

DETEKSI PELANGGARAN LALU LINTAS KENDARAAN BERMOTOR RODA DUA MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* WILAYAH KOTA BOGOR

Asep Rizky Haerudin, Sahid Agustian Hudjimartsu, Erwin Hermawan

Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jalan Sholeh Iskandar Km 2, Bogor, Indonesia

aseprizky52@gmail.com

ABSTRAK

Kendaraan bermotor roda dua telah menjadi bagian penting dalam mobilitas perkotaan, namun tingginya pelanggaran lalu lintas, khususnya tidak memakai helm, menjadi masalah yang signifikan. Berdasarkan data Polres Kota Bogor pada tahun 2023, tercatat 2.781 kasus pelanggaran tidak memakai helm, yang mencakup 373 kasus pengendara, 2.076 kasus penumpang, dan 332 kasus pengendara serta penumpang. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian ini mengembangkan sistem deteksi pelanggaran lalu lintas berbasis teknologi *Artificial Intelligence* (AI), dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Penelitian dilakukan di tiga lokasi, Kota Bogor, wilayah yang sering menghadapi pelanggaran lalu lintas sepeda motor. Sistem yang dikembangkan menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi pelanggaran dari sampel data yang diuji. Hasil deteksi pelanggaran menunjukkan variasi jumlah pelanggaran, yaitu 13 pelanggaran pada sampel 1, 10 pelanggaran pada sampel 2, 8 pelanggaran pada sampel 3, dan tingkat akurasi terbaik sebesar 90.91% pada sampel 2, dengan kesalahan omisi sebesar 0.00% dan kesalahan komisi sebesar 9.09%, dan memiliki rata-rata akurasi sebesar 87.68%. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan efisiensi penegakan peraturan lalu lintas, mengurangi pelanggaran, dan meningkatkan keselamatan jalan raya, khususnya bagi pengendara sepeda motor roda dua.

Kata kunci : CCTV, *Convolutional Neural Network*, Pengendara Sepeda Motor, Pendeteksian Pelanggaran Lalu lintas, YOLO.

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor roda dua telah menjadi bagian integral dari mobilitas perkotaan di seluruh dunia. Namun, perkembangan kendaraan bermotor ini juga membawa tantangan besar dalam mengelola lalu lintas dan menjaga keamanan jalan raya. Di tengah pertumbuhan jumlah kendaraan roda dua, pelanggaran lalu lintas yang sering kali terjadi dapat membahayakan pengguna jalan lainnya dan menciptakan ketidaknyamanan dalam lalu lintas perkotaan. melihat masih tingginya pengendara sepeda motor roda dua yang masih melanggar lalu lintas, khususnya para pengendara yang tidak memakai helm berdasarkan data penindakan pelanggaran tidak memakai helm di wilayah hukum Polres Kota Bogor Pada tahun 2023, jumlah total penindakan pelanggaran tidak memakai helm di wilayah hukum Polres Kota Bogor mencapai 2.781 kasus, terdiri dari 373 kasus pengendara tidak memakai helm, 2.076 kasus penumpang tidak memakai helm, dan 332 kasus pengendara serta penumpang tidak memakai helm. Angka ini menunjukkan penurunan yang signifikan dibandingkan tahun 2022, yang mencatat total 5.402 kasus.

Seperti yang umumnya diketahui, dalam proses mengetahui pelanggaran lalu lintas masih belum maksimal seperti patroli yang terbatas, kurangnya pengetahuan dalam berkendara, atau hanya sekedar memantau dengan sistem CCTV saja, karena masih menggunakan pendeteksian secara manual [4]. Oleh

karena itu, deteksi pelanggaran lalu lintas kendaraan bermotor roda dua menjadi sangat penting untuk memastikan kepatuhan terhadap peraturan lalu lintas yang ada.

Upaya meningkatkan keamanan jalan raya serta mengurangi pelanggaran lalu lintas, peneliti berencana mengaplikasikan teknologi yang sudah berkembang saat ini, yaitu video CCTV dan pendekatan kecerdasan buatan (AI). Teknologi deteksi otomatis semakin relevan sebagai solusi modern, dan peneliti berharap pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi serta efektivitas dibandingkan penelitian sebelumnya. Salah satu teknologi yang berkembang pesat dan banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari adalah kecerdasan buatan atau *Artificial Intelligence* (AI) [1].

Kecerdasan Buatan yang telah digunakan di berbagai bidang, termasuk sistem deteksi pelanggaran lalu lintas yang menjadi fokus penelitian ini. Penelitian ini memanfaatkan teknologi *Deep Learning*, yaitu cabang AI yang berfokus pada pengembangan dan pelatihan jaringan saraf tiruan (*Artificial Neural Networks*) dengan banyak lapisan (*deep neural networks*) [2].

Secara khusus, penelitian ini menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN), algoritma pembelajaran mesin yang sangat efektif dalam pengolahan citra. CNN telah terbukti sukses dalam berbagai aplikasi, seperti pengenalan objek

dengan akurat, termasuk untuk pengawasan pelanggaran lalu lintas [3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai acuan pada penelitian ini. Penelitian yang dilakukan oleh Albert et al., dalam penelitian mereka yang berjudul "Deteksi Helm pada Pengguna Sepeda Motor dengan Metode *Convolutional Neural Network*," membahas penggunaan YOLO dan CNN dalam mengidentifikasi pengguna helm pada pengendara sepeda motor dengan akurasi 70,49% [1].

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Harani et al., dalam penelitian "Deteksi Objek dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) Berbasis Python," membahas penerapan CNN dalam mengenali karakter plat nomor kendaraan secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi parkir dan lalu lintas [2].

Penelitian terdahulu berikutnya yang dilakukan oleh Armanto et al., dalam penelitian "Identifikasi Perhitungan Pohon Kelapa Sawit Otomatis dengan Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN)," meneliti deteksi otomatis pohon kelapa sawit menggunakan CNN dan YOLO dari citra udara drone, dengan hasil akurasi tinggi [6].

2.2. CCTV

CCTV adalah singkatan dari "*Closed-Circuit Television*" atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai "Televisi Berpita Tertutup". CCTV adalah sistem pengawasan visual yang menggunakan kamera-kamera video untuk merekam aktivitas di suatu area tertentu. Sistem ini berbeda dengan televisi konvensional karena sinyal video tidak dipancarkan untuk umum, melainkan terbatas pada sirkuit tertutup. CCTV digunakan untuk berbagai keperluan, termasuk keamanan publik, pengawasan bisnis, pemantauan lalu lintas, pengawasan di tempat kerja, dan keamanan rumah. Pemantauan dilakukan secara langsung atau melalui rekaman yang dapat dilihat kembali [4].

CCTV membantu dalam menciptakan lingkungan yang lebih aman dan memberikan alat yang efektif untuk mengatasi keamanan dan pemantauan [5][6].

2.3. CNN

Convolutional Neural Network (CNN) adalah jenis arsitektur jaringan saraf tiruan yang secara khusus dirancang untuk mengolah data berupa gambar dan data berstruktur grid lainnya, seperti data citra atau data spektral. CNN terinspirasi oleh cara kerja visual *cortex* di otak manusia, di mana fitur-fitur visual diekstraksi secara hierarkis. Arsitektur CNN terdiri dari lapisan-lapisan yang berbeda, termasuk lapisan konvolusi, lapisan *pooling*, dan lapisan *fully connected*. Lapisan konvolusi adalah inti dari CNN, di

mana operasi konvolusi diterapkan untuk mengekstraksi fitur-fitur dari data gambar [3].

Lapisan *pooling* digunakan untuk mereduksi dimensi data dengan mengambil nilai maksimum atau rata-rata dari wilayah tertentu dalam gambar. Lapisan *fully connected* bertanggung jawab atas klasifikasi dan pengambilan keputusan akhir [6][7].

CNN mampu belajar fitur-fitur dari data gambar secara otomatis dan dapat mengidentifikasi pola dan fitur seperti tepi, sudut, tekstur, dan bentuk. Ini membuatnya sangat efektif dalam berbagai tugas pengolahan gambar seperti pengenalan objek, deteksi objek, segmentasi gambar, dan klasifikasi gambar. Kelebihan utama CNN adalah kemampuannya dalam mengatasi masalah data gambar dan pengenalan pola kompleks, serta kemampuan *transfer learning* di mana model yang telah dilatih pada *dataset* besar dapat digunakan sebagai titik awal untuk tugas khusus dengan *dataset* yang lebih kecil. CNN telah membawa kemajuan signifikan dalam bidang pengolahan citra, pengenalan wajah, kendaraan otonom, analisis medis, dan banyak aplikasi lainnya [8].

2.4. YOLO

YOLO atau *Only Look Once* merupakan salah satu model *deep learning* yang digunakan untuk pengenalan objek tertentu. YOLO juga merupakan pengembangan dari algoritma deteksi objek *Convolutional Neural Network* (CNN), sehingga dalam penggunaannya YOLO mampu mendeteksi suatu objek yang diinginkan dengan tingkat akurasi yang tergolong cukup tinggi [2].

YOLO dapat menerapkan satu jaringan syaraf ke dalam gambar, lalu membaginya kedalam beberapa bagian. Kemudian bagian-bagian ini yang selanjutnya dapat di prediksi melalui kotak terikat dan probabilitas [3].

YOLO juga dapat melakukan deteksi suatu objek tidak hanya dengan berupa gambar, namun bisa melakukannya secara *real-time* [10].

2.5. Uji Akurasi

Keakuratan perhitungan jumlah objek pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm akan dievaluasi melalui perbandingan antara hasil perhitungan tidak memakai helm yang sebelumnya dilakukan dengan metode digitasi manual dan hasil deteksi pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm secara otomatis dengan menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) [6].

Untuk setiap pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm yang teridentifikasi, objek yang berhasil terdeteksi akan diberi tanda dengan kotak yang menunjukkan objek pengendara sepeda motor tidak memakai helm. Kesalahan komisi (*Commission Error*) diukur ketika terjadi kesalahan klasifikasi yang menyebabkan hasil deteksi mengidentifikasi objek pengendara sepeda motor tidak memakai helm. Sedangkan, kesalahan omisi (*Omission Error*) dihitung ketika terjadi kesalahan klasifikasi yang

mengakibatkan tidak adanya hasil deteksi baik di dalam objek pengendara sepeda motor tidak memakai helm [7].

$$CE = \frac{\text{Error Lebih}}{\text{Error Lebih} + \text{Jumlah benar}} \quad (1)$$

$$OE = \frac{\text{Error Kurang}}{\text{Error Kurang} + \text{Jumlah benar}} \quad (2)$$

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{Jumlah Benar}}{\text{Total Referensi} + \text{Error Lebih}} \quad (3)$$

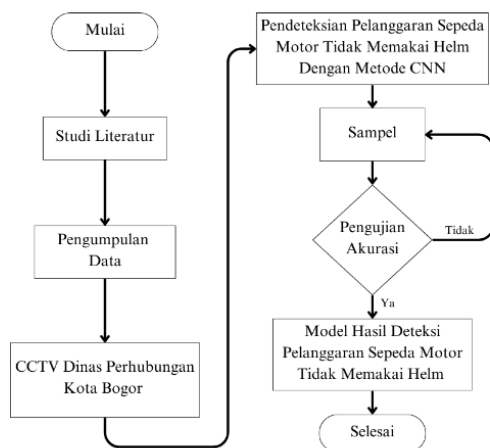
3. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Lokasi

Waktu penelitian dimulai pada bulan September 2023 sampai dengan bulan Desember 2024. Lokasi penelitian dilakukan di tiga persimpangan wilayah Kota Bogor yaitu, Simpang Bangbarung, Simpang Empang, dan depan Dinas Perhubungan.

3.2. Kerangka Berpikir

Penelitian ini menggambarkan alur kerja deteksi pelanggaran pengendara yang tidak memakai helm menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN). Proses meliputi studi literatur, pengumpulan data dari CCTV Dinas Perhubungan Kota Bogor, pelatihan model, serta pengujian akurasi. Jika akurasi belum memenuhi kriteria, dilakukan perbaikan hingga optimal. Setelah memenuhi standar, model siap diimplementasikan. Tahapan ini dijelaskan dalam *flowchart* pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Berpikir

3.3. Metode Analisis

Dalam metode *Convolutional Neural Network* (CNN) ini, terdapat beberapa tahapan yang dilakukan hingga objek pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm dapat dikenali atau terdeteksi oleh jaringan. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah pengumpulan *dataset*. Setelah itu, data potongan video CCTV pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm perlu melalui proses *preprocessing*, seperti *resizing* dan normalisasi gambar, dengan tujuan mempersiapkan *dataset* agar

dapat digunakan dengan baik. Selanjutnya adalah tahap pembuatan model, yang dirancang khusus untuk mendeteksi objek pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm. Kemudian, model CNN tersebut akan dilatih menggunakan *dataset* pelatihan, melibatkan proses *backpropagation* untuk mengoptimalkan parameter model[5][6].

Hal ini dilakukan agar model dapat mengenali objek pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm dengan akurasi yang tinggi.

Dalam penggunaannya, YOLO memiliki kemampuan untuk mendeteksi objek dengan tingkat akurasi yang tinggi serta frame rate yang lebih tinggi dibandingkan dengan algoritma deteksi objek canggih lainnya yang ada saat ini. Proses kerja YOLO dimulai dengan menerapkan satu jaringan syaraf ke seluruh gambar *input* [7].

Gambar ini kemudian dibagi menjadi beberapa bagian yang lebih kecil. Setiap bagian kecil ini akan diprediksi untuk mendeteksi objek yang ada melalui penggunaan kotak terikat (*bounding boxes*) dan menghitung probabilitas keberadaan objek dalam kotak tersebut. Dengan pendekatan ini, YOLO dapat secara efektif mengidentifikasi berbagai objek dalam sebuah gambar dengan sangat cepat. Tidak hanya terbatas pada gambar statis, YOLO juga memiliki kemampuan untuk melakukan deteksi objek secara *real-time*. Ini berarti bahwa YOLO dapat digunakan dalam aplikasi yang memerlukan pengenalan objek secara langsung dan seketika, seperti dalam video *surveillance*, pemantauan lalu lintas, dan berbagai aplikasi lainnya yang memerlukan analisis visual instan. Kemampuan untuk melakukan deteksi secara *real-time* membuat YOLO sangat berguna dalam berbagai situasi praktis dimana kecepatan dan akurasi sangat penting.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Deteksi Objek Pelanggaran Lalu lintas

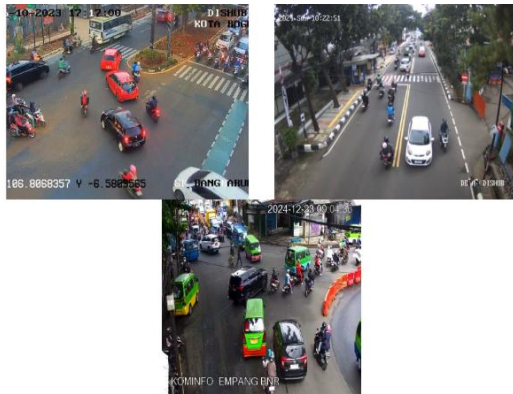
Dalam melakukan analisis hasil deteksi, tahapan selanjutnya yaitu membagi menjadi beberapa sampel, pembagian sampel-sampel bertujuan untuk membandingkan hasil deteksi dari masing-masing sampel yang telah ditentukan.



Gambar 2. Proses Deteksi Objek

Setelah pelanggaran lalu lintas pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm telah di deteksi menggunakan YOLO maka hasilnya akan tersaji seperti pada Gambar 2.

Selanjutnya, langkah yang dilakukan adalah pembuatan sampel, terdapat tiga wilayah di Kota Bogor yang dijadikan sebagai lokasi penelitian. Dari setiap wilayah, diambil sampel berupa rekaman video berdurasi satu menit yang mendokumentasikan pelanggaran lalu lintas yang telah terdeteksi. seperti yang tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Membuat Sampel

Pada Gambar 4 ditampilkan hasil deteksi pelanggaran lalu lintas pengguna sepeda motor yang tidak memakai helm menggunakan *Convolutional Neural Network* pada sampel 1 Simpang Bangbarung.



Gambar 4. Sampel Simpang Bangbarung

Pada video sampel Simpang Bangbarung didapatkan informasi sebagai berikut

- Hasil deteksi secara otomatis memberikan *output* kolom pada pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm terdeteksi sebanyak 13 kolom dari jumlah referensi yang diberikan sebanyak 16 kolom.
- Pada potongan video ini tidak terdapat *error* lebih (kolom diluar pengendara sepeda motor tidak memakai helm), dan terdeteksi sejumlah 3 *error* kurang pada sampel Simpang Bangbarung.
- Jumlah valid deteksi pelanggaran lalu lintas otomatis adalah sebanyak 13 kolom pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm.

Pada Gambar 5 ditampilkan hasil deteksi pelanggaran lalu lintas pengguna sepeda motor yang tidak memakai helm menggunakan *Convolutional Neural Network* pada sampel 2 depan Dinas Perhubungan.



Gambar 5. Sampel Depan Dinas Perhubungan

Pada video sampel depan Dinas Perhubungan didapatkan informasi sebagai berikut

- Hasil deteksi secara otomatis memberikan *output* kolom pada pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm terdeteksi sebanyak 11 kolom dari jumlah referensi yang diberikan sebanyak 10 kolom.
- Pada potongan video ini terdapat 1 *error* lebih (kolom diluar pengendara sepeda motor tidak memakai helm), dan tidak terdapat *error* kurang pada sampel depan Dinas Perhubungan.
- Jumlah valid deteksi pelanggaran lalu lintas otomatis adalah sebanyak 10 kolom pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm.

Pada Gambar 6 ditampilkan hasil deteksi pelanggaran lalu lintas pengguna sepeda motor yang tidak memakai helm menggunakan *Convolutional Neural Network* pada sampel 3 Simpang Empang.



Gambar 6. Sampel Simpang Empang

Pada video sampel Simpang Empang didapatkan informasi sebagai berikut:

- Hasil deteksi secara otomatis memberikan *output* kolom pada pengendara sepeda motor yang tidak

memakai helm terdeteksi sebanyak 8 kolom dari jumlah referensi yang diberikan sebanyak 9 kolom.

- b. Pada potongan video ini tidak terdapat *error* lebih (kolom diluar pengendara sepeda motor tidak memakai helm), dan juga terdapat 1 *error* kurang pada sampel Simpang Empang.
- c. Jumlah valid deteksi pelanggaran lalu lintas otomatis adalah sebanyak 8 kolom pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm.

4.2. Analisis Akurasi Deteksi Pelanggaran Lalu lintas

Pada tahap ini peneliti melakukan nilai kesalahan komisi (*Commission Error*), nilai kesalahan omisi (*Omission Error*) dan nilai akurasi pada masing-masing sampel yang telah dibuat dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Akurasi Deteksi Pelanggaran Lalu lintas

Area	Total referensi	Hasil Deteksi	Error Lebih	Error Kurang	Jumlah Benar	Commission Error	Omission Error	Accuracy
Sampel 1 Simpang Bangbarung	16	13	0	3	13	0.00%	18.75%	81.25%
Sampel 2 Depan Dishub	10	11	1	0	10	9.09%	0.00%	90.91%
Sampel 3 Simpang Empang	9	8	0	1	8	0.00%	11.11%	88.89%
Rata-rata Akurasi								87.68%

Berdasarkan hasil perhitungan pada masing-masing sampel yang telah dibuat, diperoleh jumlah pelanggaran lalu lintas pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm sebagai berikut: sampel 1 sebanyak 13 pelanggaran, sampel 2 sebanyak 10 pelanggaran, dan sampel 3 sebanyak 8 pelanggaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sampel 2 memberikan performa yang baik, dengan nilai kesalahan omisi sebesar 0.00% , kesalahan komisi sebesar 9.09% , dan tingkat akurasi mencapai 90.91%. dari ketiga sampel tersebut menunjukkan rata-rata akurasi sebesar 87.68%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan penelitian ini maka, diperoleh kesimpulan hasil penelitian ini berhasil mengembangkan sistem deteksi pelanggaran lalu lintas pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm di tiga persimpangan, yaitu Simpang Bangbarung, depan Dinas Perhubungan, Simpang Empang di wilayah Kota Bogor, dengan menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN). Berdasarkan hasil pengujian, sistem menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi pelanggaran pada sampel 2 di depan Dinas Perhubungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah pelanggaran bervariasi pada setiap sampel, yaitu 13 pelanggaran pada sampel 1, 10 pelanggaran pada sampel 2, dan 8 pelanggaran pada sampel 3. Sampel 2 memberikan performa terbaik dengan tingkat akurasi sebesar 90.91%, kesalahan omisi sebesar 0.00%, dan kesalahan komisi sebesar 9.09%, dan memiliki rata-rata akurasi sebesar 87.68%. Saran yang dapat diperhatikan untuk peneliti selanjutnya yaitu penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan durasi video yang lebih panjang atau objek selain pengendara yang tidak memakai helm untuk menguji metode *Convolutional Neural Network*. Penelitian berikutnya bisa menggunakan metode yang berbeda

namun dengan objek yang sama berdasarkan rekaman CCTV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Albert., Gunadi K., Setyani E., “Deteksi Helm pada Pengguna Sepeda Motor dengan Metode Convolutional Neural Network,” *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 5, no. 2, pp. 25-32, 2020, doi: 10.1234/jte.2020.5.2.25.
- [2] Harani N. H., Prianto C., Hasanah M., “Deteksi Objek Dan Pengenalan Karakter Plat Nomor Kendaraan Indonesia Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Berbasis Python,” *J. Tek. Inform.*, vol. 11, no. 3, pp. 47–53, 2019, [Online]. Available: <https://ejurnal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/view/658>
- [3] Suryanto A. W., Kardan A. R., “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.
- [4] Sugandi B., Lifitri S., “Deteksi Pelanggaran Lampu Lalu Lintas Berdasarkan Sensor Visual,” *JST (Jurnal Sains dan Teknol.)*, vol. 11, no. 2, pp. 315–323, 2022, doi: 10.23887/jstundiksha.v11i2.50287.
- [5] Mashudi A., Rofii F., Mukhsim M., “Sistem Kamera Cerdas Untuk Deteksi Pelanggaran Marka Jalan,” *JASEE J. Appl. Sci. Electr. Eng.*, vol. 1, no. 01, pp. 15–25, 2020, doi: 10.31328/jasee.v1i01.4.
- [6] Armanto D. Y., Hudjimartsu S. A., Hermawan E., “Identifikasi Perhitungan Pohon Kelapa Sawit Otomatis Dengan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN),” *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* Vol. 8 No. 3, Juni 2024. doi: 10.36040/jati.v8i3.9525.

- [7] Chianyung., Setianingsih C., Paryasto M. W., "Sistem Deteksi Pelanggaran Zebra Cross Pada Kendaraan Sepeda Motor Menggunakan Algoritma YOLOv4 Cross Zebra Violation Detection System On Motorcycle Vehicles Using The YOLOv4 Algorithm," *e-Proceeding Eng.*, vol. 10, no. 5, p. 815, 2023.
- [8] Widiawati C. R. A., "Automatic RoI dan Active Contour untuk Deteksi Penggunaan Helm pada Pengendara Sepeda Motor," *JISA(Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 2, no. 2, pp. 41–46, 2019, doi: 10.31326/jisa.v2i2.490.
- [9] Nurdin R. P., Yoani A. P., Maldini P., Putra R. A., Rosyani P., "Pengembangan Sistem Deteksi Pemakaian Helm Menggunakan Haar Cascade dengan Opencv," *Jurnal AI dan SPK*, vol. 2, no. 1, pp. 79-83, 2024, doi: 10.1234/jaisp.2024.2.1.79
- [10] Amwin A., "Deteksi dan Klasifikasi Kendaraan Berbasis Algoritma You Only Look Once (Yolo)," pp. 1–60, 2021, [Online]. Available: https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/34154/17523176_Aldhiyatika_Amwin.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [11] Nalawati R. E., Liliana D. Y., Warsuta B., "Peningkatan Keselamatan Berkendara dengan Fitur Deteksi Helm pada Sistem Transportasi Cerdas," *Semin. Nas. Inov. Vokasi*, vol. 2, no. 1, pp. 136–146, 2023.