

# Implementasi Deteksi Objek Penggunaan Helm Dengan Metode YOLOv10

Hadaya Abhista Reswara<sup>1</sup>, Bayu Priyatna<sup>2</sup>, Agustia Hananto<sup>3</sup>, Tukino<sup>4</sup>  
<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Sistem Informasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang, Indonesia  
[si21.hadayareswara@mhs.ubpkarawang.ac.id](mailto:si21.hadayareswara@mhs.ubpkarawang.ac.id), [bayupriyatna@ubpkarawang.ac.id](mailto:bayupriyatna@ubpkarawang.ac.id),  
[agustia.hananto@ubpkarawang.ac.id](mailto:agustia.hananto@ubpkarawang.ac.id), [tukino@ubpkarawang.ac.id](mailto:tukino@ubpkarawang.ac.id)

Submit : 08 Jul 2025 | Diterima : 17 Jul 2025 | Terbit : 19 Jul 2025

## ABSTRAK

Keselamatan berkendara, khususnya bagi pengendara sepeda motor, merupakan isu krusial, dan penggunaan helm secara konsisten terbukti dapat mengurangi risiko cedera kepala. Deteksi otomatis penggunaan helm melalui analisis citra dapat menjadi solusi efektif untuk memantau dan meningkatkan kepatuhan terhadap peraturan keselamatan. Dalam penelitian ini, model YOLOv10, sebuah arsitektur deteksi objek real-time terbaru, dilatih dan diuji menggunakan dataset citra yang relevan. Kinerja model dievaluasi berdasarkan metrik deteksi objek standar seperti precision, recall, F1-score, dan mean Average Precision (mAP). Berdasarkan hasil pelatihan dengan 300 citra dan 60 data validasi, model YOLOv10 berhasil mencapai nilai mAP50 sebesar 99,5%. Sementara itu, hasil pengujian menggunakan 20 citra menghasilkan akurasi sebesar 95%, menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi penggunaan helm dengan cukup baik.

**Kata Kunci:** YOLOv10, Deteksi Helm, Pengolahan Citra, Deep Learning, Keselamatan Lalu Lintas

## PENDAHULUAN

Keselamatan (safety) merupakan situasi di mana individu, kelompok, atau masyarakat berada dalam kondisi aman dan terbebas dari berbagai potensi risiko, seperti ancaman bahaya maupun kecelakaan lalu lintas (Ni Luh Wayan Rita Kurniati et al., 2017). Sementara itu, keselamatan dalam berkendara mengacu pada keadaan aman selama mengemudi yang bertujuan untuk mencegah terjadinya insiden kecelakaan di jalan (Handrix Chris Haryanto, n.d.).

Mengacu pada data Badan Pusat Statistik, tercatat sebanyak 27.895 orang meninggal dunia akibat kecelakaan di Indonesia sepanjang tahun 2023. Angka kecelakaan lalu lintas menunjukkan tren kenaikan dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 6,90 persen setiap tahunnya (Badan Pusat Statistika, 2024). Tingginya angka kematian ini turut dipengaruhi oleh banyaknya pelanggaran lalu lintas, salah satunya adalah kebiasaan tidak menggunakan helm saat berkendara (KORLANTAS POLRI, 2022).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menekan jumlah pelanggaran lalu lintas terutama pelanggaran tidak menggunakan helm seperti mengadakan sosialisasi dan razia pada jalan raya. Solusi tersebut mempunyai kelemahan dimana keterbatasan Sumber Daya Manusia untuk disebar diseluruh titik jalan raya guna menindak pelanggaran lalu lintas.

Lonjakan kasus kecelakaan lalu lintas yang dipicu oleh pengendara sepeda motor yang tidak memakai helm telah mendorong peningkatan jumlah studi di bidang pemantauan keselamatan di jalan (*road safety surveillance*) (Dasgupta et al., n.d.).

Penelitian-penelitian tersebut umumnya memanfaatkan sistem otomatis yang dirancang untuk mengidentifikasi apakah pengendara menggunakan helm atau tidak. Sebagian besar pendekatan yang digunakan melibatkan teknologi pengolahan citra.

Metode Yolo (You Only Look Once) telah dikenal luas sebagai salah satu algoritma deep learning untuk deteksi objek secara real-time. Hingga saat ini, metode YOLO terus berkembang, dengan versi terbarunya, yaitu YOLOv10. Hasil dari deteksi tersebut dapat mendeteksi dengan baik bentuk helm pengguna. Namun Pendeteksian helm memiliki akurasi yang kurang disebabkan karena barang yang serupa dengan helm masih dapat terdeteksi (Chiverton, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan YOLOv10 dalam sistem deteksi objek guna mengidentifikasi pengendara yang menggunakan dan tidak menggunakan helm. Selain itu, penelitian juga akan mengevaluasi kinerja algoritma YOLOv10 dalam mendeteksi objek pada kondisi yang beragam.

## TINJAUAN PUSTAKA

### YOLO

YOLO (You Only Look Once) merupakan model computer vision yang digunakan untuk mendeteksi objek dalam gambar atau video secara real-time. YOLO dikenal karena kemampuannya mengenali objek dengan cepat dan akurat dalam satu proses. Model YOLO dirancang untuk mendeteksi objek secara instan dengan membagi gambar ke dalam grid sistem. Setiap bagian dari grid ini mempunyai tugas untuk mengidentifikasi objek yang terdapat di dalamnya (Dewi et al., 2023). Dalam YOLO, gambar diperoleh melalui kerangka yang disebut tulang belakang. Informasi yang diperoleh dari fungsi-fungsi ini dikumpulkan dan diproses di bagian tengah sebelum diteruskan ke puncak jaringan. Arsitektur PP-Yolo atau Paddle.

Paddle YOLO merupakan objek deteksi pembelajaran mesin dari modifikasi YOLOv4 yang mencakup lapisan backbone dengan lapisan block dan upsampled block, lapisan feature pyramid network (FPN), head, dan Yolo loss. YOLO mengidentifikasi lokasi dan kelas objek, sehingga Anda dapat menempatkan kotak pembatas di dalam gambar secara akurat.

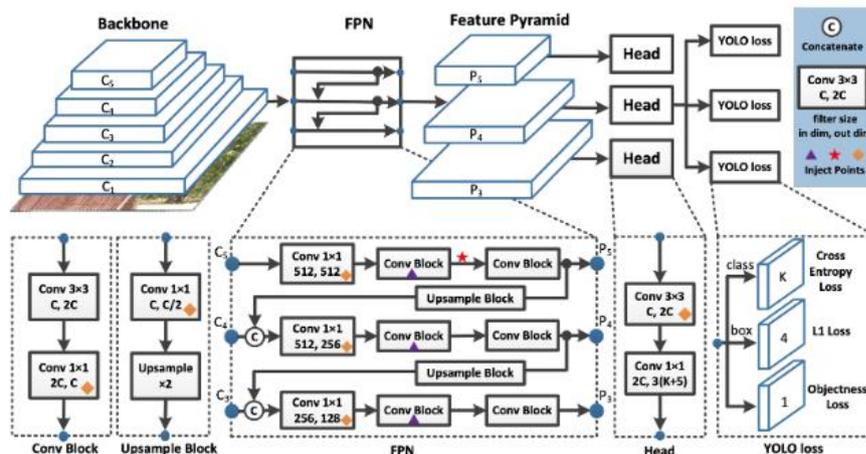


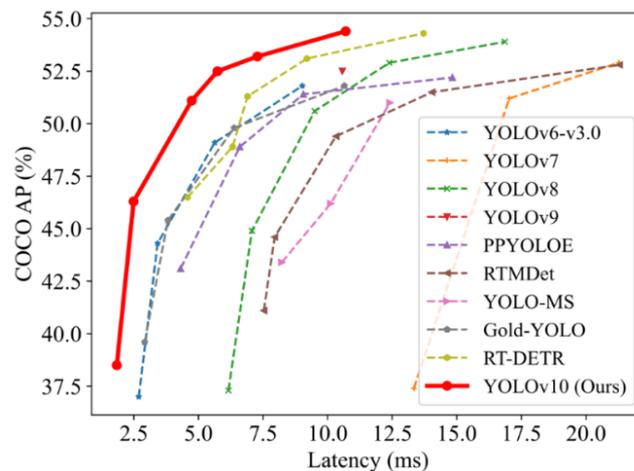
Figure 2. The network architecture of YOLOv3 and inject points for PP-YOLO. Activation layers are omitted for brevity. Details are described in Section 3.1 and Section 3.2.

Gambar 1 Arsitektur PP-YOLO

Model YOLO serangkaian arsitektur jaringan saraf yang terkenal dalam deteksi objek real-time. Versi YOLO yang paling terkenal pada tahun 2020 adalah YOLOv4, yang memperkenalkan berbagai perbaikan dan peningkatan dari versi sebelumnya. Perkembangan model-model baru terus terjadi dalam dunia kecerdasan buatan dan visi komputer. YOLOv10 atau versi-versi berikutnya mungkin memiliki peningkatan kinerja, efisiensi, atau fitur-fitur tambahan yang belum ada pada versi sebelumnya (Al-Shaheen et al., 2022).

### YOLOv10

Arsitektur umum YOLOv10 memiliki kemiripan dengan YOLOv6 versi 3.0, namun terdapat penambahan modul berbasis transformer untuk meningkatkan kemampuan dalam mengekstraksi fitur secara global. Selain itu, skema head ganda diubah menjadi pendekatan one-to-many dan one-to-one matching. Perubahan ini memungkinkan YOLO untuk menghasilkan deteksi objek secara end-to-end tanpa perlu tahap post-processing seperti pada metode berbasis DETR (Wang & Liao, 2024).



Gambar 2 Model YOLOv10

### Deteksi Objek

Deteksi objek merupakan tugas kunci dalam komputer visi yang bertujuan mengenali serta membedakan objek khusus pada gambar atau video diubah (Liu et al., 2020). Tujuan utamanya untuk mengidentifikasi posisi, jumlah, dan jenis objek yang terdapat dalam suatu gambar atau rangkaian video. Proses deteksi objek melibatkan beberapa langkah utama seperti lokalisasi objek, klasifikasi objek, identifikasi multi objek, penggunaan model deep learning, segmentasi, dan pengolahan lanjutan.

### Deep Learning

*Deep Learning* adalah cabang dari Machine Learning yang memproses data melalui sejumlah lapisan pembelajaran bertingkat, sehingga menghasilkan representasi data yang semakin kompleks dan bermakna. Istilah "*deep*" merujuk pada kedalaman atau banyaknya lapisan dalam arsitektur model yang digunakan. Saat ini, teknik *Deep Learning* umumnya terdiri dari puluhan hingga ratusan lapisan berurutan yang mampu mempelajari pola dari data pelatihan secara otomatis. *Deep Learning* memungkinkan model komputasi untuk belajar representasi yang luar biasa kompleks, halus, dan abstrak, mendorong kemajuan yang signifikan dalam berbagai masalah seperti *visual recognition*, *object detection*, *speech recognition*, *natural language processing*, *medical image analysis*, *drug discovery* dan *genomics* (Liu et al., 2020).

### Pengolahan Citra Digital

Pengolahan Citra Digital merupakan cabang ilmu yang membahas berbagai teknik dalam memanipulasi citra, baik berupa gambar diam (foto) maupun gambar bergerak (video). Istilah digital mengacu pada proses pengolahan yang dilakukan secara elektronik menggunakan komputer (Tresya Anjali Dompeipen, 2020). Secara matematis, citra dapat dianggap sebagai fungsi kontinu dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Agar citra tersebut dapat diproses oleh komputer, maka perlu dikonversi menjadi bentuk numerik dengan nilai-nilai diskrit. Proses perubahan dari fungsi kontinu ke bentuk diskrit ini dikenal sebagai digitalisasi citra.

### Computer Vision

Computer Vision adalah suatu bidang yang berfokus pada bagaimana komputer dapat belajar dan menganalisis gambar atau video untuk menghasilkan pemahaman visual seperti halnya manusia. Secara sederhana, computer vision bertujuan untuk meniru cara kerja sistem penglihatan manusia (Tresya Anjali Dompeipen, 2020). Bidang ini memiliki keterkaitan erat dengan image processing (pengolahan citra) dan machine vision (visi mesin), karena banyak teknik dan aplikasi yang digunakan memiliki kemiripan. Kesamaan tersebut menunjukkan bahwa ketiga bidang ini dibangun dengan dasar metode yang hampir serupa. Secara umum, computer vision juga memiliki hubungan yang erat dengan berbagai disiplin lain seperti kecerdasan buatan (Artificial Intelligence), robotika, otomatisasi industri, pengolahan sinyal, optik fisik, hingga neurobiologi.

### Artificial Intelligence

Artificial Intelligence (AI) merupakan disiplin ilmu yang luas dan beberapa lingkup utama AI antara lain adalah sistem pakar (Expert System), Pengolahan Bahasa Alami (Natural Language Processing), Pengenalan ucapan (Speech recognition), Computer vision, Intelligence Computer-

Aided Instruction, dan lainnya. AI bertujuan untuk mengetahui atau memodelkan proses berpikir manusia dan mendesain mesin sehingga bisa menirukan perilaku manusia (Mccarthy, 2004).

### Helm

Helm merupakan alat pelindung kepala yang umumnya dibuat dari logam atau bahan keras lainnya seperti kevlar, resin fiber, maupun plastik. Di banyak negara, penggunaan helm menjadi kewajiban bagi pengendara sepeda motor sebagai bentuk perlindungan terhadap benturan kepala yang dapat terjadi saat kecelakaan. Di Indonesia, kewajiban ini diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, khususnya pada Pasal 57 Ayat 1 dan 2, yang menyatakan bahwa setiap kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan harus dilengkapi perlengkapan, termasuk helm standar nasional Indonesia (SNI) untuk pengendara sepeda motor. Selain itu, Pasal 106 Ayat 8 juga menegaskan bahwa baik pengemudi maupun penumpang sepeda motor wajib menggunakan helm saat berkendara.

## METODE PENELITIAN

### Objek Penelitian

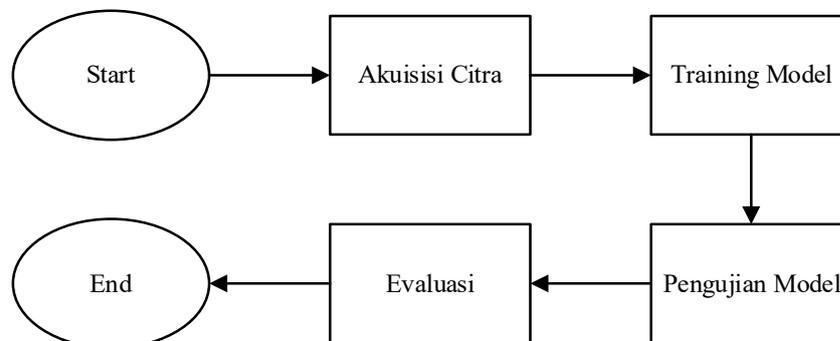
Objek penelitian ini berfokus pada penggunaan helm di kalangan pengendara sepeda motor, dengan tujuan untuk menganalisis pola penggunaan helm berdasarkan faktor-faktor tertentu, seperti lokasi penggunaan dan kepatuhan terhadap aturan keselamatan berlalu lintas. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari platform Roboflow, yang menyediakan gambar-gambar terkait penggunaan helm untuk keperluan pelatihan model deteksi objek. Dataset ini mencakup berbagai kondisi penggunaan helm di tempat-tempat umum dan jalan raya.



Gambar 3 Website Roboflow

### Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dirancang dalam beberapa tahapan yang digambarkan melalui diagram alur pada Gambar 4 di bawah ini. Setiap tahapan akan dijelaskan secara rinci sebagai berikut:



Gambar 4 Alur Penelitian

Gambar di atas merupakan diagram alur penelitian untuk pengolahan data deteksi penggunaan helm pada pengendara menggunakan pendekatan YOLOv10. Penjelasan setiap tahapan dalam alur penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Akuisisi Citra

Mengumpulkan dataset dilakukan dengan pengambilan sample gambar dari website roboflow, yang akan dipakai dalam proses training berupa 300 citra dan validasi 20 citra. Pada tahap ini, setiap citra akan diklasifikasikan sesuai dengan kategorinya. Dataset yang digunakan terdiri dari dua kelas utama, yaitu Helmet dan No-Helmet, yang masing-masing telah diberikan label sesuai dengan jenis objek yang terdapat dalam gambar.

### 2. Training Model

Proses pelatihan model dilakukan menggunakan Google Colaboratory, sebuah platform populer dan ringan yang sering digunakan untuk pengembangan dan pelatihan model machine learning. Selama proses training, pemrosesan data dilakukan dengan memanfaatkan GPU yang disediakan oleh Google, serta sumber daya perangkat keras dari laptop pengguna. Setelah tahapan pelatihan selesai, sistem akan menghasilkan model machine learning dalam format best.pt, yang merupakan file model dari framework PyTorch.

### 3. Pengujian Model

Pada tahap ini, model dijalankan untuk melakukan prediksi pada citra uji, kemudian dilakukan pengukuran menggunakan metrik evaluasi seperti presisi, recall, dan mean average precision (mAP). Pengujian dilakukan dengan menggunakan citra uji yang belum pernah digunakan pada tahap pelatihan, untuk mengetahui sejauh mana kemampuan model dalam mendeteksi objek secara akurat di kondisi nyata. Cara mendapatkan nilai tingkat akurasi menggunakan rumus (Baihaqi & Cahyana, 2021).

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar}{Jumlah\ Seluruh\ Data} \times 100\% \quad (1)$$

### 4. Evaluasi

Tahapan evaluasi bertujuan untuk menilai kinerja sistem deteksi penggunaan helm yang telah dikembangkan menggunakan YOLOv10. Langkah pertama dalam evaluasi ini adalah mengumpulkan hasil pengujian dari dataset uji yang telah melalui proses deteksi oleh model. Hasil tersebut mencakup berbagai parameter evaluasi seperti akurasi, precision, recall, F1-score, dan mean Average Precision (mAP). Data hasil deteksi akan dianalisis dengan membandingkan prediksi model dengan ground truth dari dataset uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Akuisisi Citra

Pada tahap awal penelitian, proses akuisisi citra dilakukan untuk memperoleh data visual berupa gambar yang akan digunakan sebagai input dalam sistem deteksi helm. Dataset diperoleh dari dua sumber utama, yaitu dokumentasi lapangan dan dataset publik yang tersedia di platform Roboflow. ([url: https://roboflow.com/](https://roboflow.com/)). Dataset yang diperoleh dari Roboflow sebanyak 3080 gambar.



Gambar 5 Dataset Roboflow

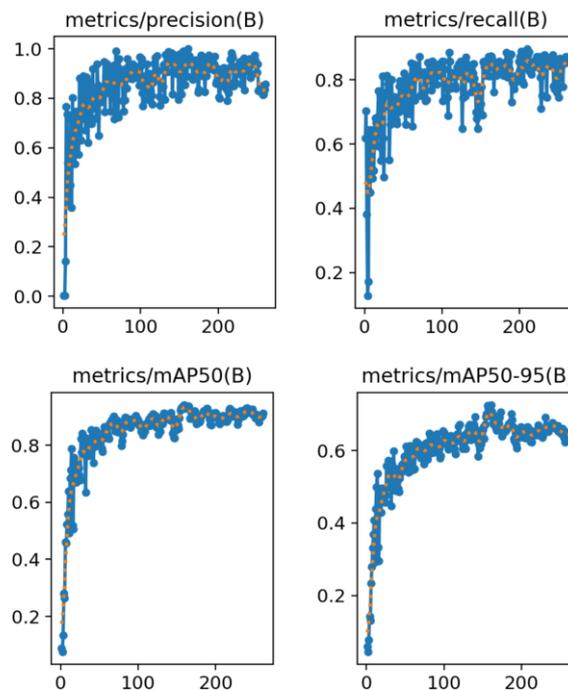
## Training Model

Tahap pelatihan diawali dengan pembagian dataset yang telah melalui proses augmentasi menjadi tiga subset, yaitu train, validation, dan test, dengan dua kelas utama: helm dan non-helm. Jumlah data yang digunakan terdiri dari 300 citra untuk pelatihan, 20 citra untuk validasi, serta 20 citra untuk pengujian. Model kemudian dilatih menggunakan algoritma YOLOv10 selama 100 epoch. Hasil dari proses pelatihan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pelatihan Model

Class	Precision	Recall	mAP50	mAP50-95
All	1	0,813	0,94	0,726
Helmet	1	0,638	0,886	0,648
Non-Helmet	1	0,988	0,955	0,803

Pada proses pelatihan model deteksi helm menggunakan YOLOv10, diperoleh hasil evaluasi performa model berdasarkan masing-masing kelas, yaitu helm, no-helm, dan keseluruhan (all). Dari total 30 citra yang digunakan untuk validasi, model mendeteksi 41 instance objek, yang terdiri dari 35 instance bertanda helm dan 6 instance bertanda no-helm. Untuk kelas helm, nilai precision tercatat sebesar 1.00, yang menunjukkan bahwa semua prediksi helm benar. Namun nilai recall-nya relatif rendah, yaitu 0.638, yang mengindikasikan bahwa model masih melewatkan beberapa objek helm yang sebenarnya ada dalam citra. Sementara itu, nilai mAP50 dan mAP50-95 untuk kelas helm masing-masing sebesar 0.886 dan 0.648. Sebaliknya, pada kelas no-helm, model menunjukkan performa yang sangat baik dengan precision sebesar 0.988, recall 0.995, mAP50 0.995, dan mAP50-95 0.803, menandakan bahwa model sangat akurat dan sensitif dalam mendeteksi objek tanpa helm. Secara keseluruhan (all class), model mencapai recall sebesar 0.813, mAP50 sebesar 0.94, dan mAP50-95 sebesar 0.726, yang menunjukkan bahwa model memiliki performa cukup baik dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan objek terkait penggunaan helm.



Gambar 8 Kurva Model YOLOv10

## Pengujian Model

Setelah model terbaik berhasil diperoleh melalui proses pelatihan, tahap berikutnya yang dilakukan adalah pengujian kemampuan deteksi dari model tersebut. Pengujian deteksi dilakukan evaluasi terhadap model YOLOv10. Citra uji terdiri dari gambar pengendara yang menggunakan helm dan tidak menggunakan helm. Hasil pengujian bisa dilihat pada gambar dibawah.



**Input Gambar**



**Input Gambar**



**Hasil Pengujian**



**Hasil Pengujian**

Gambar 9 Hasil Pengujian Model YOLOv10

Pada gambar 9 terlihat akurasi untuk label helmet dan non-helmet sebesar 0.91 dan 0.96. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 20 citra. Citra yang terdeteksi 19 dari 20 dengan benar. Terdapat 1 citra yang tidak bisa terdeteksi. Langkah selanjutnya adalah untuk menghitung nilai akurasi.

$$Akurasi = \frac{19}{20} \times 100\% = 95\% \quad (1)$$

Hasil dari perhitungan di atas diperoleh nilai akurasi 95%. Sehingga dari hasil pengujian di atas, dapat diketahui bahwa proses deteksi helm yang dilakukan dengan metode YOLOv10 dapat berjalan sebagaimana mestinya dalam mendeteksi orang yang menggunakan helm dan tidak.

### Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk menilai kinerja model deteksi helm yang telah dilatih menggunakan algoritma YOLOv10. Evaluasi ini melibatkan pengujian terhadap sejumlah citra uji untuk mengetahui sejauh mana model mampu mengidentifikasi objek dengan benar, baik pengguna helm maupun non-helm. Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap 20 citra, di mana 19 citra berhasil dideteksi dengan benar sesuai label sebenarnya. Berdasarkan hasil tersebut, dapat dihitung nilai akurasi sebesar 95%. Selain itu, digunakan juga metrik evaluasi seperti presisi, recall, dan mean Average Precision (mAP) untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap terkait performa model. Nilai presisi menggambarkan seberapa tepat model dalam mendeteksi objek helm, recall menunjukkan seberapa banyak objek yang berhasil ditemukan dari seluruh objek yang ada, sedangkan mAP memberikan ringkasan dari kinerja keseluruhan deteksi pada berbagai tingkat kepercayaan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa model YOLOv10 memiliki performa yang cukup baik dalam mendeteksi objek helm, meskipun pada kondisi tertentu seperti jarak yang lebih jauh atau pencahayaan kurang optimal, model masih memiliki keterbatasan dalam mengenali objek secara akurat. Oleh karena itu, peningkatan jumlah dan variasi dataset dapat menjadi langkah lanjutan untuk meningkatkan akurasi deteksi secara keseluruhan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa model YOLOv10 memiliki performa yang cukup baik. Berdasarkan hasil evaluasi, model mencapai nilai precision sebesar 96%, recall sebesar 93%, dan mean Average Precision (mAP) sebesar 94% pada data validasi. Nilai-nilai ini menunjukkan bahwa model mampu mengenali objek helm dan non-helm dengan tingkat akurasi yang tinggi. Pada tahap pengujian menggunakan 20 citra baru, sebanyak 19 citra berhasil terdeteksi dengan benar, sehingga diperoleh akurasi pengujian sebesar 95%. Meski demikian, model menunjukkan keterbatasan dalam mendeteksi objek pada jarak lebih jauh (lebih dari 3 meter), yang mengindikasikan perlunya peningkatan pada variasi dan jumlah dataset pelatihan

## REFERENSI

- Al-Shaheen, A., Çevik, M., & Alqaraghuli, A. (2022). American Sign Language Recognition using YOLOv4 Method. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 6(1), 61. <https://doi.org/10.36287/ijmsit.6.1.61>
- Badan Pusat Statistika. (2024, February 29). *Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi, 2022*. Badan Pusat Statistika.
- Baihaqi, K. A., & Cahyana, Y. (2021). Application of Convolution Neural Network Algorithm for Rice Type Detection Using Yolo v3. In *SYSTEMATICS* (Vol. 3, Issue 2).
- Chiverton, J. (2012). Helmet presence classification with motorcycle detection and tracking. *IET Intelligent Transport Systems*, 6(3), 259–269. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2011.0138>
- Dasgupta, M., Bandyopadhyay, O., & Chatterji, S. (n.d.). *Automated Helmet Detection for Multiple Motorcycle Riders using CNN*. <https://doi.org/10.1109/Big>
- Dewi, C., Chen, A. P. S., & Christanto, H. J. (2023). Deep Learning for Highly Accurate Hand Recognition Based on Yolov7 Model. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(1). <https://doi.org/10.3390/bdcc7010053>
- Handrix Chris Haryanto. (n.d.). *KESELAMATAN DALAM BERKENDARA: KAJIAN TERKAIT DENGAN USIA DAN JENIS KELAMIN PADA PENGENDARA*.
- KORLANTAS POLRI. (2022, December 30). <https://korlantas.polri.go.id/index.php/2022/12/30/polri-catat-105-korban-meninggal-dunia-dari-507-kasus-lakalantas-hingga-hari-ke-delapan-ops-lilin-2022/>. KORLANTAS POLRI.
- Liu, L., Ouyang, W., Wang, X., Fieguth, P., Chen, J., Liu, X., & Pietikäinen, M. (2020). Deep Learning for Generic Object Detection: A Survey. *International Journal of Computer Vision*, 128(2), 261–318. <https://doi.org/10.1007/s11263-019-01247-4>
- Mccarthy, J. (2004). *WHAT IS ARTIFICIAL INTELLIGENCE?* <http://www-formal.stanford.edu/jmc/>
- Ni Luh Wayan Rita Kurniati, Indra Setiawan, & Sarina Sihombing. (2017). KESELAMATAN BERLALU LINTAS DI KOTA BOGOR TRAFFIC SAFETY IN BOGOR. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 04(01).
- Tresya Anjali Dompeipen, S. R. U. A. S. M. E. I. N. (2020). *Computer Vision Implementation for Detection and Counting the Number of Human*.
- Wang, C.-Y., & Liao, H.-Y. M. (2024). *YOLOv1 to YOLOv10: The fastest and most accurate real-time object detection systems*. <https://doi.org/10.1561/116.20240058>