

Sistem Deteksi Pelanggaran Lalu Lintas Pengendara Tanpa Helm Menggunakan Metode *Deep Learning* Algoritma Yolo

Arva Rahmawati Achmad¹⁾, Agus Ramdani Nugraha²⁾, Ade Rizki Muttakin³⁾

^{1,2,3)} Teknik Informatika, STMIK DCI

Jl. Sutisna Senjaya No.158-A, Cikalang, Kec. Tawang, Kab. Tasikmalaya, Jawa Barat 46112
Email :arvarahmawatia@gmail.com¹⁾,agus@stmik-dci.ac.id²⁾,aderizkimuttakin12@gmail.com³⁾

Abstrak

Pelanggaran Lalu Lintas adalah masalah serius yang dihadapi oleh banyak kota besar di Indonesia, yang berkontribusi terhadap tingginya angka kecelakaan. Dalam rangka mengatasi masalah ini, pemerintah telah mengeluarkan berbagai UU dan peraturan telah diterapkan guna meningkatkan keselamatan di jalan raya dan menegakkan disiplin berlalu lintas. Salah satu UU utama yang mengatur tentang pelanggaran lalu lintas adalah UU No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, yang memuat ketentuan-ketentuan mengenai pelanggaran lalu lintas dan sanksi yang dikenakan. Meskipun demikian, penerapan hukum secara manual oleh petugas di lapangan sering kali tidak cukup efektif dalam mendeteksi dan menindak pelanggaran secara cepat dan akurat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem pendeteksi pelanggaran lalu lintas berbasis teknologi *Deep Learning* Dengan metode *object detection* dari Yolo yang dapat bekerja secara otomatis dalam sistem ATCS (*Area Traffic Control System*) Dinas Perhubungan Kabupaten Ciamis. Dengan adanya sistem ini, para pelanggar lalu lintas akan jera dan lebih sadar untuk tertib berlalu lintas, karena mereka mengetahui bahwa pelanggaran mereka dapat terdeteksi secara otomatis dan mendapatkan sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Kata Kunci : *You look only once; convolutional neural network; deep learning; deteksi objek; e-tilang*

Abstract

Traffic violations are a serious problem faced by many major cities in Indonesia, contributing to the high number of accidents. In order to address this problem, the government has issued various laws and regulations have been implemented to improve road safety and enforce traffic discipline. One of the main laws governing traffic violations is Law No. 22/2009 on Road Traffic and Transportation, which contains provisions on traffic violations and the sanctions imposed. However, manual application of the law by officers in the field is often not effective enough to detect and act on violations quickly and accurately. Therefore, this research aims to implement a traffic violation detection system based on Deep Learning technology with Yolo's object detection method that can work automatically in the ATCS (Area Traffic Control System) system of the Ciamis Regency Transportation Agency. With this system, traffic violators will be deterred and more aware to order traffic, because they know that their violations can be detected automatically and get sanctions in accordance with applicable regulations.

Keywords: *You look only once; convolutional neural network; deep learning; object detection; e-tilang*

1. PENDAHULUAN

Salah satu aspek yang sangat penting dari kehidupan manusia adalah transportasi, khususnya transportasi kendaraan bermotor, baik untuk pergerakan manusia maupun barang.

Keselamatan adalah masalah penting yang harus dipertimbangkan oleh pengguna jasa. Menurut Undang-undang No. 14 tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, tujuan transportasi adalah untuk memfasilitasi lalu lintas dan angkutan jalan dengan biaya yang terjangkau, aman, cepat, lancar, tertib, teratur, nyaman, dan efisien, mampu

memadukan moda transportasi lainnya, menjangkau seluruh pelosok wilayah daratan, untuk mendorong pemerataan, pertumbuhan, dan stabilitas, dan sebagai pendorong, penggerak, dan penunjang pembangunan nasional. Ini menunjukkan bahwa keselamatan harus diprioritaskan[1]. Karena dampak pelanggaran lalu lintas yang signifikan terhadap kecelakaan lalu lintas, polisi Indonesia telah melakukan tilang. Tilang, yang dapat memberikan efek jera, telah terbukti mengurangi pelanggaran lalu lintas[2].

Setiap perkembangan pasti menyebabkan beberapa masalah transportasi, salah satunya adalah kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan berat, berbeda dengan kecelakaan ringan, menyebabkan kerugian materi dan korban jiwa yang disebabkan oleh manusia, kendaraan, dan kondisi lingkungan. Setiap pengguna jalan ingin menghindari kecelakaan lalu lintas, tetapi kecelakaan lalu lintas bisa terjadi kapan saja karena kondisi jalan yang buruk atau kelalaian pengguna jalan[3].

Teknologi yang digunakan untuk mendorong perkembangan sistem berbasis kecerdasan buatan ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan. Salah satu teknik yang paling terkenal dan banyak digunakan untuk klasifikasi gambar adalah metode Jaringan Saraf Tiruan (JST), yang dapat mengenali wajah manusia dalam gambar dan mengklasifikasikannya, yang juga dikenal sebagai klasifikasi gambar dan pengenalan gambar[4].

Subsistem adalah kumpulan bagian sistem yang bekerja sama untuk mencapai tujuan tertentu[5]. Sedangkan menurut [6] Sistem Merupakan kombinasi beberapa bagian, komponen, atau komponen yang bekerja sama untuk membentuk satu kesatuan yang memungkinkan pencapaian suatu tujuan dan tujuan. Fungsi utama komputer awalnya banyak digunakan untuk membuat dokumen penting, namun sekarang bukan hanya sebagai mesin ketik fungsi lainnya adalah pendeteksian objek [7], Deteksi objek adalah proses mendeteksi atau menangkap contoh dari objek visual yang diberikan (seperti manusia, hewan, dan tumbuhan) dalam gambar digital [8].

Prinsip *Hierarki* digunakan dalam metode pengajaran *Deep Learning* untuk mengatasi masalah sistem pembelajaran komputer. Metode ini memungkinkan komputer untuk mempelajari ide-ide yang rumit dengan menggabungkan ide-ide yang lebih sederhana. Jika grafik menunjukkan bagaimana satu konsep bergantung pada yang lain, akan ada banyak garis. Hal ini disebabkan fakta bahwa istilah "Pembelajaran Mendalam" digunakan untuk menggambarkan hal ini [9]. Selain itu, *deep*

learning memiliki kemampuan untuk menemukan batas batas yang terbentuk secara *non-linier* dan mensimulasikan interaksi non-linier antar elemen. Akibatnya, Masukan akan diubah secara non-linier sampai distribusi tugas kelas selesai. Pembelajaran mendalam dengan menggunakan *propagation back* [10]. Karena CNN sangat akurat dan menawarkan hasil yang signifikan dalam pengenalan gambar, banyak penelitian sebelumnya menggunakan CNN untuk memecahkan masalah pengenalan objek dan klasifikasi gambar [11].

OpenCV adalah *library* pemrosesan gambar gratis yang dikelola oleh *Intel Corporation*. Fungsi *library* OpenCV adalah untuk menambahkan fungsi pada komputer sehingga memiliki alat yang mirip dengan pemrosesan penglihatan manusia. Modul *library* OpenCV sangat mudah digunakan dan menyelesaikan sebagian besar masalah penglihatan komputer yang solusinya sudah tersedia, seperti pemangkasan gambar dan peningkatan kualifikasi [12]. *You Only Look Once* (YOLO) adalah sistem deteksi berbasis CNN[13]. Sedangkan Menurut [14] *You Only Look Once* (YOLO) adalah teknik yang dibuat oleh Joseph Redmon pada tahun 2016 untuk mengolah objek dan dapat mendeteksi objek secara *real time*.

Algoritma YOLO versi 8 yang dirilis oleh Ultralytics, perusahaan yang mengembangkan YOLOv5, digunakan dalam sistem ini. Versi skala YOLOv8 terdiri dari lima versi: YOLOv8n (nano), YOLOv8s (kecil), YOLOv8m (sedang), YOLOv8l (besar), dan YOLOv8x (ekstra besar). Berbagai fungsi penglihatan dapat dilakukan oleh YOLOv8, termasuk deteksi objek, segmentasi, estimasi pose, pelacakan, dan klasifikasi [15].

Menurut penelitian [16] Pendeteksian dengan tiga klasifikasi berhasil menghasilkan nilai performa jaringan yang cukup tinggi dengan nilai akurasi sempurna, nilai *recall* di atas 70%, dan nilai F1 diatas 80%. Namun, meskipun akurasi 99%, pemasangan dan perawatan sensor membutuhkan banyak sumber daya. Sedangkan menurut [14] YOLOv5 dapat mendeteksi objek dari lampu lalu lintas CCTV dan menangkapnya. Penelitian ini berfokus pada pengembangan teknologi kecerdasan buatan untuk pendeteksian objek yang digunakan untuk menghitung jumlah kendaraan dengan menggunakan metode CNN dan algoritma Yolo. Hasil penelitian ini akan menghasilkan sistem pendeteksian dan penghitungan kendaraan secara otomatis yang dapat mendeteksi objek yang diinginkan, melakukan penghitungan kendaraan yang melintas dalam dua arah menggunakan *webcam* dan data statis serta data hambatan. Studi ini

bertujuan untuk membantu petugas Dinas Perhubungan menghitung kendaraan dengan lebih efisien[17].

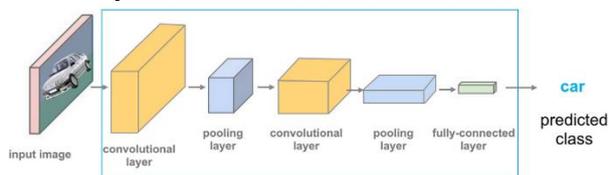
Penelitian dari [18] Sistem ini membutuhkan spesifikasi sistem yang tinggi untuk memproses ribuan gambar. Untuk meningkatkan akurasi sistem, pembuatan model gambar tanpa helm membutuhkan lebih banyak objek gambar tanpa helm. Metode *You Only Look Once* (YOLO) sangat akurat untuk menemukan helm, tetapi itu memiliki kelemahan ketika digunakan. Saat gambar agak buram, YOLO membuat kesalahan dan tidak dapat menemukan objek helm. Jadi, sebelum gambar objek dilatih menjadi model, perlu dilakukan proses perbaikan gambar atau perbaikan gambar. Pengujian telah dilakukan dengan berbagai kondisi pengendara sepeda motor, baik yang menggunakan helm atau tidak, dan hasilnya menunjukkan bahwa sistem menggunakan YOLO V3 dapat mendeteksi tanpa helm dan kelebihan penumpang pada pengendara sepeda motor dengan akurasi 84,6% [19].

Berdasarkan hasil dari peneliti sebelumnya sistem pendeteksian pelanggaran lalu lintas terutama tidak menggunakan helm masih belum se detail rancangan yang akan dibuat.

Dengan demikian, Penelitian ini memperbaiki penelitian sebelumnya, dengan sistem pendeteksian yang lebih akurat, menambahkan *database* serta fitur *editing* pada *database* yang sudah di sesuaikan dengan html sehingga proses pengeditan tanpa membuka *database*.

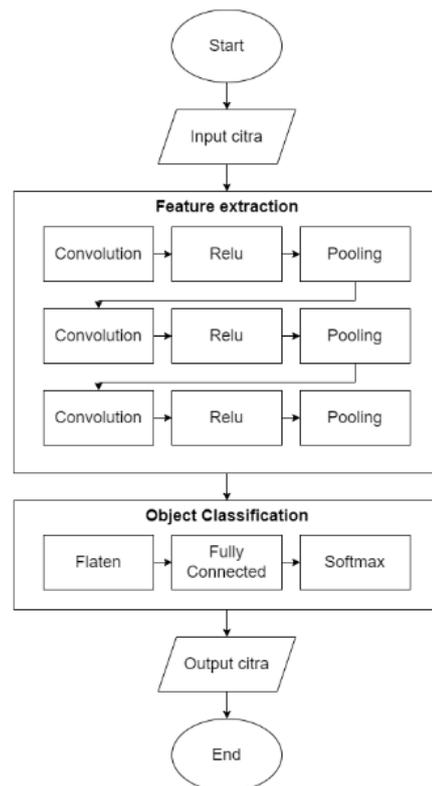
2. METODE PENELITIAN

Untuk pengelolaan gambar, *convolutional neural network* (CNN) digunakan sebagai metode *deep learning* untuk mendeteksi objek. Algoritma yang digunakan adalah *You Only Look Once*, yang mendeteksi objek dengan cepat karena menggunakan *dataset* gambar yang telah dilatih sebelumnya.



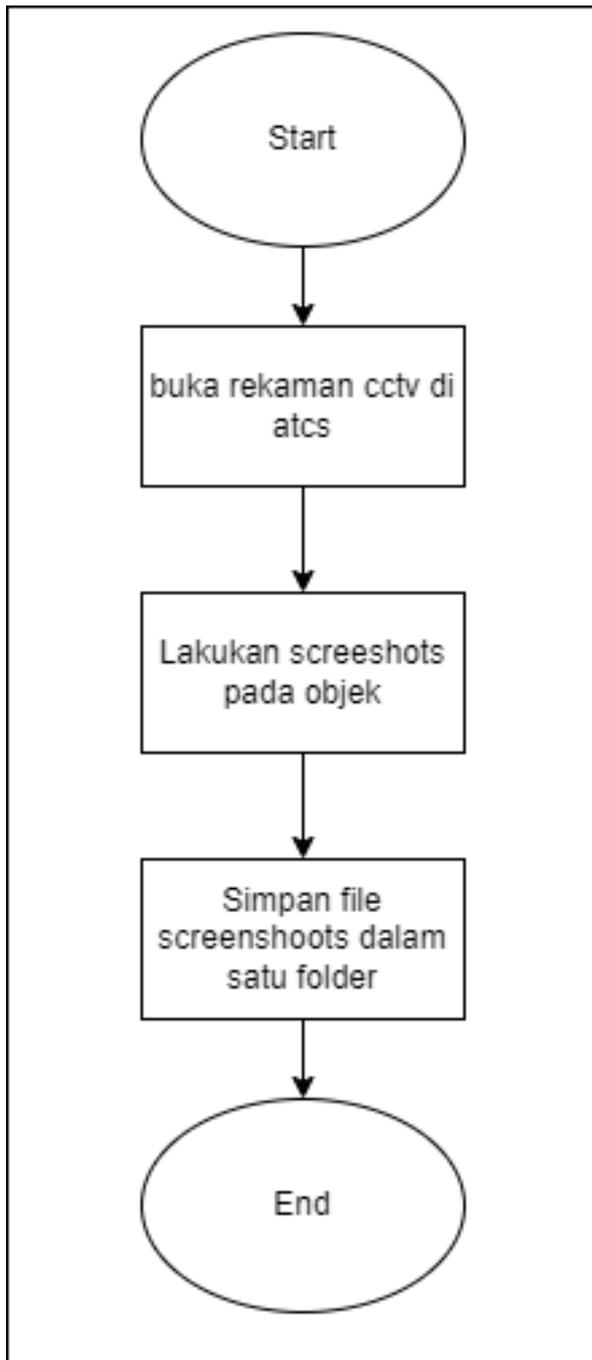
Gambar 1. Algoritma CNN

Secara umum *You Only Look Once* (YOLO) hanya menggunakan satu lapisan jaringan syaraf (*Neural Network*) pada gambar. Jaringan ini akan membagi citra menjadi beberapa area, atau daerah, dan secara bersamaan memprediksi kotak penghalang dan kemungkinan untuk setiap area[8].



Gambar 2. Alur YOLO

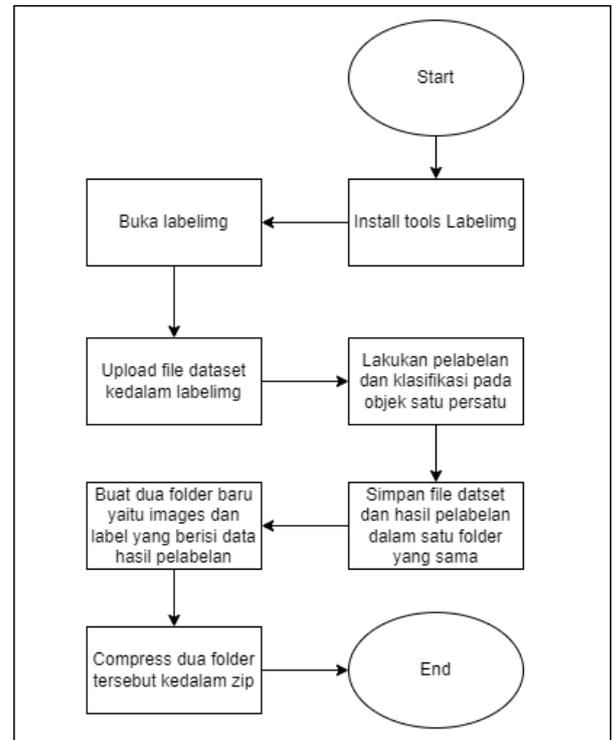
Tahap pertama dalam membangun sistem ini adalah pengumpulan *dataset* gambar, karena penelitian ini dilakukan di ATCS maka data diambil dari rekaman cctv yang bisa diakses dan di lihat di server ATCS.



Gambar 3. Flowchart Pengumpulan data

Dataset diambil dari monitoring live cctv ATCS dan dilakuakn capture terhadap sample pengendara selama beberapa jam, dilokasi yang berbeda dan waktu yang berbeda, dataset yang dikumpulkan dari 9 titik CCTV yang ada di Ciamis Berjumlah 1000 data. Yolo tidak bisa mendeteksi objek sebelum kita mengenalkan dan melakukan pelabelan pada objek yang akan dideteksi sehingga objek yang akan dideteksi sesuai yang kita inginkan. Labelling adalah *tools* yang disediakan oleh python yang bisa kita gunakan untuk melakukan pelabelan dan klasifikasi pada objek yang akan di deteksi

namun sebelumnya kita harus menginstallnya terlebih dahulu. Tampilan antarmuka labeling seperti pada Gambar 5.

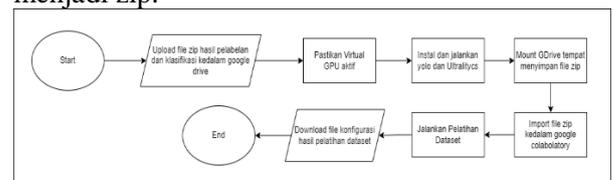


Gambar 4. Pelabelan *dataset*



Gambar 5. Tampilan labeling

Sedangkan untuk pelabelan dan klasifikasi *dataset* menggunakan labeling, yaitu sebuah tools yang bisa di install pada perangkat komputer yang berfungsi untuk melakukan pelabelan pada gambar, setelah itu data di simpan pada folder dan di ekstrak menjadi zip.



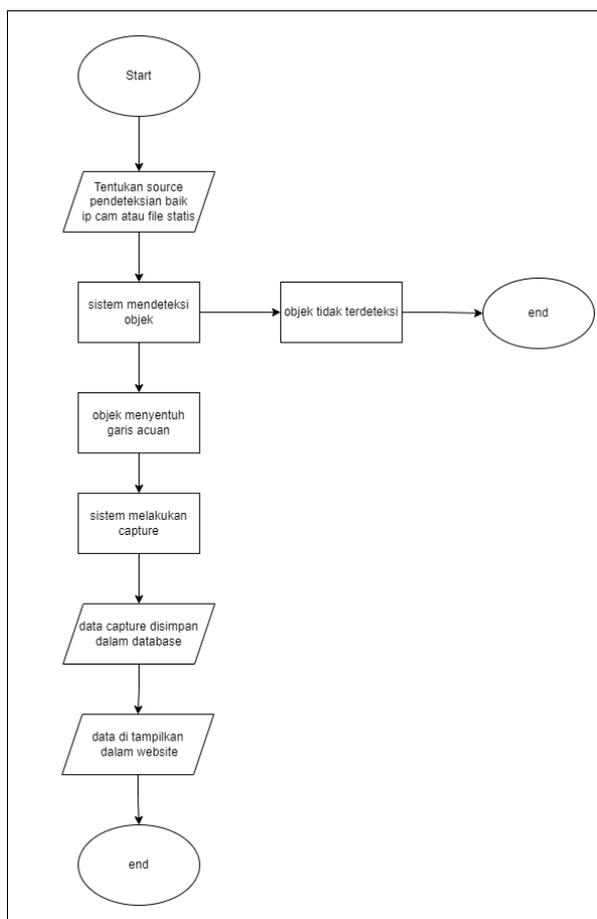
Gambar 6. Pelatihan dataset

Proses ini berjalan dengan *cloude memory* dimana proses *training* tidak membebankan CPU

pada komputer kita. Dengan kode yang sudah di sediakan oleh Yolo kita hanya menjalankan perintah sesuai dengan yang di intruksikan dan pastikan semua perintah di jalankan dengan benar agar proses *training dataset* berjalan normal.

Setelah melakukan pelatihan model *dataset*, file konfigurasi berekstensi.pt dibuat dan diuji menggunakan bahasa pemrograman Python. Setelah pelatihan dataset selesai, ada beberapa data yang dapat dilihat, seperti matriks kekacauan dan diagram hasil pelatihan.

File konfigurasi sudah didapatkan program bisa dijalankan dengan kode yang sudah kita persiapkan menggunakan logika yang sederhana program ini berjalan dengan bantuan garis acuan pendeteksian dimana objek dengan kriteria tertentu menyentuh garis yang sudah di tentukan maka objek akan tercapture otomatis dan data hasil *capture* tersimpan di database lengkap dengan tanggal dan jam saat kejadian. Agar memperjelas bagaimana alur program berjalan dari awal mendeteksi hingga menyimpan data dalam *database* bisa dilihat dalam *flowchart* pada gambar 7.



Gambar 7. Flowchart program

Keterangan Proses :

Hal yang pertama yang perlu diperhatikan adalah menentukan inputan pendeteksian baik itu menggunakan *ipcam* atau file statis berbentuk mp4, dan pastikan *database server* yang kita gunakan sudah berjalan dan tekoneksi kedalam program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Program ini berjalan dengan bahasa pemrograman python dimana diharuskan untuk menginstall *library* yang dibutuhkan seperti *opencv*, *mysql-conector*, dan *ultralytics*.

Proses pendeteksian dan penyimpanan objek yang melakukan pelanggaran sangat sederhana yakni dibuatkan garis horisonnal dimana garis ini berfungsi sebagai acuan penghitungan dan proses *capture* dari video menjadi gambar, objek yang terdeteksi berdasarkan hasil pelatihan yakni ada helm dan no helm yang dimana objek dengan klasifikasi no helm ketika menyentuh garis acuan maka akan dilakukan *capture* dan tersimpan kedalam *database* namun objek helm tidak akan tercapture meski menyentuh garis tersebut. Dengan ini sistem menggunakan logika *if* dan *else*.



Gambar 8. Tampilan program

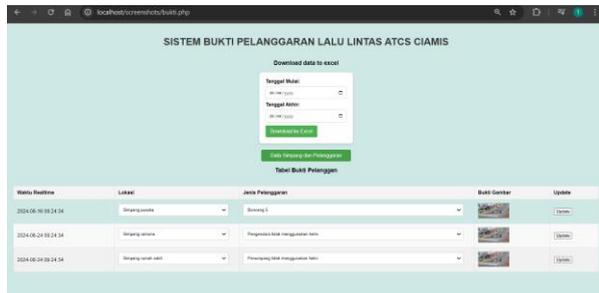
Agar data bisa diakses oleh banyak orang dan mempermudah pengeditan *database* maka dibuatkan sebuah web khusus untuk melakukan hal tersebut.



Gambar 9. Tampilan awal website

Pada tampilan awal ini kita bisa menambah dan mengedit lokasi pendeteksian biasanya disesuaikan dengan lokasi *CCTV* yang tersedia dan

juga kita bisa menambahkan dan mengedit jenis pelanggaran untuk kedepannya ketika ada pengembangan penambahan pelanggaran



Gambar 10. Tampilan bukti pelanggaran

Pada tampilan bukti pelanggaran ini bisa melihat data gambar tanggal dan waktu pengemudi yang melakukan pelanggaran dan bisa diedit lokasi pelanggaran serta jenis pelanggarannya.

Untuk membuktikan keakuratan pendeteksian peneliti mencocokkan antara pendeteksian manual dengan pendeteksian menggunakan sistem, kemudian dihitung 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]. Pada pengujian ini program dijalankan dan dilakukan penghitungan pelanggaran lalu lintas pada setiap persimpangan di Kabupaten Ciamis selama 30 menit kemudian data kendaraan akhir yang berhasil disimpan dalam *database* dimanfaatkan sebagai bahan menghitung tingkat akurasi. Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian manual dan sistem

Nama Simpa ng	Jenis Pelanggar an	Penghitu ngan Manual	Penghitu ngan Sistem	Tidak terdete ksi sistem
SP. Pahlawan	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	17	15	2
SP. Tonjong	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	14	13	1

SP. Pusa ka	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	33	29	4
SP. Graha	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	21	18	3
SP. Kodim	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	19	16	3
SP. Ruma h Sakit	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	65	57	8
SP. Ramo na	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	11	10	1
SP. Lokas ana	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	27	24	3
SP. Ciraho ng	Tidak Menggunakan helm (no_helm)	76	66	10

Data sudah berhasil didapatkan maka dapat melakukan penghitungan keakuratan pendeteksian dengan cara.

Keakuratan data untuk SP. Pahlawan = $100\% - (\text{tidak terdeteksi} / \text{hasil manual} \times 100\%)$

$$= 100\% - \left(\frac{2}{17} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 11.76\%$$

$$= 88.22\%$$

Keakuratan data untuk SP. Tonjong

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

$$= 100\% - \left(\frac{1}{14} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 7.14\%$$

$$= 92.86\%$$

Keakuratan data untuk SP. Pusaka

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

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

$$= 100\% - 12.12\%$$

$$= 87.88\%$$

Keakuratan data untuk SP. Graha

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

$$= 100\% - \left(\frac{3}{21} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 14.29\%$$

$$= 85.71\%$$

Keakuratan data untuk SP. Kodim

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

$$= 100\% - \left(\frac{3}{19} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 15.79\%$$

$$= 84.21\%$$

Keakuratan data untuk SP. RS

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

$$= 100\% - \left(\frac{8}{65} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 12.31\%$$

$$= 87.69\%$$

Keakuratan data untuk SP. Ramona

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

$$= 100\% - \left(\frac{1}{11} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 9.09\%$$

$$= 90.91\%$$

Keakuratan data untuk SP. Lokasana

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

$$= 100\% - \left(\frac{3}{27} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 11.11\%$$

$$= 88.89\%$$

Keakuratan data untuk SP. Cirahong

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

$$= 100\% - \left(\frac{10}{76} \times 100\%\right)$$

$$= 100\% - 13.16\%$$

$$= 86.84\%$$

Berdasarkan hasil penghitungan diatas dari hasil uji program selama tiga puluh menit dari pukul 15:30 sampai 16:00 keakuratan pemantauan pelanggaran lalu lintas tidak menggunakan helm di SP. Pahlawan 88.22%, SP. Tonjong 92.86%, SP. Puska 87.88%, SP. Graha 85.71%, SP. Kodim 84.21%, SP. RS 87.69%, SP. Ramona 90.91%, SP. Lokasana 88.89%, dan SP. Cirahong 86.84%.

Berdasarkan hasil penelitian semua proses yang sudah dilakukan diawali dari pengumpulan *dataset* yang dilakukan secara manual dengan

mengcapture *sample* gambar pengendara yang melakukan pelanggaran lebih tepatnya tidak menggunakan helm, data dilabeli sesuai dengan klasifikasi agar sistem bisa melatih data tersebut agar menjadi file konfigurasi yang bisa digunakan untuk mendeteksi objek secara otomatis dengan bantuan algoritma dan bahasa pemrograman serta data bisa di olah dengan UI yang lebih menarik.

Maka inti dari temuan ini adalah sistem pendeteksian pelanggaran pengendara terutama pelanggaran tidak menggunakan helm secara otomatis berhasil dijalankan. Berdasarkan hasil pengujian yang sudah dilakukan pendeteksian objek masih ada *error* atau objek tidak terdeteksi hal tersebut wajar dan ada beberapa faktor yang mempengaruhi yakni *dataset* gambar yang kurang banyak karena objek helm yang ada di indonesia cukup banyak serta pengambilan sudut atau posisi helm yang bervariasi sehingga perlu di tingkatkan jumlah dataset, variasi helm, sudut pengambilan dataset dan sampel dataset dari internet.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan pengembangan dari keilmuan Kecerdasan Buatan dimana sistem bisa menirukan perilaku atau tindakan layaknya manusia termasuk dalam penelitian ini yaitu pendeteksian objek secara otomatis yang dilakukan oleh kombinasi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Dengan bantuan CNN, YOLO, dan Bahasa pemrograman Python sistem ini bisa bekerja mendeteksi objek secara otomatis mengcapture objek sesuai dengan apa yang kita perintahkan serta menyimpan data tersebut kedalam *database* dan bisa di akses serta edit dengan tampilan yang lebih menarik. Penelitian ini dilakukan untuk mempermudah pekerjaan manusia dalam mendata tingkat pelanggaran pengguna jalan yang ada di area Ciamis.

5. SARAN

Penulis dapat meningkatkan perancangan dan pengujian mereka dengan menambah beberapa hal, seperti:

- Sistem yang sudah dibuat bisa di tambahkan jenis pelanggaran lain.
- Sistem bisa di koneksikan dengan beberapa perangkat IOT untuk memberikan peringatan kepada pengguna jalan yang biasanya terkoneksi dengan *speaker* yang ada di area cctv tersebut.
- Melakukan pengembangan pada agar kita bisa memilih lokasi mana yang akan dilakukan untuk pendeteksian objek tanpa merubah *source code*.

- Sistem pendeteksian diharapkan bisa dikembangkan menjadi sistem pendeteksi objek lain untuk pengembangan keilmuan kecerdasan buatan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dinas Perhubungan Ciamis yang telah memberi kesempatan observasi serta mengambil beberapa data yang di perlukan untuk penelitian ini sehingga penelitian ini bisa berhasil dan diharapkan sistem bisa di terapkan serta bermanfaat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. E. Bolla, Y. A. Messah, and M. M. B. Koreh, "Analisis Daerah Rawan Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus Ruas Jalan Timur Raya Kota Kupang)," *J. Tek. Sipil*, vol. II, no. 2, pp. 147–156, 2013.
- [2] D. Ariyoga, R. Rahmadi, and R. A. Rajagede, "Penelitian Terkini Tentang Sistem Pendeteksi Pelanggaran Lalu Lintas Berbasis Deep Learning: Sebuah Kajian Pustaka," *Pros. Autom.*, 2021.
- [3] R. Rahmawati, H. Widarto, and N. Hadansi, "Analisis Tingkat Kecelakaan Menggunakan Metode Accident Rate Dan Equivalent Accident Number (Ean) Di Kab. Enrekang," *STABILITA // J. Ilm. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 3, p. 143, 2023, doi: 10.55679/jts.v11i3.46257.
- [4] Ajib Susanto, Yupie Kusumawati, Ericsson Dhimas Niagara, and Christy Atika Sari, "Convolutional Neural Network Dalam Sistem Deteksi Helm Pada Pengendara Motor," *Semin. Nas. Teknol. dan Multidisiplin Ilmu*, vol. 2, no. 1, pp. 91–99, 2022, doi: 10.51903/semnastekmu.v2i1.158.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] K. G. Kim, "Deep learning book review," *Nature*, vol. 29, no. 7553, pp. 1–73, 2019.
- [10] Y. U. Hanafi, "Deteksi Penggunaan Helm Pada Pengendara Bermotor Berbasis Deep Learning," pp. 1–94, 2020.
- [11] Syarifah, "Deep Learning Object Detection Pada Video," *Deep Learn. Object Detect. Pada Video Menggunakan Tensorflow Dan Convolutional Neural Netw.*, 2018.
- [12] A. S., J. Yankey, and E. O., "An Automatic Number Plate Recognition System using OpenCV and Tesseract OCR Engine," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 180, no. 43, pp. 1–5, 2018, doi: 10.5120/ijca2018917150.
- [13] K. Khoiriyah and M. F. A. A. Armawan, "Deteksi Pengendara Motor Tanpa Menggunakan Helm Dengan Algoritma Deep Learning Yolo," *Jeis J. Elektro Dan Inform. Swadharma*, vol. 3, no. 2, pp. 72–82, 2023, doi: 10.56486/jeis.vol3no2.360.
- [14] M. P. Anugrah, B. Fatkhurrozi, and H. T. Setiawan, "Deteksi Helm Pengendara dan Plat Nomor Kendaraan pada CCTV Lampu Lalu Lintas Menggunakan Algoritma YOLO OpenCV adalah library Open Computer Vision , yaitu library pemrosesan gambar gratis yang dikelola perusahaan Intel Corporation . Fungsi dari library op," *J. Vocat. Tek. Elektron. dan Inform.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2024.
- [15] 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>
- [16] M. Sauqi, "Deteksi Kendaraan Menggunakan Algoritma You Only Look Once (YOLO) V3," *Univ. Islam Indones.*, pp. 5–8, 2022.
- [17] J. B. Informatika, "(2) 1,2)," vol. 10, pp. 11–18, 2024.
- [18] R. E. Nalawati, D. Yanti, and B. Warsuta, "Peningkatan Keselamatan Berkendara dengan Fitur Deteksi Helm pada Sistem Transportasi Cerdas," *Semin. Nas. Inov. Vokasi*, vol. 2, no. 1, pp. 136–146, 2023.
- [19] S. B. Setyawan, W. Pribadi, H. Arrosida, and E. P. Nugroho, "Sistem Deteksi Pengendara Sepeda Motor Tanpa Helm dan Kelebihan Penumpang pada Dengan Menggunakan YOLO V3," *Semin. Nas. Terap. Ris. Inov.*, vol. 7, no. 1, pp. 430–438, 2021.
- [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.