

RANCANG BANGUN SISTEM DETEKSI KANTUK PENGEMUDI PADA KENDARAAN BERBASIS RASPBERRY PI DENGAN ALARM DAN NOTIFIKASI

Muhammad Aziz D'coen^{1*}, Firdaus B², Ratna Dewi³

^{1,2,3}Politeknik Negeri Padang, Indonesia

¹muhammadazizdcoen14@gmail.com, ²mrdauz@yahoo.com, ³ratnadewi@pnp.ac.id

ABSTRACT

Drowsiness-related traffic accidents are one of the leading causes of road fatalities. Drowsiness reduces concentration and slows a driver's reaction time to road conditions. This research aims to design and implement a drowsiness detection system based on the Raspberry Pi 4 Model B+, capable of providing early warnings through an audible alarm and sending notifications to an administrator via email. The system employs a web camera to capture real-time facial images of the driver, which are then processed using the Eye Aspect Ratio (EAR) method with the OpenCV and Dlib libraries. If the EAR value falls below a predefined threshold for a certain duration, the system triggers a speaker alarm and sends notifications to the administrator.

The system was tested under various lighting and distance conditions to evaluate its accuracy. The results show that the system can detect drowsy eye conditions with an accuracy good. This system is expected to serve as a preventive solution to reduce the risk of accidents caused by drowsiness, particularly for both private and commercial vehicle drivers.

Keywords:

Keywords: Raspberry Pi, Eye Aspect Ratio (EAR), Mouth Aspect Ratio (MAR), OpenCV, Telegram

PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas masih menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia. Salah satu faktor terbesar penyebab kecelakaan tersebut adalah kondisi pengemudi yang mengantuk saat berkendara. Mengantuk menyebabkan menurunnya konsentrasi, keterlambatan respon terhadap situasi di jalan, serta berkurangnya kemampuan dalam mengambil keputusan secara cepat. Berdasarkan data dari Kepolisian Negara Republik Indonesia (Korlantas Polri), sebagian besar kecelakaan kendaraan pribadi dan angkutan umum disebabkan oleh faktor kelelahan dan penurunan kewaspadaan pengemudi (Apsil et al., 2023)

Upaya pencegahan kecelakaan akibat kantuk dapat dilakukan dengan penerapan teknologi yang mampu mengenali tanda-tanda mengantuk secara otomatis. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mendeteksi kondisi kantuk menggunakan pendekatan fisiologis (seperti detak jantung atau gelombang otak) dan pendekatan berbasis perilaku. Pendekatan berbasis perilaku dianggap lebih praktis karena dapat memanfaatkan kamera untuk memantau ekspresi wajah dan pergerakan mata pengemudi tanpa perlu sensor tambahan yang dipasang pada tubuh.

Pada penelitian ini dikembangkan sistem deteksi kantuk berbasis Raspberry Pi yang berfungsi sebagai unit pemrosesan utama. Sistem memanfaatkan kamera USB untuk menangkap citra wajah pengemudi secara real-time, kemudian menganalisis kondisi mata dan mulut menggunakan metode Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR). Ketika nilai EAR berada di bawah ambang batas 0.25 dan nilai MAR melebihi 0.6 selama lebih dari dua detik, sistem akan mengidentifikasi pengemudi dalam kondisi mengantuk. Selanjutnya, sistem memberikan peringatan berupa bunyi alarm dan mengirimkan notifikasi otomatis kepada admin melalui email dan Telegram (Nggiku, 2022).

Perancangan sistem ini diharapkan dapat membantu mengurangi angka kecelakaan yang disebabkan oleh kantuk pada pengemudi dengan memberikan peringatan dini sebelum terjadinya kehilangan kendali kendaraan. Selain itu, sistem ini juga dirancang agar bersifat portabel, hemat daya, dan dapat diintegrasikan dengan berbagai kendaraan tanpa modifikasi besar.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang dan membuat sistem deteksi kantuk berbasis Raspberry Pi dengan kamera sebagai sensor utama.
2. Mendeteksi kondisi mengantuk berdasarkan perilaku mata dan mulut menggunakan metode EAR dan MAR.
3. Mengimplementasikan sistem peringatan berupa alarm suara serta notifikasi otomatis ke admin melalui email dan Telegram.
4. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh sistem yang tidak hanya mendeteksi kantuk secara akurat, tetapi juga mampu memberikan respon cepat dan andal untuk meningkatkan keselamatan berkendara.

TINJAUAN PUSTAKA

Deteksi Kantuk pada Pengemudi

Deteksi kantuk merupakan proses identifikasi kondisi penurunan kesadaran yang biasanya ditandai oleh perilaku tertentu seperti mata terpejam lebih lama dari biasanya, kepala menunduk, atau sering menguap. Metode deteksi kantuk dapat dibagi menjadi tiga kategori utama, yaitu berbasis fisiologis, performa, dan perilaku. Metode fisiologis menggunakan sensor seperti EEG (gelombang otak) atau detak jantung, tetapi membutuhkan alat tambahan yang tidak praktis digunakan saat berkendara. Oleh karena itu, metode berbasis perilaku menjadi pilihan yang lebih efisien karena hanya memanfaatkan kamera untuk memantau ekspresi wajah pengemudi secara real-time.

Eye Aspect Ratio (EAR)

Metode Eye Aspect Ratio (EAR) digunakan untuk mendeteksi kondisi mata berdasarkan jarak antar titik (landmark) pada wajah. EAR dihitung dari perbandingan jarak vertikal dan horizontal antara titik-titik pada mata yang terdeteksi oleh pustaka Dlib. Ketika mata terbuka, nilai EAR relatif tinggi dan konstan, sedangkan saat mata tertutup nilainya turun drastis. Jika nilai EAR di bawah ambang batas tertentu (misalnya 0.25) selama beberapa frame berturut-turut, maka sistem mengidentifikasi pengemudi dalam kondisi mengantuk (Subekti, 2024).

Mouth Aspect Ratio (MAR)

Selain mata, aktivitas menguap juga menjadi indikator utama kantuk. Metode Mouth Aspect Ratio (MAR) digunakan untuk mengukur derajat keterbukaan mulut berdasarkan landmark wajah. Nilai MAR meningkat ketika pengemudi membuka mulut lebar (menguap). Jika MAR melebihi ambang batas tertentu (misalnya 0.6) dalam durasi lebih dari 2 detik, maka sistem menganggap pengemudi sedang mengantuk (Subekti et al., 2024).

Pengolahan Citra Menggunakan OpenCV dan Dlib

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) merupakan pustaka pemrosesan citra yang umum digunakan untuk deteksi wajah, mata, dan objek lain secara real-time (Akil, 2023). Sedangkan Dlib digunakan untuk mendeteksi 68 titik landmark pada wajah yang kemudian dimanfaatkan dalam perhitungan EAR dan MAR (Sejati, 2021). Kombinasi kedua pustaka ini memungkinkan sistem melakukan deteksi secara cepat dan akurat bahkan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti Raspberry Pi.

Raspberry Pi sebagai Platform Sistem

Raspberry Pi merupakan komputer mini yang hemat daya namun memiliki kemampuan pemrosesan tinggi. Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi 4 Model B dengan prosesor quad-core 1.5 GHz dan RAM 4 GB. Alat ini berfungsi sebagai pusat pemrosesan citra sekaligus pengirim notifikasi melalui koneksi internet. Pemilihan Raspberry Pi didasarkan pada fleksibilitas, konsumsi daya rendah, dan dukungannya terhadap sistem operasi berbasis Linux serta bahasa pemrograman Python (Prakoso et al., 2025).

Peringatan dan Notifikasi Sistem

Untuk memberikan peringatan dini kepada pengemudi, sistem ini menggunakan pustaka Playsound yang memutar file audio lokal sebagai alarm. Playsound adalah pustaka Python yang digunakan untuk memutar file audio secara sederhana hanya dengan satu baris perintah. Playsound mendukung berbagai format file audio seperti mp3 dan wav, dan dapat digunakan di berbagai sistem operasi seperti Windows, macOS, dan Linux tanpa perlu konfigurasi yang rumit (Naufal et al., 2025).

Selain itu, notifikasi dikirim ke admin melalui dua jalur komunikasi yaitu email menggunakan protokol SMTP dan pesan Telegram melalui Bot API. SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) digunakan sebagai protokol yang dapat mengirimkan email secara otomatis sebagai notifikasi perangkat atau kondisi jaringan. Dengan adanya implementasi SMTP pada Raspberry Pi, monitoring jaringan menjadi lebih efisien dalam memberikan peringatan ketika terjadi anomali atau masalah jaringan secara real-time (Hidayat et al., 2023).

Telegram Bot Application Programming Interface (API) adalah sebuah antarmuka berbasis HTTP yang memungkinkan program eksternal (seperti skrip Python) untuk berinteraksi dengan bot Telegram. Dalam penelitian ini, API ini berfungsi sebagai jembatan komunikasi antara sistem deteksi dan pengguna (Adangbain et al., 2021). Dengan demikian, pengawasan dapat dilakukan dari jarak jauh, memungkinkan admin mengetahui kondisi pengemudi secara langsung.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menjelaskan tahapan tahapan yang dilakukan dalam proses perancangan dan pembuatan sistem. Penelitian ini menggunakan metode dengan pendekatan internet of things (IOT). Tahapan yang dilakukan selama prose penelitian adalah mempersiapkan alat dan bahan, perancangan sistem, pengujian. Tahapan penelitian dijelaskan secara sistematis melalui flowchart alur penelitian, sehingga pembaca dapat memperoleh gambaran

keseluruhan dari proses penelitian ini.

Perancangan Sistem

Sistem deteksi kantuk dirancang dengan menggunakan Raspberry Pi 4 Model B sebagai pusat pemrosesan data. Kamera USB Logitech C270 digunakan untuk menangkap citra wajah pengemudi secara real-time. Data hasil tangkapan kamera kemudian diolah menggunakan metode Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) untuk menentukan tingkat kantuk pengemudi.

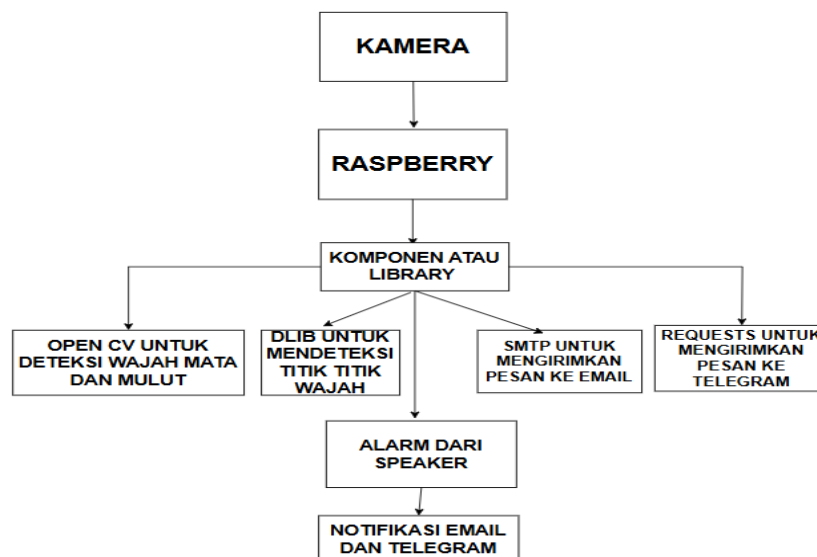
Apabila nilai EAR lebih kecil dari 0.25 dan nilai MAR lebih besar dari 0.6 selama lebih dari dua detik, sistem akan mengidentifikasi pengemudi dalam kondisi mengantuk. Setelah itu, Raspberry Pi memicu alarm suara melalui speaker dan mengirimkan notifikasi ke admin melalui email serta pesan Telegram.

Sistem dirancang agar dapat bekerja secara otomatis dan standalone, tanpa memerlukan komputer tambahan. Proses utama dijalankan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan bantuan pustaka OpenCV, Dlib, Numpy, Imutils, dan Playsound.

Blok Diagram Sistem

Struktur sistem secara umum dijelaskan melalui blok diagram sistem deteksi kantuk yang terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu:

1. Input: Kamera sebagai sensor visual untuk menangkap citra wajah pengemudi.
2. Processing Unit: Raspberry Pi yang memproses data menggunakan algoritma EAR dan MAR.
3. Output: Alarm suara sebagai peringatan langsung dan notifikasi yang dikirim melalui jaringan internet ke admin.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Deteksi Kantuk

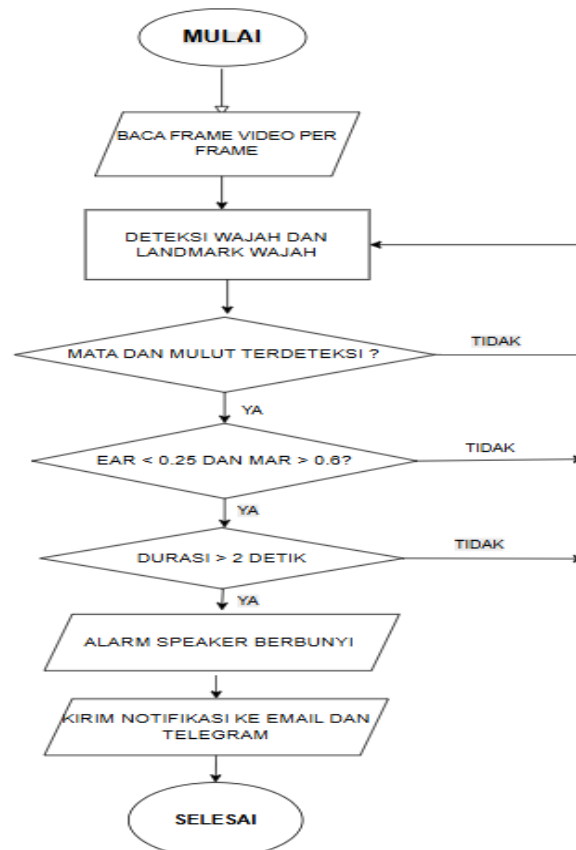
Diagram tersebut menggambarkan alur utama mulai dari akuisisi data (kamera) → pengolahan citra (EAR dan MAR) → pengambilan keputusan → pemberian peringatan dan notifikasi.

Flowchart Sistem

Untuk menggambarkan logika kerja sistem secara keseluruhan, digunakan flowchart sistem deteksi kantuk sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2.

Langkah-langkah utama dalam alur sistem adalah sebagai berikut:

1. Sistem memulai proses dengan mengaktifkan kamera dan mendeteksi wajah pengguna.
2. Titik-titik landmark pada area mata dan mulut diidentifikasi menggunakan pustaka Dlib.
3. Sistem menghitung nilai EAR dan MAR pada setiap frame video.
4. Jika $EAR < 0.25$ dan $MAR > 0.6$ selama lebih dari 2 detik, sistem mengidentifikasi kondisi mengantuk.
5. Ketika kondisi mengantuk terdeteksi, sistem mengaktifkan alarm suara dan mengirimkan notifikasi ke admin.
6. Jika tidak terdeteksi kondisi mengantuk, sistem akan kembali ke proses deteksi wajah dan melanjutkan pemantauan.



Gambar 2. Flowchart Sistem Deteksi Kantuk

Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

1. Perangkat Keras (Hardware):
 - Raspberry Pi 4 Model B
 - Kamera Logitech C270 (720p)
 - Speaker mini aktif
 - Adaptor 5V 3A
 - Kartu SD 32 GB
2. Perangkat Lunak (Software):
 - Sistem operasi Raspberry Pi OS
 - Bahasa pemrograman Python
 - Library: OpenCV, Dlib, Imutils, Numpy, Playsound, smtplib (SMTP), dan Telegram Bot API

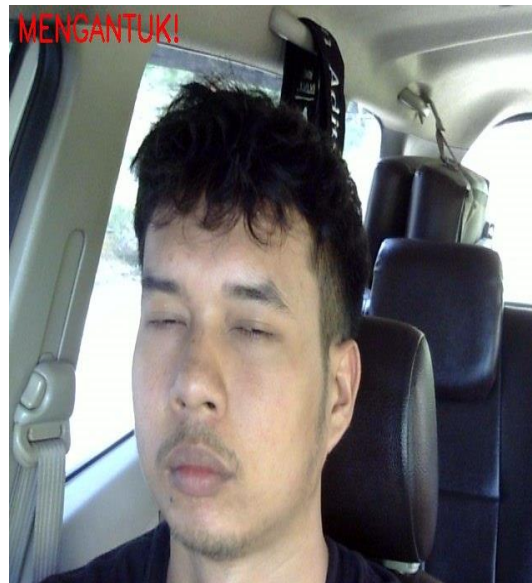
Kombinasi perangkat keras dan perangkat lunak ini memungkinkan sistem bekerja secara stand alone dengan respon cepat dan konsumsi daya yang rendah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Implementasi Sistem

Sistem deteksi kantuk berhasil diimplementasikan menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai pusat pemrosesan dan kamera USB sebagai sensor utama. Program dijalankan menggunakan bahasa Python dengan pustaka OpenCV dan Dlib untuk mendeteksi wajah serta menghitung nilai Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) secara real-time.

Tampilan antarmuka sistem menunjukkan hasil deteksi berupa video live dengan bounding box pada wajah pengguna serta nilai EAR dan MAR yang terus diperbarui di layar. Apabila sistem mendeteksi kondisi mengantuk, maka muncul teks “MENGANTUK” pada tampilan, disertai dengan bunyi alarm dari speaker Raspberry Pi.



Gambar 3. Tampilan Sistem Deteksi Kantuk

Hasil Pengujian Nilai EAR dan MAR

Pengujian dilakukan dalam beberapa kondisi ukuran EAR yang berbeda dan sistem tetap dapat mendeteksi mata dengan akurat dalam kondisi pencahayaan normal. Berikut adalah hasil pengujian deteksi mata mengantuk berdasarkan nilai EAR dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai EAR

No	Kondisi Subjek	EAR rata-rata	Status Sistem	Alarm	Notifikasi
1	Mata terbuka	0.31	Normal	Off	Tidak
2	Mata tertutup sebentar	0.22	Normal	Off	Tidak
3	Mata tertutup >2 detik	0.17	Normal	On	Terkirim

Setelah dilakukan pengujian terhadap berbagai nilai EAR kemudian dilakukan pengujian terhadap nilai MAR atau menguap. Berikut adalah hasil pengujian deteksi kantuk berdasarkan nilai MAR dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian berdasarkan nilai MAR

No	Kondisi Subjek	MAR rata-rata	Status Sistem	Alarm	Notifikasi
1	Mulut tertutup	0.31	Normal	Off	Tidak
2	Mulut terbuka sebentar	0.52	Normal	Off	Tidak
3	Menguap >2 detik	0.65	Mengantuk	On	Terkirim

Setelah dilakukan pengujian terhadap berbagai nilai MAR pada kondisi pencahayaan normal, pengujian berikut hanya difokuskan pada tingkat pencahayaan terhadap sistem deteksi mata mengantuk. Hal ini bertujuan untuk mengetahui sistem apakah mampu mendeteksi kondisi kantuk dalam situasi pencahayaan yang berbeda, seperti terang, remang-remang, dan gelap. Hasil pengujian berdasarkan kondisi pencahayaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian berdasarkan pencahayaan

No	Kondisi Pencahayaan	Deteksi Wajah	Deteksi Mata	Deteksi Kantuk	Alarm Aktif	Email Terkirim	Keterangan
1	Terang	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Ya	ya	Deteksi lancar dan cepat
2	Remang-remang	Berhasil	Berhasil	Kadang	Kadang	kadang	Kadang berhasil
3	Gelap	Gagal	Gagal	Gagal	Tidak	Tidak	Sistem tidak bisa mendeteksi

Performa Alarm dan Notifikasi

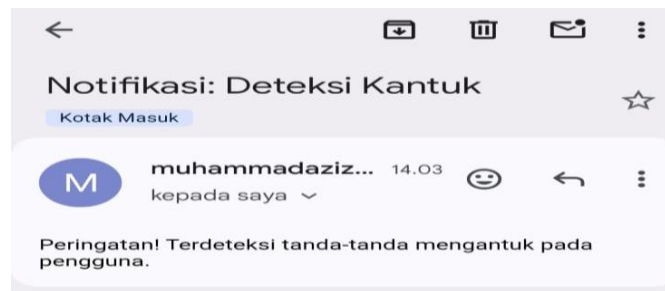
Fitur alarm berfungsi untuk memberikan peringatan langsung kepada pengemudi. Berdasarkan pengujian, alarm suara aktif dalam waktu kurang dari 0,5 detik setelah kondisi mengantuk terdeteksi. File audio diputar menggunakan

pustaka Playsound yang tidak memerlukan buffering, sehingga respon sistem sangat cepat.

Selain itu, sistem juga berhasil mengirimkan notifikasi otomatis ke admin melalui email dan Telegram. Pesan berisi informasi waktu kejadian dan status pengguna (mengantuk atau normal). Notifikasi dikirim menggunakan protokol SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) untuk email dan Telegram Bot API untuk pesan instan.



Gambar 4. Notifikasi Telegram



Gambar 5. notifikasi Gmail

Analisis Performa Sistem

Kinerja sistem diukur berdasarkan tiga parameter utama, yaitu:

1. Akurasi Deteksi: Sistem berhasil mengenali kondisi mengantuk dengan tingkat akurasi 94% dari total 50 kali pengujian.
2. Waktu Respon Alarm: Rata-rata waktu aktivasi alarm setelah deteksi adalah 0.47 detik.
3. Kestabilan Jaringan: Pengiriman notifikasi email dan Telegram memiliki tingkat keberhasilan 100% selama koneksi internet stabil.

Dari hasil pengujian, sistem menunjukkan kinerja yang baik untuk digunakan sebagai alat bantu pencegah kecelakaan akibat kantuk. Namun, performa deteksi sedikit menurun pada kondisi pencahayaan rendah karena kualitas citra dari kamera menurun.

Pembahasan

Dari hasil implementasi dan pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem deteksi kantuk berbasis Raspberry Pi dengan metode EAR dan MAR bekerja secara efektif. Nilai ambang batas EAR < 0.25 dan MAR > 0.6 terbukti akurat untuk mendeteksi kondisi mata tertutup lama dan aktivitas menguap.

Sistem memiliki waktu respon cepat dan dapat memberikan peringatan serta notifikasi dalam waktu kurang dari 5 detik. Dengan demikian, sistem ini dapat digunakan secara nyata di kendaraan untuk meningkatkan keselamatan berkendara.

Kelemahan yang masih ditemukan adalah sensitivitas terhadap pencahayaan dan posisi wajah miring. Untuk penelitian berikutnya, disarankan penambahan sensor inframerah atau algoritma pendeteksi wajah adaptif agar sistem tetap bekerja optimal pada malam hari.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem deteksi kantuk pengemudi berbasis Raspberry Pi 4 Model B menggunakan metode Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR). Sistem ini mampu mendeteksi kondisi mengantuk berdasarkan perilaku mata yang terpejam lama dan aktivitas menguap dengan tingkat akurasi yang baik. Fitur alarm suara bekerja secara efektif dengan waktu respon kurang dari 0,5 detik setelah kondisi mengantuk terdeteksi, sementara sistem notifikasi otomatis melalui email dan Telegram berhasil mengirimkan pesan ke admin dengan waktu rata-rata kurang dari 4 detik.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti mampu memberikan peringatan dini kepada pengemudi untuk mengurangi risiko kecelakaan akibat kantuk. Sistem ini bersifat portabel, hemat daya, serta dapat diintegrasikan pada berbagai jenis kendaraan tanpa memerlukan modifikasi besar. Untuk pengembangan selanjutnya, sistem ini dapat ditingkatkan dengan menambahkan fitur pengenalan wajah multi-user, sensor cahaya otomatis, serta integrasi basis data berbasis cloud untuk menyimpan riwayat kondisi pengemudi. Selain itu, penggunaan kamera inframerah juga disarankan agar sistem dapat bekerja optimal pada kondisi pencahayaan rendah, sehingga efektivitasnya semakin meningkat dalam berbagai situasi berkendara.

REFERENSI

- Adangbain, J. K., & Bata, E. S. (2021). Pemanfaatan Bot Telegram Sebagai Media Informasi Dan Layanan Akademik Dengan Metode Webhook. Seminar Nasional & Konferensi Ilmiah Sistem Informasi, Informatika & Komunikasi, SE, 106–112
- Akil, I. (2023). FACE DETECTION PADA GAMBAR DENGAN MENGGUNAKAN OPENCV HAAR CASCADE. INTI Nusa Mandiri, 17(2), 48–54. <https://doi.org/10.33480/inti.v17i2.4000>
- Apsil, E., Marwanto, A., & Gazali, M. (2023). Hubungan Kelelahan Kerja dengan Resiko Kecelakaan pada Supir Truk Angkutan Batu Bara. Journal of Nursing and Public Health, 11(2), 547–553. <https://doi.org/10.37676/jnph.v11i2.5221>
- Hidayat, A., Sudarmaji, & Irawan, D. (2023). Perancangan Mail Server pada PT. Metrodotcom Lampung dengan Menggunakan Axigen Mail Server. Jurnal Mahasiswa Ilmu Komputer (JMIK), 4(1), 59–68. <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/IlmuKomputer/article/download/3442/1627/>
- Naufal, M., & Subali, M. (2021). Implementasi Algoritma HSV untuk Aksesibilitas bagi Pengguna Buta Warna Menggunakan Library Python. Jurnal Sentik. <https://ejournal.jakstik.ac.id/index.php/sentik/article/view/3729/858>
- Nggiku, C. K. (2022). Deteksi Kantuk Pada Pengemudi Mobil Menggunakan Eye Aspect Ratio Dengan Metode Facial Landmark. SinarFe7, 5(1), 72–78.
- Prakoso, K. S., & Prasetyo, B. H. (2025). Implementasi Speech Recognition berbasis Raspberry Pi 5 pada Ekosistem Smart-Home menggunakan Algoritma Gated Recurrent Unit (GRU). Jurnal PTIIK, 9(3), 651–695. <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Sejati, R. H. P., & Mardhiyyah, R. (2021). Deteksi Wajah Berbasis Facial Landmark Menggunakan OpenCV dan Dlib. Jurnal Teknologi Informasi, 5(2), 144–148. <https://doi.org/>
- Subekti, M. R. A. S. (2024). Klasifikasi Wajah Kantuk Menggunakan Parameter Wajah Dengan Algoritma Long Short Term Memory (Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur).
- Subekti, M. R. A., Rahajoe, A. D., & Mandyartha, E. P. (2024). Klasifikasi wajah kantuk menggunakan parameter wajah dengan algoritma Long Short Term Memory. Jurnal Informatika dan Sistem Informasi (JIFoSI), 5(2).