



Deteksi Seatbelt Pada Pengendara Mobil Melalui CCTV Menggunakan Metode YOLOv7

Abdul Rahman Nuruddin¹, Basuki Rahmat², I Gede Susrama Mas Diyasa³

¹Progam Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional
Veteran Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

Email: 21081010058@student.upnjatim.ac.id^{*1}; basukirahmat.if@upnjatim.ac.id²; igsusrama.if@upnjatim.ac.id³

Nuruddin A. R., Rahmat, B., & Mas Diyasa I. G. S. (2026). Deteksi Seatbelt Pada Pengendara Mobil Melalui CCTV Menggunakan Metode YOLOv7. *Journal Cerita: Creative Education of Research in Information Technology and Artificial Informatics*, 12(1), 109-116

DOI: <https://doi.org/10.33050/vht7s540>

ABSTRAK

Penggunaan sabuk pengaman merupakan salah satu langkah penting dalam menjaga keselamatan pengendara mobil. Namun, kenyataannya masih banyak pengendara yang mengabaikan aturan ini, sehingga meningkatkan potensi terjadinya cedera serius bahkan kematian saat terjadi kecelakaan. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem deteksi penggunaan sabuk pengaman secara real-time dengan memanfaatkan rekaman video dari kamera pengawas (CCTV). Sistem ini dibangun menggunakan algoritma YOLOv7 (You Only Look Once versi 7), yang dikenal memiliki performa tinggi dalam mendeteksi objek. Proses penelitian meliputi pengambilan video lalu lintas, ekstraksi gambar per frame, pelabelan data, pelatihan model, dan evaluasi hasil. Data dikumpulkan dari beberapa titik strategis di Kota Surabaya dan melalui tahapan pra-pemrosesan serta anotasi secara manual. Hasil terbaik diperoleh pada skema pembagian data 80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi, dengan mAP sebesar 0.964, precision 0.949, dan recall 0.949. Hasil ini menunjukkan bahwa model mampu mendeteksi penggunaan sabuk pengaman dengan tingkat akurasi yang sangat baik. Sistem ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk mendukung upaya penegakan aturan lalu lintas serta meningkatkan keselamatan pengendara melalui pemantauan yang lebih efisien dan otomatis.

Kata kunci: Deteksi Sabuk Pengaman, YOLOv7, Computer Vision, Deteksi Real-time, Keselamatan Lalu Lintas

ABSTRACT

The use of seat belts is a crucial aspect of vehicle safety, yet many drivers continue to neglect this regulation, increasing the risk of severe injuries or fatalities in traffic accidents. To address this issue, this study aims to develop a real-time seat belt detection system using CCTV footage, leveraging the YOLOv7 (You Only Look Once version 7) object detection algorithm, known for its high performance. The research process involves capturing traffic videos, extracting image frames, manually annotating the data, training the model, and evaluating its accuracy. Data was collected from several strategic locations across Surabaya and underwent preprocessing before being used for model training. The best model performance was achieved using an 80:20 train-validation split, resulting in a mean Average Precision (mAP) of 0.964, precision of 0.949, and recall of 0.949. These results indicate that the model is capable of detecting seat belt usage with a high degree of accuracy and reliability. This system is expected to support traffic law enforcement and enhance road safety monitoring through efficient and automated real-time detection.

Keywords: Seatbelt Detection, YOLOv7, Computer Vision, Real-time Detection, Traffic Safety

I. PENDAHULUAN

Transportasi darat merupakan moda transportasi yang paling banyak digunakan oleh masyarakat saat ini, terutama mobil jenis sedan, SUV, dan MPV. Berdasarkan laporan Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (<https://www.gaikindo.or.id/>), penjualan mobil di Indonesia pada Juni 2023 meningkat 8% dibandingkan tahun sebelumnya, dari 465 ribu unit menjadi 502 ribu unit. Kenaikan ini turut meningkatkan volume berkendara di jalan raya yang berdampak pada tingginya risiko kecelakaan lalu lintas.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2017 menegaskan pentingnya keselamatan lalu lintas, baik bagi pengemudi maupun penumpang (<https://peraturan.bpk.go.id/>). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada 2022 terdapat 139.258 kasus kecelakaan dengan 28.131 korban meninggal dunia dan kerugian mencapai Rp 280 miliar, naik dibandingkan tahun 2021 (<https://www.bps.go.id/id>). Salah satu penyebab utama kecelakaan tersebut adalah kelalaian penggunaan seatbelt, yang sebenarnya berfungsi penting untuk mengurangi risiko cedera (Gemilang Isromi Nuar, 2024).

Data dari NHTSA menunjukkan bahwa pada tahun 2017, sebanyak 10.428 dari 37.461 korban jiwa akibat kecelakaan lalu lintas di Amerika Serikat tidak menggunakan seatbelt (<https://www.liputan6.com>). WHO menambahkan bahwa penggunaan seatbelt dapat mengurangi risiko kematian hingga 50% bagi penumpang kursi depan (WHO, 2017). Oleh karena itu, pendeteksian penggunaan seatbelt

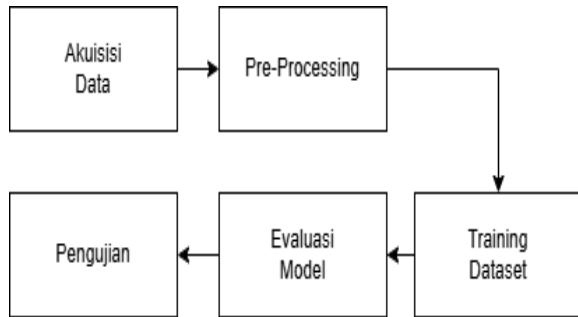
sejak dini sangat penting dalam upaya pencegahan kecelakaan.

Penelitian terdahulu telah mencoba mendeteksi penggunaan seatbelt menggunakan kamera CCTV yang terintegrasi dengan teknologi computer vision, seperti metode CNN dan SVM (Chen et al., 2018). Deteksi seatbelt tergolong dalam objek deteksi, di mana metode deep learning seperti CNN dan algoritma YOLO, khususnya versi terbaru YOLOv7, telah menunjukkan kinerja deteksi yang tinggi (Nkuzo et al., 2023). YOLOv7 mampu mendeteksi objek secara real-time dengan akurasi lebih tinggi dibandingkan versi sebelumnya (Wang et al., 2023).

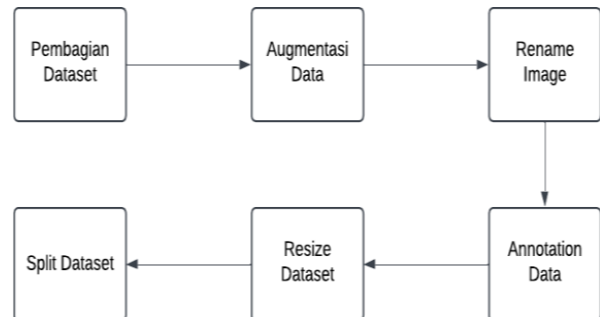
Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode YOLOv7 untuk mendeteksi penggunaan seatbelt pada pengemudi mobil jenis sedan, SUV, dan MPV melalui rekaman kamera CCTV lalu lintas. Sistem ini diharapkan dapat mendukung penegakan hukum lalu lintas, khususnya Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 Pasal 106 Ayat 6, serta meningkatkan kepatuhan dan keselamatan berkendara di wilayah padat berkendara.

II. METODE PENELITIAN

Agar penelitian dapat berjalan dengan terstruktur dan tetap fokus pada masalah yang dibahas, dibutuhkan panduan konsep yang jelas untuk mengarahkan setiap langkahnya. Dalam hal ini, diagram blok digunakan sebagai alat bantu visual untuk memperlihatkan alur proses penelitian secara keseluruhan sebagai berikut :



Gambar 1. Tahapan Penelitian



Gambar 2. Tahapan Pre-processing

A. Akuisisi Data

Pada awal akuisisi data, penelitian ini menggunakan video rekaman berkendara di Jalan raya, yang direkam secara mandiri menggunakan kamera pribadi dari atas flyover dengan sudut pandang menyerupai CCTV lalu lintas. Pengambilan video dilakukan di beberapa titik strategis di Surabaya berdasarkan hasil observasi langsung. Kamera yang digunakan adalah Nikon D3300 dengan resolusi tinggi dan lensa fleksibel, mampu merekam video Full HD hingga 60 fps. Video kemudian diubah menjadi frame-frame gambar yang digunakan sebagai data latih dan uji, dengan anotasi objek seperti person-seatbelt, person-noseatbelt, seatbelt, dan windshield untuk keperluan pelatihan serta evaluasi model YOLOv7.

Tabel 1. Akuisisi Data

Kelas	Jumlah Data	Data Pelatihan	Data Validasi
Seatbelt	2198	1758	440
Person-noseatbelt	2198	1758	440
Person-seatbelt	2198	1758	440
Wind shield	2198	1758	440

B. Pre-Processing

Dataset yang sudah dikumpulkan tidak bisa langsung dilakukan proses pelatihan atau training, sebelumnya perlu dilakukan tahapan pre-processing terlebih dahulu untuk menyesuaikan sebuah input yang nantinya akan diterima oleh model, tidak hanya itu metode pre-processing juga akan sangat berpengaruh dalam peningkatan kualitas gambar yang akan dilakukan. Berikut pada gambar 2 adalah alur proses dari tahapan pre-processing.

1. Pembagian Dataset

Dataset yang digunakan terdiri dari 4.000 gambar yang terbagi menjadi empat kelas: "seatbelt," "person-noseatbelt," "person-seatbelt," dan "windshield," masing-masing berjumlah 1.000 data. Data ini kemudian data validasi (20%), dengan total 7.002 data untuk pelatihan dan 1.790 data untuk validasi. Struktur dataset diorganisir ke dalam dua subfolder utama: "images" berisi citra kendaraan yang direkam dari kamera di atas flyover, dan "labels" berisi file .txt hasil anotasi bounding box. Setiap file .txt di folder "labels" harus memiliki nama identik dengan file gambar di folder "images," karena YOLOv7 mencocokkan label berdasarkan kesamaan nama tersebut. Ketidakesesuaian nama akan menghambat proses deteksi objek oleh model, sehingga penamaan yang konsisten menjadi aspek penting dalam pengelolaan dataset sebelum pelatihan.

2. Augmentasi Data

Augmentasi data adalah teknik yang digunakan untuk mengurangi overfitting dengan menghasilkan data baru melalui transformasi dari data asli, sehingga meningkatkan generalisasi model. Beberapa jenis augmentasi yang digunakan antara lain: (1) Transformasi Flip-lr, yaitu membalik gambar secara vertikal maupun horizontal untuk menambah variasi sudut pandang, sehingga model mampu mengenali objek dari berbagai arah; (2) Transformasi Noise, yaitu menambahkan gangguan visual berupa bintik-bintik putih dengan intensitas 0,5 persen untuk meniru kondisi gambar yang kurang ideal, melatih model agar tetap akurat meskipun kualitas gambar tidak sempurna; (3) Transformasi Rotate, yaitu memutar gambar sebesar 15 derajat untuk menambah keragaman orientasi, sehingga model lebih fleksibel dalam mendeteksi objek; dan (4) Transformasi Brightness, yang dilakukan menggunakan platform Roboflow dengan menyesuaikan tingkat

kecerahan gambar untuk melatih model mengenali objek dalam kondisi pencahayaan yang berbeda, baik terang maupun redup. Teknik augmentasi ini secara keseluruhan bertujuan meningkatkan ketahanan model terhadap variasi visual dan memperluas cakupan data pelatihan, sehingga mengurangi risiko overfitting dan meningkatkan akurasi deteksi objek.



Gambar 3. Augmentasi Noise

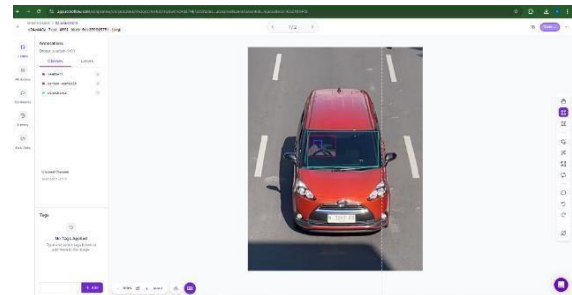
3. Rename Image

Setelah proses augmentasi data, langkah selanjutnya adalah rename image atau perubahan nama pada data untuk mempermudah pengelolaan dan organisasi file. Untuk mempercepat proses ini, digunakan kode Python khusus dengan memanfaatkan pustaka `os` yang memungkinkan peneliti menulis program sederhana guna mengelompokkan file berdasarkan kelas, menyesuaikan format nama, dan menghasilkan struktur penamaan yang lebih terorganisasi. Sebagai contoh, program tersebut dapat mengubah nama file menjadi format terstruktur seperti `Seatbelt1`, `Seatbelt2`, ..., `Seatbelt500` untuk kelas "seatbelt" dan `NoSeatbelt1`, `NoSeatbelt2`, ..., `NoSeatbelt500` untuk kelas "no seatbelt," serta kelas lainnya mengikuti pola serupa. Pendekatan ini memberikan fleksibilitas tinggi karena proses dapat disesuaikan dengan kebutuhan dataset tanpa harus mengandalkan platform pihak ketiga, sehingga lebih terkontrol dan efisien.

4. Annotation Data

Setelah proses rename image selesai, langkah berikutnya adalah anotasi data yang dilakukan menggunakan platform Roboflow untuk menandai objek pada gambar sesuai format YOLO. Prosesnya dimulai dengan mengunggah gambar, kemudian melakukan penandaan (bounding box) pada objek seperti pengendara dan memberi label berdasarkan kelasnya, yaitu "seatbelt," "person-noseatbelt," "person-

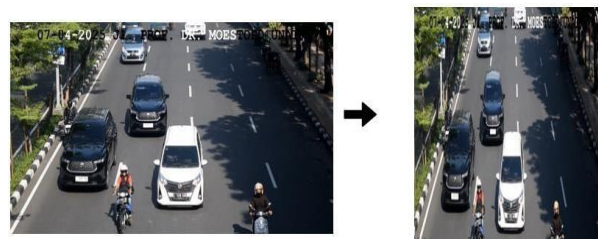
seatbelt," dan "windshield," yang masing-masing ditandai dengan warna berbeda. Setelah semua objek ditandai, Roboflow secara otomatis menghasilkan file anotasi berformat .txt yang berisi informasi label dan koordinat bounding box. Format anotasi YOLO mencakup lima nilai: `x` dan `y` sebagai titik tengah bounding box, `w` dan `h` sebagai lebar dan tinggi bounding box, serta `class` sebagai penanda kelas objek, semuanya dalam skala relatif terhadap ukuran gambar (0–1). File tersebut kemudian siap digunakan untuk proses pelatihan model.



Gambar 4. Annotation

5. Resize Dataset

Proses resize data citra merupakan langkah penting dalam pra-pemrosesan data untuk pelatihan model YOLOv7, yang bertujuan memastikan semua gambar memiliki ukuran seragam sehingga dapat diproses secara optimal oleh jaringan konvolusional. Ketidaksesuaian ukuran dapat menyebabkan penurunan akurasi, prediksi yang tidak seimbang, atau bahkan kegagalan proses training. Untuk itu, dilakukan algoritma resize dengan langkah-langkah sebagai berikut: mengunggah file gambar melalui Google Colab, membuat folder bernama `resized_images` untuk menyimpan hasil resize, membaca setiap gambar yang diunggah, mengubah ukurannya menjadi 640x640 piksel, menyimpannya ke dalam folder tersebut, dan menampilkan nama file yang berhasil diubah ukurannya. Langkah ini memastikan semua citra siap digunakan dalam pelatihan model secara konsisten.



Gambar 5. Resize Data

6. Split Data

Setelah proses augmentasi selesai, langkah selanjutnya adalah melakukan split data, yaitu membagi dataset menjadi dua bagian: 80% untuk data pelatihan dan 20% untuk data validasi. Proses ini dilakukan menggunakan platform Roboflow yang mempermudah pembagian dataset secara proporsional. Selain itu, Roboflow juga menyediakan fitur penggandaan dataset untuk menambah variasi data, di mana data pelatihan digandakan dua kali lipat sehingga total gambar meningkat menjadi 8.792 citra. Penambahan ini bertujuan memperkaya variasi data, sehingga model dapat belajar dengan lebih optimal dan akurat.

Train/Test Split

Here is how you split your images when you added them:



Gambar 6. Split Data

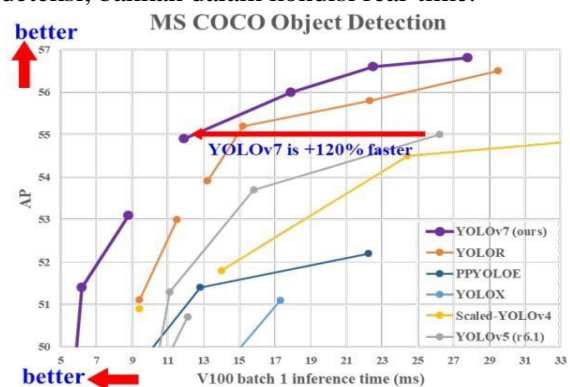
C. YOLO

You Only Look Once (YOLO) adalah metode deep learning dalam machine learning yang terkenal karena kecepatannya dan akurasi dalam mendeteksi objek secara real-time. Berbeda dengan metode deteksi objek tradisional, YOLO membagi gambar menjadi beberapa sel grid dan melakukan deteksi secara menyeluruh, memungkinkan identifikasi objek dengan cepat tanpa kehilangan akurasi (Salamah et al., 2022). Kelebihan YOLO dibandingkan metode lain seperti Fast R-CNN terletak pada kemampuannya melihat keseluruhan konteks gambar selama pelatihan dan pengujian, sehingga mengurangi kesalahan deteksi pada latar belakang. Selain itu, YOLO mampu belajar representasi objek yang lebih baik dan lebih dapat digeneralisasikan, sehingga tetap akurat ketika diuji pada domain baru atau gambar yang berbeda, tidak seperti metode R-CNN yang cenderung gagal dalam situasi tersebut (Ramadah et al., 2022).

D. YOLOv7

Saca YOLOv7 adalah algoritma deteksi objek real-time dengan akurasi tinggi yang dipublikasikan oleh Wang et al. pada 6 Juli 2022. Algoritma ini menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan pendeteksi objek berbasis transformer lainnya seperti SWIN-L, Cascade-

Mask R-CNN, YOLOR, Scaled-YOLOv4, YOLOv5, DETR, Deformable DETR, dan lainnya, menggunakan dataset MS COCO tanpa pretrained weight. YOLOv7 memperkenalkan beberapa pembaruan arsitektur, termasuk **Extended Efficient Layer Aggregation Network (E-ELAN)** yang meningkatkan kemampuan jaringan tanpa merusak jalur gradien, serta **model scaling** yang memungkinkan penyesuaian parameter model untuk berbagai kebutuhan inferensi. Selain itu, YOLOv7 memperkenalkan konsep **Bag of Freebies (BoF)**, di antaranya adalah **parameterisasi ulang pada lapisan convolutional** melalui RepConv dan **pendekatan kepala kasar dan halus** yang memandu proses optimasi label pada deteksi objek. Kombinasi teknologi ini menjadikan YOLOv7 unggul dalam kecepatan dan akurasi deteksi, bahkan dalam kondisi real-time.



Gambar 7. Perbandingan Model Arsitektur

E. Training Dataset

Dalam tahap training dataset model pada penelitian ini, digunakan total 8.792 gambar yang dibagi menggunakan rasio 80:20, di mana 80% digunakan sebagai data pelatihan dan 20% sebagai data validasi. Model dilatih selama 50 epoch untuk memastikan dapat memahami pola data secara menyeluruh. Data tersebut dikategorikan dalam 4 kelas, yaitu person-seatbelt, person-noseatbelt, seatbelt, dan windshield. Nilai learning rate yang digunakan adalah 0,001, sesuai dengan pengaturan default dari algoritma YOLOv7. Meskipun nilai tersebut tergolong kecil dan menyebabkan proses pelatihan berjalan lebih lambat, hal ini justru membantu menjaga kestabilan serta meningkatkan akurasi model secara keseluruhan. Selain itu, dilakukan juga penyesuaian lebih lanjut pada model yang sebelumnya sudah dilatih dengan dataset besar, dengan mengunci beberapa

bagian dari model untuk mempertahankan fitur dasarnya. Sementara itu, beberapa parameter seperti learning rate disesuaikan agar performa deteksi lebih optimal dalam konteks penelitian ini.

Tabel 2. Hyperparameter

Nama Parameter	Nilai
Batch Size	16
Epoch	50
Learning Rate	0.001
Image Size	640x640
Jumlah Kelas	4

F. Evaluasi Model YOLOv7

Setelah model selesai melalui tahap training dataset, langkah selanjutnya adalah evaluasi menggunakan data uji untuk mengukur seberapa efektif model dalam mendeteksi objek. Evaluasi ini bertujuan untuk menilai akurasi serta kinerja seatbelt oleh pengendara mobil. Proses evaluasi dilakukan dengan menggunakan berbagai metrik, seperti precision, recall, dan mean Average Precision (mAP), untuk memastikan bahwa model dapat mendeteksi objek dengan akurat dan konsisten.

G. Pengujian

Pengujian dimulai dengan menyiapkan dataset gambar uji yang diambil langsung menggunakan kamera di atas jembatan flyover untuk mendeteksi penggunaan sabuk pengaman. Model pelatihan yang disimpan dalam format .pt digunakan untuk mendeteksi objek seperti seatbelt dan person pada gambar uji. Model diterapkan pada video rekaman yang diproses frame-by-frame, dengan hasil deteksi disimpan dalam gambar dan file teks untuk analisis lebih lanjut. Skenario penelitian menguji deteksi seatbelt pada berkendara menggunakan YOLOv7, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti jenis kendaraan dan lokasi. Jika CCTV tidak memadai, video diambil manual dengan kamera untuk meningkatkan akurasi deteksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian diperoleh melalui pelatihan model yang dilakukan berdasarkan skenario uji coba yang telah disiapkan sebelumnya. Pelatihan ini menggunakan data primer yang dikumpulkan

dari rekaman video di lokasi di atas flyover yang relevan dengan masalah penelitian. Berdasarkan Uji coba yang dilakukan, diperoleh hasil evaluasi sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Training Model

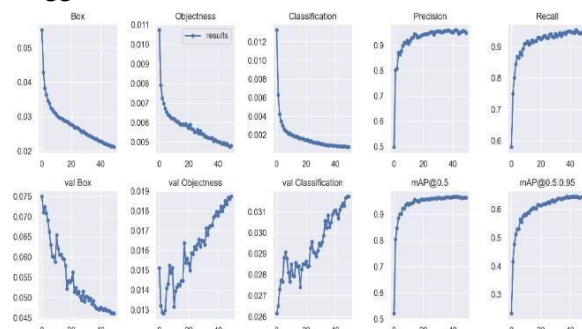
YOLOv7 80% Training dan 20% Validasi

Class	P	R	mAP50	Model Size
All	0.949	0.949	0.964	75 mb
Seatbelt	0.915	0.892	0.907	
Person-noseat belt	0.939	0.949	0.968	
Person-seatbelt	0.969	0.964	0.983	
Windshield	0.975	0.992	0.992	

FASTER R-CNN

Class	P	R	mAP50	Model Size
All	0.728	0.730	0.729	93 mb
Seatbelt	0.750	0.72	0.735	
Person-noseat belt	0.694	0.68	0.687	
Person-seatbelt	0.783	0.72	0.750	
Windshield	0.696	0.80	0.743	

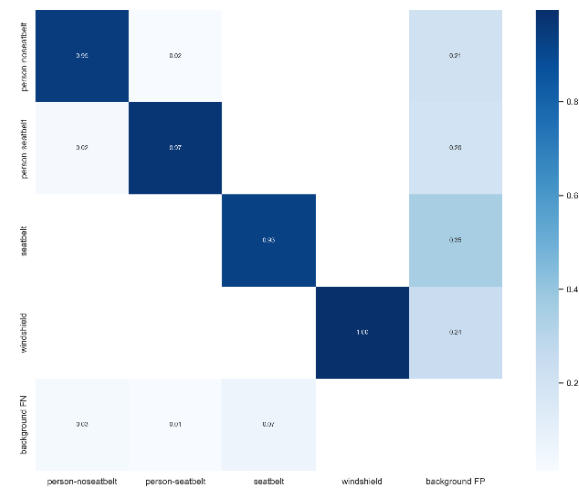
Berdasarkan hasil analisis, pelatihan model menggunakan YOLOv7 dengan pembagian data 80:20 menunjukkan performa yang sangat baik dalam mendeteksi objek pada semua kelas. Evaluasi pada semua kelas menunjukkan nilai precision sebesar 0.949, recall sebesar 0.949, dan mAP sebesar 0.964, yang mencerminkan kemampuan model dalam melakukan deteksi dengan tingkat akurasi dan konsistensi yang tinggi.



Gambar 8. Grafik Evaluasi YOLOv7

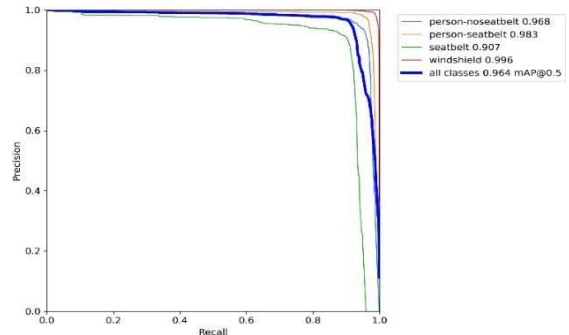
Gambar 8 tersebut menampilkan grafik hasil pelatihan model YOLOv7 selama 50 epoch, yang

memperlihatkan perkembangan performa model dari berbagai aspek. Grafik baris pertama menunjukkan penurunan nilai loss pada box, objectness, dan classification secara konsisten, serta peningkatan nilai precision dan recall yang mencapai lebih dari 0.9, menandakan model mampu mengenali objek dengan akurat dan konsisten. Baris kedua memperlihatkan hasil validasi, di mana meskipun terjadi fluktuasi pada val objectness dan classification, secara umum tren tetap meningkat. Selain itu, grafik mAP@0.5 dan mAP@0.5:0.95 menunjukkan peningkatan signifikan dan stabil, menandakan bahwa model memiliki generalisasi yang baik terhadap data uji dan mampu mendeteksi objek dengan presisi tinggi dalam berbagai kondisi.



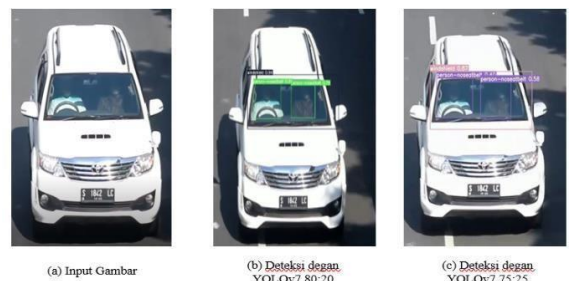
Gambar 9. Grafik Evaluasi YOLOv7

Pada gambar 9 menampilkan confusion matrix dari hasil pelatihan model YOLOv7 yang digunakan untuk mendeteksi empat kelas objek, yaitu person-noseatbelt, person-seatbelt, seatbelt, dan windshield. Nilai diagonal yang tinggi, seperti 0.95 untuk person-noseatbelt, 0.97 untuk person-seatbelt, dan 1.00 untuk windshield, menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam mengenali dan mengklasifikasikan objek sesuai kelasnya. Meskipun terdapat sedikit kesalahan klasifikasi (false positives) terhadap latar belakang, model secara keseluruhan menunjukkan kinerja yang kuat dan kemampuan deteksi yang akurat untuk masing-masing kelas.



Gambar 10. Precision-Recall Curve 80:20

Pada gambar 10 tersebut ditampilkan kurva precision-recall hasil pelatihan model YOLOv7 terhadap empat kelas objek, yaitu person-noseatbelt, person-seatbelt, seatbelt, dan windshield. Kurva menunjukkan bahwa model memiliki performa deteksi yang sangat baik, dengan nilai mAP@0.5 sebesar 0.964 untuk keseluruhan kelas. Kelas windshield mencatat performa tertinggi dengan precision-recall mencapai 0.996, disusul person-seatbelt sebesar 0.983, person-noseatbelt sebesar 0.968, dan seatbelt sebesar 0.907. Hasil ini mengindikasikan bahwa model mampu menjaga keseimbangan antara presisi dan recall secara konsisten, yang sangat penting untuk memastikan efektivitas dalam mendeteksi objek pada situasi nyata.



Gambar 11. Hasil deteksi model YOLOv7 Dataset 80:20

Pada Gambar 11, ditampilkan hasil deteksi model pada situasi lalu lintas pagi hari menggunakan YOLOv7. Model mampu mengidentifikasi objek pada kelas windshield dan person-noseatbelt meskipun dalam kondisi pencahayaan rendah. Hasil ini menunjukkan bahwa model tetap dapat mendeteksi fitur penting secara akurat dalam kondisi lingkungan yang kurang ideal, sehingga membuktikan keandalannya untuk digunakan dalam skenario pengawasan malam pagi, siang maupun malam hari.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan metode YOLOv7 dalam deteksi penggunaan seatbelt pada pengendara mobil melalui rekaman CCTV terbukti efektif dengan akurasi yang tinggi. Model yang dikembangkan mampu mendeteksi objek seperti seatbelt, person-seatbelt, person-noseatbelt, dan windshield secara real-time dengan hasil yang memuaskan. Pada skenario terbaik dengan rasio pembagian data 80:20 (80% untuk pelatihan dan 20% untuk validasi), model mencapai nilai mean Average Precision (mAP) sebesar 0.964. Hal ini menunjukkan bahwa model memiliki tingkat akurasi yang sangat baik dalam mengenali objek pada berbagai kondisi lingkungan. Selain itu, nilai precision dan recall yang tinggi mengindikasikan bahwa model dapat mengidentifikasi objek dengan kesalahan minimal dan konsistensi yang tinggi. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil membuktikan bahwa YOLOv7 merupakan algoritma yang andal untuk pendeteksian seatbelt secara otomatis, yang dapat mendukung peningkatan keselamatan berlalu lintas melalui teknologi CCTV. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi positif dalam upaya penegakan hukum dan keselamatan berkendara.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief Aszhari. (2017) Tanpa Sabuk Pengaman, Kematian Pengemudi Meningkat Tajam?. Diakses pada 1 November, dari <https://www.liputan6.com/otomotif/read/3122685/tanpa-sabuk-pengaman-kematian-pengemudi-meningkat-tajam>
- Badan Pusat Statistik. (2024). Jumlah Kecelakaan, Korban Mati, Luka Berat, Luka Ringan, dan Kerugian Materi, 2022. Diakses pada 31 Oktober, dari <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTEzIzI=/jumlah-kecelakaan--korban-mati--luka-berat--luka-ringan--dan-kerugian-materi.html>
- Chen, Y., Tao, G., Ren, H., Lin, X., & Zhang, L. (2018). Accurate seat belt detection in road surveillance images based on CNN and SVM. *Neurocomputing*, 274, 80–87. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2016.06.098>
- GAIKINDO. (2023). Penjualan Mobil Semester Pertama 502 Ribu Unit, GAIKINDO Optimistis. Diakses pada 31 Oktober, dari <https://www.gaikindo.or.id/penjualan-semester-i-pertama-502-ribu-unit-gaikindo-optimistis/>
- Gemilang Isromi Nuar. (2024) Sabuk Pengaman, Perangkat Keselamatan Utama Yang Masih Sering Diabaikan. Diakses pada 31 Oktober, dari <https://otodriver.com/berita/2024/sabuk-pengaman-perangkat-keselamatan-utama-yang-masih-sering-diabaikan-sabdddjakan>
- Nkuzo, L., Sibiyi, M., & Markus, E. D. (2023). A Comprehensive Analysis of Real-time Car Safety Belt Detection Using the YOLOv7 Algorithm. *Algorithms*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/a16090400>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 37. (2017). Keselamatan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. Diakses pada 31 Oktober, dari <https://peraturan.bpk.go.id/Details/64695>
- Ramadah, F., Wibawa, P. D., & Rizal, A. (2022). Sistem Deteksi Api Menggunakan Pengolahan Citra Pada Webcam Dengan Metode YOLOV3. *E-Proceeding of Engineering*, 9(2), 226–231.
- Salamah, I., Said, M. R. A., & Soim, S. (2022). Perancangan Alat Identifikasi Wajah Dengan Algoritma You Only Look Once (YOLO) Untuk Presensi Mahasiswa. *Jurnal Media Informatika Budidarma*, 6(3), 1492. <https://doi.org/10.30865/mib.v6i3.4399>
- Wang, C.-Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H.-Y. M. (2023). YOLOv7. *Cvpr*, 7464–7475.
- WHO. (2017). A Road Safety Technical Package. In *Save Lives*. <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/34980/9789275320013-por.pdf?sequence=1&isAllowed=y>