

ANALISA PENAMBAHAN JALAN LAYANG DI SINGOSARI UNTUK MENGURANGI KEMACETAN DAN MENINGKATKAN KINERJA JALAN

Analysis of Flyover Addition in Singosari to Reduce Traffic Congestion and Improve Road Performance

Mochamad Alif Khula M¹, Agustina Nurul Hidayati.², Ardiyanto M. Gai³
Institut Teknologi Nasional Malang¹²³

Jl. Sigura - Gura No.2, Sumbersari, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur
e-mail*: mochalif085@gmail.com¹, Anhidayati21@gmail.com², ardy_06pl@yahoo.co.id³

ABSTRAK

Kabupaten Malang di Jawa Timur, dengan luas 3.534,86 km² dan populasi 2.703.175 jiwa, berfungsi sebagai pintu masuk utama ke Kota Malang, pusat pendidikan dan pariwisata. Pertumbuhan ekonomi dan mobilitas penduduk sangat bergantung pada infrastruktur jalan, terutama di Jalan Raya Singosari yang sering macet akibat tingginya volume kendaraan dan aktivitas pasar. Penelitian ini meneliti potensi penambahan flyover untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kinerja jalan. Metodologinya mencakup pengumpulan data primer dan sekunder melalui observasi, survei, dan analisis literatur. Analisis data menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif, melibatkan perhitungan kecepatan arus bebas, kapasitas jalan, dan derajat kejenuhan. Hasil menunjukkan penambahan flyover efektif dalam mengurangi kemacetan dan meningkatkan kinerja jalan; kapasitas jalan meningkat dari 3.523,52 SMP/jam menjadi 5.874,08 SMP/jam, derajat kejenuhan turun dari 0,86-0,87 menjadi 0,52, dan tingkat pelayanan naik dari level D ke level A. Kecepatan arus bebas juga meningkat untuk semua jenis kendaraan. Jadi, penambahan flyover di Jalan Singosari memiliki potensi besar untuk mengurangi kemacetan dan meningkatkan kinerja jalan secara signifikan.

Kata Kunci : Jalan Layang, Kapasitas Jalan, Kinerja jalan, Kemacetan

ABSTRACT

Malang Regency in East Java, with an area of 3,534.86 km² and a population of 2,703,175 people, serves as the main gateway to Malang City, a center for education and tourism. Economic growth and population mobility heavily rely on road infrastructure, especially along Singosari Highway, which often gets congested due to high vehicle volume and market activities. This study examines the potential addition of a flyover to reduce congestion and improve road performance. The methodology includes collecting primary and secondary data through observation, surveys, and literature analysis. Data analysis uses a quantitative descriptive approach, involving calculations of free flow speed, road capacity and degree of saturation. The results show that the addition of flyovers is effective in reducing congestion and improving road performance; Road capacity increased from 3,523.52 SMP/hour to 5,874.08 SMP/hour, the degree of saturation decreased from 0.86-0.87 to 0.52, and the level of service increased from level D to level A. Free flow speed also increased for all types of vehicles. So, the addition of a flyover on road Singosari has great potential to reduce congestion and significantly improve road performance

Keywords : Flyovers, Road Capacity, Road Performance, Congestion.

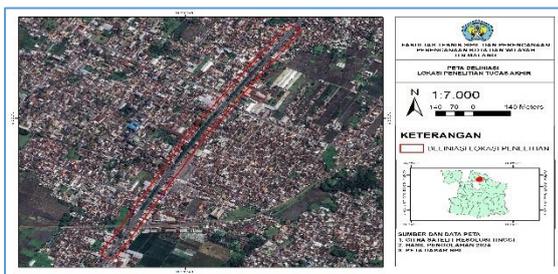
1. PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah dan kota di Indonesia dipengaruhi oleh faktor historis, sosial, ekonomi, serta politik. Kota-kota besar tumbuh karena aktivitas ekonomi dan sosial yang meningkat. Transportasi penting dalam mengatasi tantangan pembangunan daerah, dengan setiap moda transportasi memiliki keunggulan masing-masing. Kemacetan lalu lintas merupakan salah satu masalah transportasi yang sering terjadi di berbagai kota besar di Indonesia akibat dari perkembangan wilayah dan kota, termasuk di Singosari. Kemacetan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor seperti pertumbuhan jumlah kendaraan yang tidak seimbang dengan pertumbuhan infrastruktur jalan, kurangnya pengaturan lalu lintas yang

baik, serta tingginya tingkat kepadatan penduduk di sekitar ruas jalan. Kemacetan lalu lintas tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi akibat waktu yang terbuang, namun juga berdampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Kemacetan lalu lintas biasanya terjadi pada saat-saat peak hour. Menurut (Lili Anggraini, Hamzani, Zulfhazli:2015), faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan adalah faktor jalan seperti lebar lajur, bahu jalan, keberadaan median, permukaan jalan, kebebasan lateral, dan trotoar, dan factor lalu lintasnya seperti volume, komposisi lalu lintas, gangguan lalu lintas, gangguan samping, dan lain sebagainya, faktor-faktor tersebut berperan penting dalam melayani arus lalu-lintas.

Kabupaten Malang adalah salah satu Kabupaten di Indonesia yang terletak di Provinsi Jawa Timur dan merupakan Kabupaten kedua yang terluas wilayahnya. Hal ini didukung dengan luas wilayahnya 3.534,86 km² atau sama dengan 353.486 ha dan jumlah penduduknya 2.703.175 jiwa (BPS tahun 2024). Kabupaten Malang adalah gerbang masuk ke Kota Malang yang terkenal sebagai pusat pendidikan, pelajar, dan pariwisata. Untuk meningkatkan mobilitas dan pertumbuhan ekonomi penduduknya, pengoptimalan infrastruktur, khususnya jalan, sangat penting. Contohnya adalah jalan raya Singosari yang termasuk jalan nasional dan arteri primer. (Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 188/210/KPTS/013/2023). Pertumbuhan ekonomi di jalan raya Malang - Surabaya juga mempengaruhi arus lalu lintas di Kabupaten Malang dan kabupaten Pasuruan. Kemacetan yang terjadi di wilayah Singosari disebabkan karena kapasitas jalan dilewati oleh kendaraan yang begitu besar dan banyak dalam waktu yang sama sehingga adanya perlambatan arus lalu lintas. Juga karena terdapat aktivitas pasar dan adanya palang pintu kereta api sehingga menyebabkan kemacetan dan risiko kecelakaan yang ada pada wilayah di dekatnya. Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang ditulis oleh (Suryadi, 2019). Dan (Yulianto, 2017),



Peta 1 Peta Delineasi Lokasi Penelitian
Sumber : Hasil Analisa 2024

Karakteristik ruas jalan raya Singosari memiliki kelas hambatan samping yang rendah dan mempunyai volume kendaraan yang cukup tinggi. Studi yang dilakukan oleh Siswanto (2018) menunjukkan bahwa kemacetan lalu lintas di Singosari disebabkan oleh tingginya volume kendaraan yang melebihi kapasitas jalan, kurangnya koordinasi antara pihak terkait dalam pengaturan lalu lintas, serta minimnya penerapan teknologi informasi dalam pengelolaan lalu lintas. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Susanto (2019) juga menunjukkan bahwa tingginya tingkat kepadatan penduduk di sekitar ruas jalan raya Singosari turut berkontribusi terhadap kemacetan lalu lintas yang terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi penambahan jalan layang di ruas jalan Singosari guna mengurangi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan kinerja jalan. Ruas jalan Singosari merupakan salah satu ruas jalan utama yang menghubungkan Kota Malang dengan Kota Surabaya, dua kota terbesar di Jawa Timur. Namun, ruas jalan ini sering mengalami kemacetan lalu lintas yang cukup parah, terutama pada jam-jam sibuk.

Dalam konteks ini, penambahan jalan layang di ruas jalan Singosari dianggap sebagai salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi kemacetan lalu lintas dan meningkatkan kinerja jalan. Jalan layang dapat memisahkan arus lalu lintas antara kendaraan yang melintas dari Kota Malang ke Kota Surabaya dan sebaliknya, sehingga dapat mengurangi gesekan antar kendaraan dan mempercepat laju kendaraan. Dengan

adanya permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari penambahan flyover di jalan raya Singosari terhadap kinerja jalan dan tingkat kemacetan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kebijakan pengelolaan lalu lintas yang lebih efektif dan efisien di Singosari.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Transportasi

Nasution (2008) memandang transportasi sebagai pemindahan barang dan manusia dari tempat asal ke tempat tujuan, menciptakan jalur komunikasi yang penting dalam menghubungkan berbagai wilayah.

Widari (2010) menyatakan bahwa transportasi adalah proses pergerakan manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan bantuan manusia atau mesin, memungkinkan pencapaian tujuan dengan waktu dan biaya yang optimal.

UU Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan mendefinisikan transportasi sebagai perpindahan orang dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain menggunakan kendaraan di ruang lalu lintas jalan.

Menurut Ardiansyah (2015) definisi transportasi adalah kegiatan pemindahan barang (muatan) dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain.

Sehingga berdasarkan pengertian diatas transportasi adalah sistem atau proses yang memungkinkan perpindahan barang dan manusia melalui berbagai moda, seperti darat, laut, dan udara. Konsep ini melibatkan efisiensi, kenyamanan, keselamatan, dan dampak lingkungan. Perencanaan dan manajemen transportasi penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat, dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Sistem transportasi terdiri dari prasarana (jalan dan terminal), sarana (kendaraan), dan sistem pengoperasian yang mengkoordinasikan keduanya. Sistem transportasi juga dipengaruhi oleh kelembagaan dan terhubung dengan sistem lingkungan sosial, ekonomi, budaya, hankam, politik di tingkat lokal, kota, regional, nasional, dan internasional.

2.2 Jalan

Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 mendefinisikan jalan sebagai adalah 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

Menurut Abdul Wahab (2009), Jalan raya adalah sarana transportasi yang berperan penting dalam berbagai aktivitas masyarakat di suatu daerah baik perkotaan maupun pedesaan. Dan merupakan salah satu prasarana penting dalam melayani pergerakan orang dan barang. Infrastruktur jalan berkualitas akan memperlancar distribusi angkutan barang yang selanjutnya mampu meningkatkan daya saing suatu negara.

Buku Pedoman Kapasitas Jalan Di Indonesia Tahun 2014 (PKJI) Karakteristik utama jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan ada lima yaitu geometrik jalan, komposisi arus lalu lintas dan pemisah arah, pengaturan lalu lintas, aktivitas samping jalan dan perilaku pengemudi.

Berdasarkan pengertian jalan menurut para ahli diatas jalan sebagai fasilitas transportasi yang dirancang untuk dilalui oleh kendaraan, pejalan kaki, atau hewan pengangkut. Jalan raya memiliki peran penting dalam aktivitas masyarakat di perkotaan maupun pedesaan serta dalam distribusi barang dan jasa. Karakteristik utama suatu jalan yang mempengaruhi kapasitas dan kinerja jalan terdiri dari geometrik jalan, komposisi arus lalu lintas, pengaturan lalu lintas, aktivitas samping jalan, dan perilaku pengemudi.

2.3 Kapasitas Jalan

Kapasitas Jalan (Highway Capacity Manual, Washington, 2000) Sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik pada jalan bebas hambatan yang dapat dipertahankan persatuan jam dalam kondisi yang berlaku. Untuk jalan bebas hambatan tak terbagi, kapasitas adalah arus maksimum dua-arah (kombinasi kedua arah), untuk jalan bebas hambatan terbagi kapasitas adalah arus maksimum per lajur.

Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas jalan dasar yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang merepresentasikan perbedaan geometri jalan dan lalu lintas terhadap kondisi idealnya. Perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan untuk setiap arah berdasarkan arus lalu lintas setiap arah dan dilakukan untuk periode satu jam, baik jam desain maupun jam arus puncak. Kapasitas jalan tergantung dari karakteristik jalan yang terdiri dari (PKJI 2014):

1. Kondisi Geometri Jalan: Meliputi tipe jalan, lebar jalur, keberadaan kereb, bahu jalan, median, dan alignment jalan.
2. Komposisi Arus dan Pemisahan Arah: Komposisi arus memengaruhi hubungan antara kecepatan dan arus lalu lintas, terutama jika arus tidak seimbang antar arah.
3. Pengaturan Lalu Lintas: Pembatasan parkir, akses kendaraan tertentu, dan manajemen lalu lintas memengaruhi kapasitas.
4. Hambatan Samping: Aktivitas seperti pejalan kaki, kendaraan berhenti, atau kendaraan lambat di sekitar jalan memengaruhi kapasitas. Tingkatan hambatan samping dikategorikan dari sangat rendah hingga sangat tinggi.
5. Perilaku Pengemudi dan Populasi Kendaraan: Faktor seperti perilaku pengemudi, usia kendaraan, dan komposisi kendaraan memengaruhi kapasitas. Kota kecil cenderung memiliki perilaku pengemudi yang kurang gesit dan kapasitas jalan yang lebih rendah dibandingkan kota besar.

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas jalan yang berlaku dan dipakai sesuai dengan kondisi jalan-jalan di Indonesia adalah menurut petunjuk yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 sebagai berikut:

$$C = C_0 \times FCL \times FCPA \times FCHS$$

Yang mana

- C = Kapasitas (smp/jam)
- C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam; tabel)
- FCL = adalah faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur jalan yang tidak ideal.
- FCPA = adalah faktor koreksi kapasitas akibat pemisahan arah arus lalu lintas
- FCHS = adalah faktor koreksi kapasitas akibat adanya hambatan samping dan ukuran bahu jalan yang tidak ideal.

2.4 Tingkat Pelayanan Jalan

Tingkat Pelayanan jalan merupakan kondisi gabungan yang ditunjukkan dari hubungan antara volume kendaraan dibagi kapasitas dan kecepatan. Perilaku lalu lintas diwakili oleh tingkat pelayanan yaitu secara kualitatif yang mencerminkan persepsi pengemudi tentang kualitas mengendarai (Tamin, 2002).

Tingkat pelayanan (level of Service) adalah ukuran kinerja ruas jalan atau simpang jalan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, kecepatan, kepadatan dan hambatan yang terjadi. Tingkat pelayanan dikategorikan dari yang terbaik (A) sampai yang terburuk (tingkat pelayanan F). Untuk Tabel Nya bisa dilihat dibawah ini

Tabel 1 Tingkat Pelayanan Jalan

V / C Rasio	Tingkat Pelayanan jalan	Keterangan
< 0,60	A	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki
0,60 - 0,70	B	Arus Stabil, kecepatan sedikit terbatas Oleh lalu-lintas pengemudi masih dapat kebebasan dalam memilih kecepatan
0,70 - 0,80	C	Arus Stabil, kecepatan dapat dikontrol Oleh lalu-lintas
0,80 - 0,90	D	Arus mulai tidak: Stabil, kecepatan rendah
0,90 - 1,00	E	Arus tidak Stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda volume mendekati kapasitas
> 1,00	F	Arus yang terhambat, kecepatan rendah, volume melebihi kapasitas, terjadi kemacetan pada waktu yang lama.

Sumber: PKJI 2014

2.5 Kemacetan

Menurut Margareth, dkk (2015) Kemacetan adalah turunnya tingkat kelancaran arus lalu lintas pada jalan yang ada, dan sangat mempengaruhi para pelaku perjalanan, baik yang menggunakan angkutan umum maupun angkutan pribadi, hal ini berdampak pada ketidaknyamanan serta menambah waktu perjalanan bagi pelaku perjalanan.

Menurut (Lubis Aulia Yusuf, 2016), kemacetan adalah kondisi kendaraan yang sangat banyak sehingga terjadi penumpukan yang dikarenakan kapasitas jalan tidak sesuai dengan jumlah kendaraan

Pengertian kemacetan menurut (Gito Sugiyanto, 2017) merupakan kondisi tersendatnya atau berhentinya lalu lintas yang dikarenakan oleh jumlah kendaraan yang terlalu banyak dan melebihi kapasitas jalan yang tersedia.

Berdasarkan pengertian para ahli diatas Kemacetan adalah keadaan di mana arus lalu lintas melebihi kapasitas jalan yang direncanakan, menyebabkan kecepatan mendekati 0 km/jam dan antrian panjang. Kemacetan terjadi ketika lalu lintas terlalu besar dan kendaraan terhalang, menyebabkan kemacetan lalu lintas total. Kemacetan menyebabkan turunnya tingkat kelancaran arus lalu lintas, berdampak pada ketidaknyamanan dan waktu perjalanan yang lebih lama. Kemacetan disebabkan oleh jumlah kendaraan yang melebihi kapasitas jalan yang tersedia

2.6 Jalan Layang

Jalan layang, dalam konteks rekayasa lalu lintas dan prasarana transportasi, merujuk pada struktur infrastruktur yang dibangun di atas ketinggian tertentu untuk memungkinkan kendaraan melintas tanpa terikat dengan persimpangan jalan di permukaan tanah. Struktur ini digunakan untuk menyeberangi hambatan seperti sungai,

lembah, atau rel kereta api (Allawy, 2018). Jalan layang memainkan peran penting dalam optimalisasi ruang urban yang padat, terutama di wilayah-wilayah di mana penambahan lajur konvensional tidak memungkinkan akibat keterbatasan ruang akibat bangunan yang telah ada secara permanen (Sucipto, 2016). Dengan demikian, flyover atau overpass merupakan solusi krusial dalam mengatasi keterbatasan ruang pada infrastruktur transportasi di daerah perkotaan yang telah berkembang pesat.

Keberadaan jalan layang terutama difokuskan pada perbaikan efisiensi lalu lintas dengan mengurangi konflik di persimpangan. Flyover dibangun untuk memungkinkan jalur lalu lintas yang berkelanjutan, sehingga dapat mempersingkat waktu perjalanan dan mengurangi kemacetan. Selain itu, struktur ini diimplementasikan sebagai bagian dari strategi untuk mengatasi hambatan lalu lintas yang sering terjadi di kawasan kumuh atau lahan yang sulit, dimana pengembangan jalan raya konvensional tidak dapat dilaksanakan dengan mudah (Ramadhan, 2015). Oleh karenanya, konsep jalan layang sering kali dipadukan dengan desain estetika dan pertimbangan teknis yang holistik untuk memastikan integrasi yang harmonis dalam tatanan kota. Implikasi dari desain dan pembangunan jalan layang juga mencakup berbagai aspek teknis dan estetika arsitektural. Dalam perancangan jembatan modern, kebutuhan transportasi digabungkan dengan spesifikasi teknis yang harus dipertimbangkan dengan cermat, termasuk ketahanan struktur dan penekanan pada elemen estetis guna menjaga nilai arsitektur kota (Allawy, 2018). Penghubung yang dibentuk oleh jalan layang memberikan solusi praktis untuk mengatasi perbedaan elevasi dan hambatan fisik dengan mempertimbangkan penggunaan ruang secara maksimal.

Berdasarkan pengertian di atas jalan layang adalah Jalan layang adalah jalan yang dibangun guna mengatasi hambatan dan konflik di persimpangan digunakan untuk menyeberangi sungai, lembah, rel kereta api, jalan, atau bangunan lain di ketinggian berbeda. Proses perancangan jembatan modern di perkotaan memperhatikan kebutuhan transportasi, persyaratan teknis, dan estetika arsitektural. Fly over atau jalan layang dibangun di atas area dengan persimpangan terbatas, tidak memungkinkan penambahan lajur jalan. Flyover mempersingkat waktu perjalanan sebagai jalan opsi pemotong bebas hambatan

2.7 Pengaruh jalan Layang Pada Lalu Lintas

Fenomena jalan layang tidak hanya berhubungan dengan kapasitas lalu lintas tetapi juga dengan aspek lingkungan dan ruang kota. Ariansyah, Sugiarto, dan Saleh (2017), dalam studi mereka, menyebutkan bahwa jalan layang berperan penting dalam memperbaiki kualitas lalu lintas dengan mengurangi interaksi konflik di persimpangan yang kerap menyebabkan kemacetan. Hal ini menjadi penting terutama di daerah-daerah yang memiliki pertumbuhan kendaraan yang pesat serta keterbatasan ruang untuk pengembangan jalan horizontal. Efek lain yang tidak boleh diabaikan adalah potensi jalan layang untuk mengurangi polusi udara akibat kemacetan yang berkurang.

Selain itu, analisis dampak kinerja jalan juga menunjukkan bahwa adanya jalan layang memberikan efek yang signifikan terhadap performa lalu lintas secara keseluruhan. Fauzi dan Widyastuti (2018) menunjukkan bahwa setelah pembangunan jalan layang, terjadi perbaikan signifikan pada kecepatan rata-rata kendaraan

dan penurunan waktu tempuh. Hal ini secara langsung berkaitan dengan peningkatan efisiensi operasional dan kenyamanan pengguna jalan. Jalan layang, dengan demikian, menjadi sebuah strategi yang efektif dalam manajemen lalu lintas perkotaan yang kompleks (Riwanto, 2022).

Penelitian lebih lanjut juga menyoroti pentingnya perencanaan dan evaluasi yang tepat sebelum dan sesudah pembangunan jalan layang untuk memastikan bahwa tujuan utama, yaitu peningkatan kinerja lalu lintas dan pengurangan kemacetan, dapat tercapai. Implementasi perencanaan yang baik termasuk analisis dampak lalu lintas, pemantauan, dan penyesuaian desain infrastruktur yang berkelanjutan. Sebagai contoh, studi kasus pada Tol Layang Mohammed Bin Zayed (MBZ) menunjukkan bahwa pendekatan menyeluruh dalam perencanaan dan evaluasi dapat memberikan dampak positif yang berarti bagi pengelolaan kemacetan lalu lintas di daerah tol tersebut (Riwanto, 2022).

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah jenis penelitian yang menganalisis data dengan menggambarkan informasi yang dikumpulkan. Menurut Sugiyono (2019), Deskriptif kuantitatif, yaitu konsisten dengan variabel penelitian, fokus pada permasalahan aktual dan fenomena yang sedang terjadi, serta menyajikan hasil penelitian dalam bentuk angka-angka yang bermakna.

3.1 Metode Pengumpulan Data

Metode Pengumpulan data primer merupakan langkah penting dalam penelitian ini. Penelitian ini melibatkan pengumpulan data langsung di lapangan untuk mendapatkan informasi aktual lokasi penelitian Menurut Sugiyono (2018), pengumpulan data primer adalah suatu pengumpulan data yang bersumber secara langsung pada pengumpul data. Dimana data yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau suatu tempat objek penelitian tersebut. Dalam penelitian ini objek tersebut adalah kondisi lalu lintas, karakteristik ruas jalan singosari, dan kondisi aktivitas di samping ruas jalan singosari. Maka metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi atau pengamatan langsung dilapangan dan dokumentasi.

Metode Pengumpulan Data sekunder merupakan pendekatan Mencari dan mengumpulkan data yang bersumber dari internet dan hasil-hasil literatur untuk dikaitkan dengan penelitian. Agar dapat memperkaya pengetahuan lebih tentang penelitian ini melibatkan pengumpulan dan analisis data yang telah ada, yang mungkin termasuk data statistik, laporan penelitian sebelumnya, dan hasil survei yang telah dilakukan. Dalam penelitian ini survei sekunder dapat memberikan wawasan tentang pola lalu lintas, kecelakaan, dan masalah kemacetan yang ada.

3.2 Metode Analisa Data

Metode analisis data adalah suatu proses untuk memproses data penelitian dengan tujuan mencapai sebuah tujuan. Metode ini mencakup mencari, mengorganisir, dan menyusun data dari wawancara, lapangan, catatan, observasi, dan dokumentasi menjadi kategori, melakukan sintesa, mengidentifikasi pola, dan menarik kesimpulan yang mudah dipahami. (Sugiyono, 2018). Sedangkan menurut (Moleong, 2011), analisis data

adalah proses mengorganisir dan mengurutkan data ke dalam pola, kategori, dan satuan uraian untuk menemukan tema dan merumuskan hipotesis kerja. Dalam metode kuantitatif, analisis data dilakukan saat pengumpulan data. Analisis data kualitatif dilakukan secara interaktif dan terus-menerus, sehingga datanya menjadi jenuh. (Miles & Huberman dalam Sugiyono, 2018).

A. Analisis Deskriptif Kualitatif

Analisis deskriptif kuantitatif adalah pendekatan statistik untuk merangkum, mengorganisir, dan menyajikan data dalam bentuk yang sederhana dan mudah dipahami. Penelitian deskriptif bertujuan untuk menyelidiki keadaan, kondisi, atau hal lain yang telah disebutkan, dan hasilnya dipaparkan dalam laporan dengan fokus pada data numerik, (Arikunto 2019). analisis deskriptif kuantitatif membantu menggambarkan pola dan karakteristik tertentu pada suatu ruas jalan. Jadi, metode ini sangat relevan dalam memahami kinerja dan kondisi suatu jalan secara lebih mendetail.

B. Analisis Volume Lalu Lintas

Analisa volume lalu lintas adalah proses pengumpulan dan evaluasi data mengenai jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan dalam jangka waktu tertentu. Volume lalu lintas biasanya diukur dalam satuan kendaraan per jam (smp/jam) dan digunakan untuk menilai kinerja dan kapasitas jalan

C. Analisis Kinerja Jalan

Analisis kinerja jalan adalah evaluasi efisiensi dan efektivitas penggunaan jalan dengan menggunakan Derajat Kejenuhan (DS). DS adalah rasio volume lalu lintas (V) dan kapasitas jalan (C) menurut (Ali Alhadar .2011, dan Angelina Indri 2016). Prinsip dasar analisis kinerja jalan adalah metode untuk menggambarkan dan mendeskripsikan kondisi ruas jalan dengan menggunakan angka, grafik dan tabel. Dengan mengumpulkan data seperti jenis jalan, geometri, arus dan volume kendaraan, survey lalu lintas, hambatan samping, dan ukuran kota, kapasitas jalan dan derajat kejenuhan dapat dihitung menggunakan persamaan dan rumus kapasitas jalan yang sudah dijabarkan di bab sebelumnya. Tujuan utama dari analisa kinerja jalan adalah untuk mengevaluasi kondisi lalu lintas ruas jalan singosari saat ini dan menentukan faktor-faktor yang menyebabkan kemacetan. Analisis ini membantu dalam mengidentifikasi tingkat pelayanan jalan dan derajat kejenuhan, yang merupakan indikator penting dari kinerja jalan. Analisa kinerja ruas jalan harus melewati beberapa tahap yaitu

1. Menghitung kecepatan arus bebas dasar

Kecepatan arus bebas (FV) adalah kecepatan kendaraan pada tingkat arus nol, yaitu kecepatan kendaraan yang tidak dipergunakan oleh kendaraan lainnya (PKJI, 2014). Persamaan untuk penentuan kecepatan arus bebas memiliki bentuk umum sebagai berikut

$$V_{B,MP} = (V_{B,D,MP} + V_{B,L,MP}) \times F_{V,B,HS} \times F_{V,B,KFJ}$$

$V_{B,MP}$ adalah kecepatan arus bebas berdasarkan jenis kendaraan pada kondisi lapangan, km/jam.

$V_{B,D,MP}$ adalah arus bebas dasar berdasarkan jenis kendaraan yang nilainya dapat diperoleh tabel dibawah

$V_{B,L,MP}$ adalah koreksi kecepatan arus bebas MP akibat lebar lajur km/jam.

$F_{V,B,HS}$ adalah faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat hambatan samping dan lebar bahu

$F_{V,B,KFJ}$ adalah faktor koreksi kecepatan arus bebas MP akibat kelas fungsi jalan dan guna lahan

2. Menghitung kapasitas Ruas Jalan

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas jalan yang berlaku dan dipakai sesuai dengan kondisi jalan-jalan di Indonesia adalah menurut petunjuk yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 sebagai berikut:

$$C = C_0 \times F_{C,L} \times F_{C,P,A} \times F_{C,H,S}$$

Yang mana

C = Kapasitas (smp/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam; tabel)

$F_{C,L}$ = adalah faktor koreksi kapasitas akibat lebar lajur jalan yang tidak ideal.

$F_{C,P,A}$ = adalah faktor koreksi kapasitas akibat pemisahan arah arus lalu lintas

$F_{C,H,S}$ = adalah faktor koreksi kapasitas akibat adanya hambatan samping dan ukuran bahu jalan yang tidak ideal

3. Menghitung Derajat Kejenuhan

Persamaan dasar untuk menentukan kapasitas jalan yang berlaku dan dipakai sesuai dengan kondisi jalan-jalan di Indonesia adalah menurut petunjuk yang dikeluarkan oleh Dirjen Bina Marga dalam Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014 sebagai berikut

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

Yang Mana

D_j = Derajat Kejenuhan

C = Kapasitas Dasar (SMP/jam)

Q = Volume Lalu Lintas (SMP/jam)

4. HASIL & PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Ruas Jalan Saat Ini

1. Kondisi Geometrik Ruas Jalan Singosari

Kondisi geometrik ruas jalan Singosari merujuk pada karakteristik fisik jalan tersebut, seperti bentuk, ukuran, dan elemen-elemen yang membentuknya. Berdasarkan hasil survei yang sudah peneliti lakukan. Kondisi geometrik ruas jalan Singosari akan dibagi menjadi 6 segmen untuk pembagiannya sebagai berikut



Peta 2 Peta Pembagian Segmen Kondisi Geometrik

.Sumber : Hasil Analisa 2024

Segmen 1 dan 6 jalan memiliki lebar total 12 meter, terdiri dari dua lajur kendaraan di masing-masing arah, dengan lebar 6 meter per arah. Terdapat bahu jalan selebar 2 meter dan median 1,5 meter untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas. Namun, segmen ini tidak dilengkapi trotoar, sehingga tidak ada ruang untuk pejalan kaki. Tipe jalan ini adalah 4/2 Terbagi, yang menandakan adanya pemisahan fisik antara arus lalu lintas yang berlawanan.

Segmen 2 sampai 5 jalan memiliki lebar total 16 meter, terdiri dari dua lajur kendaraan di masing-masing

arah, dengan lebar 8 meter per arah. Tidak Terdapat bahu jala, dan median 1,5 meter untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas, Segmen ini dilengkapi trotoar selebar 2 Meter, sehingga ada ruang untuk pejalan kaki. Tipe jalan ini adalah 4/2 Terbagi, yang menandakan adanya pemisahan fisik antara arus lalu lintas yang berlawanan.

2. Kondisi Sekitar Ruas Jalan Singosari

Untuk Kondisi Sekitar Ruas Jalan Singosari bisa dilihat di peta dibawah ini



Peta 2 Peta Kondisi Sekitar Jalan
Sumber : Hasil Analisa 2024

Ruas jalan di Singosari, Kecamatan Singosari yang terletak di Kabupaten Malang, dilewati ruas jalan utama yang merupakan jalur arteri penting yang menghubungkan Surabaya dan Malang, hal ini membuat perkembangan wilayah yang pesat. Rata-rata, di samping kiri - kanan Ruas jalan Singosari dipenuhi oleh deretan rumah, Selain itu, terdapat pertokoan yang berjejer menambah kesibukan dan keramaian, dengan berbagai jenis usaha dari toko kelontong hingga outlet - outlet besar, yang melayani kebutuhan sehari-hari warga serta menarik pengunjung dari luar daerah. Selain dari pertokoan dan rumah juga terdapat beberapa Tempat kegiatan yang berada dekat dengan ruas jalan Singosari Seperti PT nasional Jawa kulit, Gereja Pantekosta Indonesia Singosari, PT Astana inti mitra, Bank BCA Singosari, Meteor Cell, PT Mahardika Usaha, Citra Swalayan, Bank BRI Singosari, SDN Pagentan 1 dan 5 Singosari, UPT Dinas Bina Marga Kecamatan Singosari, Kawedanan Singosari, Pasar Singosari, Samsat keliling Singosari Dan juga stasiun kereta api Singosari.

3. Penggunaan lahan Sekitar Ruas Jalan Singosari

Untuk penggunaan lahan sendiri di sekitar wilayah penelitian bisa di lihat dipeta dibawah ini berikut ini adalah rincian luasan dan persentase penggunaan lahan di sekitar wilayah penelitian yang dimasukkan di peta dibawah ini.



Peta 3 Peta Penggunaan Lahan Sekitar
Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan data penggunaan lahan diatas dengan total luas 244 hektar, dapat dilihat bahwa lahan pemukiman mendominasi kawasan tersebut dengan luas sebesar 174 hektar atau 71,31% dari total penggunaan lahan. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah digunakan untuk tempat tinggal, mencerminkan kawasan yang padat penduduk atau berfokus pada pengembangan perumahan. Sawah juga mengambil bagian yang signifikan dengan luas 63 hektar atau 25,82%, menandakan adanya aktivitas pertanian yang penting di area tersebut, terutama untuk penanaman padi. Penggunaan lahan lainnya seperti tegalan/ladang, padang rumput, kebun, dan semak belukar memiliki kontribusi yang relatif kecil. Tegalan atau ladang mencakup 3 hektar (1,23%), padang rumput mencakup 2 hektar (0,82%), sementara kebun dan semak belukar masing-masing hanya mengambil 1 hektar (0,41%). Luas lahan yang kecil untuk kategori-kategori ini mengindikasikan bahwa sebagian besar sumber daya lahan difokuskan pada kegiatan pemukiman dan pertanian, sedangkan lahan untuk keperluan lainnya cukup terbatas. Secara keseluruhan, distribusi lahan ini menunjukkan bahwa kawasan tersebut memiliki fokus utama pada perumahan dan pertanian, dengan dominasi pemukiman yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan lahan untuk keperluan lainnya

4. Komposisi Kendaraan

Komposisi kendaraan di ruas jalan Singosari akan dikelompokkan sesuai dengan pedoman PKJI 2014, yang mencakup kategori bus besar (BB), truk besar (TB), Sepeda Motor (MC), kendaraan sedan (KS), mobil penumpang (MP), dan kendaraan tidak bermesin. Pengelompokan ini bertujuan untuk menganalisis proporsi dan distribusi masing-masing jenis kendaraan dalam lalu lintas sehari-hari. Dengan mengidentifikasi berbagai kategori kendaraan, diharapkan dapat diperoleh pemahaman yang lebih baik mengenai pola lalu lintas, serta kebutuhan dan tantangan yang terkait dengan setiap jenis kendaraan di ruas jalan Singosari.. Dibawah ini merupakan tabel pengelompokan komposisi kendaraan.

Tabel 1 Komposisi Kendaraan

Jenis Kendaraan	Arah Malang	Arah Surabaya
Mobil Penumpang	21%	23%
Kendaraan Sedang	4%	4%
Bus Besar	2%	2%
Truk Besar	6%	7%
Sepeda Motor	64%	62%
Kendaraan Tidak Bermesin	1%	2%

Sumber : Hasil Analisa 2024

Di ruas jalan Singosari arah Malang, komposisi kendaraan yang melintas didominasi oleh sepeda motor, yang mencapai 64% dari total lalu lintas. Mobil penumpang menempati urutan kedua dengan persentase 21%, diikuti oleh truk besar sebesar 6%. Kendaraan sedang menyumbang 4% dan bus besar 2% dari total lalu lintas. Kendaraan tidak bermesin memiliki kontribusi paling kecil, hanya 1%. Komposisi ini menunjukkan bahwa sepeda motor adalah jenis kendaraan yang paling umum di jalan tersebut.

Di ruas jalan Singosari arah Surabaya, komposisi kendaraan yang melintas didominasi oleh sepeda motor, yang mencapai 62% dari total lalu lintas. Mobil penumpang menempati urutan kedua dengan persentase 23%, diikuti oleh truk besar sebesar 7%. Kendaraan sedang menyumbang 4% dan bus besar 2% dari total lalu

lintas. Kendaraan tidak bermesin memiliki kontribusi paling kecil, hanya 2%. Komposisi ini menunjukkan bahwa sepeda motor dan mobil penumpang adalah jenis kendaraan yang paling umum di jalan tersebut.

5. Volume Kendaraan

Volume kendaraan mengacu pada jumlah total berbagai jenis kendaraan yang melewati titik tertentu

Tabel 2 Volume Kendaraan Menuju ke arah Malang

Waktu	Volume Kendaraan Arah Malang							
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Rata - Rata
06.00 - 07.00	2926	3420	3452	3769	3679	3033	3533	3402
07.00 - 08.00	3124	3228	3584	3488	3618	3209	3715	3424
08.00 - 09.00	2771	3752	3451	3642	3522	3382	3596	3445
12.00 - 13.00	3600	3701	3405	3572	3758	3282	3632	3564
13.00 - 14.00	3643	3745	3201	3652	3546	3430	3326	3506
14.00 - 15.00	3442	4069	3600	3562	3440	3389	3626	3590
18.00 - 19.00	3759	3323	3498	3511	3590	3239	3760	3526
19.00 - 20.00	3695	3787	3635	3616	3613	3298	3804	3635
20.00 - 21.00	3627	3947	3419	3657	3402	3218	3574	3549
Rata - Rata	3399	3664	3472	3608	3574	3276	3618	

Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan data volume kendaraan yang melintas di jalan raya singosari menuju arah Malang, terlihat adanya variasi jumlah kendaraan yang melintas pada berbagai waktu dan hari. Pada pagi hari, antara pukul 06.00 - 07.00, rata-rata jumlah kendaraan mencapai 3.402 unit, dengan puncak tertinggi pada hari Rabu (3.769 unit) dan terendah pada hari Minggu (2.926 unit). Pada jam 07.00 - 08.00, rata-rata kendaraan meningkat menjadi 3.424 unit, dengan jumlah tertinggi pada hari Sabtu (3.715 unit). Pada jam 08.00 - 09.00, rata-rata kendaraan tetap tinggi dengan 3.445 unit, dengan puncak terjadi pada Senin (3.752 unit). Pada siang hari, antara pukul 12.00 - 13.00, volume kendaraan rata-rata adalah 3.564 unit, dengan jumlah tertinggi pada Kamis (3.758 unit). Pada jam 13.00 - 14.00, rata-rata kendaraan sedikit menurun menjadi 3.506 unit, dengan lonjakan tertinggi pada Senin (3.745 unit). Pada

dalam periode waktu yang ditentukan. Ini termasuk kendaraan bermotor seperti kendaraan sedang, bus besar, mobil penumpang, truk besar, sepeda motor, kendaraan tidak bermesin. Berikut ini adalah tabel volume kendaraan yang lewat di ruas jalan Singosari yang menuju ke arah Malang.

sore hari, antara pukul 14.00 - 15.00, rata-rata kendaraan adalah 3.590 unit, dengan puncak tertinggi pada Senin (4.069 unit). Pada malam hari, antara pukul 18.00 - 19.00, volume kendaraan rata-rata mencapai 3.526 unit, dengan lonjakan pada hari Sabtu (3.760 unit). Selanjutnya, pada jam 19.00 - 20.00, rata-rata kendaraan sedikit meningkat menjadi 3.635 unit, dengan puncak tertinggi juga pada Sabtu (3.804 unit). Pada jam 20.00 - 21.00, rata-rata kendaraan adalah 3.549 unit, dengan jumlah tertinggi terjadi pada Senin (3.947 unit). Secara keseluruhan, volume kendaraan cenderung lebih tinggi pada awal minggu, terutama pada Senin, dengan penurunan relatif pada beberapa hari di tengah minggu. Sedangkan Berikut ini adalah tabel volume kendaraan yang lewat di ruas jalan Singosari yang menuju ke arah Malang.

Tabel 3 Volume Kendaraan Menuju ke Arah Surabaya

Waktu	Volume Kendaraan Arah Surabaya							
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Rata - rata
06.00 - 07.00	3817	3417	3427	3711	3639	3073	3593	3525
07.00 - 08.00	3646	3158	3519	3822	3649	3012	3692	3500
08.00 - 09.00	3699	3177	3810	3789	3618	3015	3900	3573
12.00 - 13.00	3818	3475	3630	3457	3437	3255	3703	3539
13.00 - 14.00	3630	3440	3538	3881	3520	3346	3702	3580
14.00 - 15.00	3668	3904	3521	3825	3652	3321	3600	3642
18.00 - 19.00	3632	3372	3388	3749	3620	3220	3507	3498
19.00 - 20.00	3692	3410	3458	3848	3464	3266	3572	3530
20.00 - 21.00	3382	3495	3208	3670	3542	3506	3407	3459
Rata - Rata	3665	3428	3500	3750	3571	3224	3631	

Sumber : Hasil Analisa 2024.

Berdasarkan data volume kendaraan yang melintas di jalan raya Singosari menuju arah Surabaya, terdapat variasi jumlah kendaraan yang melintas pada berbagai waktu dan hari. Pada pagi hari, antara pukul 06.00 - 07.00, rata-rata jumlah kendaraan mencapai 3.525 unit, dengan jumlah tertinggi pada hari Minggu (3.817 unit) dan terendah pada Jumat (3.073 unit). Pada rentang waktu 07.00 - 08.00, rata-rata kendaraan adalah 3.500 unit, dengan lonjakan tertinggi pada Rabu (3.822 unit). Volume kendaraan terus meningkat pada jam 08.00 - 09.00, dengan rata-rata 3.573 unit, dan jumlah tertinggi tercatat pada hari Sabtu (3.900 unit).

Pada siang hari, antara pukul 12.00 - 13.00, rata-rata kendaraan mencapai 3.539 unit, dengan jumlah tertinggi pada Minggu (3.818 unit). Pada rentang waktu 13.00 - 14.00, volume kendaraan sedikit meningkat menjadi 3.580 unit, dengan puncaknya pada Rabu (3.881 unit). Pada sore hari, antara pukul 14.00 - 15.00, jumlah

kendaraan mencapai rata-rata 3.642 unit, dengan angka tertinggi pada Senin (3.904 unit). Pada malam hari, antara pukul 18.00 - 19.00, rata-rata jumlah kendaraan mencapai 3.498 unit, dengan jumlah tertinggi pada Rabu (3.749 unit). Rentang waktu 19.00 - 20.00 mencatat rata-rata 3.530 kendaraan, dengan angka tertinggi pada Rabu (3.848 unit). Pada jam 20.00 - 21.00, rata-rata kendaraan mencapai 3.459 unit, dengan angka tertinggi pada Rabu (3.670 unit). Secara keseluruhan, volume kendaraan di arah Surabaya menunjukkan aktivitas tinggi pada hari Minggu dan Rabu, dengan variasi yang konsisten sepanjang minggu.

7. Satuan Mobil Penumpang

Satuan mobil penumpang, yang disingkat sebagai SMP, adalah satuan yang digunakan dalam arus lalu lintas untuk menyamakan berbagai jenis kendaraan dengan kendaraan ringan atau mobil penumpang yang di bagian

sebelumnya sudah dibahas. Ini dilakukan dengan menggunakan faktor pengali yang disebut ekuivalensi mobil penumpang (emp). Berikut ini adalah satuan mobil

penumpang yang lewa diruas jalan singosari menuju arah malang.

Tabel 4 Satuan Mobil Penumpang Menuju Arah Malang

Waktu	Satuan Mobil Penumpang Arah Malang							
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Rata-rata
06.00 - 07.00	1978,60	2527,20	2630,90	2923,20	2771,30	2362,30	2779,80	2567,61
07.00 - 08.00	2110,00	2271,00	2631,80	2563,00	2804,60	2363,60	2799,20	2506,17
08.00 - 09.00	1876,90	2677,80	2574,80	2746,10	2814,00	2602,00	2809,20	2585,83
12.00 - 13.00	2635,80	2684,20	2549,40	2722,80	2904,90	2570,30	2876,00	2706,20
13.00 - 14.00	2735,00	2755,40	2423,30	2751,50	2671,30	2655,90	2600,60	2656,14
14.00 - 15.00	2531,70	2847,00	2786,40	2732,30	2652,50	2604,00	2848,20	2714,59
18.00 - 19.00	3004,30	2677,90	2641,10	2767,50	2832,20	2580,30	3033,60	2790,99
19.00 - 20.00	2760,80	2900,10	2731,30	2759,60	2602,80	2499,90	2961,50	2745,14
20.00 - 21.00	2877,30	3028,50	2536,40	2729,80	2658,50	2356,70	2754,90	2706,01
	2501,16	2707,68	2611,71	2743,98	2745,79	2510,56	2829,22	

Sumber : hasil analisa 2024

Tabel di atas menunjukkan jumlah satuan mobil penumpang yang bergerak ke arah Malang pada berbagai waktu dan hari dalam seminggu. Secara keseluruhan, terlihat bahwa jumlah mobil penumpang berfluktuasi setiap harinya dengan nilai rata-rata yang bervariasi sesuai waktu. Pada pagi hari pukul 06.00 - 07.00, jumlah mobil tertinggi tercatat pada hari Rabu dengan 2923,20 unit, sementara hari Minggu memiliki jumlah terendah dengan 1978,60 unit. Selama rentang waktu pukul 12.00 - 13.00, jumlah mobil tertinggi terlihat pada hari Kamis sebesar 2904,90 unit, dan jumlah terendah pada hari Selasa dengan 2549,40 unit. Pada sore hari pukul 18.00 - 19.00, jumlah mobil tertinggi tercatat pada hari Sabtu dengan

3033,60 unit, sementara hari Selasa memiliki jumlah terendah pada waktu yang sama, yaitu 2641,10 unit. Pada malam hari, antara pukul 20.00 - 21.00, hari Senin mencatat jumlah tertinggi dengan 3028,50 unit, sedangkan hari Jumat memiliki jumlah terendah sebesar 2356,70 unit. Secara keseluruhan, rata-rata jumlah mobil penumpang harian berkisar antara 2567,61 hingga 2790,99 unit. Tabel ini mencerminkan pola pergerakan kendaraan yang bervariasi, dipengaruhi oleh faktor hari dan waktu. Berikut ini adalah satuan mobil penumpang yang lewa diruas jalan Singosari menuju arah Surabaya.

Tabel 5 Satuan Mobil Penumpang Menuju Arah Surabaya

Waktu	Satuan Mobil Penumpang Arah Surabaya							
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	Rata-rata
06.00 - 07.00	2987,60	2505,60	2672,80	2892,90	2973,20	2415,60	2953,60	2771,61
07.00 - 08.00	2779,20	2446,40	2715,70	3019,80	3022,60	2278,80	2974,30	2748,11
08.00 - 09.00	2846,30	2377,20	2889,60	2835,20	2817,40	2254,10	3017,30	2719,59
12.00 - 13.00	2987,60	2705,60	2826,00	2655,80	2675,50	2520,40	2884,80	2750,81
13.00 - 14.00	2779,20	2638,40	2755,90	2997,70	2907,60	2624,00	3076,30	2825,59
14.00 - 15.00	2496,30	2939,00	2689,00	3034,70	3070,90	2466,60	2821,70	2788,31
18.00 - 19.00	2615,90	2559,20	2681,40	2961,30	2879,20	2476,00	2852,40	2717,91
19.00 - 20.00	2769,70	2605,00	2552,30	2993,60	2664,80	2527,10	2800,90	2701,91
20.00 - 21.00	2519,70	2571,00	2421,50	2879,10	2787,90	2760,00	2793,00	2676,03
	2753,50	2594,16	2689,36	2918,90	2866,57	2480,29	2908,26	

Sumber : Hasil Analisa 2024

Tabel di atas menunjukkan volume kendaraan yang bergerak ke arah Surabaya pada berbagai waktu dan hari dalam seminggu. Secara keseluruhan, volume kendaraan berfluktuasi setiap hari dengan nilai rata-rata yang bervariasi berdasarkan waktu. Pada pagi hari pukul 06.00 - 07.00, volume kendaraan tertinggi tercatat pada hari Minggu dengan 2987,60 unit, sementara hari Jumat memiliki volume terendah sebesar 2415,60 unit. Pada pukul 08.00 - 09.00, volume kendaraan tertinggi terlihat pada hari Sabtu dengan 3017,30 unit, sedangkan hari Jumat mencatat volume terendah sebesar 2254,10 unit. Pada sore hari pukul 14.00 - 15.00, volume kendaraan tertinggi terlihat pada hari Kamis sebesar 3070,90 unit, sementara hari Minggu memiliki volume terendah 2496,30 unit. Pada malam hari pukul 20.00 - 21.00, volume tertinggi tercatat pada hari Jumat sebesar 2793,00 unit, sementara hari Selasa memiliki volume terendah sebesar 2421,50 unit. Secara keseluruhan, volume rata-rata kendaraan berkisar antara 2676,03 hingga 2825,59 unit, dengan puncak volume terjadi pada beberapa hari tertentu seperti Kamis dan Sabtu. Tabel ini menggambarkan pola pergerakan kendaraan yang fluktuatif dipengaruhi oleh hari dan waktu tertentu.

8. kecepatan Kendaraan

Dalam penelitian ini, terdapat dua jenis kecepatan kendaraan dianalisis: pertama, kecepatan arus bebas yang dihitung menggunakan metode PKJI 2014; kedua, kecepatan yang diobservasi langsung melalui pengukuran waktu tempuh kendaraan selama melewati segmen sepanjang 20 meter. Hasil pengamatan kemudian dikonversi dari meter per detik (m/s) menjadi kilometer per jam (km/jam).

Tabel 6 Kecepatan Arus Bebas

Kecepatan Arus Bebas Km/Jam				
Mobil Penumpang (MP)	Kendaraan Sedang (KS)	Bus Besar (BB)	Truk besar (TB)	Sepeda Motor (SM)
61,92	51,60	64,30	49,22	50,81

Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan hasil perhitungan, mobil penumpang (MP) memiliki kecepatan arus bebas sebesar 61,92 Km/jam, kendaraan sedang (KS) sebesar 51,60 Km/jam, bus besar (BB) sebesar 64,30 Km/jam, truk besar (TB) sebesar 49,22 Km/jam, dan sepeda motor (SM) sebesar 50,81 Km/jam. Dari data ini, terlihat bahwa bus besar memiliki kecepatan arus bebas tertinggi, sedangkan truk besar memiliki kecepatan arus bebas terendah di antara jenis kendaraan.

Tabel 7 Kecepatan Kendaraan Ruas Jalan Singosari Arah Menuju Malang

Waktu	Kecepatan Kendaraan Km/Jam						
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
06.00 - 07.00	35,12	27,07	19,46	46,45	21,69	22,93	43,37
07.00 - 08.00	28,13	21,56	26,97	18,09	32,73	47,37	80,90
08.00 - 09.00	24,83	28,46	39,13	33,49	19,46	21,69	46,75
12.00 - 13.00	20,81	34,78	24,49	62,61	19,10	19,83	35,82
13.00 - 14.00	37,89	25,81	80,00	22,09	55,81	18,27	38,10
14.00 - 15.00	34,62	60,00	56,25	18,60	26,57	25,17	20,06
18.00 - 19.00	72,73	30,00	85,71	20,69	34,29	41,38	82,76
19.00 - 20.00	28,80	20,75	79,12	28,24	28,80	25,71	66,67
20.00 - 21.00	32,00	19,62	21,69	22,15	29,63	22,57	28,02
Rata - Rata	31,32	26,85	35,22	25,67	26,98	24,79	40,25

Sumber : hasil analisa 2024

Tabel di atas menunjukkan kecepatan kendaraan di ruas jalan raya singosari menuju arah Malang dalam satuan kilometer per jam (km/jam) selama satu minggu pada berbagai jam waktu. Kecepatan kendaraan bervariasi tergantung pada hari dan waktu tertentu. Misalnya, pada pukul 06.00 - 07.00, kecepatan tertinggi tercatat pada hari Rabu dengan 46,45 km/jam, sementara kecepatan terendah pada hari Selasa dengan 19,46 km/jam. Selain itu, terlihat bahwa pada pukul 18.00 - 19.00, hari Selasa

tercatat kecepatan tertinggi sebesar 85,71 km/jam, sementara hari Rabu hanya mencapai 20,69 km/jam pada jam yang sama. Pada malam hari, kecepatan juga fluktuatif, seperti terlihat pada pukul 19.00 - 20.00, di mana hari Selasa mencapai kecepatan 79,12 km/jam, sedangkan hari Senin hanya 20,75 km/jam. Secara umum, pola kecepatan kendaraan menunjukkan variasi signifikan antar waktu dan hari, mungkin mencerminkan perubahan dalam kepadatan lalu lintas.

Tabel 8 Kecepatan Kendaraan Ruas Jalan Singosari Arah Menuju Singosari

Waktu	Kecepatan Kendaraan Km/Jam						
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
06.00 - 07.00	42,35	53,73	18,80	25,53	68,57	21,62	66,67
07.00 - 08.00	61,54	24,57	18,18	24,66	22,64	19,10	23,15
08.00 - 09.00	19,51	25,62	20,99	36,18	41,86	21,36	57,14
12.00 - 13.00	75,79	58,06	18,75	27,59	45,00	32,00	20,87
13.00 - 14.00	26,57	48,65	18,05	24,49	41,86	24,24	20,63
14.00 - 15.00	30,64	63,16	25,71	20,45	40,22	40,45	48,00
18.00 - 19.00	25,71	53,33	20,57	21,24	18,00	18,46	31,17
19.00 - 20.00	31,72	20,87	45,28	34,45	44,72	34,95	49,32
20.00 - 21.00	30,38	39,78	50,35	19,62	80,90	54,14	18,51
Rata - rata	32,38	36,92	22,84	24,97	36,90	26,17	30,07

Sumber : hasil analisa 2024

Tabel di atas memperlihatkan kecepatan kendaraan dalam km/jam di ruas jalan raya Singosari menuju arah Surabaya pada berbagai jam dan hari dalam seminggu. Secara keseluruhan, terdapat variasi kecepatan yang signifikan antar hari dan waktu. Pada pukul 06.00 - 07.00, kecepatan tertinggi tercatat pada hari Kamis sebesar 68,57 km/jam, sementara kecepatan terendah terjadi pada hari Selasa dengan 18,80 km/jam. Pukul 12.00 - 13.00, hari Minggu menunjukkan kecepatan tertinggi sebesar 75,79 km/jam, sedangkan hari Selasa mencatat kecepatan terendah 18,75 km/jam. Pada sore hari pukul 18.00 - 19.00, kecepatan pada hari Senin mencapai 53,33 km/jam, namun hari Kamis dan Jumat mengalami kecepatan yang lebih rendah, masing-masing 18,00 km/jam dan 18,46 km/jam. Pada malam hari, pukul 20.00 - 21.00, kecepatan tertinggi tercatat pada hari Kamis sebesar 80,90 km/jam, sementara hari Sabtu menunjukkan kecepatan terendah sebesar 18,51 km/jam. Tabel ini mencerminkan fluktuasi

kecepatan yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti lalu lintas dan waktu

9. Kepadatan Kendaraan

Kepadatan kendaraan merupakan salah satu isu utama dalam manajemen lalu lintas, terutama di kota-kota besar dengan tingkat urbanisasi yang tinggi. Analisis kepadatan kendaraan melibatkan pengukuran jumlah satuan mobil penumpang per satuan panjang jalan, dalam hal ini ruas jalan singosari yang diteliti adalah sepanjang 1,2 Km. menuju arah Malang.

Tabel 9 Kepadatan Kendaraan Menuju Arah Malang SMP/Km

Waktu	Kepadatan Kendaraan Arah Malang SMP Per KM						
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
06.00 - 07.00	56,34	93,37	135,20	62,93	127,79	103,02	64,09
07.00 - 08.00	75,02	105,35	97,60	141,68	85,70	49,90	34,60
08.00 - 09.00	75,60	94,09	65,80	82,00	144,61	119,98	60,09
12.00 - 13.00	126,66	77,17	104,10	43,49	152,10	129,59	80,29
13.00 - 14.00	72,17	106,77	30,29	124,58	47,86	145,34	68,27
14.00 - 15.00	73,14	47,45	49,54	146,86	99,84	103,44	142,01
18.00 - 19.00	41,31	89,26	30,81	133,76	82,61	62,36	36,66
19.00 - 20.00	95,86	139,77	34,52	97,74	90,38	97,22	44,42
20.00 - 21.00	89,92	154,37	116,96	123,22	89,72	104,41	98,33
Rata - Rata	56,34	93,37	135,20	62,93	127,79	103,02	64,09

Sumber : Hasil Analisa 2024

Tabel di atas menunjukkan kepadatan kendaraan per kilometer pada berbagai hari dalam seminggu untuk arah Malang berdasarkan rentang waktu yang berbeda. Data ini mencakup periode dari pukul 06.00 hingga 21.00. Pada hari Minggu, kepadatan tertinggi terjadi pada pukul 12.00-13.00 dengan 126,66 kendaraan per kilometer, sementara waktu dengan kepadatan terendah adalah pukul 18.00-19.00 dengan 41,31 kendaraan. Pada Senin, waktu paling padat terjadi antara pukul 20.00-21.00 dengan 154,37 kendaraan per kilometer, sedangkan kepadatan terendah berada pada pukul 14.00-15.00 dengan 47,45 kendaraan.

Selasa memperlihatkan puncak kepadatan pada pukul 06.00-07.00 dengan 135,20 kendaraan per kilometer, sementara kepadatan terendah ada pada pukul 13.00-14.00 dengan hanya 30,29 kendaraan. Rabu mengalami kepadatan tertinggi pada pukul 14.00-15.00 dengan 146,86 kendaraan, sedangkan terendah pada pukul 12.00-13.00 dengan 43,49 kendaraan. Pada Kamis, kepadatan

tertinggi terjadi pada pukul 12.00-13.00 dengan 152,10 kendaraan, dan terendah pada pukul 13.00-14.00 dengan 47,86 kendaraan. Pada Jumat, waktu paling padat terjadi pada pukul 13.00-14.00 dengan 145,34 kendaraan, sedangkan kepadatan terendah ada pada pukul 07.00-08.00 dengan 49,90 kendaraan. Pada Sabtu, kepadatan tertinggi terjadi pada pukul 14.00-15.00 dengan 142,01 kendaraan, sementara terendah pada pukul 07.00-08.00 dengan hanya 34,60 kendaraan.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan variasi kepadatan kendaraan yang signifikan tergantung pada hari dan waktu, dengan Senin dan Kamis sering kali menunjukkan kepadatan yang lebih tinggi, terutama pada malam hari. Sementara itu, hari Sabtu dan Minggu cenderung memiliki kepadatan lebih rendah dibandingkan hari kerja. Berikut adalah kepadatan kendaraan yang lewat di jalan raya Singosari yang menuju arah Surabaya.

Tabel 10 Kepadatan Kendaraan Menuju Arah Surabaya SMP/Km

Waktu	Kepadatan Kendaraan Arah Surabaya SMP Per KM						
	Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu
06.00 - 07.00	70,54	46,63	142,18	113,31	43,36	111,72	44,30
07.00 - 08.00	45,16	99,55	149,36	122,47	133,50	119,32	128,47
08.00 - 09.00	145,87	92,78	137,66	78,36	67,30	105,50	52,80
12.00 - 13.00	39,42	46,60	150,72	96,27	59,46	78,76	138,23
13.00 - 14.00	104,61	54,23	152,72	122,41	69,46	108,24	149,12
14.00 - 15.00	81,48	46,53	104,57	148,36	76,35	60,98	58,79
18.00 - 19.00	101,73	47,99	130,35	139,43	159,96	134,12	91,51
19.00 - 20.00	87,32	124,82	56,36	86,90	59,59	72,30	56,80
20.00 - 21.00	82,94	64,63	48,09	146,75	34,46	50,98	150,90
Rata - Rata	70,54	46,63	142,18	113,31	43,36	111,72	44,30

Sumber : hasil analisa 2024

Tabel di atas menunjukkan kepadatan kendaraan per kilometer di arah Surabaya pada berbagai hari dalam seminggu, berdasarkan rentang waktu yang berbeda dari pukul 06.00 hingga 21.00. Pada Minggu, kepadatan kendaraan tertinggi terjadi antara pukul 08.00-09.00 dengan 145,87 kendaraan per kilometer, sementara kepadatan terendah tercatat pada pukul 12.00-13.00 dengan 39,42 kendaraan. Pada Senin, kepadatan tertinggi berada pada pukul 19.00-20.00 dengan 124,82 kendaraan, sedangkan kepadatan terendah terjadi pada pukul 14.00-15.00 dengan 46,53 kendaraan. Selasa menunjukkan kepadatan tertinggi pada pukul 13.00-14.00 dengan 152,72 kendaraan per kilometer, dan terendah pada pukul 20.00-21.00 dengan 48,09 kendaraan. Pada Rabu, kepadatan kendaraan tertinggi terjadi pada pukul 14.00-15.00 dengan 148,36 kendaraan, sementara kepadatan terendah tercatat pada pukul 08.00-09.00 dengan 78,36 kendaraan. Kamis menunjukkan fluktuasi yang lebih moderat, dengan kepadatan tertinggi pada pukul 18.00-19.00 mencapai 159,96 kendaraan per kilometer, sementara kepadatan terendah berada pada pukul 20.00-21.00 dengan hanya 34,46 kendaraan. Pada Jumat, kepadatan tertinggi terjadi pada pukul 18.00-19.00 dengan 134,12 kendaraan, sementara waktu dengan kepadatan terendah adalah pukul 14.00-15.00 dengan 60,98 kendaraan. Sedangkan Pada Sabtu, kepadatan kendaraan tertinggi terlihat pada pukul 20.00-21.00 dengan 150,90

kendaraan, sementara terendah pada pukul 06.00-07.00 dengan hanya 44,30 kendaraan.

Secara keseluruhan, data ini menunjukkan bahwa kepadatan kendaraan di arah Surabaya bervariasi secara signifikan tergantung pada hari dan waktu. Hari Selasa dan Sabtu sering kali memiliki kepadatan kendaraan yang lebih tinggi, sedangkan Minggu dan Kamis cenderung memiliki kepadatan yang lebih rendah pada beberapa waktu tertentu.

10. Hambatan Samping

Hambatan samping adalah berbagai aktivitas atau kejadian di sisi jalan yang dapat mengganggu kelancaran lalu lintas. Ini termasuk kendaraan yang berhenti, pejalan kaki yang melintas, kendaraan yang bergerak lambat, serta kendaraan yang keluar masuk dari sisi jalan. Semua ini bisa menyebabkan perlambatan atau bahkan kemacetan di jalan utama. Dibawah ini adalah peta pembagian segmen pengamatan hambatan samping di ruas jalan Singosari. Dimana setiap segmen sepanjang 200 meter. Berikut adalah tabel hambatan samping semua segmen di jalan raya Singosari arah menuju Malang.

Sedangkan di bawah ini merupakan tabel untuk bobot hambatan samping semua segmen jalan raya Singosari menuju arah Malang

Tabel 11 Bobot Hambatan Samping Perjam Semua Segmen Arah Malang

Waktu	Hambatan Samping Perjam Semua Segmen Arah Malang					Total Bobot	KHS
	Kendaraan Berhenti	Pejalan kaki	Kendaraan Lambat	Kendaraan Keluar Masuk Dari Samping Jalan			
06.00 - 07.00	525,6	382,8	283,2	604	1795,6	Sangat Tinggi	
07.00 - 08.00	468,8	387	254,8	581	1691,6	Sangat Tinggi	
08.00 - 09.00	556	401,4	268	525	1750,4	Sangat Tinggi	
12.00 - 13.00	513,6	355,8	204,8	620	1694,2	Sangat Tinggi	
13.00 - 14.00	452,8	364,2	274,8	661	1752,8	Sangat Tinggi	
14.00 - 15.00	503,2	355,8	234	619	1712	Sangat Tinggi	

Waktu	Kendaraan Berhenti	Hambatan Samping Perjam Semua Segmen Arah Malang			Total Bobot	KHS
		Pejalan kaki	Kendaraan Lambat	Kendaraan Keluar Masuk Dari Samping Jalan		
18.00 - 19.00	514,4	412,2	248,4	652	1827	Sangat Tinggi
19.00 - 20.00	458,4	429,6	234	627	1749	Sangat Tinggi
20.00 - 21.00	506,4	335,4	243,2	597	1682	Sangat Tinggi

Sumber : hasil analisa 2024

Berdasarkan data hambatan samping Perjam untuk semua segmen ruas jalan raya Singosari yang menuju arah Malang, terlihat bahwa frekuensi hambatan samping, yang terdiri dari kendaraan berhenti, pejalan kaki, kendaraan lambat, serta kendaraan yang keluar-masuk dari samping jalan, menunjukkan angka yang cukup tinggi pada berbagai rentang waktu. Secara keseluruhan, hambatan samping dalam setiap segmen dinilai dengan kategori "Sangat Tinggi" di sepanjang waktu yang diukur, dari pukul 06.00 hingga 21.00.

Pada pagi hari, antara pukul 06.00 - 07.00, hambatan samping tertinggi terjadi dengan total bobot 1.795,6, dengan frekuensi kendaraan lambat mencapai 708 unit, tertinggi di antara seluruh waktu yang tercatat. Kondisi ini terus berlanjut hingga pukul 08.00 - 09.00, di mana total bobot hambatan mencapai 1.750,4. Pada siang hari, antara pukul 12.00 - 13.00, total bobot hambatan sedikit menurun menjadi 1.694,2, namun masih masuk kategori sangat tinggi, terutama karena banyaknya kendaraan yang keluar-masuk dari samping jalan. Di sore hari, antara

pukul 18.00 - 19.00, bobot hambatan samping tertinggi tercatat dengan 1.827, didorong oleh peningkatan frekuensi pejalan kaki dan kendaraan yang keluar masuk dari samping jalan.

Pada malam hari, hambatan samping tetap tinggi, meskipun sedikit menurun, dengan total bobot mencapai 1.682 pada pukul 20.00 - 21.00. Pejalan kaki dan kendaraan yang keluar masuk dari samping jalan tetap menjadi faktor dominan yang menyebabkan tingginya bobot hambatan samping. Secara keseluruhan, hambatan samping di arah Malang tetap berada pada tingkat sangat tinggi sepanjang hari, dengan faktor utama yang mempengaruhi adalah kendaraan berhenti, pejalan kaki, serta kendaraan yang keluar-masuk dari samping jalan. Hambatan tertinggi tercatat pada pagi dan sore hari, terutama pada pukul 06.00 - 07.00 dan 18.00 - 19.00, yang merupakan waktu dengan aktivitas lalu lintas yang paling padat. Sedangkan di bawah ini merupakan tabel untuk bobot hambatan samping Semua segmen jalan raya Singosari menuju arah Malang

Tabel 12 Bobot Hambatan Samping Perjam Semua Segmen Arah Surabaya

Waktu	Bobot Hambatan Samping Perjam Semua Segmen Arah Surabaya				Total Bobot	KHS
	Kendaraan Berhenti	Pejalan kaki	Kendaraan Lambat	Kendaraan Keluar Masuk Dari Samping Jalan		
06.00 - 07.00	415,2	375,0	222,0	587,0	1599,2	Sangat Tinggi
07.00 - 08.00	496,0	308,4	263,2	623,0	1690,6	Sangat Tinggi
08.00 - 09.00	515,2	334,8	231,2	573,0	1654,2	Sangat Tinggi
12.00 - 13.00	596,0	398,4	274,0	588,0	1856,4	Sangat Tinggi
13.00 - 14.00	506,4	304,8	277,2	604,0	1692,4	Sangat Tinggi
14.00 - 15.00	417,6	346,8	294,0	531,0	1589,4	Sangat Tinggi
18.00 - 19.00	501,6	366,6	288,4	671,0	1827,6	Sangat Tinggi
19.00 - 20.00	492,8	348,6	254,8	610,0	1706,2	Sangat Tinggi
20.00 - 21.00	372,8	412,2	252,8	579,0	1616,8	Sangat Tinggi

Sumber : hasil analisa 2024

Berdasarkan data hambatan samping perjam untuk semua segmen jalan raya Singosari menuju arah Surabaya, Berdasarkan data hambatan samping per jam di semua segmen arah Surabaya, terlihat bahwa frekuensi hambatan samping cukup tinggi di berbagai waktu. Hambatan samping yang tercatat mencakup kendaraan berhenti, pejalan kaki, kendaraan lambat, serta kendaraan yang keluar masuk dari samping jalan. Secara keseluruhan, setiap segmen waktu menunjukkan nilai total bobot hambatan samping yang masuk dalam kategori Sangat Tinggi. Pada pagi hari, antara pukul 06.00 - 07.00, total bobot hambatan samping mencapai 1.599,2, dengan kontribusi utama dari kendaraan yang keluar masuk dari samping jalan sebanyak 587 unit. Frekuensi hambatan meningkat pada pukul 07.00 - 08.00 dengan total bobot 1.690,6, yang juga didorong oleh tingginya frekuensi kendaraan keluar-masuk dari samping jalan. Pada rentang waktu 08.00 - 09.00, total bobot tetap tinggi di angka 1.654,2, dengan kontribusi signifikan dari kendaraan lambat.

Pada siang hari, antara pukul 12.00 - 13.00, tercatat puncak hambatan samping dengan total bobot 1.856,4, menjadikannya waktu dengan hambatan tertinggi di seluruh hari. Tingginya frekuensi kendaraan berhenti dan kendaraan lambat menjadi faktor utama. Pada rentang waktu 13.00 - 14.00, bobot hambatan sedikit menurun menjadi 1.692,4, namun tetap berada pada kategori sangat tinggi. Pada sore hari, antara pukul 18.00 - 19.00, total

bobot hambatan samping kembali tinggi di angka 1.827,6, dengan frekuensi kendaraan keluar masuk dari samping jalan mencapai 671 unit, tertinggi di antara semua waktu yang tercatat. Pada malam hari, hambatan samping sedikit berkurang, namun tetap tinggi, dengan total bobot 1.616,8 pada pukul 20.00 - 21.00.

Secara keseluruhan, hambatan samping di arah Surabaya berada pada tingkat yang sangat tinggi sepanjang hari. Puncak hambatan terjadi pada siang dan sore hari, khususnya pada pukul 12.00 - 13.00 dan 18.00 - 19.00, dengan faktor utama yang mempengaruhi adalah kendaraan berhenti, kendaraan lambat, dan kendaraan yang keluar-masuk dari samping jalan. Variasi hambatan terjadi sesuai dengan pola aktivitas lalu lintas harian, dengan volume tertinggi pada waktu sibuk pagi, siang, dan sore hari.

11. Kapasitas ruas jalan Singosari

Perhitungan kapasitas jalan adalah proses yang kompleks dan melibatkan beberapa faktor. Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, kapasitas jalan dihitung berdasarkan beberapa parameter utama, seperti dibawah ini.

Tabel 13 Kapasitas Jalan Singosari

Ruas jalan	Kapasitas Dasar	Faktor Pengaruh Faktor Akibat Lebar Jalan	Faktor Pengaruh Faktor Akibat Pemisah Arah	Faktor Pengaruh Hambatan Samping	Kapasitas Ruas Jalan (SMP / Jam)
Arah Malang	4400	0,91	1	0,88	3523,52
Arah Surabaya	4400	0,91	1	0,88	3523,52

Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan tabel diatas menjelaskan mengenai perhitungan kapasitas Jalan Raya Singosari yang terletak di luar kota dengan tipe jalan 4 lajur 2 arah terbagi (4/2D). Kapasitas dasar (C0) untuk masing-masing arah, yaitu arah Malang dan arah Lawang, ditetapkan sebesar 4.400 SMP/jam, dihitung dari nilai kapasitas dasar jalan luar kota sebesar 2.200 SMP/jam per lajur (menurut PKJI, 2014). Jalan ini memiliki lebar per lajur 3,5 meter, tetapi pada arah Malang, parkir di badan jalan mengurangi lebar efektif menjadi 6 meter, sehingga lebar efektif per lajur kurang dari 3 meter. Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalan (FCW) untuk kedua arah adalah 0,91, menunjukkan adanya penurunan kapasitas karena kondisi lebar jalan yang kurang ideal. Selain itu, karena jalan terbagi, faktor penyesuaian untuk pemisah arah (FCSP) bernilai 1,00, yang berarti pemisahan arah tidak mengurangi kapasitas jalan. Karena luas Jalan Raya Singosari tidak memiliki bahu jalan, Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCSF) sebesar 0,88 diterapkan untuk kedua arah, menunjukkan adanya pengaruh negatif dari hambatan samping seperti aktivitas pejalan kaki dan parkir di pinggir jalan. Dengan mengalikan kapasitas dasar (4.400 SMP/jam) dengan ketiga faktor ini (0,91 untuk lebar jalan, 1,00 untuk pemisah arah, dan 0,88 untuk hambatan samping), didapatkan kapasitas efektif ruas jalan sebesar 3523,52 SMP/jam untuk kedua arah, baik arah Malang maupun arah Surabaya.

12. Derajat Kejenuhan Dan Tingkat Pelayanan ruas jalan Singosari

Derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan di ruas Jalan Singosari dihitung untuk kedua arah, yakni menuju Kota Malang dan Surabaya, menggunakan volume kendaraan tertinggi yang diamati selama seminggu. Hasil perhitungan ini ditampilkan dalam tabel derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan

Tabel 14 Derajat Kejenuhan Dan Tingkat Pelayanan Jalan raya singosari

Arah	Volume Kendaraan Tertinggi (SMP/Jam)	Kapasitas Ruas Jalan	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan jalan
Arah Malang	3033,60	3523,52	0,86	D
Arah Surabaya	3076,30	3523,52	0,87	D

Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan tabel, volume lalu lintas tertinggi di Jalan Raya Singosari mendekati kapasitas maksimum jalan, yaitu 3.523,52 SMP/jam, dengan volume 3.033,60 SMP/jam ke arah Malang dan 3.076,30 SMP/jam ke arah Surabaya. Derajat kejenuhan (DK) di kedua arah cukup tinggi, yaitu 0,86 untuk arah Malang dan 0,87 untuk

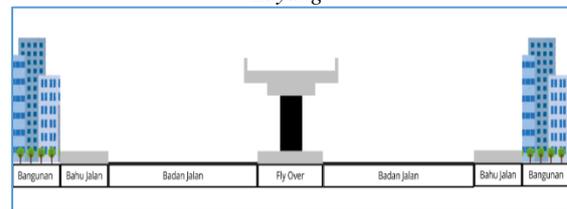
Surabaya, menunjukkan tingkat kejenuhan yang mengakibatkan kepadatan lalu lintas dan menurunnya kenyamanan berkendara. Tingkat pelayanan jalan berada di level D, yang berarti lalu lintas padat namun masih dapat bergerak.

4.2 Peningkatan Pelayanan Ruas Jalan Melalui Penambahan Jalan Layang

1. Kondisi Geometrik Ruas Jalan Raya Singosari

Berdasarkan pengamatan dan analisis, Jalan Raya Singosari memiliki tingkat pelayanan D untuk kedua arah, menunjukkan lalu lintas padat dengan volume kendaraan mendekati kapasitas maksimum. Kondisi ini mengakibatkan penurunan kecepatan, peningkatan interaksi antar kendaraan, dan peningkatan risiko kemacetan, terutama di persimpangan dan area dengan hambatan samping tinggi. Untuk mengatasi hal ini, direncanakan penambahan jalan layang di ruas Jalan Singosari guna meningkatkan kinerja jalan dan kapasitasnya, yang akan mempengaruhi desain geometri jalan yang baru.

Gambar 3 Ilustrasi Geometrik Jalan Dengan Jalan Layang



Sumber : Hasil Analisa 2024

Desain geometrik flyover di ruas Jalan Singosari mencakup lebar 7 meter untuk flyover dan 10 meter untuk jalur bawah dengan dua lajur, masing-masing 5 meter per arah. Jalan dilengkapi trotoar selebar 2 meter, tetapi tanpa bahu jalan. Flyover sepanjang 800 meter ini terbagi dalam 4 segmen, dengan ketinggian 7 meter dari permukaan jalan. Tipe jalan bagian bawah adalah 2/2 T (dua lajur dengan pemisahan), sedangkan bagian atas flyover menggunakan tipe 2/2 TT (dua lajur tanpa pemisahan), untuk meningkatkan kapasitas dan efisiensi lalu lintas terutama pada jam sibuk.

2. Pembagian Kendaraan Yang Lewat Bagian Atas Dan Bawah Jalan Layang

Pembagian kendaraan pada flyover Jalan Singosari disesuaikan dengan jenis perjalanan dan akses kendaraan. Bagian atas diperuntukkan bagi kendaraan antar kota, kendaraan pribadi, dan angkutan barang ringan yang tidak memerlukan pemberhentian lokal dan ingin perjalanan lebih cepat tanpa hambatan. Sementara itu, jalur bawah disediakan untuk kendaraan lokal yang memerlukan akses ke area sekitar Singosari, angkutan umum, kendaraan lambat, serta kendaraan berat yang membutuhkan ruang lebih besar dan kecepatan lebih rendah untuk alasan keamanan.

Tabel 15 Pembagian Kendaraan Yang Lewat Bagian Atas Dan Bawah Jalan Layang

Jenis Kendaraan	Bagian Bawah Flyover (Jalur Lokal)	Bagian Atas Flyover (Jalur Cepat)
Sepeda Motor	Sepeda Motor, Skuter, Kumbang, Roda 3	Tidak diperbolehkan

Jenis Kendaraan	Bagian Bawah Flyover (Jalur Lokal)	Bagian Atas Flyover (Jalur Cepat)
Mobil Penumpang Lokal	Sedan, Jeep, Station, Taxi (Pribadi)	Sedan, Jeep, Station, Taxi (Pribadi)
Angkutan Umum	Opelet, Suburban, Combi, Minibus (MPU dan Angkot)	Tidak diperbolehkan
Kendaraan Berat dan Pengangkut Barang Lokal	Pick-up, Micro Truk, Mobil Hantaran	Truk/Box, Truk Tangki 2 sumbu 4 roda
Bus Kecil	Bus Kecil	Bus Kecil, Bus Besar
Bus Besar	Tidak diperbolehkan	Bus Besar
Kendaraan Berat	Tidak diperbolehkan	Truk/Box, Truk Tangki 2 sumbu 6 roda, 3 sumbu, Gandeng, Semi Trailer, Truk Trailer
Kendaraan Tidak Bermesin	Becak, Sepeda	Tidak diperbolehkan

Sumber : Hasil Analisa 2024

3. Kecepatan Arus Bebas Ruas jalan Singosari Dengan Penambahan Jalan Layang

Perhitungan kecepatan arus bebas dengan fly over dibagi menjadi konfigurasi yaitu bagian atas dengan tipe jalan 2/2-TT, faktor koreksi lebar lajur 0, faktor kriteria hambatan samping 1,00 sangat rendah, dan faktor koreksi akibat dari tata guna lahan dan status jalan 0,94. Sementara itu untuk kecepatan arus bebas dengan fly over bagian bawah dengan tipe jalan 2/2-T, faktor koreksi lebar lajur 3, faktor kriteria hambatan samping 0,94 sangat tinggi, dan faktor koreksi akibat dari tata guna lahan dan status jalan 0,94. Untuk kecepatan arus bebas nya bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 16 Kecepatan arus bebas Kendaraan untuk bagian atas dan bawah fly over Km/jam

	Mobil Penumpang (MP)	Kendaraan Sedang (KS)	Bus Besar (BB)	Truk besar (TB)	Sepeda Motor (SM)
Kecepatan arus bebas Kendaraan untuk bagian atas fly over Km/jam	63,92	56,40	68,62	54,52	51,70
Kecepatan arus bebas Kendaraan untuk bagian bawah fly over Km/jam	51,80	45,71	55,61	44,18	51,80

Sumber : Hasil Analisa 2024

Berdasarkan perhitungan dengan penambahan flyover kecepatan arus bebas berbagai jenis kendaraan di jalan yang lewat bagian atas flyover menunjukkan variasi signifikan. Bus besar memiliki kecepatan arus bebas tertinggi, yaitu 68,62 km/jam, diikuti oleh mobil penumpang (63,92 km/jam), kendaraan sedang (56,40 km/jam), truk besar (54,52 km/jam), dan sepeda motor yang memiliki kecepatan arus bebas terendah sebesar 51,70 km/jam. Sedangkan Kecepatan arus bebas kendaraan yang lewat di bawah flyover bervariasi berdasarkan jenis kendaraan, dengan bus besar mencapai kecepatan tertinggi 55,61 km/jam. Mobil penumpang dan sepeda motor memiliki kecepatan yang sama, yaitu 51,80 km/jam. Kendaraan sedang bergerak dengan kecepatan 45,71 km/jam, sementara truk besar memiliki kecepatan terendah, 44,18 km/jam

4. Kapasitas Jalan Singosari Dengan Penambahan Jalan Layang

Untuk analisa kapasitas ruas jalan raya singosari dengan penambahan jalan layang bisa dilihat dibawah ini

Tabel 18 Kapasitas Jalan Dengan Penambahan Fly Over Bagian Atas

Ruas jalan Dasar	Kapasitas Dasar	Faktor Pengaruh Kapasitas			Kapasitas Ruas Jalan (SMP / Jam)
		Faktor Akibat Lebar Jalan	Faktor Pemisah Arah	Faktor Hambatan Samping	
Gabungan Arah Malang Dan Arah Surabaya (2/2-TT)	4000	1	1	0,97	3880,00

Sumber : Hasil Analisa 2024

Ruas jalan di atas Flyover memiliki kapasitas dasar 4.000 SMP/Jam karena merupakan jalan dua arah tidak terbagi (2/2-TT). Faktor akibat pemisahan arah dan lebar jalan masing-masing bernilai 1, karena jalan memiliki lebar 7 meter dan pembagian arah yang seimbang. Faktor koreksi akibat hambatan samping sebesar 0,97 dipilih karena Flyover tidak memiliki bahu jalan dan dianggap memiliki hambatan samping yang sangat rendah. Dengan mempertimbangkan semua faktor ini, kapasitas efektif ruas jalan menjadi 3.880 SMP/Jam, sedikit lebih rendah dari kapasitas dasar, terutama karena pengaruh hambatan samping

Tabel 19 Kapasitas Jalan Dengan Penambahan Fly Over Bagian Bawah

Ruas jalan	Kapasitas Dasar	Faktor Pengaruh Kapasitas			Kapasitas Ruas Jalan (SMP / Jam)
		Faktor Akibat Lebar Jalan	Faktor Akibat Pemisah Arah	Faktor Hambatan Samping	
Arah Malang	2200	1,03	1	0,88	1994,08
Arah Surabaya	2200	1,03	1	0,88	1994,08

Sumber : Hasil Analisa 2024

Kapasitas jalan di bawah flyover Singosari ditetapkan sebesar 2.200 SMP/jam per lajur untuk masing-masing arah. Faktor koreksi lebar jalan adalah 1,03, mempertimbangkan aktivitas pasar dan parkir yang memengaruhi arus kendaraan lambat. Faktor pemisahan arah dipilih 1 karena arah jalan tidak terbagi lebih dari 50% di setiap arah, sementara koreksi akibat hambatan samping sebesar 0,88 diterapkan mengingat tingginya aktivitas di sepanjang jalan. Hasil kapasitas efektif bagian bawah flyover ini adalah 1.994,08 SMP/jam.

5. Derajat Kejenuhan Dan Tingkat Pelayanan Ruas Jalan Raya Singosari Dengan Penambahan Jalan Layang

Dengan menjumlahkan kapasitas ruas jalan di atas Flyover dan dibawa Flyover serta membaginya dengan volume kendaraan dalam smp/jam tertinggi yang sudah diamati maka bisa didapatkan derajat kejenuhan dan tingkat pelayanan jalan untuk jalan dengan Flyover lebih jelasnya bisa dilihat di tabel bawah ini

Tabel 20 Derajat Kejenuhan Dan Tingkat Pelayanan Jalan raya singosari Dengan Penambahan Fly Over

Arah	Volume Kendaraan Tertinggi (SMP/Jam)	Kapasitas Ruas Jalan	Derajat Kejenuhan	Tingkat Pelayanan jalan
Arah Malang	3033,60	5874,08	0,52	A
Arah Surabaya	3076,30	5874,08	0,52	A

Sumber : Hasil Analisa 2024

Penambahan flyover di ruas Jalan Raya Singosari meningkatkan kapasitas maksimum hingga 5.874,08 SMP/jam untuk kedua arah. Volume kendaraan tertinggi, yaitu 3.033,60 SMP/jam di arah Malang dan 3.076,30 SMP/jam di arah Surabaya, masih jauh di bawah kapasitas tersebut. Dengan derajat kejenuhan (DK) sebesar 0,52, arus lalu lintas di kedua arah tergolong lancar, sehingga jalan berada pada tingkat pelayanan A. Kondisi ini mencerminkan kelancaran, kenyamanan, dan minimnya risiko kemacetan, yang optimal bagi pengguna jalan.

5. KESIMPULAN, SARAN & REKOMENDASI

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan mengenai sasaran yang telah dirumuskan. Kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Volume kendaraan yang lewat di Jalan Raya Singosari menunjukkan variasi signifikan antara waktu dan hari. Arah Malang cenderung padat dari pagi hingga malam, dengan puncak tertinggi pada Senin, pukul 14.00-15.00, mencapai 4.069 unit. Hari kerja seperti Senin dan Kamis memiliki volume lebih tinggi dibanding akhir pekan. Arah Surabaya menunjukkan puncak aktivitas pada Minggu dan Rabu, dengan volume tertinggi 3.817 unit pada Minggu pagi dan 3.904 unit pada Rabu sore.
2. Hambatan samping di Jalan Raya Singosari menuju Surabaya dan Malang sangat tinggi sepanjang hari. Di arah Surabaya, puncak hambatan terjadi pada siang (1.856,4) dan sore hari (1.827,6), dengan penyebab utama kendaraan berhenti, lambat, dan keluar-masuk dari sisi jalan. Di arah Malang, puncaknya terjadi pada pagi (1.795,6) dan sore hari (1.827), disebabkan oleh kendaraan lambat, pejalan kaki, dan kendaraan berhenti. Hambatan tetap tinggi meskipun sedikit berkurang pada malam hari.
3. Terdapat perbedaan tingkat kemacetan, dan perbedaan kinerja jalan sebelum dan sesudah penambahan jalan layang di Jalan Singosari yang menunjukkan bahwa penambahan flyover secara signifikan meningkatkan kinerja jalan dan mengurangi kemacetan. Sebelum penambahan flyover, kapasitas jalan adalah 3.523,52 SMP/jam dengan derajat kejenuhan tinggi (0,86-0,87) dan tingkat pelayanan di level D. Setelah penambahan flyover, kapasitas meningkat menjadi 5.874,08 SMP/jam, derajat kejenuhan turun ke 0,52, dan tingkat pelayanan naik ke level A, menunjukkan arus lalu lintas yang lebih lancar dan kondisi jalan yang lebih optimal.
4. Sebelum penambahan flyover, kecepatan arus bebas untuk berbagai jenis kendaraan menunjukkan variasi yang signifikan, dengan kecepatan arus bebas mobil penumpang sebesar 61,28 km/jam, kendaraan sedang 51,06 km/jam, bus besar 58,89 km/jam, truk besar 45,08 km/jam, dan sepeda motor 44,53 km/jam. Setelah penambahan flyover, kecepatan arus bebas meningkat

pada semua jenis kendaraan. Bus besar mencatat peningkatan terbesar dengan kecepatan arus bebas mencapai 68,62 km/jam, diikuti oleh mobil penumpang yang mencapai 63,92 km/jam, kendaraan sedang 56,40 km/jam, truk besar 54,52 km/jam, dan sepeda motor 51,70 km/jam. Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan flyover telah berpengaruh positif terhadap laju kendaraan yang melintas, dengan memperbaiki kecepatan arus bebas dan meningkatkan efisiensi lalu lintas. Secara keseluruhan, penambahan jalan layang ini berhasil meningkatkan kinerja lalu lintas di ruas jalan Singosari dan memberikan dampak signifikan terhadap laju kendaraan dari Kota Malang ke Kota Surabaya maupun sebaliknya.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dibuat, berikut adalah beberapa saran untuk meningkatkan kinerja ruas Jalan Singosari:

1. Pemerintah setempat dapat mempertimbangkan pembangunan jalan layang (flyover) di ruas Jalan Singosari. Hal ini efektif untuk meningkatkan kapasitas jalan secara signifikan, mengurangi derajat kejenuhan 0,86-0,87 menjadi 0,52. Dan meningkatkan kenyamanan serta kelancaran lalu lintas, terutama saat jam sibuk terutama pagi jam 06.00 - 09.00. dan malam jam 18.00 - 21.00.
2. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menilai manfaat jangka panjang dari flyover yang telah dibangun. Penelitian dapat mencakup analisis dampak flyover terhadap efisiensi lalu lintas, kepuasan pengguna jalan, serta dampaknya terhadap ekonomi lokal dan lingkungan.

5.3 Rekomendasi

Berikut ini adalah beberapa rekomendasi yang penulis rekomendasikan kepada pemerintah atau lembaga terkait

1. Pemerintah direkomendasikan untuk mengoptimalkan hambatan samping dengan penegakan hukum yang lebih ketat terhadap parkir sembarangan dan kendaraan yang keluar-masuk di area yang tidak semestinya, serta perluasan parkir untuk wilayah di segmen 2 sampai 4 terutama di Jalan Raya Singosari menuju Surabaya dan Malang. Di arah Surabaya, puncak hambatan samping terjadi pada siang dan sore hari. Dan di arah Malang puncak hambatan samping terjadi pada pagi dan sore hari
2. Rekomendasi penambahan flyover baru dapat diterapkan ketika kemacetan sudah mencapai tingkat yang sangat parah atau mencapai tingkat F. Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, kondisi lalu lintas saat ini belum terlalu kritis karena kinerja jalan masih berada di tingkat D. Pemerintah dapat meningkatkan kinerja jalan dengan cara mengoptimalkan infrastruktur jalan yang sudah ada terlebih dahulu.
3. Memecah arus lalu lintas ke jalur-jalur alternatif dinilai dapat mengurangi tingkat kemacetan serta meningkatkan kinerja jalan secara signifikan. Dengan mengarahkan sebagian kendaraan ke rute yang berbeda, volume kendaraan di jalan utama dapat berkurang, sehingga memperlancar pergerakan lalu lintas. Jalur alternatif tersebut adalah Jalan Ranggawuni, Jalan Tumapel, Jalan Stasiun Singosari, Jalan Sido Agung, Jalan Kebon Agung, Jalan Wisnu Wardhana, dan Jalan Rogonoto Timur

6. DAFTAR PUSTAKA

6.1 Buku

- Miro, F. (2004). Perencanaan transportasi untuk mahasiswa, perencana, dan praktisi.
- Tamin, Ofyar.Z., (2000). "Perencanaan dan Permodelan Transportasi", Penerbit ITB, Bandung.
- Sucipto, Y., 2016, Overpass (Fly Over) vs Underpass, Testana Engineering Inc. Surabaya, Surabaya.
- Edward K. Morlok; alih bahasa, Johan Kelanaputra Hainim; editor, Yani Sainipar (Erlangga , 1995), Pengantar teknik dan perencanaan transportasi
- Abbas, Salim. 2000. Manajemen Transportasi. Cetakan Pertama. Edisi Kedua. . Jakarta : Ghalia Indonesia
- Andriansyah. 2015. Manajemen Transportasi Dalam Kajian Dan Teori. Buku. Jakarta pusat. Penerbit: Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Prof. Dr. Moestopo Beragama.
- Djajoesman, 1976, Polisi dan Lalu Lintas, Bandung: Bina Aksara.
- Poerwadarminta,W.J.S. 1993. Kamus Umum Bahasa Indonesia.

6.2 Undang – Undang

- Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004
- UU Nomor 22 Tahun 2009
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2014. Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI). Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen. Pekerjaan Umum, Jakarta.

6.3 Jurnal

- Seran, A. P., Sugiyanto, S., & Pranoto, P. (2020). Analisis kinerja ruas jalan raya Singosari Kabupaten Malang. *Bangunan*, 25(2), 25.
- Sujarto, D. (1993). Perkembangan Kota Baru. *Journal of Regional and City Planning*, 4(9).
- Supraptini, N., & Supriyadi, A. (2020). Pengaruh Fasilitas, Transportasi Dan Akomodasi Terhadap Kepuasan Wisatawan Dikabupaten Semarang. *JMD: Jurnal Riset Manajemen & Bisnis Dewantara*, 3(2), 121-131.
- Kawulur, D. O., Naukoko, A. T., & Maramis, M. T. B. (2020). Analisis Dampak Kemacetan Terhadap Ekonomi Pengguna Jalan, Depan Tugu Taman Kota Manado. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 20(01).
- Papia J.C. Franklin, Fela Warouw, jurnal berisi : 1997, jurnal : Studi Kemacetan Lalu Lintas Di Pusat Kota Rataan
- Boediningsih, W. 2011. Dampak kepadatan lalu lintas terhadap polusi udara kota surabaya. *Jurnal*, h. 122-132. Diunduh dari <http://ejournal.narotama.ac.id>.
- Md. Abu Taleb, Shamsuzzaman Majumder. 2012. Impact of fly over in Dhaka city of Bangladesh on the affected people in the adjacent area. *IACSIT International Journal of Engineering and Technology*, Vol. 4, No. 1, February 2012
- Abdi, G. N., Priyanto, S., & Malkamah, S. (2019). Hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. *Jurnal Teknisia*, 24(1), 55-64
- Haryadi, M (2018) Analisis Kinerja Simpang Tak Bersinyal Jalan Selokan Mataram Yogyakarta menggunakan metode mkji 1997. Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia.
- Ilmansyah, Rakadithya, Evaluasi Kinerja Traffic light Persimpangan Jalan Soekarno Hatta – Jalan Buah Batu Bandung, Tugas Akhir, ITENAS 2018
- Suryadi, A. (2019). Analisis Kinerja Ruas Jalan Raya Singosari. *Jurnal Transportasi Nasional*, 5(3), 231-245.
- Yulianto, D. (2017). Evaluasi Karakteristik Geometrik dan Hambatan Samping pada Ruas Jalan Raya Singosari. *Jurnal Penelitian Transportasi*, 6(2), 150-165.
- Siswanto, B. (2018). Faktor Penyebab Kemacetan Lalu Lintas di Ruas Jalan Singosari. *Jurnal Rekayasa Transportasi*, 9(1), 87-98.
- Susanto, H. (2019). Pengaruh Kepadatan Penduduk terhadap Kemacetan di Ruas Jalan Raya Singosari. *Jurnal Perencanaan Kota dan Wilayah*, 7(4), 312-325.
- Mahendra, T., & Wardhani, R. (2021). Effectiveness of Flyovers in Reducing Urban Traffic Congestion. **Journal of Traffic and Transportation Engineering**, 8(3), 290-305