

# Pemanfaatan Artificial Intelligence Dalam Mengukur Kinerja Ruas Jalan Margonda Raya Kota Depok

Bayu Suardika<sup>1\*</sup>, Siti Malkhamah<sup>2</sup>, Mukhammad Rizka Fahmi Amrozi<sup>3</sup>

Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta  
e-mail: <sup>1</sup>bayusuardika@mail.ugm.ac.id

Received 16-04-2025; Reviewed 30-04-2025; Accepted 05-05-2025

Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj>

DOI: 10.46447/ktj.v12i1.665

## Abstract

*Jalan Margonda Raya is a primary collector road in Depok City that plays a vital role in urban traffic movement. The high volume of vehicles, especially during peak hours, often leads to significant congestion. This study aims to analyze traffic performance on the road segment based on the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI, 2023) and to evaluate the application of Artificial Intelligence (AI) in traffic surveys to improve data accuracy and minimize bias commonly found in conventional methods. The survey was conducted on weekdays, and the analysis showed that the highest traffic volume reached 4,161 pcu/hour, with a total vehicle count of 10,465 pcu/hour and an average speed of 31 km/h. The degree of saturation (DS) was recorded at 0.90, indicating a Level of Service (LOS) E—an unstable traffic condition approaching maximum capacity. The peak traffic period occurred between 06:45 and 07:45 AM. The implementation of AI in traffic surveys proved to deliver efficient and reliable results, offering an innovative alternative to support decision-making in transportation planning.*

**Keywords:** Traffic Congestion, PKJI 2023, Depok, Artificial Intelligence, Level Of Service

## Abstrak

Jalan Margonda Raya merupakan jalan kolektor primer di Kota Depok yang memiliki peran vital dalam pergerakan lalu lintas kawasan urban. Tingginya volume kendaraan, khususnya pada jam-jam sibuk, kerap menyebabkan kemacetan yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada ruas jalan tersebut dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), serta mengevaluasi penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam proses survei lalu lintas guna meningkatkan akurasi dan mengurangi potensi bias data yang kerap terjadi pada metode konvensional. Survei dilakukan pada hari kerja (weekdays), dengan hasil analisis menunjukkan bahwa volume lalu lintas tertinggi mencapai 4.161 smp/jam, dengan total kendaraan sebesar 10.465 smp/jam dan kecepatan rata-rata kendaraan sebesar 31 km/jam. Derajat kejenuhan (DS) tercatat sebesar 0,90 yang mencerminkan tingkat pelayanan (Level of Service/LOS) E, yaitu kondisi lalu lintas yang tidak stabil dan mendekati kapasitas maksimum jalan. Puncak kepadatan lalu lintas terjadi pada pukul 06.45 hingga 07.45 WIB. Implementasi AI dalam survei lalu lintas terbukti memberikan hasil yang efisien dan reliabel, serta menjadi alternatif inovatif dalam mendukung pengambilan keputusan di bidang perencanaan transportasi.

**Kata kunci:** Kemacetan Lalu Lintas, PKJI 2023, Depok, Artificial Intelligence, Tingkat Pelayanan Jalan

## PENDAHULUAN

Petumbuhan penduduk dan kendaraan bermotor yang pesat dikawasan perkotaan menjadi tantangan besar serta salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas, khususnya pada ruas jalan dengan aktivitas tinggi seperti Jalan Margonda Raya. Kota Depok sebagai salah satu kota penyangga Jakarta mengalami peningkatan volume kendaraan yang signifikan setiap tahunnya dimana menurut data Dinas Perhubungan Kota Depok volume kendaraan meningkat 1,22 persen tiap tahunnya dari tahun 2022 hingga 2024 dimana motor menjadi kendaraan yang mendominasi. Sebagai jalur penghubung antara kawasan pemukiman, pusat kegiatan ekonomi serta pemerintahan dan akses utama menuju transportasi massal seperti KRL, Jalan Margonda Raya mengalami kepadatan lalu lintas terutama pada jam sibuk permasalahan yang sering timbul salah satunya adalah kemacetan yang mengakibatkan penurunan kecepatan kendaraan, peningkatan waktu tempuh dan ketidak stabilan pergerakan kendaraan (Damayanto et al., 2024; Faradila & Puspito, 1997). Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada ruas Jalan Margonda Raya menggunakan pendekatan Kapasitas Jalan Indonesia Tahun 2023.

Seiring berkembangnya teknologi digital, penerapan *Artificial Intelligence (AI)* dalam studi transportasi telah menunjukkan dampak yang signifikan, terutama dalam meningkatkan akurasi, efisiensi, dan objektivitas pengumpulan serta analisis data lalu lintas. Dalam studi terdahulu terkait Jalan Margonda Raya, misalnya, penggunaan AI melalui perangkat lunak seperti *DataFromSky* terbukti mampu mendeteksi dan menghitung volume kendaraan secara real-time dari rekaman CCTV, yang secara substansial mengurangi bias manusia dalam pengamatan konvensional. Pemanfaatan AI dapat secara signifikan mengurangi beban kerja yang terlibat dalam pemantauan jalan sambil menghasilkan penilaian yang tepat waktu dan akurat mengenai masalah keselamatan jalan (Chang et al., 2025; Ibrahim et al., 2021; Lin et al., 2023). Penerapan model AI juga dapat digunakan untuk memprediksi penurunan kinerja jalan dari waktu ke waktu (Darmadi et al., 2024; Shtayat et al., 2022). Kemampuan model AI ini untuk menangani skenario lalu lintas yang kompleks, termasuk lingkungan kendaraan yang padat, menghasilkan peningkatan signifikan dibandingkan metode pemantauan tradisional, yang sering kesulitan dalam interpretasi data waktu nyata (Abduljabbar et al., 2019; Lee et al., 2021; Tak et al., 2021).

Selain itu, sistem memanfaatkan AI untuk beradaptasi secara real-time dengan kondisi jalan yang berubah, secara signifikan meningkatkan kinerja keseluruhan jaringan transportasi (Dellermann et al., 2019; Shahraz, 2022). AI dalam manajemen lalu lintas, memungkinkan optimasi kepadatan lalu lintas berdasarkan analisis data waktu nyata (Fu et al., 2023; Khairi et al., 2023). Teknologi AI dapat memantau kondisi jalan dan menganalisis pola lalu lintas, yang mengarah pada pemanfaatan sumber daya dan lingkungan lebih baik (Abduljabbar et al., 2019; Yiğitcanlar & Cugurullo, 2020). AI juga memungkinkan analisis data yang lebih mendalam melalui pemrosesan visual dan otomatisasi klasifikasi kendaraan. Pendekatan ini memberikan fondasi inovatif bagi pengembangan penelitian lanjutan yang lebih presisi dan berbasis data untuk merancang solusi lalu lintas yang efektif dan adaptif terhadap kondisi nyata di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja lalu lintas pada ruas jalan tersebut dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023), serta mengevaluasi penerapan Artificial Intelligence (AI) dalam proses survei lalu lintas

guna meningkatkan akurasi dan mengurangi potensi bias data yang kerap terjadi pada metode konvensional pada Ruas Jalan Margonda Raya Kota Depok

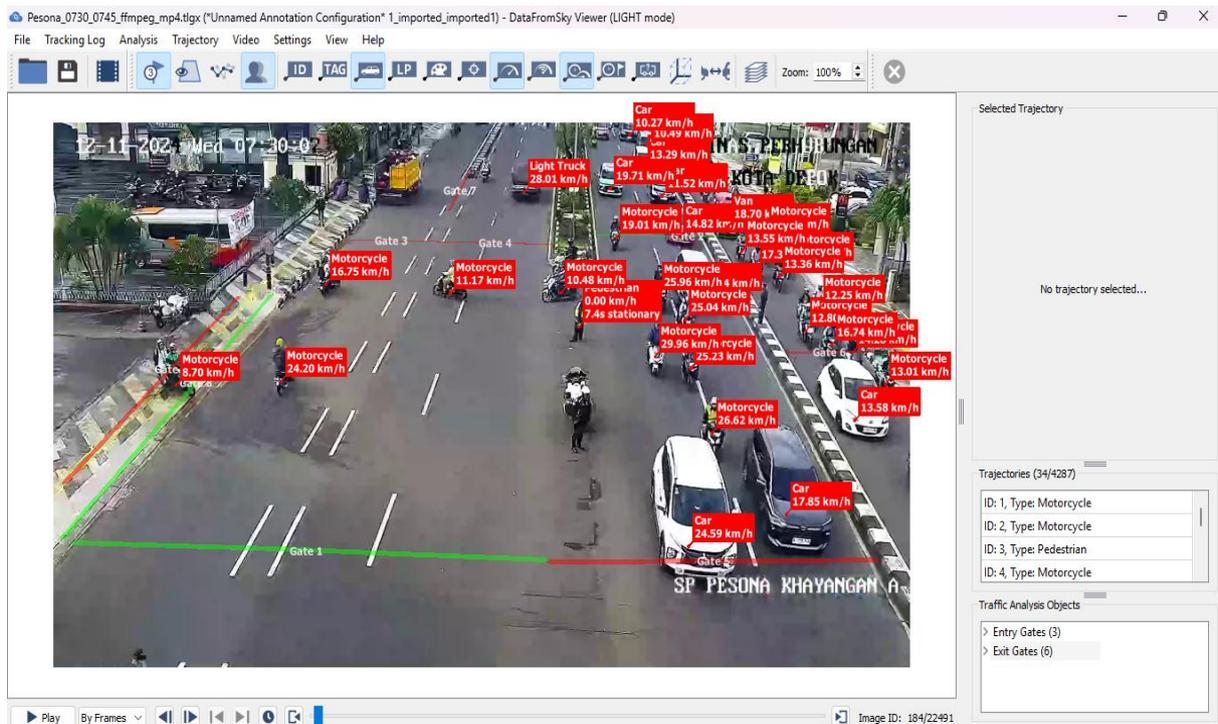
## **METODE PENELITIAN**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan untuk memahami bagaimana kondisi lalu lintas yang sebenarnya di Jalan Margonda Raya, Kota Depok, terutama terkait volume kendaraan dan kecepatan lalu lintas. Tujuan dari pengumpulan data ini adalah untuk mendapatkan gambaran nyata di lapangan yang kemudian akan dianalisis menggunakan metode dari Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023). Data ini menjadi dasar penting dalam menilai bagaimana kinerja ruas jalan tersebut, sekaligus sebagai bahan pertimbangan dalam merencanakan dan mengelola sistem transportasi yang lebih efektif dan efisien di wilayah tersebut.

Survei volume lalu lintas dilakukan dalam satu hari kerja, tepatnya pada tanggal 11 Desember 2024. Pemilihan hari kerja bukan tanpa alasan. Hari kerja dianggap lebih mewakili aktivitas rutin masyarakat—mulai dari berangkat kerja, pergi ke sekolah, hingga aktivitas harian lainnya—yang tentunya mempengaruhi kondisi lalu lintas secara signifikan. Observasi dimulai sejak pagi, pukul 05.30 WIB, dan berakhir pada pukul 19.00 WIB. Waktu yang cukup panjang ini dipilih agar peneliti bisa menangkap dinamika lalu lintas dari jam-jam sepi hingga periode sibuk seperti pagi dan sore hari. Dalam proses pengumpulan data volume lalu lintas, digunakan rekaman video dari *CCTV* yang dimiliki oleh Dinas Perhubungan Kota Depok. Kamera ini merekam secara terus-menerus selama waktu pengamatan berlangsung.

Untuk penghitungan menggunakan bantuan *AI* yang dikembangkan oleh *DataFromSky* yang dimana cara ini dianggap efektif karena mengurangi potensi kesalahan manusia saat pengamatan langsung, dan yang terpenting, menghasilkan rekaman visual yang bisa dianalisis secara lebih detail dan objektif kapan pun diperlukan. *DataFromSky* merupakan teknologi berbasis kecerdasan buatan yang memanfaatkan video rekaman lalu lintas dari udara atau *CCTV* untuk mendeteksi, melacak, dan menganalisis pergerakan kendaraan secara otomatis. Sistem ini menggunakan teknik *computer vision* dan *machine learning* untuk mengklasifikasikan jenis kendaraan, menghitung volume lalu lintas, serta menganalisis pola pergerakan secara akurat dan efisien.

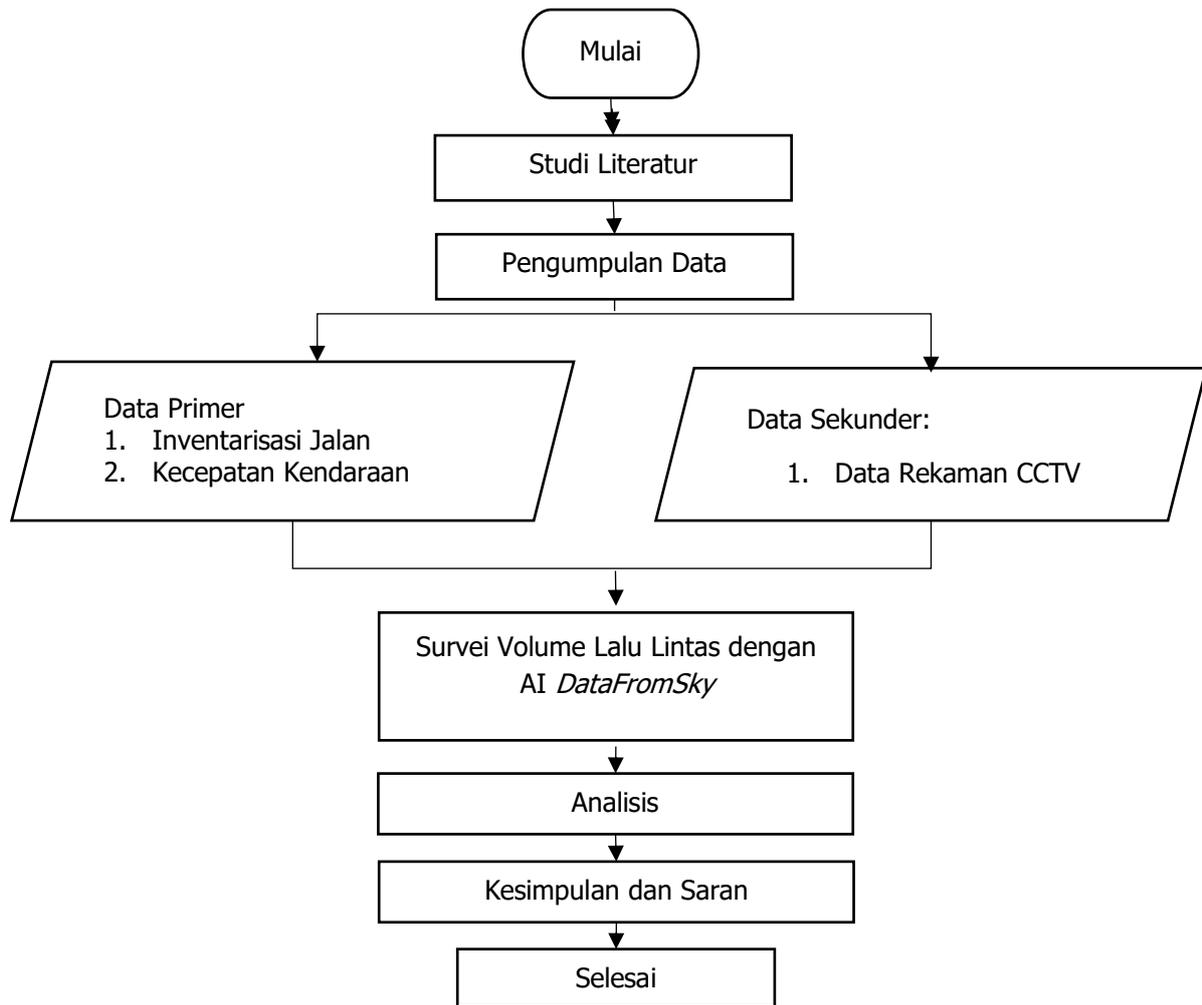
Keunggulan utama *DataFromSky* dibandingkan metode manual adalah kemampuannya untuk memproses data dalam jumlah besar dengan kecepatan tinggi, meminimalisasi kesalahan akibat kelelahan atau subjektivitas pengamat manusia, serta menyediakan data yang bersifat objektif dan terdokumentasi secara visual. Selain itu, data yang dihasilkan dapat diekspor dalam berbagai format dan digunakan untuk simulasi atau analisis lanjutan. Dalam konteks penelitian ini, penggunaan *DataFromSky* memungkinkan peneliti mendapatkan informasi detail tentang karakteristik lalu lintas di Jalan Margonda Raya tanpa harus melakukan pengamatan langsung yang memakan waktu dan tenaga.



**Gambar 1.** Visualisasi Perhitungan Kendaraan Jalan Margoda Raya

Selain volume kendaraan, data kecepatan juga dikumpulkan sebagai bagian penting dari analisis kinerja jalan. Untuk mengukur kecepatan kendaraan, digunakan alat bantu berupa Radar Gun, yang mampu mendeteksi kecepatan secara akurat dari jarak tertentu. Pengukuran dilakukan pada tiga waktu berbeda dalam sehari, yaitu pagi (06.45–07.45 WIB), siang (12.00–13.00 WIB), dan sore (17.00–18.00 WIB). Ketiga rentang waktu ini dipilih karena mewakili kondisi lalu lintas yang bervariasi. Misalnya, di pagi hari biasanya lalu lintas cenderung padat karena banyak orang memulai aktivitas harian. Siang hari relatif lebih lengang, sementara di sore hari arus kendaraan kembali meningkat seiring masyarakat pulang dari tempat kerja atau sekolah. Variasi inilah yang penting untuk ditangkap agar analisis yang dihasilkan benar-benar mencerminkan kondisi nyata di lapangan.

Setelah seluruh data dikumpulkan, proses berikutnya adalah menganalisis data tersebut secara kuantitatif dengan menggunakan acuan dari PKJI 2023. Beberapa parameter yang dihitung dalam analisis ini meliputi kapasitas jalan, kecepatan rata-rata kendaraan, derajat kejenuhan (DS), dan tingkat pelayanan jalan atau *Level of Service* (LOS). Melalui analisis ini, peneliti dapat melihat seberapa efisien ruas jalan yang diamati bekerja, serta apakah beban lalu lintasnya sudah melebihi kapasitas ideal atau belum.

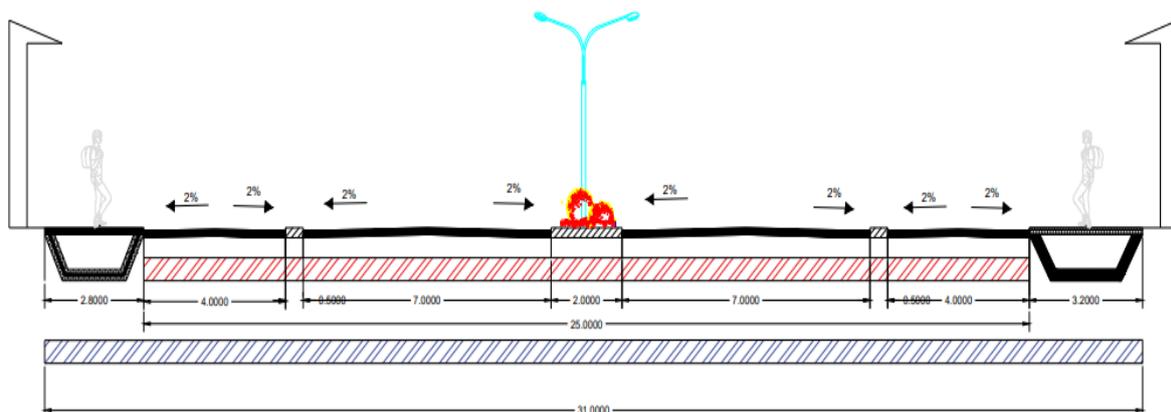


**Gambar 2.** Bagan Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Geometrik dan Kapasitas Jalan

Berdasarkan observasi lapangan yang dilakukan ruas Jalan Margonda Raya memiliki tipe jalan enam lajur dengan dua arah terbagi (6/2 D) dimana segmen yang diteliti memiliki jalur lambat pada kedua arah.

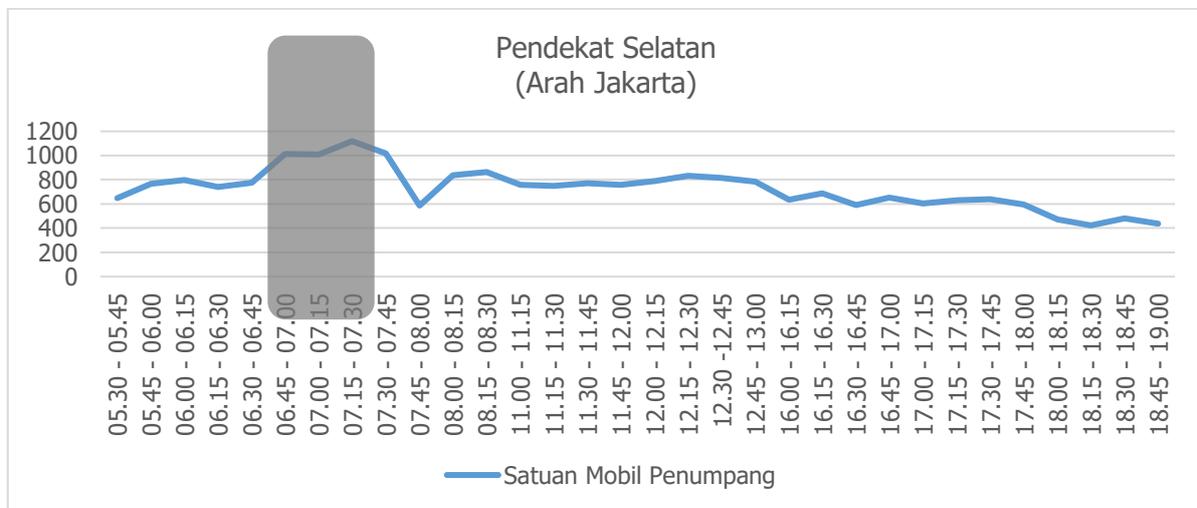


**Gambar 3.** Geometrik Jalan Margonda Raya

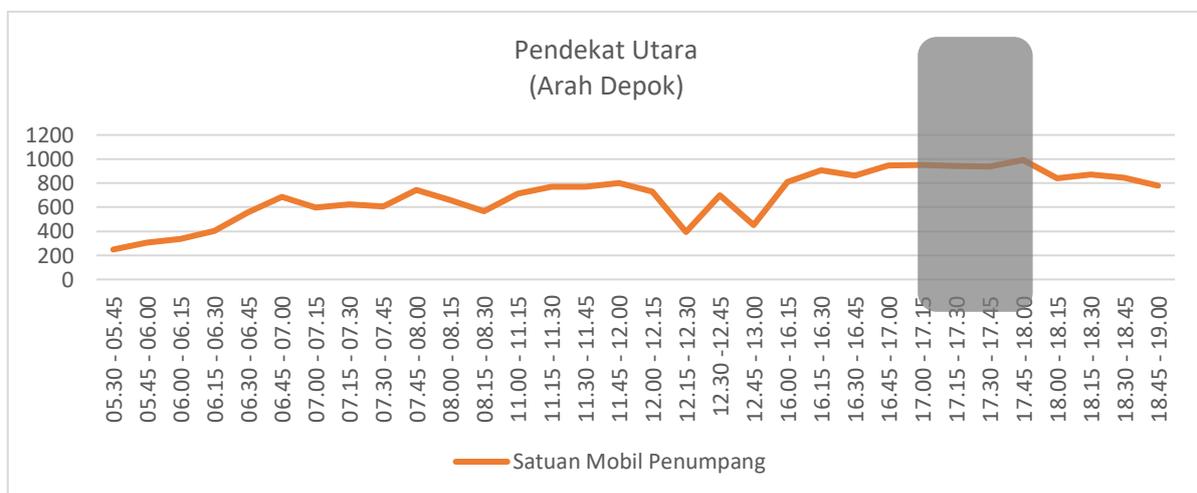
Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, kapasitas Jalan Margonda Raya dihitung sesuai Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI, 2023) menunjukkan jumlah maksimal kendaraan yang bisa melintas per jam dalam satuan smp (satuan mobil penumpang). Perhitungan mempertimbangkan beberapa faktor, seperti lebar dan jumlah lajur, aktivitas di pinggir jalan (hambatan samping), kondisi median jalan, serta keberadaan bahu jalan. Kapasitas jalan margonda raya besar 1.496 smp/jam per lajur pada jalur cepat dan 1.616 smp/jam per lajur pada jalur lambat. Maka masing masing arah memiliki kapasitas sebesar 4.608 smp/jam atau kapasitas kedua jalur adalah 9.215 smp/jam.

## 2. Volume Lalu Lintas

Survei volume lalu lintas yang dilakukan menggunakan perekaman video CCTV dengan menggunakan aplikasi *AI DataFromSky* dengan tujuan untuk mengurani bias data jika dilakukan secara manual karena tingginya volume yang diamati. Jenis kendaraan yang diamati pada survei ini adalah Sepeda Motor (SM), Mobil Penumpang (MP), Bus dan Kendaraan Berat (HV).



**Gambar 4.** Grafik Volume Lalu Lintas Jalan Margonda Raya Pendekat Selatan



**Gambar 5.** Grafik Volume Lalu Lintas Jalan Margonda Raya Pendekat Utara

Dari data perhitungan yang diperoleh didapatkan bahwa presentase jenis kendaraan yang melewati jalan margonda raya sebesar 78% sepeda motor, 20% mobil penumpang, 0,23% bus dan 1,47% kendaraan berat (truck ringan).

### 3. Kecepatan Kendaraan

Survei kecepatan yang dilakukan merupakan survei kecepatan titik (*spot speed*) dengan menggunakan *Radar Gun* sebagai alat bantu perekaman kecepatan dimana setiap jenis kendaraan diamati kecepatannya lalu dicatat. Berikut hasil survei *Spot Speed* pada ruas Jalan Margonda Raya.

**Tabel 1.** Kecepatan Kendaraan Jalan Margonda Raya

Ruas Jalan	Waktu	Jenis Kendaraan	Kecepatan Maksimal	Kecepatan Minimal	Kecepatan Rata Rata (km/jam)	
					Kendaraan	Seluruh Kendaraan
Margonda Raya (Arah Jakarta)	Pagi	Sepeda Motor	55	20	35,96	31,62
		Mobil Penumpang	48	20	31,29	
		Bus	30	22	25,17	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	35	20	25,98	
Margonda Raya (Arah Citayam)	Pagi	Sepeda Motor	54	20	34,71	31,85
		Mobil Penumpang	50	20	32,05	
		Bus	27	19	23,60	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	37	20	26,80	
Margonda Raya (Arah Jakarta)	Siang	Sepeda Motor	66	22	42,81	39,69
		Mobil Penumpang	61	19	41,26	
		Bus	37	21	29,60	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	43	22	31,86	
Margonda Raya (Arah Citayam)	Siang	Sepeda Motor	65	17	39,90	38,01
		Mobil Penumpang	62	18	38,71	
		Bus	35	24	31,17	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	47	21	34,49	
Margonda Raya (Arah Jakarta)	Sore	Sepeda Motor	50	21	33,77	32,81
		Mobil Penumpang	53	19	32,43	
		Bus	40	21	29,77	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	45	19	32,40	
Margonda Raya (Arah Citayam)	Sore	Sepeda Motor	58	20	32,73	31,45
		Mobil Penumpang	50	20	32,05	
		Bus	27	19	23,60	
		Kendaraan Berat (Truck Ringan)	37	20	26,80	

#### 4. Tingkat Pelayanan Jalan (LOS)

Tingkat pelayanan jalan (LOS) melibatkan beberapa indikator antara lain kecepatan, dan derajat kejenuhan dimana nilai LOS ditentukan berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas dengan hasil sebagai berikut :

**Tabel 2.** *Level Of Service* Jalan Margonda Raya

Pendekat	Periode	Volume	Kapasitas	V/C Ratio	Kecepatan Rata - Rata	Tingkat
		Lalu Lintas (smp/jam)	Jalan (smp/jam)			Pelayanan (LOS)
Selatan (Arah Jakarta)	Pagi	4.161	4.608	0.90	31,62	E
	Siang	3.222	4.608	0.70	39,69	D
	Sore	2.465	4.608	0.53	32,81	D
Utara (Arah Citayam)	Pagi	2.513	4.608	0.55	31,85	D
	Siang	2.275	4.608	0.49	38,01	D
	Sore	3.825	4.608	0.83	31,45	E

#### 5. Perbandingan Kinerja Daerah Lain

Untuk memberikan konteks yang lebih luas terhadap hasil analisis kinerja lalu lintas di Jalan Margonda Raya, dilakukan perbandingan dengan beberapa studi terdahulu yang meneliti ruas jalan perkotaan lain di Indonesia. Hasil survei dan analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa Jalan Margonda Raya memiliki tingkat pelayanan jalan (*Level of Service/LOS*) pada level D hingga E, dengan derajat kejenuhan (DS) tertinggi mencapai 0,90 pada jam sibuk dan kecepatan rata-rata kendaraan berada di kisaran 31 km/jam. Temuan ini menunjukkan kondisi lalu lintas yang hampir jenuh dan tidak stabil, yang merupakan ciri khas ruas jalan di kawasan urban dengan volume kendaraan tinggi. Kondisi serupa juga tercermin dalam penelitian (Hanif & Risdianto, n.d.) yang menganalisis kinerja lalu lintas di Jalan Ketintang, Surabaya. Studi tersebut menemukan bahwa pada jam-jam puncak, ruas jalan tersebut menunjukkan LOS E, serta kecepatan kendaraan yang rendah akibat volume lalu lintas yang mendekati kapasitas jalan.

Hal serupa ditemukan pada studi (Fadilla Yasmin et al., 2021) yang meneliti Jalan Inspeksi Kalimantan di Jakarta Timur, dengan hasil LOS D hingga E serta kecepatan kendaraan antara 25–35 km/jam. Dari sini dapat disimpulkan bahwa masalah kemacetan dan penurunan kinerja jalan merupakan tantangan umum di ruas-ruas jalan utama di kota besar. Perbandingan juga dilakukan dengan studi lokal lainnya di Kota Depok. Penelitian oleh (Aprilianto, 2024; Faradila & Puspito, 1997) mengenai Jalan Sawangan Raya menunjukkan kemiripan kondisi lalu lintas dengan Jalan Margonda Raya. Jalan Sawangan juga menunjukkan dominasi kendaraan roda dua, kecepatan rendah, serta tingkat kejenuhan tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa permasalahan lalu lintas bukan hanya terjadi pada satu ruas tertentu, melainkan merupakan masalah struktural yang umum di wilayah perkotaan Depok.

Menariknya, studi (Damayanto et al., 2024) tentang pengaruh pembangunan Underpass Dewi Sartika di Depok menunjukkan adanya peningkatan kinerja lalu lintas setelah intervensi fisik dilakukan. Peningkatan LOS dari E menjadi C setelah

pembangunan menunjukkan bahwa perbaikan infrastruktur jalan dapat memberikan dampak nyata terhadap kelancaran lalu lintas. Keunikan penelitian ini terletak pada penerapan teknologi AI dalam proses pengumpulan dan analisis data, yang belum banyak dijumpai dalam studi-studi sebelumnya. Penggunaan sistem *DataFromSky* terbukti meningkatkan akurasi penghitungan volume kendaraan dan meminimalkan bias observasi manual, menjadikan hasil analisis lebih objektif dan dapat diandalkan. Pendekatan ini menunjukkan potensi besar untuk diterapkan secara lebih luas pada studi-studi lalu lintas di kota-kota lain, sebagai bagian dari upaya modernisasi dalam perencanaan transportasi perkotaan.

## **SIMPULAN**

Pemanfaatan teknologi *Artificial Intelligence* dalam penelitian ini terbukti memberikan kontribusi signifikan dalam proses pengumpulan dan analisis data lalu lintas di Jalan Margonda Raya, Kota Depok. Melalui penggunaan perangkat berbasis *AI* seperti *CCTV* untuk merekam volume kendaraan dan Radar Gun untuk mengukur kecepatan, proses survei dapat dilakukan secara lebih akurat, efisien, dan minim bias dibandingkan metode manual. Hasil analisis menunjukkan bahwa kinerja lalu lintas di Jalan Margonda Raya masih menghadapi tantangan serius, khususnya pada jam-jam sibuk. Tingginya volume kendaraan, rendahnya kecepatan rata-rata, serta nilai derajat kejenuhan (DS) yang mendekati satu, menandakan bahwa kapasitas jalan hampir terlampaui dan berada pada tingkat pelayanan yang rendah (LOS E).

Dengan data yang diperoleh melalui pendekatan berbasis *AI*, kondisi ini dapat diidentifikasi secara lebih presisi, sehingga memberikan landasan kuat bagi perumusan kebijakan transportasi yang lebih responsif dan berbasis data. Dengan demikian, penggunaan teknologi *Artificial Intelligence* dalam studi transportasi terbukti mampu meningkatkan kualitas pengukuran kinerja jalan dan bisa dikembangkan menjadi sebuah *software* yang dapat membaca kinerja secara *realtime* jika dikombinasikan dengan *CCTV* yang ada pada intansi terkait. Pendekatan ini tidak hanya relevan untuk studi di Jalan Margonda Raya, tetapi juga berpotensi diterapkan secara lebih luas di wilayah perkotaan lain dalam rangka mewujudkan sistem transportasi yang lebih cerdas, efisien, dan berkelanjutan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dinas Perhubungan Kota Depok atas dukungan, izin, serta bantuan data dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian ini berlangsung. Kerja sama dan keterbukaan informasi dari pihak Dinas Perhubungan sangat membantu dalam kelancaran kegiatan survei dan pengumpulan data di lapangan.

Penulis juga menyampaikan apresiasi yang mendalam kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan pendanaan penuh melalui beasiswa yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan studi dan penelitian ini dengan baik. Bantuan dari LPDP tidak hanya memberikan kesempatan untuk menempuh pendidikan tinggi, tetapi juga mendorong penulis untuk terus berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan solusi nyata bagi permasalahan transportasi di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abduljabbar, R., Dia, H., Liyanage, S., & Bagloee, S. A. (2019). Applications of Artificial Intelligence in Transport: An Overview. *Sustainability*, *11*(1), 189. <https://doi.org/10.3390/su11010189>
- Aprilianto, D. (2024). Analisis Pengaruh Drainase Terhadap Kerusakan Jalan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index Dan Alternatif Solusinya. *Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Chang, J.-R., Lin, K.-H., Liu, C.-M., & Yang, P.-S. (2025). Development of a Road Defect Inspection System (AI-RDIS) Using AI Deep Learning Technology. *Iop Conference Series Earth and Environmental Science*, *1450*(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1450/1/012006>
- Damayanto, A., Juhara, A., Muhamad, R., & Wiansyah, A. A. (2024). *Evaluasi Kinerja Lalu Lintas Sebelum dan Setelah Pembangunan Underpass Dewi Sartika Kota Depok dengan Metode Simulasi Vissim*. *23*(02), 179–187. <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Darmadi, D., Pratikso, P., & Rachmat, M. (2024). *Traffic Counting using YOLO Version-8 (A case study of Jakarta-Cikampek Toll Road)*. *13*(1), 115–124. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v13i1>
- Dellermann, D., Calma, A., Lipusch, N., Weber, T., Weigel, S., & Ebel, P. (2019). *The Future of Human-Ai Collaboration: A Taxonomy of Design Knowledge for Hybrid Intelligence Systems*. <https://doi.org/10.24251/hicss.2019.034>
- Fadilla Yasmin, A., setiawan Jurnal Manajemen Transportasi, D., & Setiawan, D. (2021). Analisis Kapasitas Tingkat Pelayanan dan Kinerja Ruas Jalan Inspeksi Kalimalang Analysis of Service Level Capacity and Performance of Inspection Kalimalang Street. & *Logistik (JMTRANSLOG)*, *08*(03). <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>
- Faradila, I., & Puspito, H. (1997). Performance Analysis of Urban Roads using MKJI 1997 Case Study : Jalan Sawangan Raya. In *Jurnal Artesis* (Vol. 2, Issue 1).
- Fu, Y., Jin, Y., Shi, Y., Wang, Y., Wang, K., & Liang, Y. (2023). The Application and Challenges of Artificial Intelligence in the Transportation Field. *Ceas*, *1*(2). <https://doi.org/10.61603/ceas.v1i2.21>
- Hanif, A. L., & Risdianto, Y. (n.d.). *Analisis Kinerja Lalu Lintas Ruas Jalan Jl. Ketintang Surabaya*.
- Ibrahim, A., Zukri, N. A. Z. M., Ismail, B. N., Osman, M. K., Yusof, N. A. M., Idris, M. I., Rabian, A. H., & Bahri, I. (2021). Flexible Pavement Crack's Severity Identification and Classification Using Deep Convolution Neural Network. *Journal of Mechanical Engineering*, *18*(2), 193–201. <https://doi.org/10.24191/jmeche.v18i2.15154>
- Khairi, S., Abbas, A., Sharif, M. S., & Apeageyi, A. K. (2023). *Artificial Intelligence Applications in Road Traffic Forecasting: A Review of Current Research*. 38–43. <https://doi.org/10.1109/3ict60104.2023.10391677>
- Lee, C., Kim, H., Oh, S. J., & Doo, I. C. (2021). A Study on Building a "Real-Time Vehicle Accident and Road Obstacle Notification Model" Using AI CCTV. *Applied Sciences*, *11*(17), 8210. <https://doi.org/10.3390/app11178210>
- Lin, C., Tian, D., Duan, X., & Zhou, J. (2023). TransCrack: Revisiting Fine-Grained Road Crack Detection With a Transformer Design. *Philosophical Transactions of the Royal Society a Mathematical Physical and Engineering Sciences*, *381*(2254). <https://doi.org/10.1098/rsta.2022.0172>

- Shahraz, M. (2022). Intelligent Transportation Systems: An Overview of Current Trends and Limitations. *Interantional Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, 06(12). <https://doi.org/10.55041/ijsrem17256>
- Shtayat, A., Moridpour, S., Best, B., & Rumi, S. (2022). An Overview of Pavement Degradation Prediction Models. *Journal of Advanced Transportation*, 2022, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2022/7783588>
- Tak, S., Lee, J.-D., Song, J., & Kim, S. (2021). Development of AI-Based Vehicle Detection and Tracking System for C-Its Application. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2021/4438861>
- Yiğitcanlar, T., & Cugurullo, F. (2020). The Sustainability of Artificial Intelligence: An Urbanistic Viewpoint From the Lens of Smart and Sustainable Cities. *Sustainability*, 12(20), 8548. <https://doi.org/10.3390/su12208548>