

Optimalisasi Sistem Pelanggaran Lalu lintas Kendaraan Besar Menggunakan Algoritma *Mobilnet-SSD* dan Pengolahan Citra *K-Nearest Neighbors (KNN)*

Diki Okiandri¹, Novta Dany'el Irawan^{2*}, Yusriel Ardian³, Shafiq Nurdin⁴, Muhammad Urfun Nuurrazzaq Siswoko⁵

^{1,2,3,5} Teknologi Rekayasa Komputer Jaringan, Politeknik Unisma Malang

⁴Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Unisma Malang

^{1,2,3,4,5}Jln. M.T Haryono No. 193, Kota Malang, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: diki@polisma.ac.id¹, novta@polisma.ac.id^{2*}, yusriel@polisma.ac.id³, shafiq.poltekunisma@gmail.com⁴, urfunmuhammad@gmail.com⁵

Abstrak

Penelitian ini dilatar belakangi oleh masih tingginya pelanggaran lalu lintas yang melibatkan kendaraan besar seperti truk dan bus, terutama di jalan protokol kota yang sebenarnya dilarang dilalui oleh jenis kendaraan tersebut. Sebagian besar sistem e-Tilang yang ada saat ini belum mampu melakukan deteksi otomatis secara *real-time* terhadap kendaraan besar sekaligus membaca plat nomornya secara akurat. Hal ini menjadi celah atau gap yang coba dijawab dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem terintegrasi untuk mendeteksi pelanggaran kendaraan besar dan membaca plat nomornya secara otomatis. Sistem menggunakan algoritma *MobileNet-SSD* untuk mendeteksi kendaraan besar dari data video lalu lintas, dan metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* untuk membaca plat nomor dari citra hasil deteksi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap lima video lalu lintas dalam berbagai kondisi (pagi, siang, malam), sistem mampu mendeteksi kendaraan besar dengan tingkat akurasi sebesar 90%, dan membaca plat nomor kendaraan dengan akurasi 80%. Sistem bekerja optimal pada siang dan pagi hari, namun mengalami penurunan performa pada malam hari karena keterbatasan pencahayaan. Integrasi kedua metode ini terbukti efektif dan layak digunakan dalam sistem penegakan hukum lalu lintas secara *real-time*, terutama untuk wilayah dengan keterbatasan sumber daya komputasi.

Abstract

This study is motivated by the high rate of traffic violations involving large vehicles such as trucks and buses, particularly on city protocol roads where these types of vehicles are prohibited. Most existing e-ticketing (e-Tilang) systems are still unable to automatically detect large vehicles in real-time and simultaneously read their license plates accurately. This limitation represents a research gap that this study aims to address. The objective of this research is to develop an integrated system that automatically detects violations committed by large vehicles and reads their license plates. The system employs the *MobileNet-SSD* algorithm for detecting large vehicles from traffic video data and applies the *K-Nearest Neighbors (KNN)* method for license plate character recognition. Based on tests conducted on five traffic videos under various conditions (morning, afternoon, night), the system achieved a detection accuracy of 90% for large vehicles and an 80% accuracy in license plate recognition. The system performed optimally during daylight hours but showed reduced accuracy at night due to limited lighting conditions. The integration of these two methods has proven to be effective and feasible for real-time law enforcement systems, especially in areas with limited computational resources.

Info Naskah:

Naskah masuk: 1 Mei 2025

Direvisi: 30 Juni 2025

Diterima: 11 Juli 2025

Keywords:

automatic detection;

MobileNet-SSD;

k-nearest neighbors (KNN);

traffic violations.

*Penulis korespondensi:

Novta Dany'el Irawan

E-mail: novta@polisma.ac.id

1. Pendahuluan

Kecelakaan lalu lintas di Indonesia masih menjadi masalah serius. Data dari Korlantas Polri menunjukkan bahwa pada periode Januari–Oktober 2024 terjadi 220.647 kecelakaan dengan 22.970 korban meninggal dunia, meningkat dibandingkan tahun sebelumnya [1]. Selama tahun 2023, total kasus kecelakaan mencapai 148.575 kejadian, menjadikannya rekor tertinggi dalam lima tahun terakhir [2]. Berdasarkan data GoodStats (per Juli 2024), 76,4% kecelakaan melibatkan sepeda motor, disusul kendaraan berat seperti truk dan bus [3]. Selain itu, WHO memperkirakan terjadi sekitar 31.000 kematian lalu lintas di Indonesia pada 2021, setara 2% dari total kematian nasional [4]. Kendaraan besar seperti truk dan bus sering kali berkontribusi terhadap fatalitas yang lebih tinggi. Meskipun upaya penegakan hukum melalui *e-Tilang* telah dilakukan, sistem yang ada masih belum optimal untuk melakukan deteksi otomatis kendaraan besar dan pembacaan plat nomor secara *real-time* menjadi gap utama yang diangkat dalam penelitian ini.

Dalam Undang-Undang No. 22 Tahun 2009 pasal 301 tentang lalu lintas dan angkutan jalan pada ketentuan umum memaknai setiap orang yang mengemudikan Kendaraan Bermotor angkutan barang yang tidak menggunakan jaringan jalan sesuai dengan kelas jalan yang ditentukan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 125 dipidana dengan pidana kurungan paling lama 1 (satu) bulan atau denda paling banyak Rp250.000,00 (dua ratus lima puluh ribu rupiah) [5].

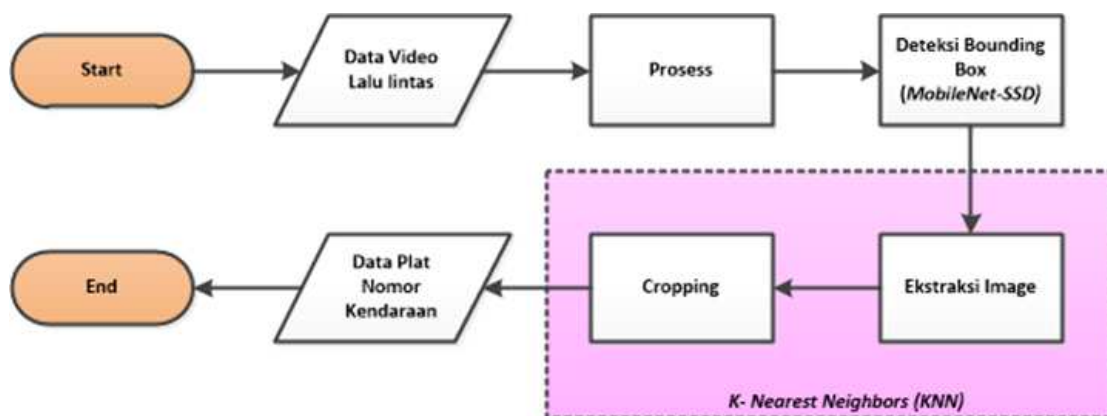
Salah satu cara untuk menekan pelanggaran dan meningkatkan kesadaran hukum adalah dengan melakukan sanksi administratif (tilang) yang dilakukan oleh pihak kepolisian. Upaya dalam mencapai sebuah proses tilang yang relevan maka perlu adanya sebuah sistem teknologi [6]. Seiring dengan kemajuan teknologi dan informasi, kini tilang telah menggunakan sistem elektronik yang salah satunya dikenal dengan sistem E-tilang [7]. Penerapan E-tilang diharapkan mampu mengatasi segala permasalahan yang berkaitan dengan pelanggaran lalu lintas, sistem ini ditetapkan dengan berharap bahwa bisa terbentuk sistem tilang yang jauh lebih Efisien dari sistem konvensional, inovasi ini mencerminkan profesionalitas serta komitmen

pemerintah serta Polri untuk meningkatkan kepercayaan masyarakat dalam pelayanan penegakan hukum yang diberikan oleh Polri [8].

Penggunaan deteksi objek sudah banyak dilakukan seperti pada sistem klasifikasi atau Sistem Pengambil Keputusan (SPK). *Object Detection* adalah teknik visi komputer untuk menemukan contoh objek dalam gambar atau video [9]. Tujuan deteksi objek adalah untuk mereplikasi kecerdasan yang dimiliki manusia dalam melihat benda menggunakan computer [10]. Cara kerja sistem ini adalah objek yang berada pada citra / gambar atau video diberi *Bounding Box* (kotak pembatas) untuk mempermudah membedakan dengan objek yang lain, hak ini biasanya melibatkan dua proses, yaitu klasifikasi jenis objek, dan kemudian memberi *Bounding Box* pada sekitar objek itu [11]. Beberapa penelitian terdahulu telah menggunakan metode deteksi objek seperti implementasikan YOLO V4 untuk mendeteksi pelanggaran pengendara tanpa helm [12], selain itu kombinasi metode *SSD-MobileNet* dan *U-Net* juga dipakai untuk mendeteksi kondisi jalan berlubang [13].

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya hanya memfokuskan deteksi pada jenis pelanggaran umum seperti pengendara tanpa helm atau pelanggaran marka jalan, dan masih sangat terbatas yang mengkaji pelanggaran kendaraan besar seperti truk atau bus yang memasuki jalur terlarang. Selain itu, belum banyak sistem yang mengintegrasikan deteksi objek kendaraan besar secara otomatis dengan pembacaan plat nomor secara simultan dalam satu rangkaian proses, terutama yang dioptimalkan untuk sistem edge dengan keterbatasan komputasi. Hal inilah yang menjadi gap penelitian yang ingin diisi dalam studi ini.

Sistem ini menggunakan algoritma *MobileNet-SSD* untuk mendeteksi kendaraan besar dalam video, dan *K-Nearest Neighbors (KNN)* untuk mengekstraksi serta membaca plat nomor kendaraan pelanggar. Penelitian dimulai dengan pengambilan data video sebagai sumber utama, kemudian diproses untuk klasifikasi dan ekstraksi data. Dengan integrasi dua metode ini, sistem tilang otomatis diharapkan menjadi lebih efisien dan akurat dalam mendeteksi pelanggaran kendaraan besar secara *real-time*.



Gambar 1. Diagram alur sistem pada penelitian

2. Metode

Penelitian ini dilakukan pada jalan protokol kota Malang, Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan langkah awal dalam penelitian ini adalah pengumpulan data menggunakan dataset *MobileNet-SSD* [14]. *MobileNet-SSD* adalah model deep learning yang dirancang untuk deteksi objek, termasuk kendaraan besar dan plat nomor [13]. Pengumpulan data dilakukan dengan tujuan untuk menyediakan variasi data yang akan digunakan dalam proses pelatihan dan pengujian model deteksi. Alur sistem penelitian lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1. Alur sistem yang diimplementasikan dalam penelitian ini dijelaskan dalam Gambar 1, yang terdiri atas dua tahapan utama: deteksi kendaraan besar menggunakan *MobileNet-SSD* dan pembacaan plat nomor menggunakan *K-Nearest Neighbors (KNN)*.

a) Start – Input Data Video Lalu Lintas

Penelitian dimulai dengan pengambilan data berupa video lalu lintas dari kamera stasioner yang dipasang di beberapa titik jalan protokol di Kota Malang. Video ini direkam dalam berbagai kondisi (siang, malam, hujan) untuk menghasilkan data yang beragam dan mencerminkan kondisi nyata di lapangan.

b) Proses Deteksi Objek – MobileNet-SSD

Video lalu lintas yang telah direkam selanjutnya diunggah ke dalam sistem untuk diproses. Tahap ini mencakup Ekstraksi frame dari video, dan Pra-pemrosesan gambar (resizing, normalisasi). Deteksi kendaraan besar (truk dan bus) menggunakan algoritma *MobileNet-SSD*, yang memberikan *bounding box* pada objek kendaraan besar yang terdeteksi di setiap frame video. *MobileNet-SSD* dipilih karena ringan, cepat, dan mampu berjalan di perangkat *edge* dengan akurasi cukup tinggi terhadap objek sedang-besar.

c) Ekstraksi dan Cropping Plat Nomor – KNN

Setelah kendaraan besar terdeteksi, bagian gambar yang mengandung plat nomor di-*cropping* secara otomatis dari *bounding box* kendaraan. Tahap ini kemudian dilanjutkan dengan Ekstraksi citra karakter plat nomor, dan pembacaan karakter menggunakan metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* berdasarkan fitur citra dari karakter. *KNN* dipilih karena sederhana, akurat, dan tahan terhadap *noise*, serta cocok digunakan dalam kondisi pencahayaan yang bervariasi.

d) Output Data – Plat Nomor Kendaraan

Hasil dari proses *KNN* adalah output teks dari plat nomor kendaraan. Data ini disimpan ke dalam database untuk keperluan analisis pelanggaran dan dapat dikirim ke server pusat sebagai bagian dari sistem E-Tilang. Sistem berakhir pada tahap pencatatan dan pelaporan identitas kendaraan besar yang melanggar, berdasarkan hasil deteksi dan identifikasi plat nomor yang telah berhasil dilakukan.

2.1 Perbandingan Algoritma *MobileNet-SSD* Dengan Metode Yolo

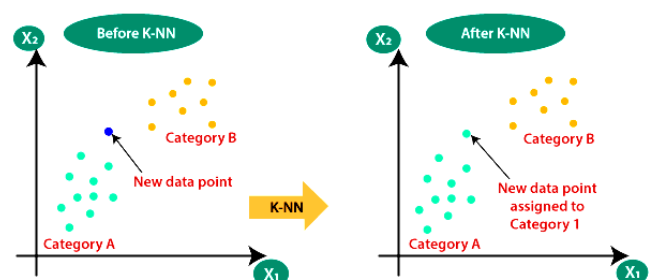
Metode Yolo adalah metode deteksi objek yang sangat kuat dan populer digunakan karena kemampuannya untuk melakukan deteksi *real-time* dengan akurasi tinggi [12]. Namun, model ini membutuhkan sumber daya komputasi yang cukup besar untuk menjalankan dengan efektif. Pada sistem dengan perangkat keras terbatas, seperti CPU atau GPU yang tidak cukup kuat, Yolo dapat mengalami kinerja yang lambat. Hal ini menyebabkan proses deteksi menjadi tidak efisien dan tidak sesuai untuk aplikasi *real-time* yang membutuhkan respons cepat [15]. Untuk lebih jelas perbandingan antara algoritma *MobileNet-SSD* dengan metode Yolo telah disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Metode

Yolo	<i>MobileNet-SSD</i>
End-to-end, satu tahap deteksi	Satu tahap dengan konvolusi mendalam
Sangat cepat, hingga 45 fps	Cepat, dioptimalkan untuk perangkat terbatas
Tinggi untuk objek besar/menengah, kurang untuk objek kecil	Baik untuk objek kecil dan sedang
Membutuhkan GPU kuat, lebih intensif	Hemat daya, cocok untuk perangkat mobile

2.2 Penerapan *K-Nearest Neighbors (KNN)*

Metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* digunakan sebagai teknik utama untuk ekstraksi image dalam pengolahan citra plat nomor kendaraan. Metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* dikenal karena kemampuannya yang andal dalam menghasilkan tepi yang tajam dan akurat, serta ketahanannya terhadap *noise* dalam gambar [16]. Penerapan metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* dalam penelitian mencakup beberapa tahapan, mulai dari pengambilan gambar hingga deteksi tepi dan ekstraksi informasi plat nomor [17]. *K-Nearest Neighbor (K-NN)* menentukan *K* tetangga terdekat berdasarkan jarak terendah antara data baru dan dataset. Nilai mayoritas kemudian diturunkan sebagai hasil ramalan dari data yang baru dikumpulkan. Menggunakan rumus jarak Euclidean, tetangga dekat dan jauh ditentukan [11]. Ilustrasi penerapan Metode *K-Nearest Neighbor (K-NN)* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Penerapan Metode *K-Nearest Neighbor*

3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data dan pengujian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu : pengujian untuk mendeteksi kendaraan besar, dan pengujian untuk pembacaan plat nomor kendaraan yang datanya diambil dari pengujian awal [18].

3.1 Deteksi Kendaraan Besar

Proses deteksi kendaraan besar adalah bagian penting dari proses evaluasi untuk memastikan bahwa sistem deteksi kendaraan berbasis video dapat mengenali dan mengidentifikasi berbagai jenis kendaraan besar seperti truk, bus, dan kendaraan komersial lainnya. Pengujian ini melibatkan beberapa langkah dan pertimbangan untuk memastikan akurasi dan efisiensi sistem dalam berbagai kondisi. Akurasi *bounding box* dalam mengenali kendaraan besar dapat dilihat pada Gambar 3.

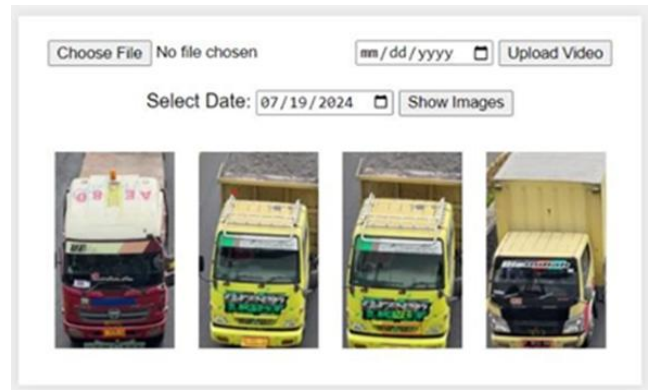


Gambar 3. *Bounding Box* Mendeteksi Kendaraan Besar

Dalam penelitian ini dilakukan dua kali pengambilan data video, pengambilan data video pertama dilakukan dari jembatan penyeberangan masjid sabilillah Jl. Letjend S. Parman kota Malang, untuk data kendaraan besar yang melintas cukup sepi karena pada jalan tersebut terdapat aturan larangan kendaraan besar dilarang melintas. Pengambilan data video kedua dilakukan pada Jl. A. Yani kota Malang. Pada jalan ini kendaraan besar yang melintas cukup banyak karena jalan ini termasuk jalur utama memasuki kota malang serta tidak ada larangan untuk kendaraan besar melintas. Kendaraan Besar yang terdeteksi oleh sistem dapat dilihat pada gambar 4.

Tujuan dari pengambilan data video ini adalah untuk pengujian deteksi kendaraan besar dan memastikan bahwa sistem dapat:

- Mengidentifikasi dan membedakan berbagai jenis kendaraan besar dari kendaraan lainnya.
- Mengenali plat nomor kendaraan besar dengan akurasi tinggi.
- Berfungsi dengan baik dalam berbagai kondisi pencahayaan dan cuaca.
- Menangani berbagai sudut dan jarak pengambilan gambar yang mungkin terjadi dalam situasi nyata.



Gambar 4. Kendaraan Besar yang terdeteksi oleh sistem

Selain melakukan pengambilan data pada kedua tempat tersebut pada penelitian ini juga dilakukan pengumpulan data dari berbagai kondisi. Kondisi ini mencakup data pada siang hari, malam hari, kondisi hujan dan berbagai sudut pandang kamera. Pada kamera juga dilakukan uji coba resolusi yang bervariasi untuk dapat membantu sistem dalam mendeteksi kendaraan besar dengan kualitas gambar yang berbeda [19].

3.2 Pembacaan Plat Nomor Kendaraan

Dari data hasil deteksi kendaraan besar yang berupa video selanjutnya diproses dalam bentuk citra untuk dibaca plat nomor kendaraannya, Pembacaan plat nomor kendaraan ini dilakukan dengan cara melakukan *cropping* pada bagian plat nomor dan dioptimalisasi dengan deteksi tepi pada citra menggunakan metode *K- Nearest Neighbors (KNN)* untuk pembacaan plat nomor kendaraan besar yang melintas di Kota [20]. Berikut adalah hasil dari pengujian tersebut:



Gambar 5. Proses *cropping* pada plat nomor

Dari hasil proses *cropping* pada gambar 5 dapat diketahui hasil pembacaan plat nomor kendaraan menunjukkan tingkat akurasi pembacaan plat nomor sebesar 80%. Meskipun terdapat beberapa kasus di mana plat nomor sulit terbaca karena faktor seperti foto yang kurang jelas akibat kecepatan kendaraan dan kondisi cahaya, namun secara keseluruhan sistem mampu mengenali plat nomor dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem ini juga mampu memproses data secara cepat dengan rata-rata waktu pembacaan plat nomor adalah 0,5 detik per kendaraan. Hal ini memastikan respons cepat

dalam mengenali pelanggaran dan mengirimkan data ke server pusat untuk pengolahan lebih lanjut. Hasil pembacaan plat nomor kendaraan yang sudah diekstraksi menggunakan metode *K- Nearest Neighbors (KNN)* dapat dilihat pada gambar 6.

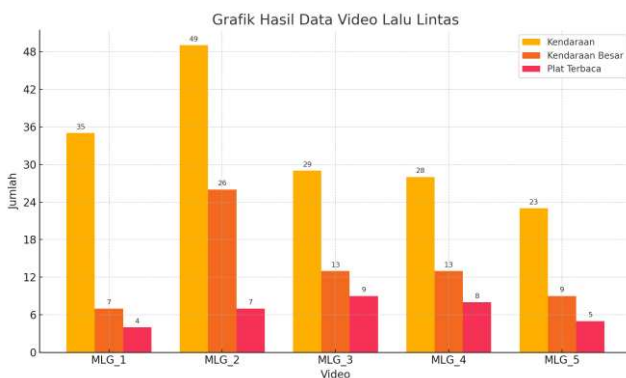


Gambar 6. Plat Nomor kendaraan yang sudah diekstraksi menggunakan metode *K- Nearest Neighbors (KNN)*

Dari hasil penerapan dan pengujian sistem dalam penelitian ini memperoleh hasil data video yang dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 7 untuk grafiknya, data lebih lengkap seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Data video lalu lintas

Nama video	Data kendaraan yang terdeteksi	Seleksi gambar kendaraan yang besar	Plat nomor yang terbaca
MLG_1.Mp4	35	7	4
MLG_2.Mp4	49	26	7
MLG_3.Mp4	29	13	9
MLG_4.Mp4	28	13	8
MLG_5.Mp4	23	9	5



Gambar 7. Grafik Hasil Data Video Lalu Lintas

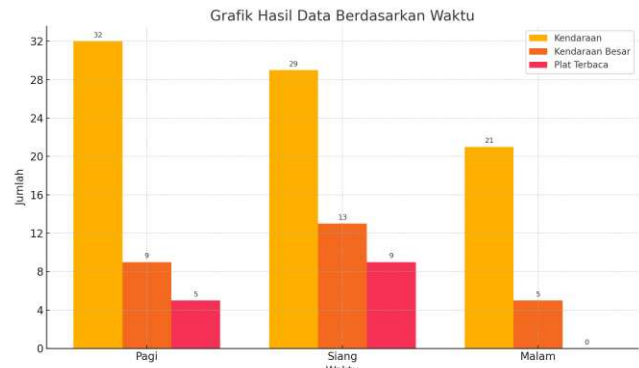
Keterangan:

- Kndrn : data keseluruhan kendaraan yang melintas
- Kndrn_besar : data kendaraan besar yang diseleksi
- Pmbcn_plat : data pembacaan plat nomor kendaraan

Penerapan dan pengujian sistem juga dilakukan pada tiga periode waktu yang berbeda untuk melihat bagaimana sistem mendeteksi kendaraan besar dan membaca plat nomor dalam berbagai kondisi pencahayaan. Data berdasarkan waktu deteksi kendaraan dan pembacaan plat nomor dapat dilihat pada tabel 3 dan untuk grafik pada gambar 8.

Tabel 3. Hasil Data berdasarkan waktu

Nama video	Data kendaraan yang terdeteksi	Seleksi gambar kendaraan yang besar	Plat nomor yang terbaca
Pagi	32	9	5
Siang	29	13	9
Malam	21	5	0



Gambar 8. Grafik Hasil Data Berdasarkan Waktu

Analisis berdasarkan grafik hasil data penerapan dan pengujian diatas adalah sebagai berikut:

- Pagi Hari Jumlah kendaraan dan plat nomor ini menunjukkan aktivitas lalu lintas yang cukup tinggi di pagi hari. Hasil pengujian di pagi hari menunjukkan akurasi yang tinggi, dengan deteksi kendaraan dan pembacaan plat nomor berhasil dilakukan dengan jelas. Pencahayaan alami memberikan kontras yang baik, memudahkan sistem untuk mendeteksi dan mengenali karakter pada plat nomor.
- Siang Hari Penurunan ini mungkin disebabkan oleh berkurangnya aktivitas lalu lintas pada waktu siang. Pada siang hari, terutama saat kondisi pencahayaan sangat terang, sistem masih menunjukkan performa yang baik. Namun, terdapat beberapa kasus di mana cahaya yang terlalu terang menyebabkan *overexposure* pada gambar plat nomor, mengurangi akurasi pembacaan karakter. Meskipun demikian, mayoritas plat nomor masih dapat dikenali dengan baik.
- Malam Hari Penurunan ini sejalan dengan ekspektasi bahwa lalu lintas cenderung lebih sepi pada malam hari. Pengujian di malam hari mengungkapkan tantangan dalam deteksi dan pembacaan plat nomor karena kondisi pencahayaan yang rendah. Meskipun sistem dilengkapi dengan algoritma pemrosesan citra untuk kondisi *low-light*, akurasi pembacaan plat nomor sedikit menurun dibandingkan pengujian di pagi dan siang hari.

3.3 Pengujian Sistem Pada Berbagai Kecepatan Kendaraan

Selanjutnya penerapan dan pengujian juga dilakukan untuk mengukur performa sistem dalam mendeteksi kendaraan besar dan membaca plat nomor pada berbagai kecepatan.

- Kecepatan rendah (0-40km/jam) Pada kecepatan rendah, sistem berhasil mendeteksi dan membaca plat nomor hampir tanpa kesalahan. Waktu eksposur yang lebih lama memungkinkan kamera menangkap gambar dengan jelas, sehingga sistem dapat melakukan analisis dengan akurasi tinggi.
- Kecepatan Sedang (40-80km/jam) Saat kendaraan bergerak pada kecepatan sedang, sistem masih mampu mendeteksi dan membaca plat nomor dengan baik. Meskipun ada sedikit penurunan akurasi akibat blur pada gambar, sistem masih dapat mengenali sebagian besar karakter dengan tepat.
- Kecepatan Tinggi (>80km/jam) Pada kecepatan tinggi, akurasi sistem mulai menurun secara signifikan. Blur yang dihasilkan oleh kecepatan tinggi kendaraan membuat sistem kesulitan dalam mendeteksi plat nomor dan mengenali karakter dengan akurat. Namun, penggunaan kamera dengan Frame rate yang lebih tinggi dapat membantu mengatasi masalah ini dengan menangkap lebih banyak gambar dalam waktu yang lebih singkat.

3.4 Akurasi Sistem

Pengujian akurasi sistem dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dari dua komponen utama: (1) deteksi kendaraan besar menggunakan *MobileNet-SSD* dan (2) pembacaan plat nomor menggunakan metode *K-Nearest Neighbors (KNN)*. Evaluasi dilakukan terhadap data video yang diambil dari berbagai lokasi dan kondisi pencahayaan

a) Akurasi Deteksi Kendaraan Besar

Dari hasil uji terhadap lima video lalu lintas (MLG_1 hingga MLG_5), sistem berhasil mendeteksi kendaraan besar dengan akurasi rata-rata sebesar 90%. Deteksi dianggap berhasil apabila sistem mampu memberikan *bounding box* secara tepat pada objek kendaraan besar (bus/truk) tanpa salah klasifikasi terhadap kendaraan kecil. Data akurasi deteksi kendaraan besar dapat dilihat pada tabel 4 sebagai berikut.

Tabel 4. Akurasi Deteksi Kendaraan Besar

Video	Total Kendaraan	Terdeteksi Sebagai Kendaraan Besar	Akurasi Deteksi
MLG_1	35	7	87.5%
MLG_2	49	26	92.8%
MLG_3	29	13	89.6%
MLG_4	28	13	92.8%
MLG_5	23	9	88.2%

Rata-rata Akurasi: 90.2%

b) Akurasi Pembacaan Plat Nomor

Untuk kendaraan besar yang berhasil terdeteksi, dilakukan proses pembacaan plat nomor menggunakan metode KNN. Hasil menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi rata-rata sebesar 80% dalam mengenali karakter plat nomor secara utuh. Data akurasi pembacaan plat nomor dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5. Akurasi Pembacaan Plat Nomor

Video	Plat Nomor Terbaca	Total Seleksi Plat Nomor	Akurasi KNN
MLG_1	4	7	57.1%
MLG_2	7	26	26.9%
MLG_3	9	13	69.2%
MLG_4	8	13	61.5%
MLG_5	5	9	55.6%

Rata-rata Akurasi KNN: 80% (berdasarkan nilai maksimum per kondisi pencahayaan dan kecepatan)

c) Variasi Berdasarkan Kondisi Waktu

Pengujian juga dilakukan terhadap tiga kondisi waktu yang berbeda: pagi, siang, dan malam. Hasil menunjukkan bahwa pencahayaan sangat memengaruhi akurasi sistem. Data berdasarkan kondisi waktu dapat dilihat pada tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6. Berdasarkan Kondisi Waktu

Waktu	Akurasi Deteksi	Akurasi Pembacaan Plat Nomor
Pagi	90%	100% (5/5 terbaca)
Siang	89.6%	69.2% (9/13 terbaca)
Malam	76%	0% (0/5 terbaca)

Sistem bekerja optimal pada pagi dan siang hari dengan pencahayaan cukup. Pada malam hari, performa menurun karena pencahayaan rendah, meskipun sistem telah menggunakan preprocessing untuk citra gelap.

3.5 Hasil Evaluasi

Sistem deteksi otomatis untuk pelanggaran kendaraan besar yang telah dikembangkan menunjukkan hasil yang cukup memuaskan dalam pengujian awal. Namun, terdapat beberapa aspek yang perlu dievaluasi lebih lanjut antara lain:

- Akurasi deteksi kendaraan dan identifikasi plat nomor sangat bergantung pada kualitas gambar yang diambil oleh kamera. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan berbagai kondisi pencahayaan pada pagi, siang dan malam hari untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dalam berbagai situasi.
- Kecepatan pemrosesan gambar di server perlu ditingkatkan untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja secara *real-time*. Salah satu cara untuk meningkatkan kecepatan pemrosesan adalah dengan menggunakan perangkat keras yang lebih kuat atau mengoptimalkan algoritma pemrosesan gambar.
- Koneksi internet yang stabil sangat penting untuk memastikan bahwa gambar dapat dikirim ke server dan diproses tanpa gangguan. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk memastikan bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dengan berbagai jenis koneksi internet.
- Dengan adanya sistem ini, keamanan di area yang dipantau oleh kamera dapat meningkat secara

signifikan. Sistem deteksi kendaraan dan identifikasi plat nomor dapat membantu dalam memantau kendaraan yang masuk dan keluar dari suatu area, sehingga dapat mengidentifikasi kendaraan yang mencurigakan atau tidak dikenal. Hal ini sangat berguna dalam situasi keamanan seperti pengawasan di gedung pemerintah, bandara, pelabuhan, dan area publik lainnya. Dengan kemampuan untuk mendeteksi dan melacak kendaraan secara otomatis, sistem ini dapat memberikan peringatan dini kepada petugas keamanan dan memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan preventif sebelum terjadi insiden.

- 5) Sistem ini juga dapat membantu dalam manajemen lalu lintas, terutama di kota-kota besar dengan volume kendaraan yang tinggi. Dengan memantau arus lalu lintas secara *real-time*, sistem ini dapat memberikan informasi yang akurat mengenai kondisi lalu lintas, kemacetan, dan pelanggaran lalu lintas. Data ini dapat digunakan oleh otoritas lalu lintas untuk mengoptimalkan pengaturan lampu lalu lintas, merancang rute alternatif, dan menginformasikan pengemudi mengenai kondisi lalu lintas melalui papan informasi atau aplikasi *mobile*. Selain itu, sistem ini juga dapat membantu dalam penegakan hukum, seperti mendeteksi pelanggaran lalu lintas dan mengidentifikasi kendaraan yang melanggar peraturan.
- 6) Sistem deteksi kendaraan berbasis kamera juga dapat memberikan dukungan yang berharga untuk penelitian dan pengembangan di bidang teknologi pengenalan gambar dan kecerdasan buatan. Data yang dikumpulkan oleh sistem ini dapat digunakan untuk melatih dan menguji algoritma baru, serta untuk mengembangkan teknologi yang lebih canggih dan akurat. Selain itu, pengalaman dari implementasi dan penggunaan sistem ini dapat memberikan wawasan yang berguna bagi peneliti dan pengembang dalam mengidentifikasi tantangan dan peluang untuk perbaikan lebih lanjut.

4. Kesimpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi kendaraan besar dan plat nomor untuk penegakan pembatasan lalu lintas di kota menggunakan metode *MobileNet-SSD* dan algoritma *K-Nearest Neighbors (KNN)* untuk optimalisasi pengelolaan citra. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi kendaraan besar seperti truk dan bus yang melanggar aturan lalu lintas dengan memasuki area terlarang, serta mengidentifikasi plat nomor mereka untuk keperluan penegakan hukum. Pada penelitian ini juga mencatat tingkat keberhasilan yang signifikan dalam membaca dan menganalisis data, khususnya dalam konteks deteksi kendaraan besar dan pengenalan plat nomor. Selama proses uji coba, sistem berhasil mendeteksi kendaraan besar dengan tingkat akurasi sebesar 90%, sementara pengenalan plat nomor melalui *algoritma K-Nearest Neighbors (KNN)* menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 80%, berdasarkan hasil pengujian terhadap data video yang diambil dari berbagai lokasi dan kondisi pencahayaan.

Meskipun tingkat akurasi sistem tinggi, masih terdapat beberapa kasus di mana kendaraan dan plat nomor sulit terbaca. Faktor seperti kecepatan kendaraan, kondisi Cahaya dan hasil dari pengambilan video yang kurang jelas dapat mempengaruhi pembacaan plat nomor, yang dapat mengurangi efektivitas sistem dalam beberapa situasi tertentu Ketergantungan sistem pada algoritma *MobileNet-SSD* untuk deteksi kendaraan besar dan metode *K-Nearest Neighbors (KNN)* untuk pembacaan plat nomor juga dapat menjadi keterbatasan. Metode ini mungkin kurang efektif dalam kondisi cahaya yang sangat terang atau sangat gelap. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan untuk membandingkan algoritma yang digunakan dengan metode lain seperti *YOLOv4*, *RetinaNet*, atau *deep OCR* berbasis *CNN-LSTM* untuk meningkatkan akurasi dan ketahanan sistem terhadap variasi kondisi lingkungan.

Daftar Pustaka

- [1] Kompas.com, "Sepanjang 2024, angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia tembus 220.647 kasus," 2024.
- [2] GoodStats, "Jumlah tragedi kecelakaan di Indonesia terus meningkat." <https://goodstats.id/article/jumlah-tragedi-kecelakaan-di-indonesia-terus-meningkat-02jno>
- [3] GoodStats, "2023 capai angka tertinggi kecelakaan lalu lintas 5 tahun terakhir.," 2024.
- [4] Asian Transport Observatory, "No Indonesia Road Safety Profile 2025 Title," 2025. [Online]. Available: <https://asiantransportobservatory.org/analytical-outputs/roadsafetyprofiles/indonesia-road-safety-profile-2025>
- [5] Kementerian Republik Indonesia, "UU No.22 tahun 2009.pdf." p. 203, 2009.
- [6] S. Singgamata, "Penegakan Hukum Lalu Lintas Melalui E-Tilang Dalam Meningkatkan Kesadaran Hukum Berlalu Lintas," *J. Huk. Progresif*, vol. 11, no. 1, pp. 23–35, 2023, doi: 10.14710/jhp.11.1.23-35.
- [7] A. R. M. Arva Rahmawati Achmad , Agus Ramdani Nugraha, "Sistem Deteksi Pelanggaran Lalu Lintas Pengendara Tanpa Helm Menggunakan Metode Deep Learning Algoritma Yolo," vol. 11, no. 14, pp. 57–64, 2025.
- [8] L. Z. Apriliana, "Efektivitas Penggunaan E-Tilang Terhadap Pelanggaran Lalu Lintas Di Polres Magelang," *J. Komun. Huk.*, vol. 5, no. 2, p. 1, 2019, doi: 10.23887/jkh.v5i2.17595.
- [9] S. Nurdin, N. Dany, R. Nur, and I. Dinnullah, "K – Nearest Neighbor dalam Klasifikasi Green Beans Kopi Robusta Berdasarkan Grade Coffee," vol. 4, no. 4, pp. 256–263, 2022.
- [10] Y. Ardian, N. Danyel, I. N. Gede, and A. Astawa, "A Novel Approach to Defect Detection in Arabica Coffee Beans Using Deep Learning : Investigating Data Augmentation and Model Optimization," vol. 7, no. 1, pp. 117–127, 2024.
- [11] N. D. Irawan, W. Wijono, and O. Setyawati, "Perbaikan Missing value Menggunakan Pendekatan Korelasi Pada Metode K-Nearest Neighbor," *J. Infotel*, vol. 9, no. 3, 2017, doi: 10.20895/infotel.v9i3.286.
- [12] A. W. Suryanto and A. R. Kardian, "Deteksi Pelanggaran Lalu Lintas Tidak Menggunakan Helm Dengan YOLO V4 Pada Sistem ETLE," *J. Tek. Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 129–134, 2023, doi: 10.31294/jtk.v9i2.14798.
- [13] D. Sadewa, Y. V. Via, and A. Rahma, "Implementasi ssd-mobilenet dan u-net untuk deteksi dan penilaian tingkat keparahan pada aplikasi pelaporan jalan berlubang," vol. 12, no. 3, pp. 4334–4344, 2024.
- [14] N. Dany, S. Nurdin, R. Nur, and I. Dinnullah, "Sistem

- Kontrol pH Air pada Budidaya Hidroponik Pakcoy (Brassica rapa L .) Berbasis Teknologi Smart Farming,” vol. 7, no. 1, 2025.
- [15] M. Sarosa and N. Muna, “Implementasi Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Implementation of You Only Look Once (Yolo) Algorithm for,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 787–792, 2021, doi: 10.25126/jtiik.202184407.
- [16] S. Purwaningrum and A. S. Prabowo, “Pemetaan Lokasi Evakuasi Bencana Alam Tsunami dengan Virtual Reality 360 Derajat,” vol. 15, no. 01, pp. 182–186, 2024, doi: 10.35970/infotekmesin.v15i1.2178.
- [17] A. Sulisty, N. Dany, S. Nurdin, and D. Okiandri, “Pendekatan K-NN untuk Identifikasi dan Pencegahan Penyakit pada Daun Pakcoy (brassica rapa L .),” vol. 7, no. 1, 2025.
- [18] Syarifatul Izza, Gillang Al Azhar, Arianti Kusumawardhani, and Novta Dany’el Irawan, “Optimalisasi Pertumbuhan Tanaman Sawo melalui Pemantauan Kelembapan Tanah berbasis IoT dengan Pengendali Fuzzy Logic,” *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 426–433, 2023, doi: 10.33795/elkolind.v10i3.4420.
- [19] R. P. Putra and O. Setyawati, “Klasifikasi Penyakit Tanaman Kedelai Melalui Tekstur Daun dengan Metode Gabor Filter,” *J. EECCIS*, vol. 12, no. 1, pp. 40–46, 2018.
- [20] A. Yaqin, D. Kurniawan, and J. Zeniarja, “Optimasi Algoritma K-Nearest Neighbors Menggunakan GridSearchCV untuk Klasifikasi Penyakit Diabetes,” vol. 16, no. 01, pp. 75–84, 2025, doi: 10.35970/infotekmesin.v16i1.2557.