

SIMULASI DETEKSI DAN HITUNG JUMLAH KENDARAAN MENGGUNAKAN YOLOV4 PADA CCTV PERSIMPANGAN JALAN RAYA

Muhammad Rosyan Amanullah¹⁾, Ronny Makhfuddin Akbar²⁾, Yesy Diah Rosita³⁾

Program Studi Informatika Universitas Islam Majapahit

Rosyancayber27@gmail.com

Abstrak

Kendaraan merupakan sarana yang memungkinkan manusia untuk melakukan perjalanan atau berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik dalam jarak dekat maupun jarak jauh. Berbagai jenis kendaraan digunakan oleh orang, seperti sepeda motor, mobil empat roda, truk, dan bus. Deteksi kendaraan merupakan salah satu tugas untuk merekam aktifitas kendaraan pada jalan raya. Saat ini, penggunaan algoritma pembelajaran mendalam dengan jaringan saraf konvolusi (Convolutional Neural Network/CNN) memiliki dampak yang signifikan dalam kinerja deteksi objek. Sistem deteksi objek YOLO (You Only Look Once) merupakan salah satu yang terbaik saat ini dalam mendeteksi objek secara real-time dibandingkan dengan sistem lainnya. Salah satu tantangan utama dalam deteksi objek real-time adalah mencapai kecepatan tinggi tanpa mengorbankan akurasi. Untuk meningkatkan kecepatan, biasanya dilakukan pengurangan resolusi input ke model, namun hal ini dapat mengurangi akurasi karena beberapa fitur objek dapat hilang. Model yang digunakan dalam deteksi objek ini adalah versi keempat dari YOLO, yang dilatih menggunakan dataset yang disusun secara khusus, sehingga menghasilkan performa deteksi dengan tingkat keakuratan yang tinggi dan dapat berjalan secara real-time dalam mendeteksi kendaraan. Hasil tingkat akurasinya adalah 94,3% untuk video siang, 53,3% untuk video malam, hasil dari perhitungan confusion matrix 100% untuk video siang, video malam 93,7%.

Kata kunci: *computer vision, pelacakan objek, deep learning, deepSORT*

Pendahuluan

Kendaraan merupakan sarana yang memungkinkan manusia untuk melakukan perjalanan atau berpindah dari satu tempat ke tempat lain, baik dalam jarak dekat maupun jarak jauh. Berbagai jenis kendaraan digunakan oleh orang, seperti sepeda motor, mobil empat roda, truk, dan bus. Kemajuan teknologi transportasi saat ini telah memberikan dampak pada perkembangan transportasi di jalan raya. Hal ini menyebabkan perubahan dalam infrastruktur transportasi dan metode transportasi lainnya. Di Indonesia, tingkat pembelian kendaraan bermotor cukup tinggi, yang sejalan dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat. Akibatnya, terjadi peningkatan jumlah pengguna jalan dan meningkatnya kemacetan[1]. Strategi untuk mengatasi masalah lalu lintas harus dilaksanakan melalui manajemen dan rekayasa lalu lintas[2]. Kondisi lalu lintas di sekitar persimpangan Gajah Mada, Kota Mojokerto, Jl di bawah pengawasan menjadi tidak menentu dan sudah mulai terdapat kemacetan lalu lintas sesekali, sehingga memerlukan manajemen dan rekayasa lalu lintas. *Computer vision* adalah bidang ilmu komputer yang fokus pada eksplorasi dan pengembangan kemampuan komputer untuk meniru kemampuan visual manusia dalam memahami objek yang terlihat, baik dalam bentuk gambar maupun video digital[3]. Pada penelitian Iskandar Mulyana & Rofik, 2022 dengan judul "Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5" menjelaskan tentang keakuratan metode yolo yang digunakan untuk mendeteksi jenis kendaraan yang ada di jalan raya[4]. Dalam penelitian ini, digunakan model YOLOv4 (versi keempat dari YOLO) sebagai basisnya. Model ini akan dijalani pelatihan menggunakan data gambar kendaraan yang telah diberi label berdasarkan jenis kendaraan yang umum ditemukan di Indonesia, seperti mobil, motor, bus, dan truk. Dengan menggunakan dataset yang lebih lengkap dan terkait dengan kondisi di Indonesia, diharapkan performa model akan meningkat dan memberikan hasil yang lebih baik serta akurat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

Studi Pustaka

Computer vision adalah bidang ilmu komputer yang fokus pada eksplorasi dan pengembangan kemampuan komputer untuk meniru kemampuan visual manusia dalam memahami objek yang terlihat, baik dalam bentuk gambar maupun video digital [3]. Tugas dalam computer vision

mencakup metode untuk mendapatkan, memproses, menganalisis, dan memahami gambar digital, serta mengekstrak informasi numerik atau simbolis yang signifikan dari dunia nyata untuk menghasilkan hasil seperti keputusan atau kesimpulan. Computer vision berupaya untuk memungkinkan komputer memiliki pemahaman yang lebih mendalam tentang objek yang dilihat, mirip dengan kemampuan manusia dalam memahami dan menafsirkan gambar. Prosesnya melibatkan langkah-langkah seperti akuisisi data gambar, pemrosesan untuk meningkatkan kualitas gambar, analisis fitur dan pola dalam gambar, serta pemahaman terhadap konteks objek yang terlihat. Informasi yang diekstraksi dari gambar dapat digunakan untuk membuat keputusan atau menghasilkan hasil lainnya yang relevan dalam konteks yang diberikan [5].

Convolutional neural network (CNN) adalah salah satu kategori jaringan saraf yang paling populer, terutama untuk data dimensi tinggi seperti gambar dan video [khan, s]. CNN adalah pengembangan lebih lanjut dari perceptron multi-layer di ANN karena menggunakan metode serupa tetapi dengan dimensi yang lebih banyak. Kelebihan CNN dibandingkan dengan ANN adalah menggunakan dimensi yang lebih besar sehingga akan mempengaruhi skala keseluruhan suatu objek [6]. YOLO atau You Only Look Once adalah sistem deteksi objek real-time. YOLO adalah deteksi objek yang bekerja pada waktu aktual selama proses atau peristiwa sedang terjadi [7]. Pada versi keempat YOLO disebut YOLOv4 yang dikembangkan oleh Bochkovskiy et al. (2020), ditambahkan beberapa kombinasi fitur untuk meningkatkan akurasi CNN dalam sistem deteksi YOLO.

Simple Online and Real-time Tracking (SORT) adalah pendekatan pragmatis untuk pelacakan beberapa objek dengan fokus pada algoritma yang sederhana dan efektif. Pada deepSORT, untuk dapat melakukan object tracking, harus ada object detection terlebih dahulu, karena object tracking pada deepSORT dilakukan dengan metode object detection [8].

Metodologi Penelitian

Bagian ini menguraikan temuan yang dihasilkan dari penelitian. Informasi mengenai hasil dan analisisnya disampaikan secara singkat dan mudah dipahami,

A. Analisis Sistem

a. Data Input

Pada klasifikasi dan perhitungan kendaraan ini, data masukan berupa data video dan model yang dilatih pada dataset citra yang dihasilkan CCTV. Jenis kendaraan yang diambil adalah sepeda motor, mobil, truk dan bus yang terekam CCTV dari persimpangan jalan Gajah Mada kota Mojokerto.

b. Gambaran Proses

Pada sistem perhitungan dan klasifikasi kendaraan ini, penulis telah merancang secara sistematis proses perhitungan dan klasifikasi kendaraan yaitu dengan mengunggah video, kemudian memulai video, saat video dimulai, proses deteksi video dimulai, dan kemudian objek di video diidentifikasi, objek dapat berupa sepeda motor, mobil, truk, bus. Dari identifikasi objek, apakah objek melewati garis batas, dan jika demikian, objek dihitung. Jika tidak, itu dimulai dengan deteksi video, dan ketika video berhenti, proses berhenti dan tidak melanjutkan perhitungan dan klasifikasi kendaraan.

1) Pembuatan Model Deteksi Objek

Pembuatan model deteksi objek kendaraan dengan YOLOv4 dibagi menjadi tiga tahap utama, yaitu persiapan, ekstraksi fitur dan pelatihan model.

a) **Persiapan:** Siapkan gambar yang akan digunakan dalam fase pelatihan. Dataset adalah data dari dataset video yang sudah di konvert CCTV dengan kelas yang terdiri dari mobil, sepeda motor, bus, dan truk.

Setiap objek dalam gambar pelatihan telah diberi label sesuai dengan jenis kendaraan dalam gambar.

b) **Ekstraksi fitur:** Ekstraksi fitur pada gambar untuk mengetahui fitur-fitur penting dari gambar yang nantinya akan digunakan sebagai fitur pembelajaran dalam deep learning menggunakan CNN.

c) Pelatihan Model: Hasil ekstraksi fitur pada gambar pelatihan kemudian digunakan sebagai input untuk algoritma deep learning CNN dengan backbone CSPDarknet-53 pada YOLOv4 untuk menghasilkan model deteksi objek kendaraan.

2) Konversi bobot YOLO ke TensorFlow

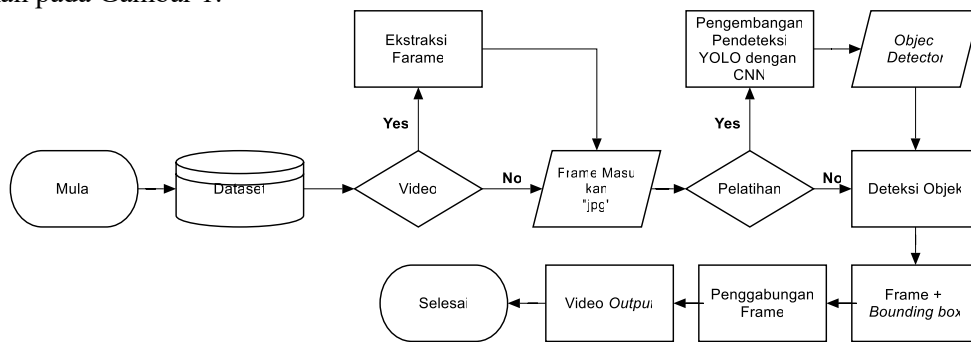
Model deteksi objek yang telah dilatih menggunakan YOLOv4 terlebih dahulu akan diubah menjadi model TensorFlow dan ditambahkan algoritma deepSORT untuk dapat melacak objek. Model deteksi objek yang telah ditambahkan dengan algoritma deepSORT akan menghasilkan model pelacakan.

c. Data Output

Data keluaran dari sistem perhitungan dan klasifikasi kendaraan adalah hasil perhitungan objek yang terdeteksi oleh algoritma YOLO yaitu sepeda motor, mobil, bus dan truk..

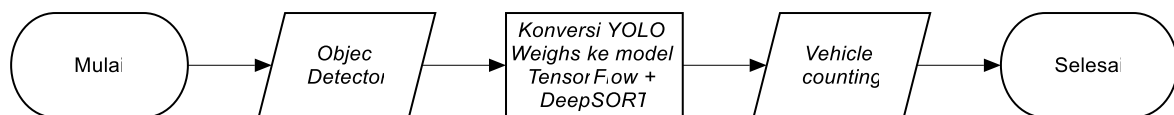
B. Desain Sistem

Desain alur proses akan dikembangkan dari akuisisi dataset awal, pelatihan model, pembuatan kode program, hingga menggunakan model deteksi untuk membuat kotak pembatas. Solusi yang digunakan adalah YOLOv4 dengan arsitektur CNN CSPDarknet53 yang merupakan arsitektur YOLOv4 default yang akan menghasilkan model pembelajaran yang digunakan untuk mendeteksi kendaraan di jalan raya. Langkah-langkah keseluruhan dari proses pengembangan adalah proses ekstraksi dataset video ke dalam frame/gambar, pelatihan model, pengembangan model dengan CNN, hingga penggunaan model deteksi untuk menambahkan hasil deteksi bounding box ke frame/gambar. Solusi masalah diimplementasikan sesuai dengan desain yang dijelaskan pada Gambar 1.



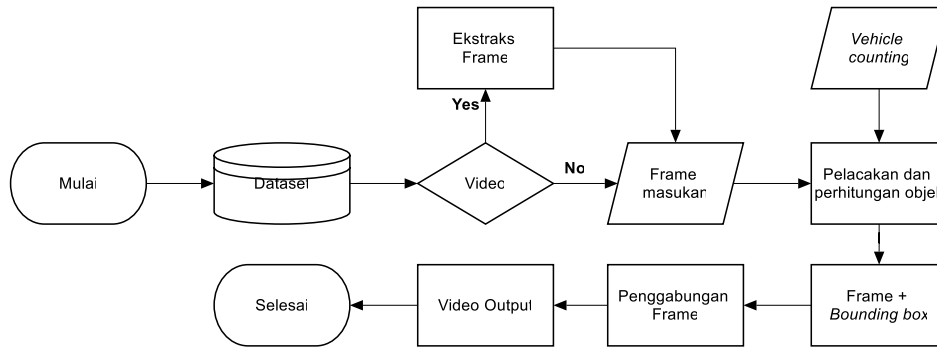
Gambar 1. Langkah-langkah pengembangan sistem deteksi objek kendaraan

Setelah model object detection telah dilatih dan dapat mendeteksinya dengan baik, untuk dapat melakukan object tracking, maka perlu ditambahkan algoritma deepSORT. Implementasi deepSORT dilakukan dengan bantuan library dari TensorFlow. Agar dapat menambahkan deepSORT dengan pustaka TensorFlow, model deteksi objek yang telah dilatih sebelumnya dan disimpan dalam format bobot YOLO harus terlebih dahulu dikonversi ke format model TensorFlow. Langkah konversi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Langkah-langkah untuk mengonversi bobot YOLO ke model TensorFlow

Setelah dikonversi menjadi model TensorFlow, model deteksi objek ditambahkan dengan algoritma deepSORT untuk dapat melakukan object tracking dan perhitungan sehingga menghasilkan model perhitungan kendaraan. Model dapat digunakan untuk melacak objek pada video dengan langkah-langkah yang mirip dengan proses deteksi objek, atau lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Hitung Kendaraan

Skenario uji coba menjelaskan pengujian terhadap sistem yang ada pada implementasi YOLO untuk klasifikasi dan perhitungan kendaraan ini. Skenario pengujian dilakukan menggunakan jenis pengujian *Confusion matrix* untuk mengklasifikasi dan perhitungan kendaraan. *Confusion matrix* adalah suatu metode penghitungan akurasi dengan memberikan informasi perbandingan hasil klasifikasi yang dibuat oleh sistem dengan klasifikasi yang sebenarnya. *Confusion matrix* adalah tabel matriks yang menggambarkan kinerja suatu model klasifikasi pada serangkaian data uji yang nilai aktualnya diketahui[9].

Hasil dan Pembahasan

A. Persiapan Dataset

Dalam pengumpulan data, data yang diambil adalah data rekaman CCTV disalah satu persimpangan jalan raya kota Mojokerto yaitu di persimpangan jalan Gajah Mada kota Mojokerto. Rekaman CCTV yang diambil adalah pada waktu pagi, siang, sore, malam dan kondisi hujan. Data yang telah diambil itu nantinya akan menjadi dataset yang diperlukan untuk pengujian sistem pada penelitian ini. Dari data yang telah didapat akan dijadikan dataset setelah melalui proses *labelling*. Setelah melalui data labelling dataset akan ditrainning menjadi data pre-training yang nantinya akan diujikan dengan sistem dan data rekaman.

B. Persiapan *Training* Dataset

Setelah format anotasi kotak pembatas dataset cocok dengan format yang digunakan oleh darknet YOLO, maka lingkungan pengembangan yang digunakan oleh darknet disiapkan. Penjelasan rinci dari setiap file atau folder adalah sebagai berikut: Darknet: folder yang berisi program darknet., Dataset: folder yang berisi pelatihan, validasi dan menguji himpunan data., Pelatihan: folder yang berisi beban setelah menyelesaikan proses pelatihan., cfg: folder yang berisi data konfigurasi yang digunakan pada YOLO darknet., train.txt: berisi daftar gambar yang digunakan untuk pelatihan., val.txt: berisi daftar gambar yang digunakan untuk validasi., obj.data: berisi data atau informasi tentang dataset yang digunakan dan lokasi obj.names, direktori pelatihan, pengujian dan pos pemeriksaan., obj.names: berisi nama kelas dalam himpunan data. File obj.data akan berisi informasi tentang dataset seperti jumlah kelas, lokasi daftar gambar untuk pelatihan dan validasi, lokasi file obj.names, dan lokasi pos pemeriksaan cadangan selama pelatihan. File obj.names akan berisi nama kelas objek yang akan dilatih, yaitu mobil, sepeda motor, bus dan truk.

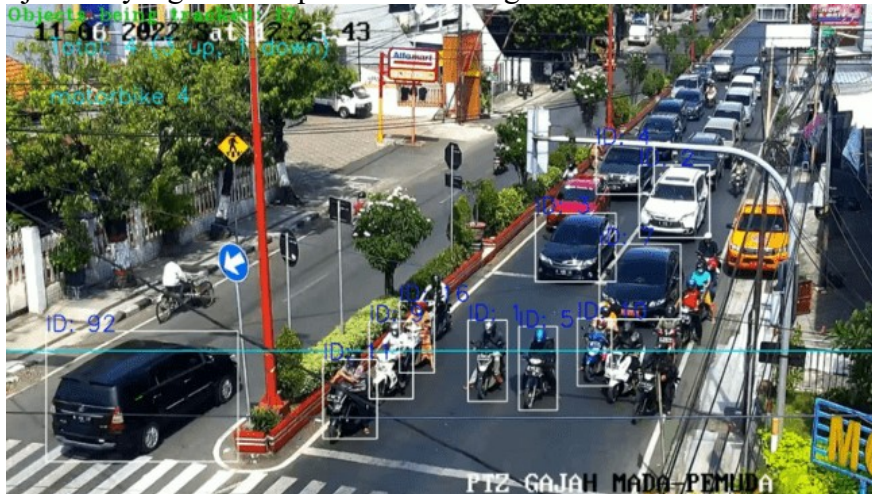
C. Konfigurasi Model

Konfigurasi yang digunakan oleh model darknet adalah untuk melakukan model pelatihan pada dataset, sehingga tidak perlu terlalu banyak mengubah konfigurasi. Konfigurasi yang perlu diubah adalah menyesuaikan jumlah kelas dari pelatihan menjadi empat, yaitu untuk kelas mobil, motor, bus dan truk. Lakukan juga penyesuaian konfigurasi dari jumlah batch=64, Subdivision=16, width=416, height=416, chanel=3, momentum=0,949, Decay=0,0005, Angle=0, Saturation=1,5, Exposure=1,5, Hue=0,1, Learning_rate=0,001, Burn_in=1000, Policy=Steps, Steps=36000,40500, Scale=(0,1),(0,1), Activation function= Leaky, Linier, Mish. Jumlah maksimum batch ke jumlah atau lebih besar dari jumlah data pelatihan (45000 batch), dan langkah-langkah disesuaikan dengan jumlah maksimum batch (80% dan 90% dari jumlah maksimum batch), serta mengubah filter di setiap layer konvolusi sebelum YOLO menjadi $filter = (jumlah\ kelas + 5) * 3 (1)$

Karena model akan memiliki empat kelas, yaitu mobil, sepeda motor, bus dan truk, nilai filter akan menjadi 27.

D. Pengujian

Pengujian data dilakukan untuk menguji akurasi dari hasil perhitungan. Pengujian yang dilakukan oleh sistem(sys) dibandingkan dengan pengujian dengan perhitungan manual(mnl). Pada pengujian ini penulis menggunakan file video sebanyak 2 file video masing-masing file berdurasi 2 menit dari hasil rekaman CCTV persimpangan jalan Gajah Mada kota Mojokerto yang diambil pada waktu siang dan malam.



Gambar 4. Deteksi Video Siang



Gambar 5. Deteksi Video Malam

Tabel 4. 1 Pengujian Data Kendaraan
 Video Siang Video Malam

	Video Siang		Video Malam	
	Sys	mnl	sys	Mnl
Motor	81	85	33	79
Mobil	32	35	27	37
Truk	3	3	1	3
Bus	0	0	3	1
Total	116	123	64	120
Presentase	94,3%		53,3%	

Diperoleh hasil dari perhitungan sistem dan manula yaitu video pagi 74,8%, video siang 94,3%, video sore 93,6%, video malam 53,3%, video kondisi hujan 50%. Pada waktu malam hari kendaraan sulit diklasifikasi dikarenakan sudut pandang CCTV yang berada

didepan sehingga terganggu dengan lampu kendaraan yang menyilaukan. Lalu pada kondisi hujan pandangan CCTV terganggu dengan refleksi air yang menempel pada kaca CCTV.

Tabel 4. 2 Hasil *Confusion Matrix* Klasifikasi Kendaraan

Video	Kategori	TP	TN	FP	FN	Akurasi
Siang	Motor	81	0	0	0	100%
	Mobil	32	0	0	0	
	Truk	3	0	0	0	
	Bus	0	0	0	0	
Malam	Motor	33	0	0	0	93,7%
	Mobil	25	0	2	0	
	Truk	1	0	0	0	
	Bus	1	0	2	0	

Pada tabel adalah hasil confusion matrix dari klasifikasi kendaraan yang dihasilkan oleh hitungan sistem dengan nilai akurasi tertinggi adalah 100% pada video siang hari dan video malam 93,7%.

Kesimpulan

Detektor YOLOv4 adalah salah satu sistem deteksi objek terbaik yang tersedia saat ini yang dapat melakukan proses deteksi secara real-time. Metrik yang dihasilkan dalam pengujian cukup baik. Berdasarkan hasil analisis pengujian yang telah dilakukan pada sistem yang dikembangkan, dapat ditarik kesimpulan penelitian ini berhasil menerapkan algoritma YOLO (You Only Look Once) sebagai pendeteksi objek untuk mendapat hasil akurasi perhitungan yaitu video siang 94,3%, video malam 53,3% dan bernilai adalah 100% pada video siang hari sedangkan akurasi video malam 93,7% pada perhitungan melalui confusion matrix.

Daftar Pustaka

- [1] Wini Mustikarani and Suherdiyanto, "Analisis Faktor-Faktor Penyebab Kemacetan Lalu Lintas Di Sepanjang Jalan H Rais a Rahman (Sui Jawi) Kota Pontianak," *J. Edukasi*, vol. 14, no. 1, pp. 143–155, 2016.
- [2] Y. D. Rosita, R. M. Akbar, and F. I. Kurniawan, "Indicator of Highway Conditions on Traffic Density Levels," *IJEEIT Int. J. Electr. Eng. Inf. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 37–43, 2023, doi: 10.29138/ijeeit.v6i1.2133.
- [3] T. S. Huang, "Computer Vision: Evolution and Promise," *Report*, 1997.
- [4] D. Iskandar Mulyana and M. A. Rofik, "Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5," *J. Pendidik. Tambusai*, vol. 6, no. 3, pp. 13971–13982, 2022, doi: 10.31004/jptam.v6i3.4825.
- [5] R. Klette, "Concise computer vision. Springer, London".
- [6] J. A. Ginting, "Vehicle Detection Simulation using YOLOv4 on Autonomous Vehicle System," 2019.
- [7] A. Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, "You Only Look Once: Unified, RealTime Object Detection. Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition," pp. 779–88, 2015.
- [8] N. Wojke, A. Bewley, and D. Paulus, "Simple online and realtime tracking with a deep association metric," *Proc. - Int. Conf. Image Process. ICIP*, vol. 2017-Sept, pp. 3645–3649, 2018, doi: 10.1109/ICIP.2017.8296962.
- [9] SHEILA MARIA BELGIS PUTRI AFFIZA, "Klasifikasi Keberhasilan Pembelajaran Online Dengan Algoritma Random Forest Dan Adaboost," no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.