



Smart Traffic untuk Menghitung Volume Kendaraan dan Klasifikasi Kondisi Lalu Lintas Menggunakan Model YOLOv7

Kurniadin Abd. Latif ¹, Putri Tanisa Utami ², Apriani ^{2*}, Fatimatuzzahra ³, Ria Rismayati ²

¹. Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak, Universitas Bumigora Indonesia

². Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Bumigora, Indonesia

³. Program Studi Teknik Informatika, Politeknik Negeri Jember, Indonesia

* Korespondensi: apriani@universitasbumigora.ac.id

Sitasi: Latif, K. A.; Utami, P. T.; Apriani, A; Fatimatuzzahra, F.; Rismayati, R. (2025). Smart Traffic untuk Menghitung Volume Kendaraan dan Klasifikasi Kondisi Lalu Lintas Menggunakan Model YOLOv7. JTIM: Jurnal Teknologi Informasi Dan Multimedia, 7(2), 363-371.
<https://doi.org/10.35746/jtim.v7i2.667>

Abstract: One of the most complex challenges in urban management, particularly in developing countries, is traffic control. Traffic congestion has become a global issue, significantly affecting mobility, economic productivity, and quality of life. To address this problem, smart traffic systems are increasingly being adopted as adaptive and efficient solutions. This study aims to implement the *You Only Look Once* version 7 (YOLOv7) object detection model within a smart traffic system to calculate vehicle volume and monitor traffic conditions in real time. YOLOv7 is chosen for its high object detection accuracy, even in dynamic and complex environments where objects are fast-moving or overlapping in dense backgrounds. The methodology involves processing a 2-minute-30-second CCTV video recording taken from a street in New York City. Vehicle detection is conducted by applying bounding boxes over specific areas within the video frames, which serve as virtual counters for vehicles passing through. The experimental results demonstrate that the system effectively counts vehicles per second and identifies traffic conditions, which in this case remained smooth throughout the observation period. These findings highlight the potential of implementing YOLOv7 in smart traffic systems to support data-driven, automated, and real-time traffic management.

Keywords: Smart traffic ; Object Detection; vehicle counting; YOLO v7;

Abstrak: Salah satu tantangan paling kompleks dalam manajemen perkotaan di negara berkembang adalah pengelolaan lalu lintas. Kemacetan telah menjadi permasalahan global yang berdampak luas terhadap mobilitas, efisiensi ekonomi, dan kualitas hidup masyarakat. Untuk mengatasi permasalahan ini, teknologi smart traffic system mulai diadopsi sebagai solusi yang adaptif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan model deteksi objek berbasis *You Only Look Once* versi 7 (YOLOv7) dalam sistem smart traffic guna menghitung volume kendaraan serta mendeteksi kondisi lalu lintas secara real-time. Model YOLOv7 dipilih karena kemampuannya dalam mendeteksi objek dengan akurasi tinggi, bahkan pada kondisi lingkungan yang dinamis dan kompleks, seperti objek bergerak cepat atau tumpang tindih di latar belakang yang padat. Metode yang digunakan melibatkan pemrosesan video rekaman CCTV berdurasi 2 menit 30 detik yang diambil dari salah satu ruas jalan di New York City. Deteksi kendaraan dilakukan melalui penerapan *bounding box* pada area tertentu dalam frame video, yang berfungsi sebagai area penghitung kendaraan yang melintas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung jumlah kendaraan secara efektif per detik, sekaligus mengidentifikasi kondisi lalu lintas yang terpantau lancar selama periode pengamatan. Temuan ini menunjukkan potensi implementasi YOLOv7 dalam sistem smart traffic untuk mendukung manajemen lalu lintas berbasis data secara otomatis dan real-time.

Kata kunci: Lalu lintas pintar; Deteksi Objek; penghitungan kendaraan; YOLO v7



Copyright: © 2025 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

1. Pendahuluan

Seringnya aktivitas di jalan raya baik dengan kendaraan besar maupun kecil menimbulkan permasalahan, salah satunya adalah masalah kemacetan yang diakibatkan oleh padatnya kendaraan di jalan raya. Selain itu, sering terjadi permasalahan seperti tidak adanya ketertiban seperti kendaraan yang melaju di jalur yang tidak diperuntukkan bagi kendaraan tersebut. Lalu lintas adalah masalah kritis dari sistem transportasi di sebagian besar kota di beberapa negara. Terutama berlaku di negara-negara di mana populasinya tumbuh lebih cepat. Jumlah kendaraan telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir. Akibatnya, banyak jalan raya dan persimpangan macet, dan di beberapa jalan utama. Di sisi lain, sistem pemantauan lalu lintas konvensional yang masih bersifat manual atau tidak terintegrasi belum mampu memberikan informasi yang akurat dan real-time untuk mengidentifikasi serta mengelola titik-titik kemacetan secara efektif. Oleh karena itu, dibutuhkan solusi berbasis teknologi yang mampu mendeteksi kemacetan secara otomatis, real-time, dan akurat, guna membantu pengambil kebijakan maupun pengguna jalan dalam mengatasi permasalahan lalu lintas secara lebih efisien dan responsif.

Beberapa penelitian terkait dengan masalah ini seperti yang dilakukan oleh [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9] yaitu melakukan deteksi kendaraan dan mengklasifikasikan berbagai jenis kendaraan seperti mobil, sepeda motor, truk, dan bus dengan berbagai tingkat akurasi dengan menggunakan model YoLO. Namun penelitian ini hanya sebatas deteksi kendaraan dan klasifikasi jenis kendaraan yang melintasi jalan raya maupun wilayah parkir. Penelitian lainnya dilakukan oleh [10], [11], [12], [13], [14] yaitu mendeteksi kendaraan serta melakukan perhitungan jumlah kendaraan dan kepadatan menggunakan model YoLO. Namun pada beberapa penelitian ini perhitungan dan deteksi kepadatan dilakukan pada seluruh objek kendaraan yang terekam baik itu kendaraan diluar ruas jalan atau sedang parkir, sehingga kondisi ini belum sepenuhnya mewakili kondisi lalu lintas dan beberapa juga mengambil objek pada area *traffic light*.

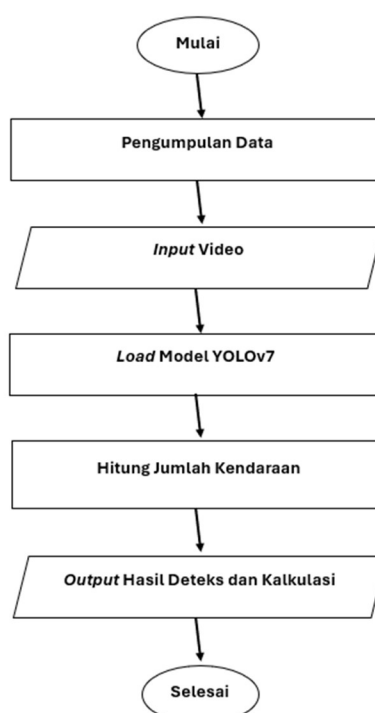
You Only Look Once (YOLO) adalah algoritma yang dikembangkan oleh Redmon dan rekannya pada tahun 2015 sebagai algoritma untuk deteksi objek berbasis *machine learning* [15]. *YOLO* adalah algoritma pendeteksian objek yang diturunkan dari metode pengembangan *Convolutional Neural Network (CNN)* [6]. *You Only Look Once (YOLO)* hanya menggunakan satu lapis syaraf pada citra. Jaringan ini akan membagi kota menjadi beberapa daerah (daerah) dan akan menentukan kotak pembatas dan probabilitas masing-masing daerah secara bersama – sama [16]. *YOLO (You Only Look Once)* menggunakan jaringan saraf tiruan (JST) untuk mendeteksi objek. cara ini mengubah citra menjadi beberapa wilayah dan menentukan setiap kotak pembatas dan probabilitas untuk setiap wilayah. *YOLO* memiliki kapabilitas yang terbaik untuk mengenali objek dengan akurasi yang tinggi dan kecepatan waktu deteksi [17]. *YOLO* memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan sistem berbasis classifiers, yang dapat dilihat dari semua citra selama pengujian dengan prediksi yang dikirim ke seluruh citra. *YOLO* menciptakan arsitektur yang mirip dengan *Convolutional Neural Networks*. *YOLO* hanya mengandalkan konvolusi dan penyatuan. Jumlah kelas dan jumlah kotak prediksi yang diinginkan untuk lapisan akhir konvolus [18].

Mengacu pada masalah serta solusi terdahulu, pada penelitian ini penulis melakukan deteksi serta perhitungan jumlah kendaraan yang melintas pada suatu ruas jalan, sekaligus mendeteksi kondisi lalu lintas yang terekam dalam video. Metode yang digunakan adalah *YOLOv7*, sebuah algoritma deteksi objek yang telah mengalami peningkatan signifikan dalam hal akurasi dan kecepatan dibandingkan versi sebelumnya. *YOLOv7* merupakan model deteksi objek yang efisien dan dioptimalkan untuk dijalankan pada perangkat dengan GPU standar [19], sehingga sangat cocok untuk aplikasi nyata yang membutuhkan kecepatan dan ketepatan tinggi. Keunikan penelitian ini dibandingkan dengan beberapa penelitian terdahulu terletak pada penerapan area *bounding box* sebagai area deteksi untuk menghitung kendaraan yang melintas secara lebih presisi. Selain

itu, penelitian ini juga melakukan klasifikasi kondisi lalu lintas ke dalam tiga kategori, yaitu padat, ramai lancar, dan lancar, berdasarkan hasil analisis jumlah kendaraan serta pola pergerakannya. Diharapkan pada penelitian ini dapat memberikan hasil terbaik untuk mendeteksi dan mengklasifikasi kendaraan melalui rekaman CCTV lalu lintas di daerah New York City. Video Traffic New York digunakan sebagai simulasi dalam penelitian ini, karena posisi pengambilan objek yang lebih baik, mudah diakses, meningkatkan validitas eksternal dengan cara penelitian serupa melalui berbagai cara lain dengan tujuan yang sama, simulasi sistem dilakukan lebih efisien, menghemat waktu, dan mengurangi biaya yang dibutuhkan untuk pengumpulan data secara manual.

2. Bahan dan Metode

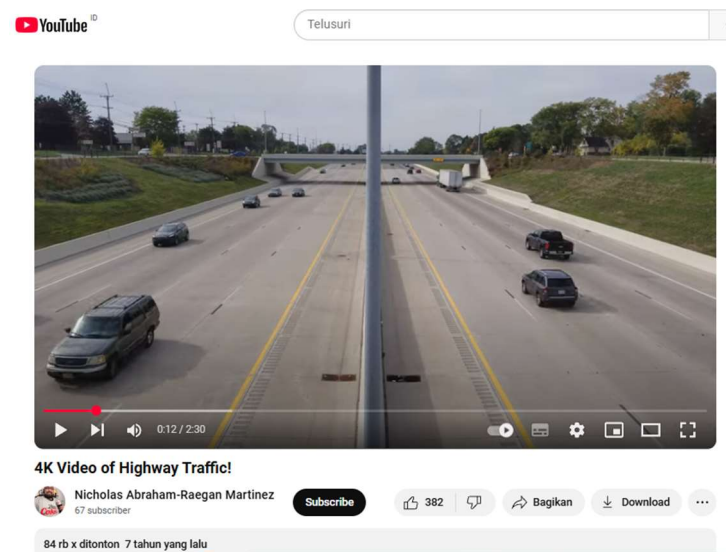
Tahapan penelitian yang digunakan pada pembuatan sistem smart traffic dapat diuraikan sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Tahap ini merupakan tahap awal dari pengembangan sistem smart traffic. Pada tahap ini melakukan pengumpulan data dari berbagai sumber salah satunya Youtube, serta mempersiapkan data yang akan digunakan pada pengerjaan proyek, dan memilih kasus yang akan dianalisis. Data ini berupa video yang dijadikan sebagai bahan simulasi sistem Data Video didapatkan dari kanal youtube dengan judul "4K Video of Highway Traffic!".



Gambar 2. Sumber Video

Video ini dipilih dikarenakan karena posisi pengambilan objek yang lebih baik, mudah diakses, meningkatkan validitas eksternal dengan cara penelitian serupa melalui berbagai cara lain dengan tujuan yang sama, simulasi sistem dilakukan lebih efisien, menghemat waktu, dan mengurangi biaya yang dibutuhkan untuk pengumpulan data secara manual.

2.2. Input Video

Pada tahap ini merupakan tahap menginput rekaman video yang dibutuhkan program untuk mendeteksi kendaraan yang lewat. Video lalu lintas yang dijadikan penelitian ini diambil di daerah New York City (berdurasi 02 menit 30 detik). Adapun gambaran video yang akan diterapkan dari model YOLOv7 adalah sebagai berikut.



Gambar 3. Video asli lalu lintas

2.3. Load Model YOLOv7

Pada tahap ini load model YOLOv7 digunakan untuk memuat model YOLO sebelumnya dan menggunakannya untuk mendeteksi objek dalam gambar ataupun video. Sistem bekerja untuk mendeteksi kendaraan yang lewat dan terpantau oleh kamera atau frame video beserta jenisnya.

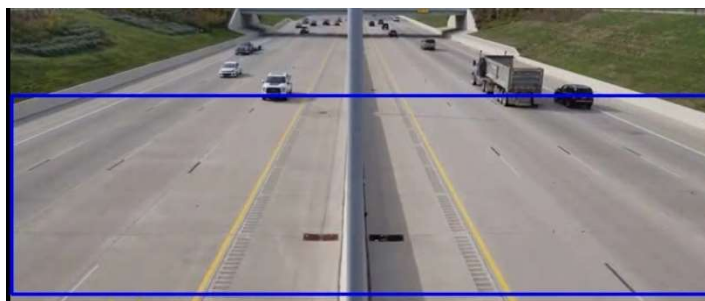


Gambar 4. Hasil video penerapan YOLOv7 dalam melakukan deteksi jenis kendaraan

Pada tahap ini, sistem belum mampu melakukan perhitungan kendaraan. Tahap ini juga masih mendeteksi jenis kendaraan yang lewat diluar jalur utama sehingga menghasilkan jumlah yang tidak sesuai.

2.4. Hitung Jumlah Kendaraan

Pada tahap ini akan diterapkan *bounding-box* sebagai area untuk memvalidasi kendaraan yang lewat. *Bounding-box* merupakan cara yang digunakan untuk menandai atau menandai area tertentu dalam video yang dilewati oleh objek atau fitur yang ingin dianalisis. *Bounding-box* berguna sebagai patokan area untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan. Kendaraan akan terhitung saat melewati area *bounding-box* dan terhitung secara otomatis bertambah. Adapun bentuk bounding box yang dibuat berupa garis persegi warna biru yang diterapkan pada dua ruas jalan utama dengan titik koordinat (1, 130, 642, 310) seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Bounding -box

Selanjutnya, dari *bouding-box* ini diterapkan proses perhitungan jumlah kendaraan untuk mengetahui volume kendaraan yang melewati jalan raya. Berikut merupakan rumus perhitungan kendaraan.

$$\text{Jumlah kendaraan perdetik} = \frac{\text{Jumlah Kendaraan dalam bounding box}}{\text{Durasi dalam detik}} \quad (1)$$

Hasil perhitungan kemudian dibuatkan aturan yaitu terdapat pada Tabel 1.

Table 1. Aturan klasifikasi kondisi lalu lintas

Aturan (kendaraan/detik)	output
kendaraan > 10	Padat / Macet
kendaraan > 6	Ramai Lancar
Kendaraan ≤ 6	Lancar

2.5. Output Hasil Deteksi dan Perhitungan Kendaraan

Pada tahap ini merupakan output dari hasil deteksi dan perhitungan jumlah kendaraan yang lewat. Model YOLOv7 dapat menghitung volume dan mengklasifikasikan jenis kendaraan seperti mobil, truk, bus dan sebagainya serta sistem ini dapat mendeteksi kondisi lalu lintas.

3. Hasil

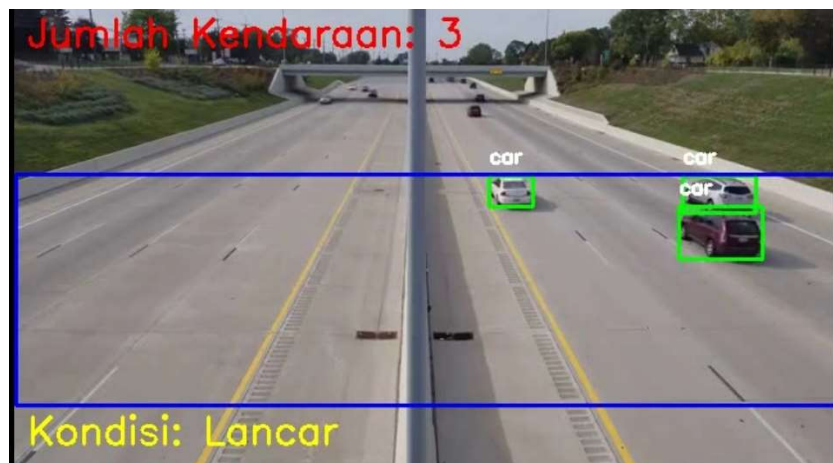
3.1. Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan

Dalam penelitian ini, proses perhitungan jumlah kendaraan per detik dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan lalu lintas pada suatu ruas jalan. Tahapan perhitungan diawali dengan pendefinisian area deteksi berupa *bounding box* pada frame video. Area ini merupakan zona khusus yang ditentukan secara manual pada wilayah jalan yang menjadi fokus pemantauan, dan berfungsi sebagai batas penghitungan kendaraan yang melintas. Penempatan *bounding box* disesuaikan agar kendaraan yang benar-benar melintasi jalur dapat terdeteksi secara konsisten oleh sistem. Setelah area terdeteksi, sistem melakukan proses pendeteksian kendaraan menggunakan metode YOLOv7. Model ini memiliki kemampuan deteksi objek secara real-time dan akurat, sehingga setiap kendaraan yang masuk dan keluar dari *bounding box* dapat teridentifikasi dengan baik. Setiap kendaraan yang memenuhi syarat—yakni terekam secara penuh saat melintasi area deteksi akan dihitung sebagai satu unit kendaraan yang sah. Berdasarkan aturan klasifikasi yang digunakan dalam penelitian ini, kondisi lalu lintas dikategorikan ke dalam tiga kelas utama berdasarkan jumlah kendaraan yang terdeteksi dalam satu detik. Apabila jumlah kendaraan yang melintas lebih dari 10 kendaraan per detik, maka kondisi lalu lintas dikategorikan sebagai padat. Jika jumlah kendaraan berada di atas 6 namun tidak melebihi 10 kendaraan per detik, maka kondisi dikategorikan sebagai ramai lancar. Sementara itu, jika jumlah kendaraan yang terdeteksi per detik berada di bawah atau sama dengan 6, maka kondisi lalu lintas dikategorikan sebagai lancar.

Berdasarkan hasil deteksi kendaraan yang telah dilakukan, mayoritas data menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang melintas per detik berada pada angka enam atau kurang. Oleh karena itu, jika merujuk pada aturan klasifikasi tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi lalu lintas yang terpantau berada dalam kategori lancar.

3.2. Output Hasil Deteksi dan Perhitungan Kendaraan

Output dari sistem ini adalah bahwa sistem mampu mengklasifikasikan atau mendeteksi jenis kendaraan serta menghitung jumlah kendaraan secara otomatis. Data Video dimasukan dalam sistem dan kemudian video dianalisis dengan menggunakan model YOLOv7. Analisis ini dilakukan untuk mendeteksi kendaraan pada video. Selanjutnya dilakukan penerapan *bounding-box* berbentuk persegi Panjang warna biru. *Bounding-box* ini menjadi area pusat perhitungan jumlah kendaraan, kendaraan akan terhitung jika masuk dan melewati area *bounding-box* tersebut secara otomatis. Gambar 6 menunjukkan tampilan video yang telah menerapkan YOLO v7 lengkap dengan *bounding-box*, jumlah kendaraan dan kondisi lalu lintas. Dalam video CCTV tersebut jenis kendaraan yang teridentifikasi dan terhitung secara otomatis serta mendeteksi kondisi lalu lintas.



Gambar 6. Tampilan Video Setelah penerapan YOLOv7 dan bounding-box area

Dari hasil penerapan model YOLOv7 dan *bounding-box*, kendaraan yang tidak melewati *bounding-box* maka tidak akan terhitung oleh sistem. Cara ini dilakukan untuk mengetahui volume kendaraan yang melintasi jalan raya.

4. Pembahasan

Hasil dari penelitian yang dilakukan system mampu mengklasifikasikan atau mendeteksi jenis kendaraan serta menghitung jumlah kendaraan secara otomatis. Hasil yang diperoleh dari implementasi sistem deteksi kendaraan menggunakan model YOLOv7 menunjukkan bahwa sistem mampu bekerja secara optimal dalam mengenali objek kendaraan, menghitung jumlah kendaraan, serta mengklasifikasikan kondisi lalu lintas secara otomatis. Model YOLOv7 dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan akurasi deteksi, sehingga sangat sesuai untuk aplikasi berbasis video surveillance seperti CCTV lalu lintas.

Dalam proses pengujian, data video dari kamera pengawas (CCTV) dimasukkan ke dalam sistem untuk dianalisis. Sistem kemudian melakukan deteksi kendaraan pada setiap frame video dan mengidentifikasi jenis kendaraan seperti mobil, bus dan truk. Deteksi dilakukan dengan bantuan *bounding box* berbentuk persegi dan berwarna biru yang secara otomatis ditampilkan mengelilingi objek kendaraan. *Bounding box* ini tidak hanya berfungsi sebagai penanda visual, tetapi juga sebagai area pengamatan yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melintas. Hanya kendaraan yang masuk dan melintasi area *bounding box* yang akan dihitung, sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya duplikasi penghitungan.

Hasil visualisasi video yang telah diproses, lengkap dengan tampilan *bounding box*, informasi jumlah kendaraan, serta klasifikasi kondisi lalu lintas secara real-time. Dari analisis terhadap beberapa sampel video, sistem menunjukkan bahwa jenis kendaraan yang terdeteksi bervariasi dan jumlah kendaraan yang dihitung berada dalam kisaran yang akurat. Berdasarkan aturan klasifikasi yang digunakan, kondisi lalu lintas ditentukan dengan membandingkan jumlah kendaraan per detik terhadap batas yang telah ditetapkan. Jika jumlah kendaraan lebih dari 10 kendaraan per detik, kondisi lalu lintas dikategorikan sebagai padat. Jika jumlahnya antara 7 hingga 10 kendaraan per detik, maka kondisi disebut ramai lancar, dan jika jumlah kendaraan 6 atau kurang per detik, kondisi lalu lintas dikategorikan sebagai lancar. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sebagian besar video yang dianalisis memiliki laju kendaraan di bawah atau sama dengan enam kendaraan per detik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa secara umum kondisi lalu lintas dalam video yang diuji berada pada kategori lancar.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu menjalankan fungsinya dengan baik. Kemampuan dalam mendeteksi kendaraan, menghitung jumlah kendaraan

secara otomatis, serta mengklasifikasikan kondisi lalu lintas memberikan kontribusi positif dalam upaya pemantauan lalu lintas berbasis teknologi kecerdasan buatan. Hasil ini juga menunjukkan potensi pengembangan lebih lanjut, baik dari segi akurasi deteksi, klasifikasi jenis kendaraan, maupun integrasi dengan sistem pemantauan lalu lintas secara real-time untuk kebutuhan manajemen transportasi di perkotaan.

5. Kesimpulan

Penulis membahas tentang masalah kemacetan lalu lintas dan solusi untuk mengatasinya dengan memanfaatkan teknologi smart traffic. Penulis menggunakan model *You Only Look Once (YOLO)v7* untuk menghitung dan mengklasifikasi jenis kendaraan yang melewati jalan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kendaraan berbasis model YOLOv7 mampu menjalankan fungsinya dengan baik, mulai dari mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis kendaraan hingga menghitung jumlah kendaraan secara otomatis melalui data video yang dianalisis. Proses deteksi dilakukan dengan bantuan *bounding box* berwarna biru yang digunakan sebagai area utama pengamatan. Kendaraan hanya dihitung ketika melintasi area tersebut, sehingga akurasi dalam perhitungan dapat ditingkatkan dan risiko kesalahan deteksi ganda dapat diminimalkan.

Selain itu, sistem juga mampu mengklasifikasikan kondisi lalu lintas ke dalam tiga kategori, yaitu padat, ramai lancar, dan lancar, berdasarkan jumlah kendaraan yang melintas per detik. Kategori padat ditetapkan untuk lebih dari 10 kendaraan per detik, ramai lancar untuk 7 hingga 10 kendaraan per detik, dan lancar untuk jumlah kendaraan 6 atau kurang per detik. Berdasarkan hasil pengujian terhadap beberapa data video, mayoritas kondisi lalu lintas yang terdeteksi berada dalam kategori lancar, dengan rata-rata jumlah kendaraan per detik berada pada ambang enam atau di bawahnya.

Secara keseluruhan, sistem ini telah menunjukkan performa yang andal dan dapat digunakan sebagai solusi awal dalam pemantauan lalu lintas secara otomatis. Selain memberikan hasil yang cepat dan akurat, sistem ini juga memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut dan diintegrasikan ke dalam sistem transportasi cerdas di masa depan.

Referensi

- [1] M. F. Arif, A. Nurkholis, S. Laia, and P. Rosyani, "Deteksi Kendaraan Dengan Metode YOLO," *J. Artif. Intel. dan Sist. Penunjang Keputusan*, vol. 2, no. 1, 2023.
- [2] M. Sauqi, "Deteksi Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO) V3," *Univ. Islam Indones.*, 2022, <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38956>.
- [3] A. A. B, A. Amin, and M. W. Kasrani, "PENERAPAN METODE YOLO OBJECT DETECTION V1 TERHADAP PROSES PENDETEKSIAN JENIS KENDARAAN DI PARKIRAN," *J. Tek. Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.36277/jteuniba.v6i1.130>.
- [4] F. Ramadhani, A. Satria, and S. Dewi, "Identifikasi Kendaraan Bermotor pada Dashcam Mobil Menggunakan Algoritma YOLO," *Hello World J. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, 2024, doi: <https://doi.org/10.56211/helloworld.v2i4.466>.
- [5] A. Amwin, "Deteksi Dan Klasifikasi Kendaraan Berbasis Algoritma You Only Look Once (YOLO)," *Univ. Islam Indones.*, 2021, <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/34154>.
- [6] P. Y. Putra, A. S. Arifianto, Z. E. Fitri, and T. D. Puspitasari, "Deteksi Kendaraan Truk pada Video Menggunakan Metode Tiny-YOLO v4," *J. Inform. Polinema*, vol. 9, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.33795/jip.v9i2.1243>.
- [7] A. F. Oklilas, S. Sukemi, and R. Apriliyanto, "MODEL YOLO VERSI 4 PADA PENGENALAN KENDARAAN DI JALAN RAYA KOTA PALEMBANG," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 3, 2023, doi: <https://doi.org/10.14710/transmisi.25.3.136-139>.
- [8] H. J. Pramana, P. Purwanto, and P. Pujiono, "Pengenalan Objek Kendaraan Bermotor Berbasis Framework YOLO Dengan Metode Convolutional Neural Network," *J. VOI (Voice Informatics)*, vol. 12, no. 1, 2023.
- [9] F. Jupiter, E. S. Negara, Y. N. Kunang, and M. I. Herdiansyah, "Implementasi Algoritma CNN dan YOLO untuk Mendeteksi Jenis Kendaraan pada Jalan Raya," *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat.*, vol. 14, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.36448/jsit.v14i2.3259>.

- [10] M. R. Ardiansyah, Y. Supit, and M. S. Said, "SISTEM VISI KOMPUTER UNTUK KALKULASI KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN ALGORITMA YOLO," *Simtek J. Sist. Inf. dan Tek. Komput.*, vol. 7, no. 1, 2022, doi: <https://doi.org/10.51876/simtek.v7i1.123>.
- [11] E. Ektrada, L. Hakim, and S. P. Kristanto, "Sistem Tracking dan Counting Kendaraan Berbasis YOLO untuk Pemetaan Slot Parkir Kendaraan," *Softw. Dev. Digit. Bus. Intell. Comput. Eng.*, vol. 1, no. 02, 2023, doi: <https://doi.org/10.57203/session.v1i02.2023.55-60>.
- [12] N. J. Hayati, D. Singasatia, and M. R. Muttaqin, "Object Tracking Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO)v8 untuk Menghitung Kendaraan," *Komputa J. Ilm. Komput. dan Inform.*, vol. 12, no. 2, 2023, doi: <https://doi.org/10.34010/komputa.v12i2.10654>.
- [13] M. I. Hermawan, I. I. Tritasmoro, and Ibrahim Nur, "PENGATURAN LAMPU LALU LINTAS BERDASARKAN KEPADATAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE YOLO," *e-Proceeding Eng.*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [14] A. Faqih, K. Mutmainnah, and M. Afifah R, "Seperation Deteksi Kendaraan Pada Citra Digital Dengan Menggunakan Algoritma YOLO (You Only Look Once)," *J. Tek. Inform. dan Elektro*, vol. 3, no. 2, 2021, doi: <https://doi.org/10.55542/jurtie.v3i2.426>.
- [15] A. Bathija and G. Sharma, "Visual Object Detection and Tracking using YOLO and SORT," *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 8, no. 11, pp. 705–708, 2019, <https://www.ijert.org/research/visual-object-detection-and-tracking-using-yolo-and-sort-IJERTV8IS110343.pdf>
- [16] M. G. Ragab *et al.*, "A Comprehensive Systematic Review of YOLO for Medical Object Detection (2018 to 2023)," *IEEE Access*, vol. 12, 2024, doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3386826>.
- [17] N. Bhavana, M. M. Kodabagi, B. M. Kumar, P. Ajay, N. Muthukumar, and A. Ahilan, "POT-YOLO: Real-Time Road Potholes Detection Using Edge Segmentation-Based Yolo V8 Network," *IEEE Sens. J.*, vol. 24, no. 5, 2024, doi: <https://doi.org/10.1109/JSEN.2024.3399008>.
- [18] F. Rachmawati and D. Widhyaestoeti, "Deteksi Jumlah Kendaraan di Jalur SSA Kota Bogor Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLO," *Pros. LPPM UIKA Bogor*, 2020, <https://pkm.uika-bogor.ac.id/index.php/prosiding/article/view/657>
- [19] G. Boesch, "YOLOv7: A Powerful Object Detection Algorithm (2024 Guide)," *viso.ai*. <https://viso.ai/deep-learning/yolov7-guide/#:~:text=As previously shown in the,speed and higher detection accuracy>.