

Sistem Penghitungan Kendaraan Otomatis Menggunakan Metode Object Detection Algoritma CNN

Ade Rizki Muttakin¹⁾, Dadang Haryanto²⁾

^{1,2)} Teknik Informatika, STMIK DCI

Jl. Sutisna Senjaya No.158-A, Cikalang, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat 46112

Email : aderizkimuttakin12@gmail.com¹⁾, dadang@stmik-dci.ac.id²⁾

Abstrak

Volume kendaraan yang terus meningkat dari tahun ke tahun membuat tingkat kemacetan di suatu daerah semakin parah, terutama ketika ada acara-acara besar yang terjadi di Indonesia, seperti libur akhir tahun atau hari raya. Hal tersebut yang melatarbelakangi penulis untuk membuat penelitian ini. Banyak cara untuk mengantisipasi kemacetan, salah satunya dengan menganalisis data kendaraan yang melintas pada suatu daerah sehingga kita bisa memprediksi tingkat volume kendaraan. Dengan ini, maka dapat dibuat sebuah keputusan untuk mengurai kemacetan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat sistem penghitungan kendaraan yang melintas secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi *artificial intelligence*. Metode kualitatif digunakan penulis untuk menyelesaikan penelitian ini karena adanya permasalahan dan data yang dikumpulkan berdasarkan observasi serta wawancara. Dengan bantuan algoritma *convolutional neural network* (CNN) yang terbukti memiliki tingkat keakuratan pendeteksian yang tinggi dalam pendeteksian gambar maupun video, dataset gambar yang dikumpulkan yaitu motor, mobil, bus, dan truk yang melintas di jalan raya dengan total dataset 1500, bersumber dari CCTV ATCS yang ada di daerah Ciamis. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Python* untuk pendeteksian dan penghitungan kendaraan, sedangkan untuk menampilkan data hasil penghitungan menggunakan PHP karena berbasis *website*, dan untuk pengelolaan databasenya menggunakan MySQL. Hasil temuan diharapkan bisa menggantikan tugas manusia dalam penghitungan kendaraan yang akurat, masal, dan *real-time*.

Kata Kunci : *You look only once; convolutional neural network; deteksi objek; penghitungan kendaraan; kecerdasan buatan*

Abstract

The volume of vehicles that continues to increase from year to year makes the level of congestion in an area worse, especially when there are major events that occur in Indonesia, such as year-end holidays or holidays. This is the background for the author to make this research. There are many ways to anticipate congestion, one of which is by analysing the data of vehicles passing in an area so that we can predict the level of vehicle volume, so that a decision can be made to unravel congestion. Therefore, this research aims to create an automatic vehicle counting system by utilising artificial intelligence technology. The qualitative method is used by the author to complete this research because of the problems and data collected based on observations and interviews. With the help of the convolutional neural network (CNN) algorithm which is proven to have a high level of detection accuracy in detecting images and videos, the image datasets collected are motorbikes, cars, buses, and trucks passing on the highway with a total dataset of 1500, sourced from CCTV ATCS in the Ciamis area. The programming language used in this research is Python for vehicle detection and counting, while to display the counting data using PHP because it is web-based, and for database management using MySQL. The findings are expected to replace the human task of accurate, mass, and real-time vehicle counting.

Keywords: *You look only once; convolutional neural network; object detection; vehicle counting; artificial intelligence*

1. PENDAHULUAN

Menurut [1] Pertumbuhan kendaraan bermotor pada tahun 2021 ke 2022 naik 6 juta unit. Peningkatan volume kendaraan membuat jalanan semakin padat dan menyebabkan kemacetan di beberapa titik, terutama di kota-kota besar. Kemacetan biasanya terjadi di hari-hari libur panjang karena para pengguna jalan berbondong-bondong untuk pulang ke kampung halamannya atau berkunjung ke tempat rekreasi, alhasil membuat penumpukan kendaraan di jalan raya. Contohnya di Ciamis, tepatnya di Simpang Pahlawan Ciamis, setiap tahun menjelang hari raya selalu ada petugas dari Dinas Perhubungan yang melakukan penghitungan kendaraan dengan cara manual menggunakan *counter*, dimana satu orang menghitung satu jenis kendaraan. Agar lebih efektif dan efisien, maka dibuatlah sistem untuk mendeteksi dan menghitung kendaraan yang melintas dengan memanfaatkan teknologi kecerdasan buatan.

Sebuah sistem terdiri dari beberapa bagian, yang disebut sebagai sub sistem, yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu [2]. Sedangkan menurut [3] kombinasi dari beberapa bagian, elemen, atau faktor yang bekerja sama untuk membentuk satu kesatuan yang memungkinkan pencapaian suatu tujuan dan tujuan. Komputer kini banyak digunakan untuk membantu membuat dokumen penting, tidak hanya digunakan sebagai mesin ketik atau perangkat lainnya [4] contohnya adalah pendeteksian objek. Proses mendeteksi, atau menangkap contoh (contoh), dari objek visual yang diberikan (seperti manusia, hewan, dan tumbuhan) dalam gambar digital dikenal sebagai deteksi objek. [5].

Metode pengajaran *Deep Learning* menggunakan Prinsip Hirarki untuk mengatasi masalah sistem pembelajaran komputer. Metode ini memungkinkan komputer digunakan untuk mempelajari konsep-konsep yang rumit dengan menghubungkan konsep-konsep yang lebih sederhana. Akan ada banyak garis jika grafik menunjukkan bagaimana satu konsep dibangun di atas konsep lainnya. Hal ini dikarenakan istilah "*Deep Learning*" digunakan untuk menggambarkan hal ini [6]. Selain itu, deep learning dapat menemukan batas-batas yang terbentuk secara non-linier dan mensimulasikan interaksi non-linier antar komponen. Akibatnya, masukan akan diubah secara non-linier sampai akhirnya menjadi distribusi tugas kelas. Pembelajaran mendalam menggunakan *propagation* belakang [7]. Banyak penelitian sebelumnya yang menggunakan *Convolutional*

Neural Network (CNN) untuk memecahkan masalah pengenalan objek dan klasifikasi gambar. Hal ini karena CNN sangat akurat dan menawarkan hasil yang signifikan dalam pengenalan gambar [8]. *Convolutional Neural Network* (CNN), yang telah terbukti efektif dalam pengolahan citra [9].

Algoritma adalah kumpulan rumus atau instruksi yang ditulis secara sistematis dan digunakan untuk memecahkan masalah matematis dan logis dengan menggunakan perangkat komputer [10]. YOLO, algoritma pendeteksi objek "*one-stage detector*" pertama, berasal dari pengembangan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) [11]. Algoritma YOLO, yang berarti *You Only Look Once*, adalah algoritma yang dirancang untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai objek secara real time. Model dari hasil pelatihan digunakan untuk sistem pendeteksian. Sebuah model digunakan untuk mendeteksi gambar di berbagai tempat dan skala. Area gambar dengan kotak pembatas dan nilai tertinggi akan dianggap sebagai deteksi [12]. Pada sistem ini menggunakan Algoritma YOLO versi 8 yang dirilis pada Januari 2023 oleh *Ultralytics*, perusahaan yang mengembangkan YOLOv5. YOLOv8 menyediakan lima versi skala: YOLOv8n (nano), YOLOv8s (kecil), YOLOv8m (sedang), YOLOv8l (besar) dan YOLOv8x (ekstra besar). YOLOv8 mendukung berbagai tugas penglihatan seperti deteksi objek, segmentasi, estimasi pose, pelacakan, dan klasifikasi [13].

Menurut penelitian [14] pendeteksian dengan 3 klasifikasi berhasil mendapatkan nilai performa jaringan yang cukup tinggi dengan nilai *Precision* yang sempurna, nilai *Recall* di atas 70%, dan *F1 Score* di atas 80%. Namun, meskipun akurasi 99%, pemasangan dan perawatan sensor membutuhkan banyak sumber daya. Studi [15] "Sistem Klasifikasi Kendaraan Berbasis Pengolahan Citra Digital dengan Metode *Multilayer Perceptron*" menggunakan *Haar Cascade Classifier* untuk menentukan apakah suatu objek benar-benar merupakan kendaraan. *Multilayer Perceptron* kemudian membagi kendaraan ke dalam tiga kelas keluaran: mobil, bus, dan truk. Sistem ini memiliki akurasi deteksi 92,67% dan akurasi klasifikasi rata-rata 87,60%.

Selain itu, penelitian yang menggunakan algoritma *Faster R-CNN* (*Region-based Convolutional Neural Network*) untuk mendeteksi kendaraan yang dilakukan [16] menunjukkan bahwa *Faster R-CNN* adalah evolusi dari algoritma *R-CNN* yang menggunakan *RPN* (*Region Proposal Network*). Untuk mempelajari jaringannya, dataset

yang mengandung 153 gambar kendaraan mainan (mobil, motor, bus, truk, sepeda, dan manusia) digunakan. Ada juga algoritma YOLO (*You Only Look Once*), yang mengintegrasikan jaringan utuh ke dalam gambar seperti penelitian, dan jaringan yang dilatih menunjukkan akurasi klasifikasi 97,027%.

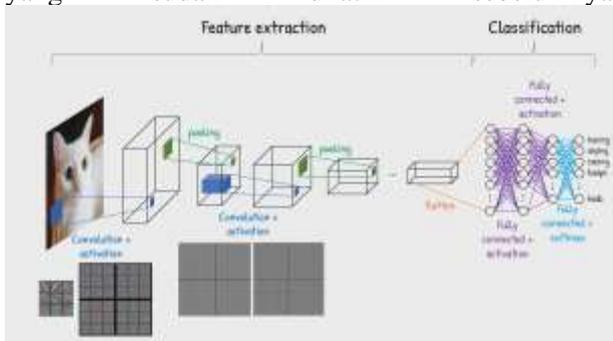
Penelitian [11] menemukan dan mengklasifikasikan kendaraan melalui latihan dengan jaringan YOLO v3, Empat jenis kendaraan yang termasuk dalam jaringan ini adalah motor, mobil, bus, dan truk. Akurat klasifikasi jaringan untuk kondisi lalu lintas sebesar 97,6%.

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya penghitungan kendaraan dilakukan dengan beberapa metode masih memiliki kelemahan diantaranya data hasil penghitungan tidak tersimpan dalam database, tidak dilakukan uji coba secara langsung menggunakan webcam Maupin ip cam, penghitungan kendaraan tidak dilakukan dalam dua arah dan belum menggunakan algoritma Yolo versi terbaru.

Secara keseluruhan. Penelitian ini memperbaiki penelitian sebelumnya, dengan menambahkan database agar data kendaraan hasil penghitungan bisa tersimpan, bisa melakukan penghitungan dua arah, dilakukan uji coba secara langsung menggunakan webcam dan menggunakan Yolo versi terbaru yaitu 8 yang lebih ringan dan akurat.

2. METODE PENELITIAN

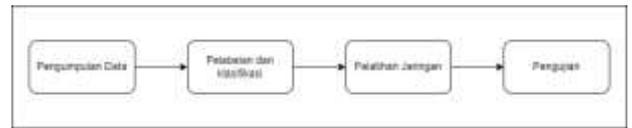
Metode dalam melakukan pendeteksian objek yaitu menggunakan convolutional neural network yang merupakan metode dalam deep learning untuk melakukan pengelolaan citra, sedangkan untuk algoritma yang digunakan adalah You Only Look Once. Seperti namanya algoritma ini mendeteksi objek dengan cepat karena sudah ada dataset gambar yang sudah dilatih sebelumnya.



Gambar 1. Algoritma CNN

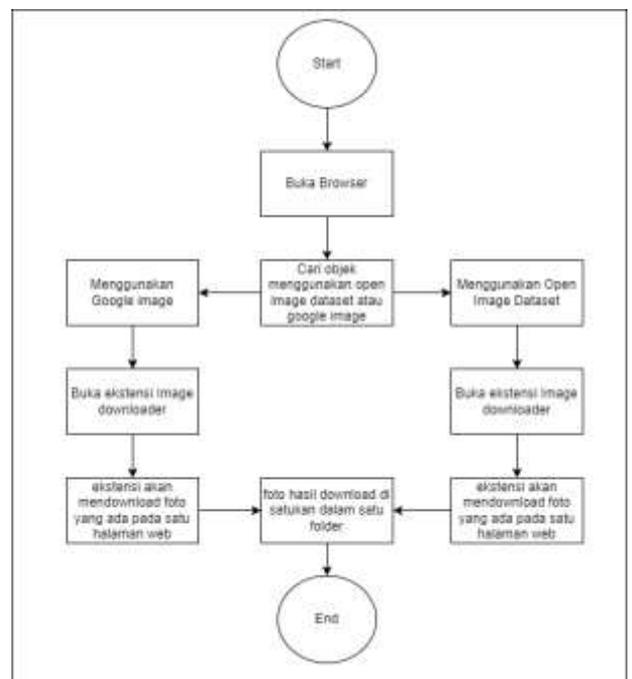
Ada empat deskripsi umum agar program ini bisa dijalankan dimulai dari pengumpulan dataset,

pelabelan dan klasifikasi objek, pelatihan jaringan, dan yang terakhir pengujian program.



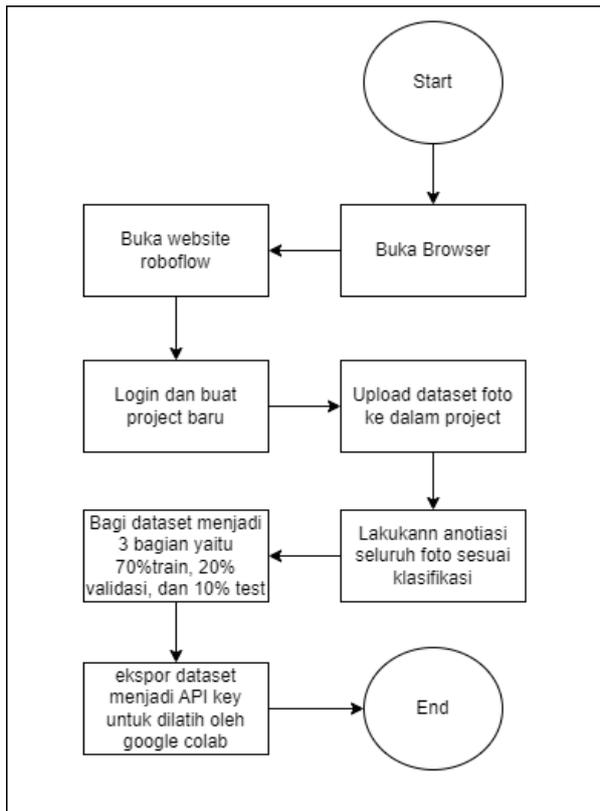
Gambar 2. Deskripsi umum sistem

Tahap pertama dalam membangun sistem ini adalah pengumpulan dataset gambar, pembagian dataset menjadi train, validasi, dan test. Untuk pengklasifikasian dan pelabelan objek menggunakan Roboflow serta pelatihan dataset menggunakan Google Colaboratory.



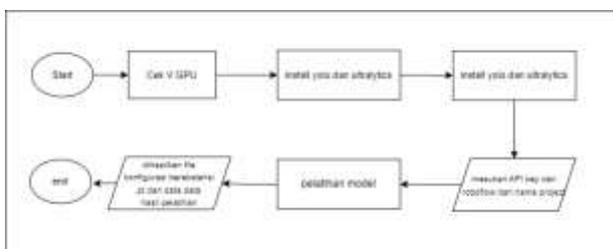
Gambar 3. Pengumpulan dataset

Alur proses pengumpulan dataset gambar bisa menggunakan Google Search Image atau menggunakan website Open Image Dataset. Kemudian, kita cari dataset yang akan kita kumpulkan. Agar bisa mendownload dataset secara masal, diperlukan ekstensi image downloader. Kemudian, download dataset dan tersimpan dalam perangkat..



Gambar 4. Pelabelan dataset

Sedangkan untuk pelabelan dan klasifikasi dataset menggunakan website Roboflow, proses pertama yaitu membuka website Roboflow yaitu melalui mesin pencari, kemudian login dan membuat proyek baru. Setelah proyek terbuat, maka upload dataset yang sudah kita download ke dalam proyek, kemudian lakukan anotasi pada seluruh dataset. Setelah selesai, data akan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu 70% train, 20% validasi, dan 10% test. Nantinya, akan mendapatkan API key sebagai kode unik untuk mengakses pada tahap selanjutnya..



Gambar 5. Pelatihan model dataset

Proses pelatihan dataset menggunakan Google Colaboratory. Proses ini adalah proses inti dimana keberhasilan objek dapat dideteksi bisa dilihat dalam proses ini. Sedangkan untuk alurnya, pertama kita harus mengecek apakah virtual GPU sudah aktif atau belum, karena pelatihan ini

memerlukan penyimpanan GPU. Dalam Colaboratory, kita diberikan akses virtual GPU secara gratis. Kemudian, kita menginstal library YOLO dan Ultralytics. Setelah menginstall library tersebut setelah itu, kita memasukkan API key yang sudah kita persiapkan sebelumnya yang didapat dari Roboflow, maka proses pelatihan bisa dilakukan. Setelah selesai, nanti akan didapatkan beberapa informasi dan file konfigurasi yang bisa digunakan dalam pengujian.

Sedangkan hasil dari proses klasifikasi dan pelabelan dataset menghasilkan API key, yaitu adalah nama metadata yang disarankan untuk kunci API (*Application Programming Interface*)[17] lebih mudahnya fungsi API key disini adalah sebagai identitas sebuah proyek agar bisa dikenali dalam proses selanjutnya.

Sedangkan dalam proses pelatihan model dataset didapatkan file konfigurasi berekstensi (.pt) File ini digunakan untuk pengujian menggunakan bahasa pemrograman Python. Selain itu setelah selesai melakukan pelatihan dataset ada beberapa data yang bisa kita lihat seperti confusion matrix dan juga diagram dari hasil pelatihan.

Setelah melalui beberapa proses didapatkan file konfigurasi yang bisa dijadikan sebagai bahan pendeteksian objek. Sedangkan untuk melakukan penghitungan kendaraan diperlukan logika pada program dengan bantuan garis acuan penghitungan kendaraan. Untuk penghitungan data yang efektif, hasil penghitungan harus disimpan dalam database. Database yang digunakan dalam program penelitian ini adalah MySQL, yang merupakan database open source yang dimaksudkan untuk menyimpan data pada perangkat elektronik dengan kapasitas memori terbatas. MySQL, yang diklaim "digunakan lebih banyak daripada gabungan semua mesin database lainnya", telah diperbarui ke versi 3.33.0 dengan ukuran maksimum ditingkatkan menjadi 281TB, sekitar dua kali lipat kapasitas sebelumnya yaitu 140TB. MySQL mendukung penggunaan relational database konvensional seperti transaction, SQL, dan syntax. Namun, MySQL mendukung tipe data berikut: numerik (integer, float, dan double), teks (char, varchar, dan text), DateTime, dan BLOB.[18]. Program ini dijalankan menggunakan bahasa python dan memanfaatkan library OpenCV, Pandas, YOLO, CVZone, time dan mysql-connector. OpenCV yaitu modul pengolahan gambar yang memungkinkan untuk membuat, mengubah, dan mengubah gambar digital [19]. Dan menggunakan code editor PYCharm, program ini juga bisa melakukan pendeteksian menggunakan webcam maupun file video berformat MP4. Untuk lebih jelasnya

bagaimana alur program berjalan dari awal mendeteksi hingga menyimpan data dalam database bisa dilihat dalam flowchart pada gambar 3.



Gambar 6. Flowchart program

Keterangan Proses :

Hal yang pertama yang diperlukan untuk menjalankan program adalah menentukan source inputan video. Dalam program, saya bisa menggunakan file statis berformat MP4 atau real-time menggunakan WebCam. Kemudian, objek dideteksi dan dilakukan penghitungan sesuai dengan arah pergerakan objek, dan data hasil penghitungan akan tampil pada program serta tersimpan dalam database.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pendeteksian dan penghitungan kendaraan ini dibuat dengan bahasa pemrograman Python yang dimana memerlukan library yang harus terinstal, di antaranya OpenCV, Pandas, Ultralytics, CVZone, time, mysql-connector, dan math.

Proses penghitungan kendaraan sangat sederhana disini karena kita menghitung dua jalur, maka disediakan dua garis horizontal berwarna merah dan kuning. Fungsinya sebagai acuan penghitungan dengan menggunakan perintah if-else, yaitu dengan logika untuk jalur kiri: jika ada objek menyentuh garis kuning, maka belum dilakukan penghitungan, tapi ketika sudah menyentuh garis

merah dengan ID yang sama, akan dilakukan penghitungan. Begitupun dengan jalur kanan, jika ada objek menyentuh garis merah, maka belum dilakukan penghitungan, tapi ketika sudah menyentuh garis kuning dengan ID yang sama, akan dilakukan penghitungan. Objek yang terhitung akan ditampilkan pada program, kemudian dimasukkan ke dalam database untuk menampilkan data penghitungan. Penulis menggunakan web yang sudah dibuat.



Gambar 7. Tampilan program

Supaya orang lain dapat mendapatkan informasi penghitungan kendaraan secara real-time penulis membuatkan web khusus.



Gambar 8. Tampilan website

Agar bisa menentukan seberapa besar keakuratan pendeteksian peneliti mencocokkan antara counter manual dengan yang ada pada sistem kemudian di hitung berapa persentase keakuratan yang di dapat menggunakan rumus :

“Keakuratan Data = $100\% - (\text{deteksi error} / \text{data aktual} \times 100\%)$

rumus ini berdasarkan hasil studi dari [20]. Pengujian ini saya lakukan di jembatan penyebrangan orang Jl. Jend. Sudirman No.271, Sindangrasa, Kec. Ciamis, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat, pengujian menggunakan webcam berdurasi 2 menit didapatkan data hasil perhitungan manual dan menggunakan sistem seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian manual dan sistem

Nomor	Jenis Kendaraan	Penhitungan Manual	Penghitungan Sistem	Tidak terdeteksi sistem
1	Motor	41	23	18
2	Mobil	33	29	4
3	Bus	0	0	0
4	Truck	16	15	1

Data sudah didapatkan maka bisa di dilakukan penghitungan keakuratan pendeteksian menggunakan rumus Keakuratan Data = $100\% - (\text{deteksi error}/\text{data aktual} \times 100\%)$ maka didapatkan hasil berikut.

Keakuratan data motor

$$= 100\% - (\text{tidak terdeteksi}/\text{hasil manual} \times 100\%)$$

$$= 100\% - \left(\frac{18}{41} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 44\%$$

$$= 56\%$$

Keakuratan data mobil

$$= 100\% - (\text{tidak terdeteksi}/\text{hasil manual} \times 100\%)$$

$$= 100\% - \left(\frac{4}{33} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 12\%$$

$$= 88\%$$

Keakuratan data Truk

$$= 100\% - (\text{tidak terdeteksi}/\text{hasil manual} \times 100\%)$$

$$= 100\% - \left(\frac{1}{16} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 6\%$$

$$= 94\%$$

Berdasarkan hasil penelitian empat gambaran umum sistem harus dijalankan secara berurutan diawali dengan pengumpulan dataset gambar yang harus sesuai dengan kondisi kendaraan yang ada di Indonesia dan banyaknya dataset juga mempengaruhi tingkat keakuratan pendeteksian, kedua pelabelan dan klasifikasi yaitu setiap dataset harus dikelompokkan dan diberi label sesuai dengan klasifikasinya agar sistem bisa mengenali objek tersebut, ketiga pelatihan dataset yakni dataset dilatih agar bisa mengenali objek yang sudah diklasifikasikan dan yang terakhir adalah pengujian sistem yang menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan berbagai library.

Maka inti dari temuan ini adalah sistem penghitungan kendaraan secara otomatis berhasil dijalankan. Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan pendeteksian menggunakan file statis maupun webcam terdapat ada deteksi eror atau objek tidak terdeteksi terutama pada objek motor, berdasarkan analisis saya ada beberapa faktor penyebab hal tersebut yaitu webcam yang kurang bagus sehingga gambar yang dihasilkan kurang jernih, jarak antara webcam dan objek terlalu jauh,

Posisi webcam kurang pas, kecepatan motor yang relatif cepat dan dataset gambar yang kurang lengkap.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan [20] Jaringan YOLO v3 dilatih dengan teknik pembelajaran transfer. Dataset yang digunakan terdiri dari 531 gambar lalu lintas dan lima kelas output: mobil, sepeda motor, truk, bus, dan becak. Jaringan yang dilatih mampu mengenali kendaraan pada rekaman CCTV di Simpang Air Mancur Immanuel Kota Medan dengan nilai mean average precision (mAP) sebesar 99,35%. Pengujian ini mendapatkan nilai rata rata keakuratan yang tinggi namun sayang pengujian ini tidak sampai pengujian sistem hanya bisa menampilkan data keakuratan berdasarkan hasil dari pelatihan dataset.

Sedangkan hasil penelitian [11] objek yang dideteksi adalah motor, mobil, bus, dan truk yang merupakan empat kelas keluaran yang termasuk dalam jaringan ini. Akurasi klasifikasi jaringan untuk kondisi lalu lintas sepi sebesar 97,6%, kondisi lalu lintas normal sebesar 96,5%, dan kondisi lalu lintas padat sebesar 91,6%. Dalam penelitian ini kendaraan yang terhitung tidak tercatat dalam database.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini terfokus pada pengembangan teknologi kecerdasan buatan yakni pendeteksian objek yang diimplementasikan dalam penghitungan jumlah kendaraan dengan menggunakan metode CNN dan algoritma Yolo. Maka hasil penelitian ini adalah membuat sistem pendeteksi dan penghitungan kendaraan secara otomatis yang bisa mendeteksi objek sesuai dengan keinginan, melakukan penghitungan kendaraan yang melintas dalam dua arah baik menggunakan webcam maupun file statis dan data hasil penghitungan bisa tersimpan dalam database. Penelitian ini dilakukan dalam upaya membantu tugas petugas Dinas Perhubungan dalam melakukan penghitungan kendaraan secara efektif dan efisien.

5. SARAN

Dalam perancangan dan pengujian yang sudah dilakukan penulis, terdapat beberapa hal yang dapat ditambahkan supaya hasil perancangan lebih baik, diantaranya adalah :

- Sistem yang sudah dibuat terutama dalam pendeteksi objek kendaraan diharapkan bisa di bisa diterapkan untuk penelitian lain seperti E-Tilang, Sistem parkir, atau deteksi dini kecelakaan.

- Pengaplikasian dengan sensor yang lain seperti RFID, ultrasonik atau sensor yang lainnya untuk membuat sistem yang memiliki kesamaan.
- Melakukan pengembangan pada sistem penghitungan kendaraan untuk mengetahui seberapa banyak emisi karbon atau polusi yang dihasilkan oleh kendaraan.
- Sistem pendeteksian diharapkan bisa dikembangkan menjadi sistem pendeteksi kecepatan kendaraan ketika melintas

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Ciamis yang telah memberi dukungan dengan memberikan beberapa sampel data penghitungan secara manual sehingga dapat saya kembangkan menggunakan otomatisasi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2020-2021."
- [2] D. Andriyanto, Z. Baridwan, and I. Subekti, "Anteseden Perilaku Penggunaan E-Budgeting: Kasus Sistem Informasi Keuangan Desa di Banyuwangi, Indonesia," *J. Din. Akunt. dan Bisnis*, vol. 6, no. 2, pp. 151–170, 2019, doi: 10.24815/jdab.v6i2.13938.
- [3] Maydianto and M. R. Ridho, "Rancang Bangun Sistem Informasi Point of Sale Dengan Framework Codeigniter Pada Cv Powershop," *J. Comasie*, vol. 02, pp. 50–59, 2021.
- [4] D. Haryanto and S. Soni, "Jurnal Manajemen Dan Teknik Informatika Pengembangan Sistem Informasi Pengolahan Data Pemeriksaan Pasien Berbasis Web Pada Klinik Az Zahra Kabupaten Tasikmalaya," *Jumantaka*, vol. 04, no. 01, p. 1, 2020.
- [5] Z. Zou, K. Chen, Z. Shi, Y. Guo, and J. Ye, "Object Detection in 20 Years: A Survey," *Proc. IEEE*, vol. 111, no. 3, pp. 257–276, 2023, doi: 10.1109/JPROC.2023.3238524.
- [6] K. G. Kim, "Deep learning book review," *Nature*, vol. 29, no. 7553, pp. 1–73, 2019.
- [7] Y. U. Hanafi, "Deteksi Penggunaan Helm Pada Pengendara Bermotor Berbasis Deep Learning," pp. 1–94, 2020.
- [8] Syarifah, "Deep Learning Object Detection Pada Video," *Deep Learn. Object Detect. Pada Video Menggunakan Tensorflow Dan Convolutional Neural Netw.*, 2018.
- [9] A. C. Ramdhana and N. Pratiwi, "Perbandingan Kinerja Model Convolutional Neural Network pada Klasifikasi Kanker Kulit," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 197–206, 2023, doi: 10.29408/edumatic.v7i2.19823.
- [10] E. Triyanto, H. Sismoro, and A. D. Laksito, "Implementasi Algoritma Regresi Linear Berganda Untuk Memprediksi Produksi Padi Di Kabupaten Bantul," *Rabit J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 4, no. 2, pp. 66–75, 2019, doi: 10.36341/rabit.v4i2.666.
- [11] M. Leriensyah and A. Kurniawardhani, "Klasifikasi dan Perhitungan Kendaraan untuk Mengetahui Arus Kepadatan Lalu Lintas Menggunakan Metode YOLO," *Automata*, 2020, [Online]. Available: <https://journal.uui.ac.id/AUTOMATA/article/view/13970>
- [12] F. Rachmawati and D. Widhyaestoeti, "Deteksi Jumlah Kendaraan di Jalur SSA Kota Bogor Menggunakan Algoritma Deep Learning YOLO," *Pros. LPPM UIKA Bogor*, pp. 360–370, 2020.
- [13] J. Terven and D. Cordova-Esparza, "A Comprehensive Review of YOLO: From YOLOv1 and Beyond," pp. 1–34, 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2304.00501>
- [14] M. Sauqi, "Deteksi Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO) V3," *Univ. Islam Indones.*, pp. 5–8, 2022.
- [15] I. Ali, D. Ade Kurnia, M. A. Pratama, and F. Al Ma'ruf, "KOPERTIP: Jurnal Ilmiah Manajemen Informatika dan Komputer Klasifikasi Status Stunting Balita Di Desa Slangit Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor," *J. Ilm. Manaj. Inform. dan Komput.*, vol. 05, no. 03, pp. 35–38, 2021, [Online]. Available: <http://jurnal.kopertipindonesia.or.id/index.php/kopertip>
- [16] A. M. Ma'ali and M. S. H. A, "Rancang Bangun Sistem Pengendali Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Pengenalan Citra Digital Kendaraan Menggunakan Metode Faster R-Cnn," 2019, [Online]. Available: <http://eprints.uty.ac.id/3335/>
- [17] E. S. Pane, R. Hardianto, Wirdahchoiriah, I.

- Rangga Bakti, and Y. Permata Bunda, "Pelatihan geographic informatin system (GIS) peta digital melalui google maps dengan menggunakan API key di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pasir Pengaraian (UPP)," *Mejuajua J. Pengabdi. pada Masy.*, vol. 2, no. 2, pp. 30–34, 2022, doi: 10.52622/mejuajuajabdimas.v2i2.65.
- [18] V. Maarif, A. E. Widodo, and D. Y. Wibowo, "Aplikasi Tes IQ Berbasis Android," *IJSE – Indones. J. Softw. Eng. ISSN*, vol. 3, no. 2, pp. 2461–690, 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijse/article/view/2820>
- [19] F. Setiawan and D. Agushinta R, "Sistem Pengenalan Wajah Dengan Metode Local Binary Pattern Histogram Pada Firebase," *SeNTIK*, vol. 4, no. 1, pp. 19–25, 2020.
- [20] D. A. Abdurrafi, M. Taqijuddin Alawiy, and B. M. Basuki, "Deteksi Klasifikasi Dan Menghitung Kendaraan Berbasis Algoritma You Only Look Once (Yolo) Menggunakan Kamera Cctv," *Sci. Electro*, vol. nn, no. 9, pp. 1–6, 2023.