

Implementasi Algoritma YoloV5 untuk Kantuk Detektor pada Pengemudi Kendaraan Bermotor secara Realtime

Dw Ayu Agung Indra, Nafa Yanda, Detty Purnamasari dan Muhammad Faishal Arrafi

Universitas Gunadarma

Jl. Margonda Raya 100, Depok, Jawa Barat

E-mail : Dewaayuagung97@gmail.com, {nafayanda,detty}@staff.gunadarma.ac.id, arrafi.faishal@gmail.com

Abstrak

Kendaraan bermotor memberikan manfaat bagi manusia, namun disamping banyaknya manfaat kendaraan bermotor juga memiliki dampak negatif, salah satunya adalah memiliki tingkat kecelakaan yang tinggi. Faktor manusia (human error) yaitu mengantuk menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan terbanyak. Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya rasa kantuk bagi pengemudi, seperti kurang istirahat, mengemudi di malam hari, jarak tempuh panjang dengan keheningan sehingga timbul rasa bosan lalu mengantuk. Upaya mengurangi angka kecelakaan karena mengantuk, penelitian ini dibuat dengan deteksi objek menggunakan deep learning dengan algoritma YOLOv5 yang dapat mengenali tanda-tanda kantuk pada pengemudi. Dataset training yang digunakan berjumlah 247 data citra. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan confusion matrix, didapatkan hasil tingkat akurasi sebesar 84%. Aplikasi dapat mendeteksi kantuk pada pengemudi secara realtime diimplementasikan pada aplikasi desktop dengan akurat pada siang hari sedangkan pada malam hari, pengemudi harus menggunakan sumber cahaya tambahan seperti lampu mobil atau lampu jalan. Selain itu, akurasi juga dipengaruhi oleh resolusi kamera webcam yang digunakan.

Kata kunci : Deep Learning, YOLOv5, Deteksi Kantuk,

Pendahuluan

Kendaraan bermotor telah memberikan banyak manfaat dalam mempermudah kehidupan manusia, seperti meningkatkan mobilitas, mempercepat perdagangan, serta mempermudah akses ke lokasi yang sulit dijangkau. Selain bermanfaat, penggunaan kendaraan bermotor juga membawa dampak negatif, seperti menimbulkan kemacetan, polusi udara, dan tingginya tingkat kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan data dari Korlantas Polri (2022), angka kecelakaan lalu lintas di Indonesia mencapai 94,617 kasus sepanjang periode Januari-13 September 2022. Jumlah tersebut lebih tinggi 34,6% dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya, yang jumlahnya sekitar 70,294 ribu kasus [1]. Faktor manusia (human error) yaitu mengantuk menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan terbanyak [2]. Menurut Sleep Foundation (2022), salah satu faktor penyebab dari berkurangnya konsentrasi dari pengemudi adalah rasa kantuk [3].

Beberapa faktor yang menyebabkan timbulnya rasa kantuk bagi pengemudi, seperti kurang istirahat, mengemudi di malam hari, jarak tempuh panjang dengan keheningan sehingga timbul rasa bosan lalu mengantuk [4]. Rasa kantuk membuat seseorang menjadi kurang memperhatikan lingkungan

sekitar dan lebih mudah terganggu. Hal ini memperlambat waktu reaksi mereka, sehingga lebih sulit untuk menghindari bahaya di jalan raya. Beberapa tahun terakhir ini, konsentrasi yang kurang pada saat mengemudi menjadi salah satu penyebab terjadinya banyak kecelakaan [5]. Berdasarkan besarnya angka kasus kecelakaan [1], memperlihatkan bahwa masih banyak pengemudi yang lebih memilih mengabaikan rasa kantuknya dan meneruskan perjalanan sampai tujuan, dan hal ini dapat mengancam keamanan pengemudi.

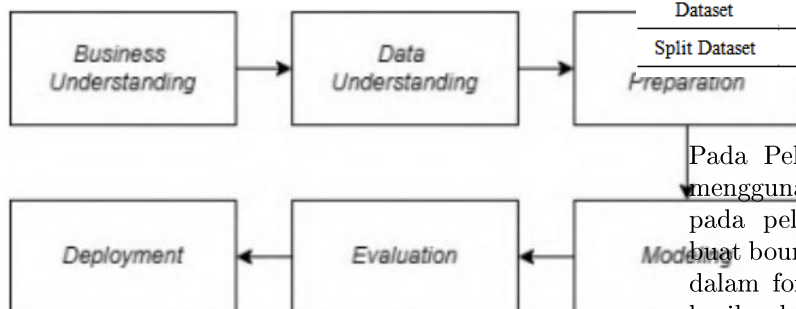
Memfaatkan perkembangan teknologi sebagai fasilitas, seperti kamera pengaman berbasis IoT, serta alat pendeteksi wajah sebagai absensi dan pembaruan teknologi lainnya. Perkembangan sistem identifikasi di lingkungan masyarakat ataupun instansi sangat cepat, salah satu sistem identifikasi yang dikembangkan berdasarkan ciri wajah seseorang yang memiliki kecepatan dan keakuratan tinggi adalah pengenalan wajah [6].

Pengenalan wajah merupakan salah satu permasalahan dalam computer vision yang berhubungan dengan pendeteksian suatu objek dalam citra dan video digital. Saat ini deep learning banyak digunakan pada penelitian mengenai computer vision. Terdapat dua pendekatan dalam pengenalan objek menggunakan deep learning yaitu pendekatan

berdasarkan region proposal atau metode dua tahap dan pendekatan berdasarkan metode regresi atau metode satu tahap [7]. Teknik deep learning digunakan dalam deteksi objek (object detection) untuk mengenali objek dalam gambar yang telah ditentukan sebelumnya. Salah satu contohnya adalah deteksi kantuk. Dalam deteksi objek, kotak pembatas (bounding box) digunakan untuk menandai setiap objek yang terdeteksi dan menentukan luasnya. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa setiap contoh objek dari kategori yang telah ditentukan teridentifikasi dengan tepat, yang sangat penting dalam berbagai aplikasi seperti sistem pengemudi otomatis [8].

Penelitian ini, menggunakan metode You Only Look Once (YOLO) dalam hal pendeteksian secara realtime. You Only Look Once (YOLO) adalah sebuah algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi sebuah objek secara realtime. Sebuah model diterapkan pada sebuah citra di beberapa lokasi dan skala [9]. Pada penelitian sebelumnya, yang dilakukan oleh Sinha et al. (2021) membandingkan efektivitas algoritma Viola Jones, DLib, dan YOLOv3 untuk mendeteksi kantuk, dan hasilnya menunjukkan bahwa YOLOv3 lebih akurat daripada Viola Jones dan DLib [10]. Studi terbaru oleh Mulyana dan Rofik (2022) yang membahas mengenai deteksi realtime klasifikasi jenis kendaraan di Indonesia menggunakan metode YOLOv5. Hasil penelitian dapat disimpulkan nilai akurasi saat pengujian mendapatkan nilai yang cukup baik yaitu sebesar 90% pada pendeteksian jenis kendaraan. Nilai akurasi dipengaruhi pada berbagai macam hal diantaranya kualitas video, kualitas dataset, dan pengambilan gambar diberbagai sudut [10].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk membantu dalam proses pendeteksi kantuk pengemudi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengurangi penyebab kecelakaan yang disebabkan oleh kantuk pada pengemudi. Penelitian ini mengimplementasikan deteksi kantuk pada pengemudi kendaraan bermotor secara realtime menggunakan algoritma YOLOv5. Model YOLOv5 yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengenali objek secara realtime.



Gambar 1: Tahapan CRISP-DM

Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah Cross-Industry Standard Process for Data Mining (CRISP-DM). Tahapan CRISP-DM seperti pada Gambar 1.

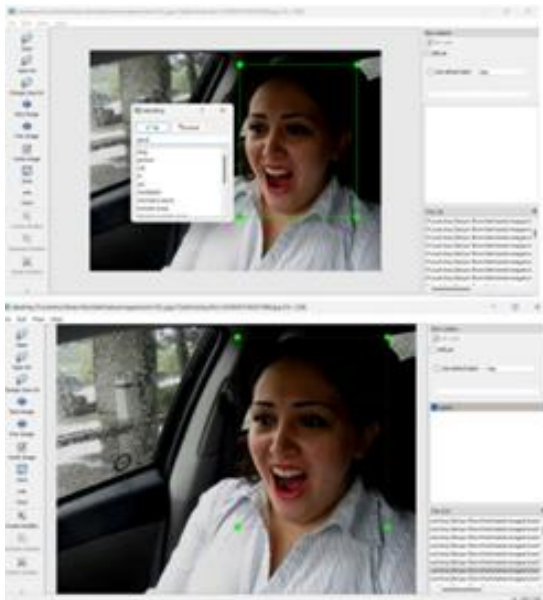
Pada Gambar 1 dapat dilihat tahapan penelitian dengan CRISP-DM terdiri dari 6 tahapan yang masing-masing memiliki peran dan penjelasan, yaitu:

1. Business Understanding, tahapan mencari arah dan tujuan serta strategi awal pada penelitian deteksi kantuk pengemudi kendaraan bermotor, yaitu mencegah terjadinya kecelakaan yang disebabkan oleh pengemudi mengantuk dengan mengenali tanda-tanda kantuk berdasarkan wajah pengemudi.
2. Data Understanding, Dataset yang digunakan adalah data citra wajah pengemudi kendaraan bermotor dalam berbagai kondisi, untuk mengenali tanda-tanda kantuk pada pengemudi. Dataset dibagi menjadi dua kelompok, yaitu dataset training untuk proses modeling dan dataset testing untuk proses evaluasi. Pengumpulan dataset training dilakukan dengan mengunduh dataset open source dari internet melalui website roboflow. Pada dataset testing diperoleh dengan mengambil gambar menggunakan kamera webcam beresolusi 1080p. Webcam diletakkan pada dashboard mobil dengan jarak 50 cm dan lurus menghadap wajah pengemudi.
3. Data Preparation, Dataset yang diperoleh belum menjadi suatu data yang bersih dan perlu dilakukan beberapa tahap untuk membuat dataset tersebut agar siap digunakan. Tahap tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Tahapan Data Preparation

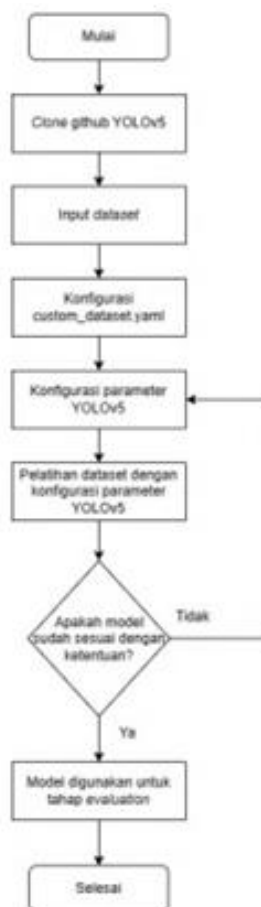
Data Cleaning	Melakukan seleksi kualitas gambar
Data Resizing	Mengubah ukuran dimensi gambar 640 x 480 piksel.
Pelabelan Dataset	Terdiri dari empat indikator dengan dua kelas, yaitu kantuk dan terjaga
Split Dataset	Menggunakan Pareto dengan aturan 80/20

Pada Pelabelan dataset, dilakukan dengan menggunakan software labeling. Tahapan pada pelabelan dataset terdiri dari membuat bounding box, memasukan label, simpan dalam format YOLO, dan akan didapatkan hasil pelabelan dataset. Tahapan pemberian kelas pada bounding box dan hasilnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2: Pemberian Kelas Bounding Box dan Hasil Pelabelan

4. Modeling, tahapan ini melatih dataset training yang telah di-split untuk menghasilkan model YOLOv5 yang dapat mendeteksi kantuk pada pengemudi. Proses modeling ditampilkan pada Gambar 3



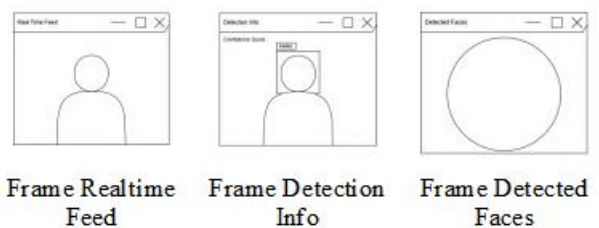
Gambar 3: Alur Modeling

Tahap modeling dimulai dengan melakukan clone file Github YOLOv5. Kemudian menginput dataset training yang sudah dilakukan split dataset. Selanjutnya mengkonfigurasi file custom_dataset.yaml. Tahap selanjutnya adalah mengkonfigurasi parameter YOLOv5, parameter yang diubah adalah image size, batch, epoch, dan weights. Pada tahap ini dilakukan perbandingan hasil performa saat pelatihan menggunakan nilai mAP 0.5. Setelah didapat model terbaik maka selanjutnya model akan digunakan untuk tahap evaluation menggunakan dataset testing.

5. Evaluation, pada model YOLOv5 yang memiliki performa deteksi terbaik pada tahap modeling. Evaluasi dilakukan untuk mengevaluasi performa model pada data yang belum pernah dilihat sebelumnya, dengan menggunakan dataset testing. Metrik evaluasi yang digunakan adalah confusion matrix, yang akan digunakan untuk menghitung jumlah prediksi benar dan salah dari model. Selain itu, dilakukan perhitungan Precision, dan Recall.
6. Deployment akan mengimplementasikan model YOLOv5 ke dalam sebuah aplikasi desktop yang dapat melakukan deteksi kantuk pada pengemudi kendaraan bermotor secara realtime. Aplikasi kemudian diuji untuk mengetahui performa model dalam deteksi kantuk secara realtime.

Perancangan Tampilan Aplikasi

Hasil yang akan ditampilkan di aplikasi desktop akan berupa frame yang terdiri dari 3 frame, frame Realtime Feed menampilkan tampilan dari kamera webcam secara realtime. Setelah itu ada frame Detection Info yang menampilkan bounding box wajah yang terdeteksi beserta hasil dari nilai akurasi yang didapat. Kemudian frame Detected Faces yang akan menampilkan gambar bagian wajah yang sudah di crop bila terdeteksi mengantuk. Perancangan tampilan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Perancangan Tampilan Aplikasi Deteksi Kantuk

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian sesuai dengan tahapan CRISP-DM, berikut pembahasannya:

1. Hasil Business Understanding, pengembangan sistem deteksi kantuk pada pengemudi kendaraan bermotor dapat membantu mencegah terjadinya kecelakaan lalu lintas akibat pengemudi mengantuk. Menggunakan algoritma YOLOv5, model dapat mengidentifikasi tanda-tanda kantuk pada pengemudi, seperti mata yang terpejam atau mulut yang menguap. Model juga dapat memberikan peringatan kepada pengemudi untuk beristirahat atau mengambil tindakan lain yang diperlukan untuk mencegah kecelakaan, dengan melakukan deployment model ke dalam aplikasi desktop
2. Hasil Data Understanding, Dataset dibagi menjadi dua kelompok, dataset training untuk modeling dan dataset testing untuk evaluation. Dataset training menggunakan dataset open source dari website Roboflow, sedangkan dataset testing diambil menggunakan kamera webcam 1080p. Tabel 2 menunjukkan hasil pengumpulan dataset training dan testing.





Tabel 2: Hasil Pengumpulan Dataset

No	Jenis Dataset	Jumlah	Ukuran	Format
1	Traning	261	640x480 piksel	JPG
2	Testing	325	5760x4312 piksel	JPG

Jumlah dataset training sebanyak 261 gambar dipilih untuk menghindari waktu preprocessing yang lama dan sudah cukup untuk melakukan deteksi kantuk dengan algoritma YOLOv5. Dataset testing yang digunakan sebanyak 325 gambar karena jumlah data yang lebih banyak pada tahap testing dapat memberikan informasi yang lebih akurat tentang seberapa baik model dapat melakukan deteksi kantuk pada pengemudi, dan dapat membantu menguji kehandalan model pada berbagai situasi pengambilan gambar yang berbeda.

3. Hasil Data Preparation, Tahap data preparation meliputi proses data cleaning, data resizing, pelabelan dataset, dan split dataset. Tabel 3 menjelaskan tahapan pada data preparation.

Tabel 3: Tahapan Data Preparation

<p>Hasil Data Cleaning</p>	
<p>Proses data cleaning pada dataset training berhasil menghilangkan gambar-gambar yang memiliki kualitas buruk. Jumlah total dataset berhasil direduksi dari 261 gambar menjadi 247 gambar yang memiliki kualitas baik dan siap untuk dilakukan proses pelabelan</p>	
<p>Hasil Data Resizing</p>	
<p>Data resizing dilakukan pada dataset testing yang terdiri dari 325 gambar. Ukuran gambar awal sebesar 5760 x 4312 piksel diubah menjadi ukuran yang sama dengan dataset training, yaitu 640 x 480 piksel.</p>	
<p>Hasil Pelabelan Data</p>	
<p>Gambar yang sudah diberi label kemudian disimpan dalam form at YOLO dan menghasilkan file label dengan ekstensi .txt. Jumlah file label yang dihasilkan sesuai dengan jumlah dataset testing yang dilakukan pelabelan, yaitu sebanyak 247.</p>	
<p>Hasil Split Dataset</p>	
<p>Proses split dataset dilakukan dengan membagi dataset training sebanyak 247 dataset menjadi dua dengan perbandingan 80:20, dimana 80% digunakan untuk pelatihan (train) dan 20% digunakan untuk mengevaluasi perform a model selama proses pelatihan (val).</p>	

4. Hasil Modeling, Dataset yang telah dilatih dengan tiga skenario yaitu akurasi, presisi, recall dengan konfigurasi parameter yang berbeda dan berdasarkan tiga skenario tersebut menghasilkan tiga model YOLOv5 yang berbeda. Ketiga model ini kemudian akan dibandingkan untuk menentukan model yang memiliki performa terbaik saat pelatihan, berdasarkan data pada file result.csv yang disimpan di direktori masing-masing model, yaitu yolov5/runs/train/exp/weights. Hasil perbandingan performa model saat pelatihan ditampilkan pada Tabel 4.

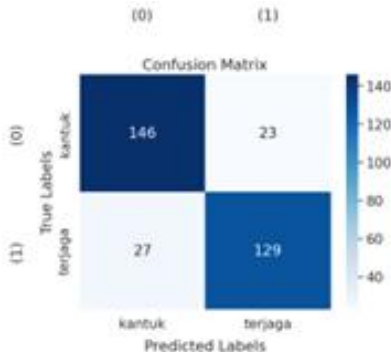
Berdasarkan pelatihan dataset pada tiga skenario yang berbeda, skenario 1 memiliki nilai

mAP 0.5 tertinggi dengan nilai 0.915. Hal ini menunjukkan bahwa konfigurasi parameter pada skenario 1 dapat menghasilkan hasil evaluation dengan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi parameter pada skenario lainnya pada penelitian ini. Model yang dihasilkan dari pelatihan dataset dengan konfigurasi parameter pada skenario 1 kemudian diuji menggunakan dataset testing pada tahap evaluation.

Tabel 4: Performa Model pada 3 Skenario Berbeda

No	Skenario	Nilai mAP 0.5
1	Skenario 1	0.915
2	Skenario 2	0.881
3	Skenario 3	0.714

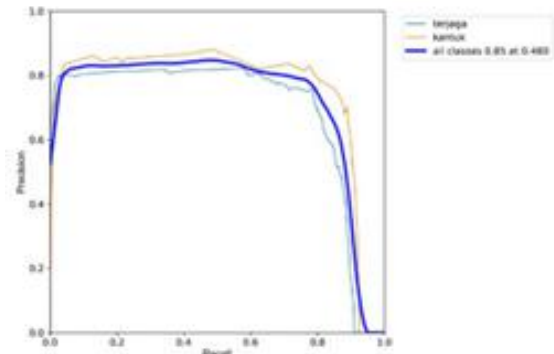
- Hasil Evaluasi, dilakukan menggunakan dataset testing sebanyak 325 gambar, model akan diuji untuk mendeteksi data yang belum pernah dilihat sebelumnya. Hasil deteksi tersebut kemudian akan dihitung secara manual dan ditampilkan dalam bentuk visualisasi confusion matrix pada Gambar 5.



Gambar 5: Perhitungan Confusion Matrix

Berdasarkan Gambar 5, diketahui bahwa jumlah data True Positive (TP) adalah 146 dan jumlah data False Positive (FP) adalah 23. Selain itu, terdapat 27 data False Negative (FN) dan 23 data True Negative (TN). Selanjutnya dilakukan perhitungan matriks evaluasi seperti accuracy, precision, dan recall menggunakan data yang diperoleh dari perhitungan confusion matrix. Perhitungan accuracy didapatkan sebanyak 84%, yang dimana menggambarkan keakuratan data testing yang telah diklasifikasikan dengan benar. Perhitungan precision positif didapatkan 85%, dan perhitungan precision negatif didapatkan 84%, yang dimana perhitungan precision yang didapatkan menggambarkan

akurasi antara data yang diminta dengan hasil prediksi dengan model data testing yang telah dilakukan. dan perhitungan recall didapatkan 84% untuk kelas positif yang menggambarkan keberhasilan dalam menemukan kembali sebuah informasi yang benar dan 86% untuk kelas negatif yang menggambarkan ketidakberhasilan dalam menemukan kembali sebuah informasi yang benar. Gambar 6 adalah visualisasi dari setiap perhitungan yang dilakukan.



Gambar 6: Grafik Precision-Recall Curve

Gambar 6 menunjukkan grafik precision-recall curve pada kelas positif dan negatif yang cukup baik, dengan nilai yang hampir sama pada setiap metrik evaluasi.

- Hasil Deployment, Konversi model YOLOv5 ke format ONNX memungkinkan model untuk dijalankan secara efisien pada berbagai perangkat keras dan sistem, sehingga memungkinkan deteksi yang lebih cepat dan responsif. Format serialisasi ONNX memungkinkan pengguna untuk membawa model PyTorch ke dalam aplikasi desktop yang menggunakan framework atau bahasa pemrograman yang mendukung format ONNX.



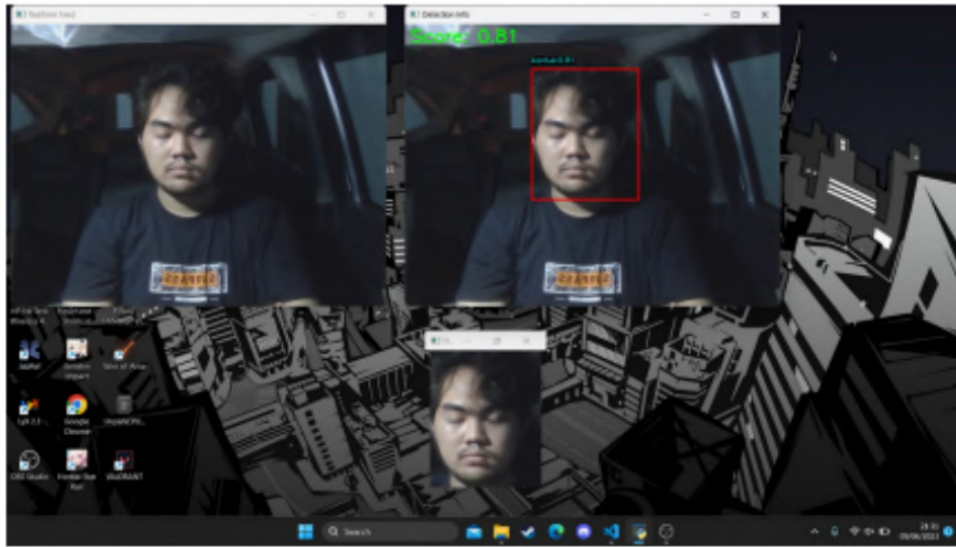
Gambar 7: Hasil Perancangan Tampilan Frame Realtime Feed

Hasil Perancangan Tampilan Aplikasi

Aplikasi dibuat menggunakan bahasa pemrograman Python dan disimpan dalam file app.py. Setelah dijalankan programnya maka akan tampak tampilan seperti Gambar 7.

Secara keseluruhan, tampilan aplikasi akan terlihat seperti pada Gambar 8 yang menampilkan layout tiga frame. Dengan tampilan yang jelas dan mudah dipahami, pengemudi dapat dengan mudah

memantau kondisi dirinya sendiri dan mengambil tindakan yang diperlukan untuk memastikan keselamatan di jalan.



Gambar 8: Hasil Perancangan Tampilan Frame Realtime Feed

Tabel 5: Hasil Pengujian Menggunakan Kamera Webcam 1080p

Indikator	Hasil Aplikasi	Hasil Prediksi	Keterangan
Mata terpejam, mulut menguap		Akurat	Siang Hari
Mata terpejam, mulut tertutup		Akurat	Siang Hari
Mata terbuka, mulut menguap		Akurat	Siang Hari
Mata terpejam, mulut menguap		Akurat	Malam Hari
Mata terpejam, mulut tertutup		Akurat	Malam Hari
Mata terbuka, mulut menguap		Akurat	Malam Hari

Hasil Pengujian Aplikasi

Tabel 5 dan Tabel 6 adalah hasil pengujian.

Hasil pengujian menggunakan kamera webcam 1080p ditampilkan pada Tabel 5, sedangkan hasil pengujian menggunakan kamera webcam 720p ditampilkan pada Tabel 6.

Aplikasi diuji dalam dua tahap untuk mendeteksi kantuk pada pengemudi secara realtime, yaitu pengujian pada siang hari dan malam hari menggunakan dua kamera webcam dengan resolusi yang berbeda, yaitu 720p dan 1080p, untuk memastikan kemampuan deteksi kantuk pengemudi yang sesuai dengan indikator pada wajah pengemudi.

Hasil pengujian secara realtime menunjukkan bahwa aplikasi mampu mendeteksi tiga indikator kantuk pada pengemudi, yaitu mata terpejam dengan mulut menguap, mata terpejam dengan mulut tertutup, dan mata terbuka dengan mulut menguap, dengan cukup akurat pada siang dan malam hari menggunakan kamera webcam beresolusi 1080p, seperti yang tertera pada Tabel 5. Pada kamera webcam dengan resolusi yang lebih rendah, yaitu 720p, nilai confidence score pada masing-masing indikator lebih rendah, dan aplikasi mengalami kesulitan dalam mendeteksi kantuk dengan indikator mata terpejam dan mulut tertutup, seperti yang terlihat pada Tabel 6. Perlu diperhatikan bahwa pada kondisi malam hari, pengemudi harus menggunakan sumber cahaya tambahan seperti lampu mobil atau lampu jalan, untuk memperoleh gambar atau video yang cukup terang agar aplikasi dapat mendeteksi kantuk dengan akurat. Aplikasi akan memberikan peringatan kepada pengemudi dalam bentuk alarm jika terdeteksi kan-

tuk. Hal ini dapat membantu menghindari terjadinya kecelakaan akibat kantuk saat mengemudi.

Tabel 6: Hasil Pengujian Menggunakan Kamera Webcam 720p

Indikator	Hasil Aplikasi	Hasil Prediksi	Keterangan
Mata terpejam, mulut menguap		Akurat	Siang Hari
Mata terpejam, mulut tertutup		Tidak akurat, terkadang terdeteksi terjaga	Siang Hari
Mata terbuka, mulut menguap		Akurat	Siang Hari
Mata terpejam, mulut menguap		Akurat	Malam Hari
Mata terpejam, mulut tertutup		Tidak akurat, terkadang terdeteksi terjaga	Malam Hari
Mata terbuka, mulut menguap		Akurat	Malam Hari

Penutup

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa model yang dilatih menggunakan algoritma YOLOv5 dengan dataset training berjumlah 247 data citra dan split dataset dengan perbandingan 80:20 berhasil mendeteksi kantuk pada pengemudi kendaraan bermotor dengan tepat dan akurat. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan perhitungan confusion matrix, model memiliki performa yang cukup baik dalam melakukan deteksi, dengan tingkat akurasi sebesar 84%. Precision dan recall pada kelas positif dan negatif juga cukup baik, dengan nilai precision sebesar 85% untuk kelas positif dan 84% untuk kelas negatif, serta nilai recall sebesar 84% untuk kelas positif dan 86% untuk kelas negatif. Model kemu-

dian diimplementasikan pada aplikasi desktop.

Akurasi model deteksi kantuk dapat ditingkatkan dengan menerapkan beberapa saran, seperti menambah jumlah dataset yang lebih banyak dan beragam agar model dapat mempelajari lebih banyak fitur dan pola dari data, menggunakan spesifikasi komputer dengan kapasitas RAM dan GPU yang lebih baik untuk meningkatkan kecepatan proses deteksi dan menangani beban kerja yang lebih berat, serta mempertimbangkan penggunaan teknologi infrared pada kamera atau sensor tambahan untuk meningkatkan akurasi deteksi pada kondisi pencahayaan yang minim, terutama pada malam hari.

Berdasarkan saran, semoga penelitian ini bisa menjadi salah satu bahan pertimbangan dalam membantu untuk mengimplemtasikan deteksi kantuk pada pengemudi.

Daftar Pustaka

- [1] Arya Putranto Saptohutomo, "Korlantas Polri Catat 94.617 Kecelakaan pada Januari-September 2022", diakses daring pada <https://nasional.kompas.com/read/2022/11/20/15200561/korlantas-polri-catat-94617-kecelakaan-pada-januari-september-2022>, 01 Agustus 2023.
- [2] Y. Oktopianto dan S. Pangesty, "Analisis Daerah Lokasi Rawan Kecelakaan Jalan Tol Tangerang-Merak. Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan", Indonesian Journal of Road Safety, Vol. 8, No. 1, pp. 26-37, Juni 2021.
- [3] Eric Suni dan. Anis Rehman, "Drowsy Driving", diakses daring pada <https://www.sleepfoundation.org/drowsy-driving>, 01 Agustus 2023.
- [4] S. Maslikah, R. Alfita dan A. F. Ibadillah, "Sistem Deteksi Kantuk pada Pengendara Roda Empat Menggunakan Eye Blink Detection", SinarFe7, Vol. 2, No. 1, pp. 123-128, Mei 2019.
- [5] S. Jupiyandi, F.R. Saniputra, Y. Pratama, M.R. Dharmawan dan I. Cholissodin, "Pengembangan deteksi citra mobil untuk mengetahui jumlah tempat parkir menggunakan cuda dan modified yolo", Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, Vol. 6, No. 4, pp. 413-419, Agustus 2019.
- [6] O.E. Karlina dan D. Indarti, "Pengenalan objek makanan cepat saji pada video dan real time webcam menggunakan metode you look only once (yolo)", Jurnal Ilmiah Informatika Komputer, Vol. 24, No. 3, pp. 199-208, 2020.
- [7] C. Liu, Y. Tao, J. Liang, K. Li dan Y. Chen, "Object detection based on yolo network", In 2018 IEEE 4th information technology and

mechatronics engineering conference (ITOEC), pp. 799-803. 2018.

- [8] M. S. Hidayatulloh, "TA: Sistem Pengenalan Wajah Menggunakan Metode YOLO (You Only Look Once)", PhD Thesis, Dinamika University, 2021.
- [9] A. Sinha, R. Aneesh dan S. K. Gopal, "Drowsiness detection system using deep learning", Seventh International conference on Bio Signals, Image, and Instrumentation (ICBSII) IEEE, pp. 1-6, 2021.
- [10] D. I. Mulyana dan M. A. Rofik, "Implementasi deteksi real time klasifikasi jenis kendaraan di Indonesia menggunakan metode yolov5", Jurnal Pendidikan Tambusai, Vol. 6, No 3, pp. 13971-13982, 2022.