (q_{simulated} + q_{observed})}} \quad (1.1)$$

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



yang digunakan untuk proses validasi adalah dengan menggunakan rumus *uared*. Uji *Chi-square* dilakukan dengan membandingkan antara *mean* *si* dengan *mean* hasil observasi. Rumus umum *Chi-square* (x^2) dapat persamaan 1.2 sebagai berikut.

$$x^2 = \sum_{i=1}^k \left| \frac{O_i - E_i}{E_i} \right|^2 \quad (1.2)$$

Dimana :

O_i = Data observasi

E_i = Data ekspektasi

Tingkat signifikan dengan derajat keyakinan Uji *Chi-square* sebesar 95 % atau $\alpha = 0.05$ dan kriteria uji yaitu hasil diterima apabila hasil hitung \leq hasil tabel *Chi-square*.



Penelitian

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

- Survei Inventarisasi Geometrik Jalan
 Survei inventarisasi simpang adalah survei yang dilaksanakan untuk mendapatkan informasi tentang kondisi tata guna lahan dan profil melintang pada simpang yang berguna sebagai data input dalam analisis kinerja simpang pada penelitian ini. Metode survei yang digunakan metode manual yang artinya peneliti melakukan pengambilan data secara langsung di lapangan.
- Survei Volume Lalu Lintas
 Survei yang dilakukan untuk menghitung volume / arus lalu lintas serta komposisi kendaraan yang masuk pada pendekatan di simpang. Metode yang dipakai pada survei ini adalah merekam menggunakan pencatatan langsung oleh surveyor di lapangan.
- Survei Kecepatan (Desired Speed) Kendaraan
 Survei yang dilakukan untuk mengetahui kecepatan kendaraan pada saat melintasi tiap-tiap pendekatan pada persimpangan dengan kondisi lalu lintas free flow (lenggang). Kondisi tersebut terjadi pada saat kondisi lalu lintas tidak padat / malam hari. Survei ini dilakukan dengan bantuan alat elektronik yaitu *Speed Gun*.
- Survei Waktu Siklus APILL
 Survei yang dilakukan untuk memperoleh data waktu masing-masing sinyal lampu lalu lintas (APILL) untuk setiap fase sinyal. Survei ini dilakukan dengan bantuan alat elektronik yaitu *Video Recorder* dan *Stopwatch*.
- Survei Panjang Antrian Kendaraan
 Survei yang dilakukan untuk memperoleh data panjang antrian kendaraan pada masing-masing pendekatan simpang. Panjang antrian kendaraan diukur mulai dari ujung depan antrian (marka berhenti saat sinyal merah) hingga ujung belakang antrian (kendaraan terakhir yang masuk dalam kondisi mengantri saat sinyal merah). Survei ini dilakukan dengan pencatatan langsung oleh surveyor dengan terlebih dahulu memberi penanda dengan Duct Tape setiap 5 meter pada setiap pendekatan simpang.

2.2.3. Peralatan Survei

Tabel 2. Peralatan Survei

No.	Alat Survei	Foto Alat	Fungsi Alat
1	Kamera		Alat ini digunakan pada survei inventarisasi geometrik dan survei waktu sinyal APILL

	Survei	Foto Alat	Fungsi Alat
2	Roll Meter		Alat ini berfungsi untuk mengukur geometrik jalan pada lokasi survei
3	Laptop		Alat ini digunakan untuk merekap data survei dan untuk kompilasi data semua survei baik data primer mau pun sekunder.
4	Formulir dan Alat Tulis		Formulir survei untuk mencatat hasil survei secara langsung oleh surveyor di lapangan
5	Counter		Alat ini digunakan untuk membantu surveyor dalam melakukan pencacahan volume lalu lintas
6	Duct Tape		Alat ini digunakan untuk memberi penanda pada jalan pada survei panjang kendaraan

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Teknik pelaksanaan survei atau pun tata cara pelaksanaan survei serta waktu pelaksanaan survei pada penelitian ini yang melingkupi teknik pengambilan dan pengumpulan data pada penelitian kali ini.

a) Survei Inventaris Simpang

Survei ini merupakan survei yang dilaksanakan pertama kali pada penelitian ini. Adapun langkah-langkah survei sebagai berikut:

- Melakukan survei pendahuluan yaitu bertujuan untuk mengetahui kebutuhan data dan alat apa yang akan digunakan pada survei ini
- Menyiapkan alat berupa roll meter, formulir survei dan alat tulis untuk mencatat



- Melakukan pengukuran pada tiap – tiap kaki simpang atau pendekat dengan mengukur penampang melintang meliputi lebar lajur, median, drainase dan lebar jalan secara keseluruhan pada jalan simpang tersebut
- Melakukan rekapitulasi terhadap semua data tersebut dengan menggunakan laptop

b) Survei Volume Lalu Lintas

Survei ini dilaksanakan setelah survei inventaris dilakukan, adapun langkah – langkah survei sebagai berikut :

- Menyiapkan alat tulis survei
- Menempatkan tim surveyor pada titik-titik strategis sebagai pos surveyor agar dapat menghitung secara langsung kendaraan yang lewat
- Menghitung volume kendaraan dengan bantuan Counter mulai pukul 07.00 – 18.00 WITA
- Mencatat volume lalu lintas yang melewati simpang tersebut pada formulir survei.
- Menginput semua data volume lalu lintas pada Microsoft excel

c) Survei Waktu Siklus APILL

Survei ini dilakukan untuk memperoleh data waktu masing-masing sinyal lampu lalu lintas (APILL) untuk setiap fase sinyal. Adapun langkah – langkah survei sebagai berikut :

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

d) Survei Panjang Antrian Kendaraan

Survei yang dilakukan untuk memperoleh data panjang antrian kendaraan pada masing-masing pendekat simpang. Adapun langkah – langkah survei sebagai berikut :

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

Setelah penjelasan diatas mengenai langkah pelaksanaan survei selanjutnya akan dirincikan waktu dan tempat pengambilan data meliputi survei inventarisasi geometrik, volume kendaraan, kecepatan free flow kendaraan, waktu sinyal dan panjang antrian sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3 berikut ini



Metode Penelitian

Tipe Survei	Lokasi	Tanggal Survei	Waktu Survei
Survei Inventarisasi Geometrik	Simpang Bersinyal Sultan Hasanuddin Gowa Tumanurung	September 2025	20.00 WITA
Survei Volume Lalu Lintas		September 2025	07.00 - 18.00 WITA
Survei Waktu Siklus APILL		September 2025	07.00 WITA
Survei Panjang Antrian		September 2025	07.00 - 18.00 WITA

Berdasarkan Tabel 3 di atas, survei inventarisasi geometrik dilakukan pada malam hari agar tidak terkendala oleh lalu lintas yang padat pada siang hari serta atas alasan keamanan. Survei volume lalu lintas dilakukan pada pukul 07.00 hingga 18.00 dikarenakan setelah melihat hasil survey pendahuluan, volume lalu lintas terpadat terjadi pada sore hari sehingga data yang diperoleh sudah dapat mewakili data volume jam malam yang tidak terambil. Survei kecepatan arus bebas dilakukan pada malam hari dengan tujuan memperoleh data kecepatan setiap jenis kendaraan pada keadaan arus bebas (volume mendekati 0) yang lebih mudah dipenuhi oleh kondisi lalu lintas pada malam hari. Survei waktu siklus APILL dapat dilakukan kapan saja dikarenakan sistem pengaturan waktu sinyal pada simpang yang diteliti adalah fixed time yang berarti waktu sinyal tidak berubah sesuai jam. Survei panjang antrian dilakukan pada pukul 07.00 hingga 18.00 untuk memperoleh data dengan rentang waktu sama seperti rentang waktu pengambilan data volume lalu lintas.