JOURNAL FLYOVER (JFO)
Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana UMI

Vol. 05, No. 01 Tahun 2025
E-ISSN: 2829-5684

Kajian Dampak Penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terhadap Efisiensi Sistem Transportasi di Kota Makassar

Nurul Ihsani Mardin [1*], Lambang Basri Said [2], St. Maryam H [3]

1*) Magister Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar, ihsani.mrd@gmail.com
2) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar
3) Teknik Sipil, Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar

Abstract

Makassar City continues to face significantly transportation challenges, particularly traffic congestion, resulting from rapid population growth, increased mobility, and a disproportionate rise in vehicle numbers relative to road infrastructure capacity. This study examines the impact of implementing the Intelligent Transportation System (ITS) on enhancing transportation system efficiency in Makassar. A descriptive quantitative approach was employed, incorporating dynamic system modeling to simulate and assess system behavior. The findings demonstrate that ITS implementation—particularly through the deployment of the Advanced Traffic Control System (ATCS) and traffic sensors—significantly improves transportation efficiency. This improvement is achieved by reducing traffic volume, alleviating congestion, and optimizing traffic management. ITS contributes to minimizing intersection load, aligning traffic flow with road capacity, and reducing saturation levels, leading to more stabilized daily traffic volumes. While ITS has proven effective, external variables such as continued vehicle growth and community mobility patterns may still induce short-term traffic fluctuations. Nonetheless, the study confirms that ITS represents a strategic and effective solution to urban congestion management and can substantially enhance urban transport performance in Makassar.

Keywords: Dynamic System, Intelligent Transportation System (ITS), Traffic Congestion, Transportation Efficiency.

Abstrak

Kota Makassar menghadapi permasalahan transportasi seperti kemacetan dan polusi akibat pertumbuhan penduduk dan mobilitas yang pesat, serta volume kendaraan yang tidak seimbang dengan kapasitas jalan. Penelitian ini mengkaji dampak penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terhadap efisiensi sistem transportasi di Kota Makassar, menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dan pemodelan sistem dinamik. Intelligent Transportation System (ITS) diharapkan menjadi solusi untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan kinerja transportasi secara keseluruhan Berdasarkan Hasil simulasi menunjukkan bahwa penerapan Intelligent Transportation System (ITS), khususnya melalui Advanced Traffic Control System (ATCS) dan sensor, mampu meningkatkan efisiensi sistem transportasi di Makassar dengan menekan volume lalu lintas dan kemacetan. Intelligent Transportation System (ITS) berperan dalam mengoptimalkan pengaturan lalu lintas, mengurangi beban pada simpang, dan menjaga keseimbangan antara volume kendaraan dan kapasitas jalan . Efisiensi tercermin dari penurunan derajat kejenuhan dan stabilisasi volume lalu lintas harian. Meskipun Intelligent Transportation System (ITS) efektif, faktor lain seperti pertumbuhan kendaraan dan aktivitas masyarakat masih dapat menyebabkan fluktuasi sementara dalam volume lalu lintas. Secara keseluruhan, Intelligent Transportation System (ITS) merupakan solusi untuk penanganan kemacetan di kota besar seperti Makassar.

Kata Kunci: Efisiensi Transportasi, Intelligent Transportation System (ITS), Kemacetan Lalu Lintas, Sistem Dinamik.

1. PENDAHULUAN

Kota Makassar sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Selatan mengalami pertumbuhan penduduk dan mobilitas yang pesat. Hal ini menyebabkan berbagai permasalahan transportasi, seperti kemacetan, polusi udara, dan kecelakaan lalu lintas. Makassar selain sebagai ibukota Provinsi Sulawesi Selatan juga menjadi pusat pergerakan ekonomi di Kawasan Timur Indonesia (KTI), perkembangan ekonomi yang begitu cepat tentu merupakan hal yang baik tetapi juga harus ditunjang dengan fasilitas perkotaan yang memadai. Jika pertumbuhan ekonomi yang pesat tidak diiringi dengan pertumbuhan fasilitas sebuah kota, salah satu akibatnya adalah kemacetan . Kemacetan di Kota Makassar umumnya disebabkan oleh meningkatkan volume kendaraan di setiap tahun yang tidak diimbangi dengan kapasitas jalan yang tersedia, yang menyebabkan kemacetan .

Pada Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, dijelaskan bahwa untuk keselamatan, keamanan, ketertiban dan kelancaran lalu lintas serta memudahkan bagi pengguna jalan, maka jalan tersebut wajib dilengkapi dengan rambu-rambu lalu lintas. Pesatnya perkembangan pengetahuan elektronika dan peralatan komputer telah memungkinkan berkembangnya beberapa konsep baru mengenai prasarana transportasi yang tidak pernah terpikirkan pada masa lalu .

Beberapa waktu belakangan ini telah berkembang konsep Teknologi Informasi dan Komunikasi untuk membantu meningkatkan performa sistem transportasi yang terintegrasi yaitu konsep Intelligent Transport System (ITS). Intelligent Transportion System (ITS) dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan dan meningkatkan efisiensi sistem transportasi di Kota Makassar. Penerapan Intelligent Transportion System (ITS) di Kota Makassar masih dalam tahap awal. Intelligent Transportion System (ITS) tidak hanya diterapkan untuk mengatasi kemacetan tetapi dapat juga digunakan untuk meningkatkan keselamatan, pemantauan kecelakaan dan meningkatkan kinerja transportasi umum .

Intelligent Transportation System (ITS) merupakan sebuah "sistem pengendalian lalu lintas yang dilakukan melalui teknologi informasi dimana pengumpulan data diambil secara langsung dari lapangan, yang selanjutnya dapat diolah sedemikian rupa hingga hasil dari pengolahan tersebut dapat dikembalikan kepada pengguna jalan dalam bentuk informasi-informasi seperti dalam bentuk digital map dan lain sebagainya. Oleh karena itu, diperlukan beberapa skenario hasil rekayasa model dengan pendekatan sistem dinamik untuk memenuhi karakteristik Intelligent Transportation System tersebut. Untuk mendukung analisis, model simulasi lalu lintas berbasis komputer dikembangkan guna memahami pola pergerakan kendaraan dan mengevaluasi berbagai skenario optimalisasi sistem transportasi. Model simulasi sistem dinamik dari kemacetan lalu lintas diperlukan karena kompleksitas dinamis dari sistem nyata. Penerapan model simulasi sistem dinamik dalam bidang sistem transportasi telah dieksplorasi dalam berbagai literatur (Barlas, 2002: Springael, Kunsch, & Brans, 2002; Wegener, 2004). Sistwm dinamik merupakan suatu metode untuk mempelajari perilaku sistem pada sitem yang kompleks (J.D. Sterman, 2000)

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terhadap efisiensi sistem transportasi di Kota Makassar serta mengembangkan skenario untuk mengurangi kemacetan dengan memanfaatkan konsep ITS melalui pendekatan Sistem Dinamik.

2. METODE

A. Lokasi Penelitian

Lokasi objek penelitian ini yaitu Simpang Jalan Adyaksa Kota Makassar. Lokasi penelitian adalah suatu tempat atau wilayah dimana penelitian dilakukan sebagaimana pada **Gambar 1**

Gambar 1 Lokasi Penelitian (kiri) dan Ilustrasi Lokasi Penelitian (kanan)

B. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini memiliki peran yang sangat penting karena menjadi masukan utama bagi pembangunan model yang akan dilakukan. Proses ini melibatkan pencarian informasi dari berbagai sumber relevan, seperti artikel, paper, dan penelitian sebelumnya. Data yang dikumpulkan terdiri dari data sekunder dan data primer. Data sekunder berfungsi sebagai sumber informasi mengenai perkembangan pengguna kendaraan di simpangan jalan yang sering mengalami kemacetan, jumlah rata-rata kendaraan harian, serta total kendaraan. Data ini diperoleh dari lembaga seperti Badan Pusat Statistik (BPS), Dinas Perhubungan Kota Makassar, Pusat Data Informasi, dan institusi terkait lainnya, baik dalam format cetak maupun daring. Selain itu, studi terkait penerapan sistem dinamik dan penggunaan Intelligent Transportation System (ITS) juga dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan model dan referensi penelitian.

Sementara itu, data primer pada penelitian ini diperoleh dari rekaman kamera CCTV yang dikelola oleh Dinas Perhubungan Kota Makassar. Data ini digunakan secara khusus untuk membangun model sistem yang akan disimulasikan, sehingga memungkinkan dilakukannya perbandingan antara data riil dengan hasil yang dihasilkan oleh skenario model dalam periode waktu yang panjang. Dengan demikian, kombinasi antara data sekunder dan data primer ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang akurat dan komprehensif sebagai dasar pengembangan model berbasis sistem dinamik dengan penerapan ITS.

C. Permodelan Sistem

Pada tahapan ini, model mulai disusun dengan menetapkan variabel-variabel menggunakan pendekatan dinamik. Proses pemodelan sistem dimulai dengan mengkonseptualisasikan sistem melalui pembuatan model konseptual yang diilustrasikan melalui diagram kausal loop atau causal loop diagram. Sistem konseptual digunakan untuk menggambarkan simulasi sistem dinamik dengan memperhitungkan komponen serta variabel-variabel yang memengaruhi perilaku sistem. Dari langkah ini, beberapa diagram sebab-akibat akan dihasilkan dan kemudian digabungkan menjadi sistem yang lengkap.

D. Pengolahan Data

Pada tahap ini, dari model kausal yang telah dibuat, model tersebut akan diubah menjadi model sistem dinamik yang dijelaskan melalui diagram stock dan flow. Kemudian, langkah berikutnya adalah menetapkan persamaan untuk setiap variabel, dengan merumuskan model melalui pemahaman dan pengujian konsistensi model untuk memastikan kesesuaian dengan tujuan dan batasan sistem yang telah ditetapkan.

Setelah model dibuat, selanjutnya dilakukan tahap verifikasi. Dalam tahap verifikasi, dilakukan pengecekan terhadap model yang telah dibuat untuk memastikan kesesuaiannya, kejelasan, dan konsistensi persamaan serta satuan sebelum melanjutkan dengan simulasi model sistem awal menggunakan aplikasi vensim.

E. Validasi Model

Validasi bertujuan agar luaran perilaku model dapat dipastikan sudah merepresentasikan kondisi saat ini.

1. Uji Perbandingan Rata-rata (*Mean Comparison),* membandingkan persentase error pada rata-rata dengan menggunakan rumus pada persamaan 1. Model dianggap valid apabila $E_1 \leq 5\%$.

   $$E_1 = \left|\frac{\bar{S}-\bar{A}}{\bar{A}}\right| \quad (1)$$

   Dimana:
   $\bar{S}$ = Nilai Rata-rata Hasil Simulasi
   $\bar{A}$ = Nilai Rata-rata Data
2. Uji Perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance), membandingkan variasi luaran dari simulasi dengan menghitung persentase error pada variasi (E_2) dengan rumus pada Persamaan 2. Model dianggap valid apabila $E_2 \leq 30\%$.

   $$E_2 = \left|\frac{S_s-S_a}{S_a}\right| \quad (2)$$

   Dimana:
   S_s = Standar Deviasi Model
   $\overline{S_a}$ = Standar Deviasi Data

F. Skenario Mode

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini, berikut ini adalah rencana skenario yang akan dilakukan.

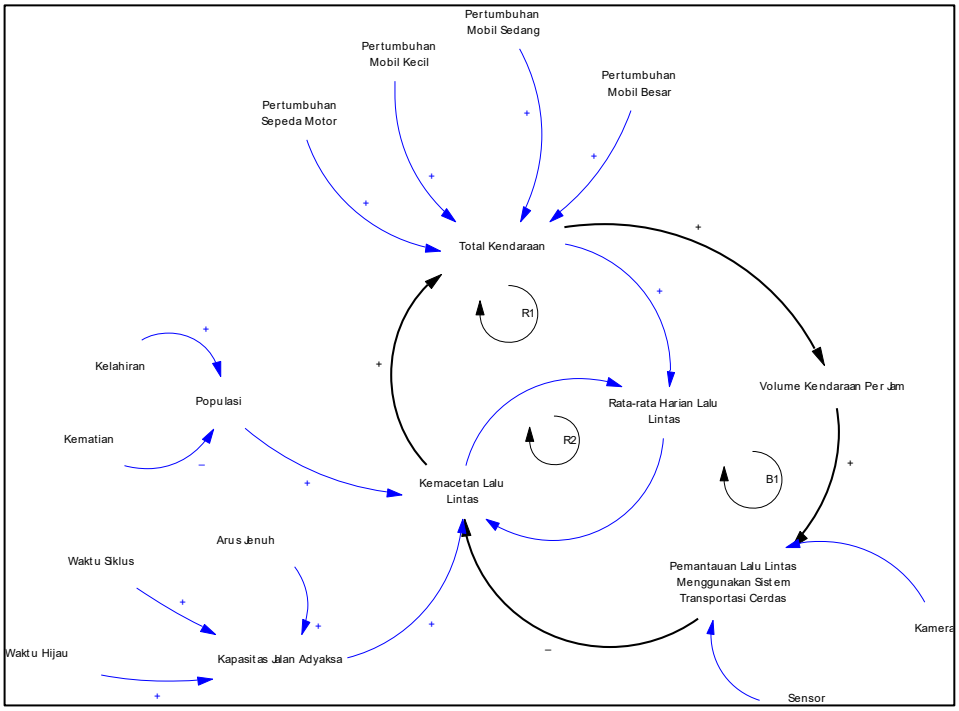
1. Skenario 1 (Analisis Dampak Penerapan ITS terhadap Efisiensi Transportasi): Skenario ini bertujuan untuk memproyeksikan dampak penerapan Intelligent Transportation System (ITS), khususnya teknologi seperti ATCS yang dilengkapi dengan CCTV dan sensor. Analisis dimulai dari kondisi eksisting saat ini, kemudian disimulasikan penerapan ITS dalam sistem transportasi kota. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan indikator efisiensi, seperti waktu tempuh dan tingkat kemacetan. Tujuan utama skenario ini adalah untuk menunjukkan potensi peningkatan efisiensi transportasi melalui pengelolaan lalu lintas yang lebih adaptif dan berbasis teknologi.
2. Skenario 2 (Pengembangan Solusi Kemacetan Berbasis ITS dengan Sistem Dinamik): Skenario ini menggunakan pendekatan sistem dinamik untuk merancang solusi kemacetan di Makassar berbasis ITS. Dimulai dengan identifikasi titik kemacetan dan penyebabnya (volume kendaraan, lampu lalu lintas). Model simulasi dibuat di VENSIM. Skenario ini menganalisis perubahan waktu tempuh/volume lalu lintas akibat dinamika populasi, pertumbuhan kendaraan, dan intervensi ITS.

Data hasil simulasi skenario model yang telah dibuat akan dianalisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap hasil yang diinginkan, pada langkah ini keputusan atau kebijakan terkait dalam penanggulangan kemacetan di kota Makassar dapat ditetapkan untuk mendukung sistem transportasi cerdas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran Umum Model

Model ini dikembangkan untuk menganalisis dampak penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terhadap efisiensi sistem transportasi di Kota Makassar. Model ini dibangun menggunakan pendekatan sistem dinamik dan digambarkan dalam bentuk Causal Loop Diagram (CLD). Diagram ini memuat interaksi dinamis antara Total Kendaraan, Volume Kendaraan per jam, jumlah kendaraan, kemacetan lalu lintas dan penerapan Intelligent Transportation System (ITS).



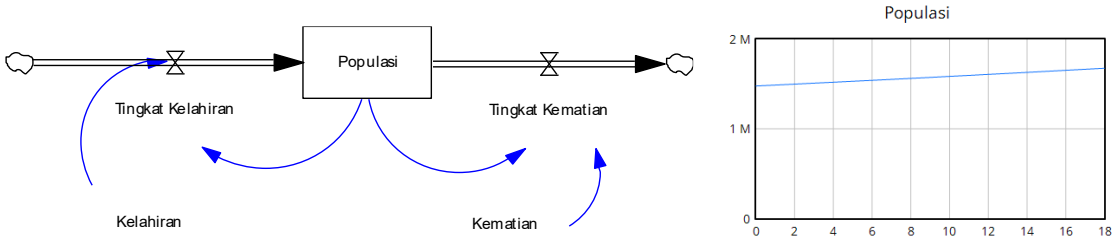
Gambar 2 Ilustrasi Causal Loop Diagram

Causal Loop Diagram (CLD) yang disusun menggambarkan interaksi dinamis antar variabel yang memengaruhi sistem transportasi di Kota Makassar dalam konteks penerapan Intelligent Transportation System (ITS), dengan tiga loop umpan balik utama yang terdiri dari dua reinforcing loop (R1 dan R2) serta satu balancing loop (B1). Loop R1 menunjukkan bagaimana pertumbuhan kendaraan pribadi mendorong peningkatan total kendaraan, yang berujung pada kemacetan dan memicu penambahan kendaraan baru oleh masyarakat, sehingga siklus terus berulang. Loop R2 menggambarkan hubungan penguatan antara kemacetan dan penurunan kecepatan lalu lintas, di mana arus yang tidak lancar semakin memperburuk kemacetan. Sementara itu, loop B1 berperan sebagai penyeimbang melalui pemanfaatan ITS, di mana sistem pemantauan dengan sensor dan kamera digunakan untuk mengatur volume kendaraan dan waktu sinyal lalu lintas secara adaptif, sehingga arus lalu lintas menjadi lebih efisien, kemacetan berkurang, dan sistem kembali menuju kondisi seimbang.

B. Pemodelan Sistem

Makassar, sebagai kota terbesar dan terpadat kelima di Indonesia dengan luas wilayah 175,77 km² atau 0,38 persen dari total wilayah Provinsi Sulawesi Selatan, memiliki posisi strategis pada koordinat 119°24’17”–38” BT dan 5°08’06”–19” LS. Berdasarkan data

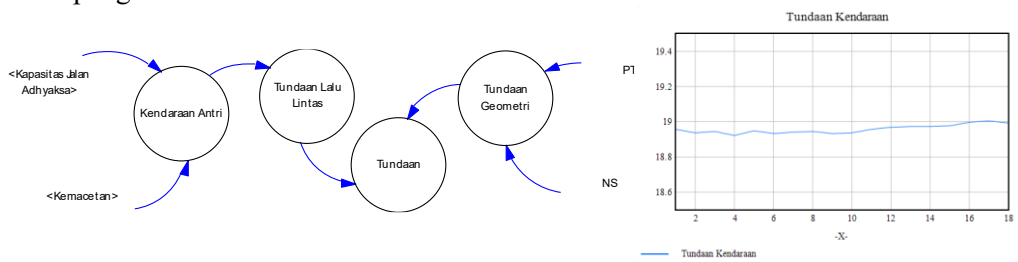
Badan Pusat Statistik (2025), jumlah penduduk Kota Makassar pada tahun 2023 mencapai 1.474.393 jiwa dengan laju pertumbuhan 0,72%, dan pada tahun 2024 meningkat menjadi 1.477.861 jiwa dengan laju pertumbuhan 0,71%. Hasil simulasi model sistem dinamik yang divisualisasikan melalui grafik tingkat kelahiran, populasi, dan tingkat kematian untuk periode Januari 2024 hingga Juni 2025 menunjukkan pertumbuhan penduduk yang stabil, di mana tingkat kelahiran konsisten lebih tinggi dibandingkan tingkat kematian, sehingga populasi mengalami peningkatan secara bertahap dari bulan ke bulan.



Gambar 3 Ilustrasi Sub Model Populasi Kota Makassar (kiri) dan Grafik Populasi Kota Makassar (kanan)

Selain pada sub model populasi penduduk Kota Makassar, perhitungan dalam penelitian ini juga dilakukan dengan cara yang sama pada Sub Model Lalu Lintas Harian Rata-Rata, Sub Model Kapasitas Jalan Simpang Adyaksa, Sub Model Derajat Kejenuhan (Degree of Saturation), Sub Model Panjang Antrian, dan Sub Model Tundaan. Perhitungan ini dilengkapi dengan analisis kinerja simpang berdasarkan pedoman MKJI, yang mencakup penentuan Arus Jenuh Dasar (S_0), perhitungan Faktor Kesesuaian yang meliputi penyesuaian ukuran kota, hambatan samping, kelandaian, parkir, belok kanan, dan belok kiri, sehingga menghasilkan Nilai Arus Jenuh yang Disesuaikan (S). Selanjutnya dihitung Rasio Arus Jenuh (FR) dan Rasio Fase (PR), serta ditentukan Waktu Siklus (c) dan Waktu Hijau (g) untuk mengoptimalkan pengaturan lalu lintas pada simpang yang dianalisis.

Berdasarkan pedoman MKJI (1997), hasil analisis Sub Model Tundaan pada simpang menunjukkan bahwa tundaan lalu lintas rata-rata (DT) yang diakibatkan oleh interaksi pergerakan antarpendekat mencapai 15,005 detik per smp, sedangkan tundaan geometrik rata-rata (DG) yang timbul akibat perlambatan dan percepatan saat menunggu giliran di lampu merah adalah sebesar 4,00 detik per smp. Dengan demikian, tundaan rata-rata total (D) yang merupakan penjumlahan antara DT dan DG diperoleh sebesar 19,005 detik per smp, yang menggambarkan besarnya hambatan waktu yang dialami kendaraan pada simpang tersebut.



Gambar 4 Sub Model Tundaan Kendaraan (kiri) dan Grafik Tundaan Kendaraan (kanan)

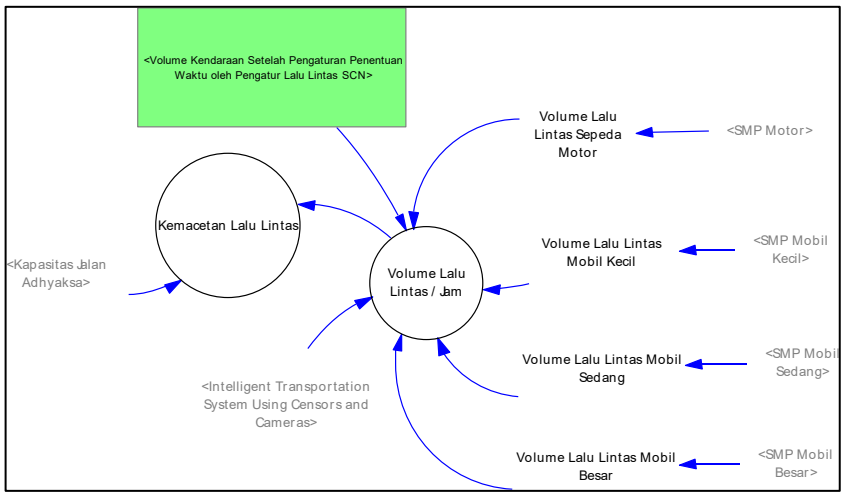
C. Validasi Model

Validasi model dilakukan Untuk memastikan bahwa model yang dibangun dapat menggambarkan sistem yang menjadi subjek penelitian. Validasi ditunjukkan untuk submodel pada data yang digunakan untuk membangun submodel tersebut.

Model LHR menunjukkan hasil yang cukup akurat karena pola pergerakan kendaraan. Meskipun ada sedikit perbedaan angka, tren lalu lintasnya tetap serupa. Ini menunjukkan bahwa model sistem dinamik yang dibuat mampu menggambarkan kondisi lalu lintas cukup baik. Oleh karena itu, model bisa digunakan untuk menilai dampak kebijakan transportasi seperti ITS dalam mengatur arus kendaraan dan mengurangi kemacetan.

D. Pengembangan Skenario

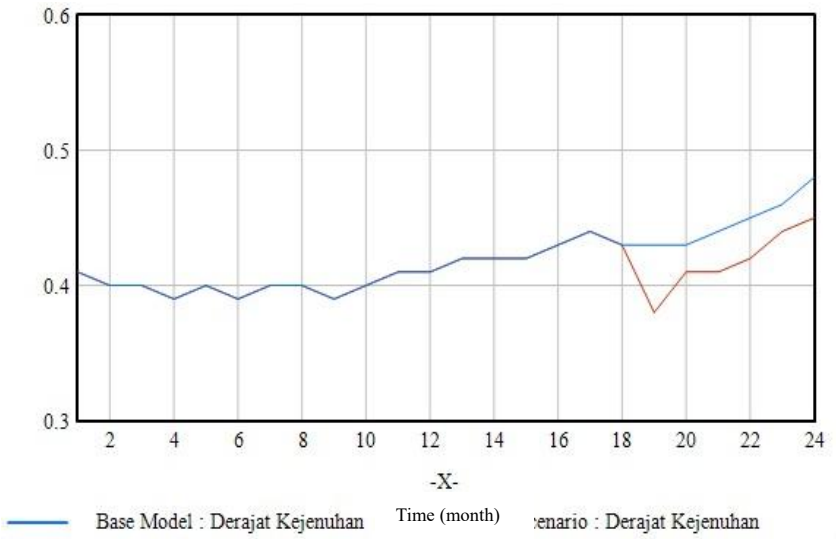
Skenario Rekayasa Lalu lintas dengan cara menyesuaikan lama waktu lalu lintas: lampu hijau akan lebih lama ketika panjang antrian dalam *traffic light* ketika panjang antrian berlebihan. Pengaturan fase ini dilakukan dengan sensor sehingga panjang antrian bisa teratasi dan tidak mengakibatkan kemacetan yang berlebihan.



Gambar 5 Rekayasa Lalu Lintas dengan ITS

Perhitungan untuk mendapatkan presentasi dihitung menggunakan **Persamaan 2**

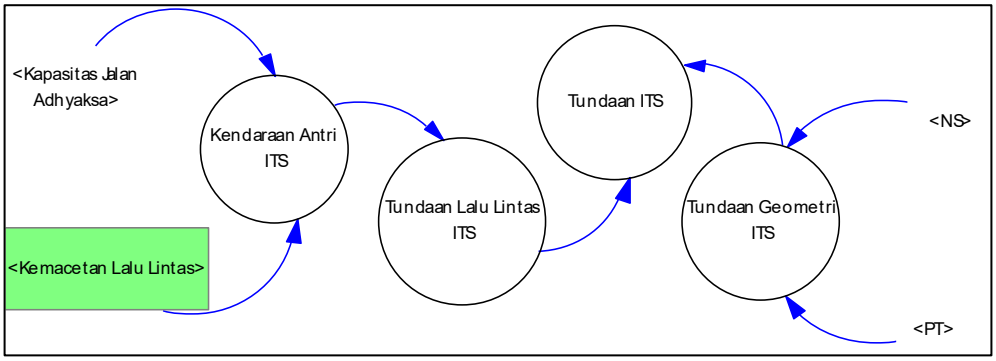
$$\frac{Data\ Model - Data\ Skenario}{Data\ Model}\ x\ 100\% \qquad (2)$$



Gambar 6 Derajat Kejehunan di Simpang Jalan Adyaksa

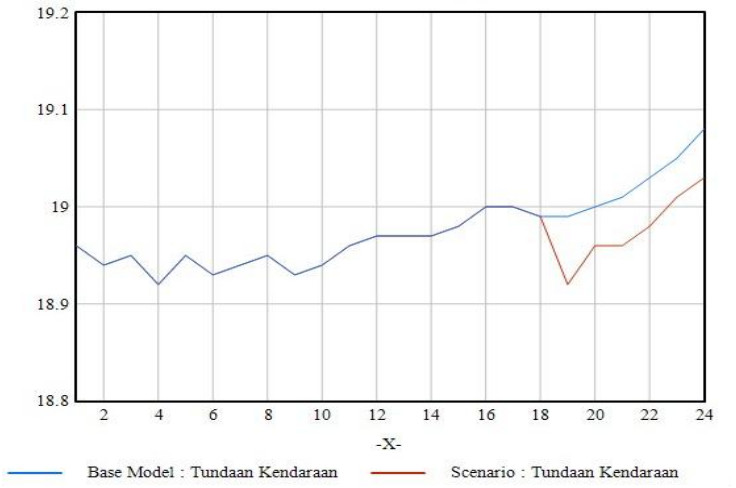
Gambar 6 menunjukkan perbandingan derajat kejenuhan antara kondisi aktual (base model – garis biru) dan kondisi dengan penerapan *Intelligent Transportation System* (ITS) selama 24 bulan. Derajat kejenuhan di sini menggambarkan seberapa besar beban lalu lintas dibandingkan dengan kapasitas jalan yang tersedia.

Pada **Gambar 6** derajat kejenuhan, terlihat bahwa baik base model maupun skenario sudah menunjukkan tingkat kejenuhan yang relatif stabil pada bulan-bulan awal. Namun, mulai bulan ke-18, skenario yang mencerminkan optimalisasi ITS menunjukkan penurunan derajat kejenuhan dibanding base model. Ini menandakan bahwa penguatan fungsi ITS – seperti penyesuaian fase sinyal secara dinamis atau peningkatan informasi lalu lintas secara real-time – mampu mengurangi tekanan lalu lintas dan menjaga agar volume kendaraan tetap proporsional terhadap kapasitas jalan.



Gambar 7 Skenario Tundaan Lalu Lintas

Pada **Gambar 8** tundaan kendaraan, pola yang sama juga tampak. Meskipun perbedaannya tidak terlalu besar, skenario dengan optimalisasi ITS menunjukkan tundaan yang sedikit lebih rendah dibanding base model, terutama setelah bulan ke-18. Ini menunjukkan bahwa peningkatan efektivitas sistem ITS mampu mempercepat aliran kendaraan dan mengurangi waktu berhenti di persimpangan atau ruas padat.



Gambar 8 Tundaan Kendaraan di Simpang Jalan Adyaksa

Secara keseluruhan, hubungan antara kedua grafik menunjukkan bahwa **penguatan ITS** tidak hanya menekan derajat kejenuhan, tetapi juga secara bersamaan menurunkan tundaan kendaraan. Dengan kata lain, sistem ITS yang lebih optimal akan meningkatkan efisiensi transportasi secara menyeluruh, baik dari sisi kapasitas jalan maupun waktu perjalanan pengguna jalan.

Berdasarkan hasil simulasi hingga bulan ke-24, penerapan Intelligent Transportation System (ITS) belum cukup signifikan untuk menurunkan tingkat pelayanan dari C ke B. Meskipun grafik menunjukkan penurunan laju peningkatan tundaan kendaraan, perubahan tersebut masih berada dalam rentang LoS C. Dengan demikian, ITS berhasil menjaga kestabilan sistem transportasi dan mencegah penurunan lebih lanjut ke LoS D atau E. Hal ini menunjukkan bahwa ITS memiliki peran dalam mempertahankan kinerja jaringan jalan, meskipun untuk mencapai peningkatan tingkat pelayanan yang lebih tinggi, diperlukan pendekatan tambahan atau waktu implementasi yang lebih panjang.

E. Pembahasan

Analisis interpretasi hasil bagian dari pembahasan dalam penelitian yang menjelaskan makna atau arti dari hasil yang telah diperoleh, Adapun hasilnya terbagi menjadi 2 yaitu:

a) Pembahasan Komprehensif

Penerapan Intelligent Transportation System (ITS) di Kota Makassar memberikan dampak positif terhadap peningkatan efisiensi sistem transportasi. Hubungan antara kapasitas, derajat kejenuhan, dan tundaan saling terikat. Intelligent Transportation System berfungsi menjaga agar derajat kejenuhan tidak naik terlalu tinggi walaupun kapasitas jalan tidak berubah. Ketika kejenuhan dapat dikendalikan, maka tundaan pun bisa ditekan. Inilah bentuk efisiensi sistem transportasi yang dicapai lewat penerapan Intelligent Transportation System.

Model LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata) juga divalidasi dengan data aktual, dan hasilnya menunjukkan tren yang cukup mirip antara data riil dan hasil simulasi. Hal ini memperkuat bahwa model sistem dinamik yang digunakan menggambarkan kondisi nyata dengan cukup baik.

Secara keseluruhan berdasarkan hasil simulasi hingga bulan ke-24, penerapan Intelligent Transportation System (ITS) belum cukup signifikan untuk menurunkan tingkat pelayanan dari C ke B. Meskipun grafik menunjukkan penurunan laju peningkatan tundaan kendaraan, perubahan tersebut masih berada dalam rentang LoS C (derajat kejenuhan 0,7–0,8). Dengan demikian, ITS berhasil menjaga kestabilan sistem transportasi dan mencegah penurunan lebih lanjut ke LoS D atau E. Hal ini menunjukkan bahwa ITS memiliki peran dalam mempertahankan kinerja jaringan jalan, meskipun untuk mencapai peningkatan tingkat pelayanan yang lebih tinggi, diperlukan pendekatan tambahan atau waktu implementasi yang lebih panjang.

b) Pembahasan Konparatif

Jika dibandingkan dengan penelitian Suryani et al. (2020), penelitian ini memiliki kesamaan dalam hal pendekatan model sistem dinamik untuk menganalisis dampak penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terhadap kemacetan. Suryani et al. berfokus pada skenario penurunan kemacetan melalui ITS dengan menunjukkan bahwa pengaturan lalu lintas yang adaptif dan terintegrasi dapat secara signifikan menurunkan volume kendaraan yang stagnan dan mempercepat pergerakan arus lalu lintas. Penelitian ini juga menunjukkan hal serupa, di mana penerapan ITS sejak awal simulasi berhasil menjaga kestabilan derajat kejenuhan dan menekan tingkat tundaan, meskipun jumlah kendaraan terus meningkat. Namun, perbedaannya terletak pada cakupan wilayah: penelitian Suryani lebih menekankan pada perbandingan berbagai skenario ITS, sedangkan penelitian ini lebih fokus pada efisiensi aktual sistem transportasi Kota Makassar melalui ITS yang konsisten diterapkan sejak awal.

Sementara itu, jika dibandingkan dengan studi Faradibah et al. (2019), terdapat kesamaan dalam hal pengembangan model simulasi sistem dinamik untuk meningkatkan efisiensi transportasi. Faradibah et al. membangun model untuk memperkirakan dampak operasional terhadap efisiensi sistem, termasuk variabel kapasitas dan volume kendaraan. Mereka menekankan pentingnya keseimbangan antara permintaan dan kapasitas jalan agar tidak terjadi lonjakan kemacetan. Penelitian ini menguatkan temuan tersebut, di mana ITS terbukti mampu mengatur volume lalu lintas agar tetap seimbang dengan kapasitas jalan yang tersedia, sehingga derajat kejenuhan dan tundaan dapat diminimalkan.

Dengan demikian, dibandingkan kedua penelitian tersebut, penelitian ini berkontribusi dengan pendekatan yang lebih spesifik pada konteks Kota Makassar serta penerapan ITS secara penuh sejak awal simulasi. Hasilnya menunjukkan bahwa ITS memiliki pengaruh nyata dalam menjaga efisiensi sistem transportasi tanpa memerlukan peningkatan kapasitas fisik jalan, melainkan melalui optimalisasi sistem pengendalian lalu lintas.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian, analisis, dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan Intelligent Transportation System (ITS) terbukti mampu meningkatkan efisiensi sistem transportasi di Kota Makassar. Hal ini terlihat dari hasil simulasi yang menunjukkan penurunan volume lalu lintas dan tingkat kemacetan setelah penerapan ITS, khususnya mulai bulan ke-18, di mana pengaturan lalu lintas menjadi lebih optimal, beban pada simpang berkurang, dan keseimbangan antara volume kendaraan serta kapasitas jalan dapat terjaga. Efisiensi tersebut tercermin dari menurunnya derajat kejenuhan dan stabilnya volume lalu lintas harian pascaintervensi. Selain itu, ITS memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi kemacetan pada ruas-ruas jalan padat melalui pengendalian lalu lintas berbasis teknologi dan pemantauan arus kendaraan secara real-time, sehingga lonjakan volume kendaraan dapat dikendalikan dengan lebih baik. Meskipun sempat terjadi fluktuasi kecil, tren jangka panjang tetap menunjukkan perbaikan kondisi lalu lintas dibandingkan tanpa penerapan ITS, menjadikan ITS sebagai solusi strategis yang efektif untuk mengatasi kemacetan di kota besar seperti Makassar.

5. DAFTAR PUSTAKA

Afkar, Said, L. B., & H, St. M. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Fungsi Transit pada Terminal Metro Makassar Berdasarkan Persepsi Pengguna. Jurnal Flyover, 1(1), 1–11. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.656

Agyapong. F, Ojo. T. K, "Managing traffic congestion in the Accra Central Market, Ghana".Journal of Urban Management. 2018 vol 85–96.

Alifuddin, A., Alifuddin, A., Kasim, M. R., & Maruddin, M. (2024). PERMODELAN EMPAT TAHAPAN DALAM ANALISIS DAMPAK LALU LINTAS KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM MAKASSAR. Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan, 7(1), 1–12. https://doi.org/10.24815/jarsp.v7i1.32267

Alifuddin, A., Kasim, M. R., Gunawan, A. B., & Anies, M. K. (2023). PENDAMPINGAN PENYUSUNAN ANDALALIN CAFE DAN RESTO DI KOTA MAKASSAR. Community Development Journal : Jurnal Pengabdian Masyarakat, 4(2), 3727–3734. https://doi.org/10.31004/CDJ.V4I2.15130

Almakassari, N. D., Israil, & Amiruddin, A. K. (2023). Analisis Kinerja Lalu Lintas Akibat Operasional Rumah Potong Hewan. Jurnal Flyover, 3(2), 129–138. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1674

Anggraeni, D. P., Renatasari, C., Pakpahan, P. A. R., & Wati, S. F. A. (2024). Analisis Peningkatan Jumlah Transportasi Kota Surabaya Menggunakan Sistem Dinamik. KOLONI, 3(2), 237–250. https://doi.org/10.31004/koloni.v3i2.649

Anies, M. K., & Kasim, M. R. (2022). Level of service pedestrian in makassar to support multimodal transportation| International Journal of Innovative Science and Research Technology. International Journal of Innovative Science and Research Technology, 7(3).

https://ijisrt.com/level-of-service-pedestrian-in-makassar-to-support-multimodal-transportation
Badan Pusat Statistik Kota Makassar. (2025). Kota Makassar Dalam Angka 2025. https://makassarkota.bps.go.id/id/publication/2025/02/28
Devia, and Prihanika. 2020. "Implementasi Fasilitas Intelligent Transportation System (ITS) Di Kota Palangka Raya." Media Ilmiah Teknik Sipil 8 (2): 72–78. https://doi.org/10.33084/mits.v8i2.1404.
Dirgantara, M. M., Syaifullah, M. M., Said, L. B., & Syarkawi, M. T. (2023). Analisis Faktor-Faktor dan Identifikasi Titik Kemacetan di Jalan Batua Raya, Kota Makassar. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil, 5(2), 186–196.
Effendy, N., Lukman, A. M., Sulistyaning T.F., E. A., Parawansa, T. I. P., & Ningsih, S. B. (2023). Penggunaan big data transportasi berpotensi meningkatkan efisiensi sistem transportasi kota. Action Research Literate, 7(11), 162. https://arl.ridwaninstitute.co.id/index.php/arl
Faradibah, Amaliah, and Erma Suryani. 2019. "Pengembangan Model Simulasi Sistem Dinamik Untuk Meningkatkan Efisiensi Sistem Operasional Transportasi." ILKOM Jurnal Ilmiah 11 (1): 67–76. https://doi.org/10.33096/ilkom.v11i1.413.67-76.
H, S. M., Basri Said, L., & Adam, M. (2021). Analisis Pengembangan Sistem Angkutan Umum di Jalur Trans Kalimantan Berdasarkan Persepsi Pengguna Terminal Batu Ampar Kota Balikpapan. Jurnal Flyover, 1(1), 50–58. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.661
H, S. M., Basri Said, L., & Adam, M. (2021). Analisis Pengembangan Sistem Angkutan Umum di Jalur Trans Kalimantan Berdasarkan Persepsi Pengguna Terminal Batu Ampar Kota Balikpapan. Jurnal Flyover, 1(1), 50–58. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.661
H, St. M., Said, L. B., & Hajrah. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Persimpangan Jalan di Kota Makassar. Jurnal Flyover, 1(1), 41–49. https://doi.org/10.52103/JFO.V1I1.660
Hafram, S. M., & Putra, W. D. (2025). Pengaruh penerapan teknologi smart traffic management terhadap efisiensi lalu lintas dan emisi karbon. Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, 10(3), Maret
Hamsir, R., Said, L. B., Syarkawi, M. T., & Kasim, M. R. (2024). Kajian Hambatan Samping terhadap Kinerja Ruas pada Kawasan Komersil (Studi Kasus: Jalan Boulevard Kota Makassar). Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN), 7(4), 2252–2261. https://doi.org/10.31004/JUTIN.V7I4.34336
Hariani, M.L., Novriani, S., Rohman, F., & Farhan, O. 2024. The Application Of Intelligent Transportation System (ITS) In Urban Arean Based on Public Preferences. Cirebon Annual Multidiciplinary International Conference (CAMIC).
Hariono, I., H, S. M., & Syarkawi, M. T. (2023). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kepercayaan dan Kepuasan Pengguna Transportasi Berbasis Daring Kota Makassar. Jurnal Flyover, 3(1), 36–44. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1506
Jannah, M., Badaron, F., & Syarkawi, M. T. (2024). Pengaruh Parkir di Badan Jalan Terhadap Kinerja Jalan. Jurnal Flyover, 4(1), 35–45. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2156
Jihad, A., Kadir, H., & SAR, M. (2023). Analisis Kinerja Bukaan Median U – Turn Ruas Jalan Veteran Utara. Jurnal Flyover, 3(2), 60–68. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1530
Junaidi, J., Gani, L, & Noor, A. 2020. Analisis transportasi darat terhadap pertumbuhan ekonomi di Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Ekonomi, 17(
Kurniawan. P.G., Shalikhah. S.Z. 2021. Analisis Permasalahan Transportasi di Perkotaan: Studi Kasus pada Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Jurnal Tana Mana. Vol.2 No.1. https://ojs.staialfurqan.ac.id/jtm/index
Maryam, St., Said, L. B., & Hajrah. (2021). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Persimpangan Jalan di Kota Makassar. Journal Flyover (JFO).https://pascaumi.ac.id/index.php/flyover/article/download/660/715
Marzuki, M. (2023). Analisis Kinerja pada Ruas Jalan Samratulangi dan Jalan M. Supratman Kota Kendari Sulawesi Tenggara. Jurnal Flyover, 3(2), 96–108. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1635
Mulyono, T. 2024. Konsep dan Teori Sistem Jaringan Transportasi, Program Studi D4-Manajemen Pelabuhan dan Logistik Maritim Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
Mustafa, S., Said, L. B., & Hafram, S. M. (2021). Faktor yang Mempengaruhi Kemacetan Lalu Lintas Serta Dampak Sosial Ekonomi Bagi Masyarakat, Jurnal Teknik Sipil MACCA 6, no.3: 236-242, https://doi.org/10.33096/tjsm.v6i3.351.

Naim Darmawan Bachtiar, M., Said, L. B., & Syafey, I. (2025). Analisis Pengaruh Kecenderungan Penggunaan Kendaraan Pribadi Terhadap Kemacetan di Kota Makassar. Jurnal TESLINK : Teknik Sipil Dan Lingkungan, 7(1), 317-327. https://doi.org/10.52005/teslink.v7i1.573

Paisal, A., Massara, A., & Badaron, S. F. (2024). Kajian Pemilihan Moda Transportasi dengan Metode Discrete Choice Model. Jurnal Flyover, 4(1), 46–59. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2157

Pamudi and Erma Suryani. 2018. "Penerapan Sistem Dinamik Dalam Intelligent Transport Systems (ITS) Untuk Meningkatkan Efektifitas, Efisiensi Dan Safety (Study Kasus Dinas Perhubungan Kota Surabaya)." Inform : Jurnal Ilmiah Bidang Teknologi Informasi Dan Komunikasi 3 (1): 19–25. https://doi.org/10.25139/inform.v3i1.570.

Rachman, R. (2023). Kajian Pengaruh Bukaan Median U-Turn Terhadap Kemacetan pada Ruas Jalan Botoambari Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara. Jurnal Flyover, 3(2), 85–95. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I2.1634

Rajput, A. & Jain, M. 2022. "Synergistic Metropolitan Transport-System Dynamics Simulation Model to Evaluate the Implementation of Intelligent Transportation System in Delhi". IEEE 7th International Conference for Convergence in technology (I2CT). Pune, India.

Sahira, D. F., & Megawati, S. (2022). Efektivitas Pengawasan Lalu Lintas Melalui Surabaya Intelligent Transport System (Sits) Di Kota Surabaya. Publika, 895–908

Said, L. B., & Saraswati, R. A. (2025). Optimasi sistem transportasi perkotaan untuk mereduksi kemacetan menggunakan model simulasi lalu lintas. Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia, 10(3), Maret. https://ejournal.syntaxliterate.co.id/index.php/syntax-literate

Said, L. B., Maryam, S. H., & Sriwati. (2019). Pengaruh pertumbuhan kendaraan dan kapasitas jalan terhadap kemacetan di ruas Jalan Perintis Kemerdekaan. FLY OVER, 3(1), Juni. https://doi.org/10.31219/OSF.IO/KPW6E

Said, L. B., Syarkawi, M. T., & Satriawan, K. (2023). Analisis Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Lempake – Sambera Akibat Dampak Pembangunan Bandara Sei Siring Kota Samarinda. Jurnal Flyover, 3(1), 45–50. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1507

Shalihah, F. F., Said, L. B., & Syafei, I. (2021). Analisis Faktor yang Berpengaruh Terhadap Tingkat Pemilikan Kendaraan Bermotor Sebagai Dampak Kemacetan di Kota Makassar. Jurnal Teknik Sipil MACCA, 6(2), 118-125. https://doi.org/10.33096/jtsm.v6i2.336

Silaban. T.M., Nur. S. H., 2023. Implementasi Program Area Traffic Control System (ATCS) Dalam Ketertiban Berlalu Lintas di Kota Medan.Journal of Science and Social Research. VI (1): 179-186.

Sinnen Tanggulungan, F., Maryam, S., & Syafei, I. (2024). Kajian Keberadaan Putaran Median antara Kampus UMI dan Mall Nipah terhadap Kemacetan di Kota Makassar. Jurnal Flyover, 4(1), 155–166. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2174

Suryani, E., Hendrawan, R. A., Syafa'at, F. & Az-zahra, A. (2020). Scenario Model to Reduce Traffic Congestion using Intelligent Transportation Systems. MATTER: International Journal of Science and Technology, 6(2), 54-73.

Suyuti, Rusmadi. 2012. "Implementasi 'Intelligent Transportation System (ITS)' Untuk Mengatasi Kemacetan Lalu Lintas Di DKI Jakarta." Jurnal Konstruksi 3 (2): 13–21.

Syafei, I., Said, L. B., & Adri. (2022). Analisis Persepsi Kepuasan Pengguna Transportasi Udara pada Bandar Udara Sultan Hasanuddin Kota Makassar. Jurnal Flyover, 2(1), 21–28. https://doi.org/10.52103/JFO.V2I1.868

Syafey, I., & Putra, W. D. (2023). Analisis Pengaruh Perilaku Pengendara Pada Kemacetan Dan Alternatif Pengendalian Di Kota Makassar. Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK), 5(1), 2784-2799

Syaifullah, Supardi, S., & Fauziah Badaron, S. (2024). Kajian Lokasi Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. Jurnal Flyover, 4(1), 12–24. https://doi.org/10.52103/JFO.V4I1.2154

Umar, M. F., Said, L. B., & Syafei, I. (2023). Kajian Kinerja dan Solusi Manajemen Penanggulangan Simpang Tak Bersinyal. Jurnal Flyover, 3(1), 11–18. https://doi.org/10.52103/JFO.V3I1.1469

Vermalia, Sofie Egita. 2020. "Dampak Penerapan Surabaya Intelligent Transport System Bagi Warga Surabaya The Impact of the Implementation of the Surabaya Intelligent Transport System for the Residents of Surabaya," no. 2, 146–56.

Younus, Muhammad, Achmad Nurmandi, and Nisaul Hasanah. 2024. "Dynamic Urban Intelligence: A Comprehensive Analysis of the Evolutionary Trajectory of Smart Cities and Transportation Systems." Moderat: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan 10 (1): 1–20.