

**SadarIn: Sistem Deteksi Kantuk Berbasis MediaPipe Holistic untuk
Peningkatan Keselamatan Berkendara dan Operasional Industri**



Disusun oleh:

1. Josua Michael E. S. (103092400006)
2. M. Zainul Karohman (103092400065)
3. M. Yusril Malakaini (103092400022)
4. Muhammad Jiwa (103092400069)
5. Daffa Alramadhansyah P. I. (103092400084)

S1 TEKNOLOGI INFORMASI

FAKULTAS INFORMATIKA

UNIVERSITAS TELKOM

2025

DAFTAR ISI

Abstrak	1
1. Latar Belakang Ide.....	1
2. Tujuan dan Sasaran.....	2
3. Konsep Solusi	2
4. Desain dan Prototipe Solusi	4
5. Analisis Dampak dan Manfaat.....	8
5.a. Dampak positif yang diharapkan.....	8
5.b. Manfaat spesifik bagi masyarakat dan industri	9
6. Penutup	9
6.a. Kesimpulan	9
6.b. Harapan	10
7. Daftar Pustaka	10
Lampiran Video.....	11

Abstrak

Dalam sektor transportasi logistik dan industri, performa dan kewaspadaan operator alat berat serta sopir kendaraan angkutan barang adalah faktor penting bagi keselamatan dan kelancaran operasi. Kelelahan yang tidak terdeteksi dapat berujung pada kecelakaan fatal, downtime produksi, dan kerugian material yang signifikan. Proposal ini mengusulkan pengembangan aplikasi sadarIn, sebuah aplikasi pendeteksi kantuk berbasis *artificial intelligence* (AI) yang memanfaatkan MediaPipe Holistic untuk visual kondisi kewaspadaan pengguna secara real-time.

Sistem bekerja dengan memonitor landmark wajah dan pose kepala dari tangkapan video kamera, diawali dengan proses kalibrasi awal untuk mencatat nilai baseline Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) pengguna dalam kondisi normal. Selanjutnya, sistem menganalisis metrik visual berbasis perilaku mata dan kepala. Penutupan mata dan kedipan dianalisis menggunakan Eye Aspect Ratio (EAR) untuk memperoleh rasio keterbukaan mata, durasi kedip dan frekuensi kedip, sedangkan perilaku menguap dideteksi melalui Mouth Aspect Ratio (MAR). Perubahan kewaspadaan juga diamati melalui analisis pose kepala berdasarkan sudut pitch, yaw, dan roll untuk mendeteksi nodding serta deviasi postur kepala. MediaPipe Holistic dipilih karena efisiensinya dan kemampuannya mengekstraksi landmark wajah dan pose kepala secara real-time pada perangkat komputasi standar dengan akurasi yang memadai.

Apabila terdeteksi tanda-tanda kantuk yang melewati ambang batas, sistem akan mengaktifkan peringatan berupa suara atau notifikasi visual sebagai upaya peningkatan kewaspadaan pengguna. Aplikasi ini ditujukan terutama bagi pengemudi kendaraan dan operator alat berat sebagai sistem peringatan dini yang non-intrusif selama pemantauan, namun dapat memberikan intervensi berupa peringatan saat dibutuhkan.

Dengan integrasi teknologi *artificial intelligence* (AI) dan parameter biomedis yang valid, aplikasi sadarIn berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung penerapan infrastruktur industri yang cerdas dan aman. Penerapan sistem ini diharapkan dapat membantu menurunkan risiko kecelakaan serta mendorong terbentuknya budaya keselamatan yang berbasis pemantauan digital secara real-time.

1. Latar Belakang Ide

Keselamatan kerja dan keselamatan berlalu lintas merupakan isu krusial dalam sektor transportasi logistik dan industri. Pengemudi kendaraan angkutan barang serta operator alat berat dituntut untuk menjaga kewaspadaan tinggi dalam durasi kerja yang panjang dan kondisi operasional yang melelahkan. Namun dalam praktiknya, kelelahan dan kantuk masih menjadi salah satu faktor dominan penyebab kecelakaan kerja dan kecelakaan lalu lintas, yang berdampak pada hilangnya nyawa, kerugian material, serta terganggunya produktivitas industri.

Data kecelakaan lalu lintas di Indonesia menunjukkan bahwa faktor manusia merupakan penyebab dominan kecelakaan, dengan kontribusi mencapai sekitar 94,71 % dari total kejadian kecelakaan lalu lintas pada tahun 2023, yang mencakup perilaku pengemudi seperti kurangnya konsentrasi, kelelahan, dan kondisi mengantuk saat berkendara [1]. Pada lingkungan industri, kondisi serupa

juga dapat terjadi pada operator alat berat yang bekerja dalam sistem shift atau jam kerja panjang, di mana penurunan kewaspadaan sering tidak terdeteksi secara dini.

Upaya pencegahan kantuk saat ini umumnya masih bersifat konvensional, seperti pengawasan manual atau aturan jam kerja, yang belum mampu mendeteksi kondisi kantuk secara real-time dan objektif. Perkembangan *artificial intelligence* (AI), khususnya dalam bidang *computer vision* dan *machine learning*, membuka peluang untuk membangun sistem pemantauan kewaspadaan berbasis analisis visual yang non-intrusif dengan kemampuan deteksi real-time. Sejumlah penelitian menunjukkan efektivitas pendekatan ini dalam mendeteksi kantuk pengemudi secara akurat menggunakan data visual [2], [3], [4], [5].

2. Tujuan dan Sasaran

Tujuan dari pengembangan aplikasi adalah mengembangkan sistem pendeteksi kantuk berbasis *artificial intelligence* (AI) yang mampu memantau tingkat kewaspadaan operator secara real-time melalui analisis visual wajah dan pose kepala. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi gejala kelelahan dan memberikan peringatan adaptif, sehingga dapat meningkatkan kesadaran pengguna, mencegah kecelakaan akibat kelelahan, dan mendukung terwujudnya sistem transportasi dan industri yang lebih aman, efisien, dan berkelanjutan.

Sasaran dari pengembangan aplikasi ini meliputi:

1. **Pengemudi kendaraan angkutan barang** sebagai pengguna utama yang menerima peringatan dini untuk mengurangi risiko kecelakaan akibat kelelahan saat berkendara.
2. **Operator alat berat** sebagai pengguna utama yang kewaspadaannya dipantau selama aktivitas operasional guna mencegah kecelakaan kerja.
3. **Perusahaan atau logistik** sebagai entitas yang memperoleh manfaat dari peningkatan keselamatan kerja, penurunan risiko kecelakaan, serta penguatan budaya keselamatan berbasis teknologi digital.

3. Konsep Solusi

Sistem ini memanfaatkan teknologi *artificial intelligence* (AI) berbasis computer vision untuk memantau tingkat kewaspadaan pengguna secara real-time melalui analisis visual wajah dan pose kepala. Pendekatan ini memungkinkan deteksi kantuk dilakukan secara non-intrusif tanpa memerlukan sensor tambahan pada tubuh pengguna.

Secara konseptual, sistem AI pada aplikasi sadarIn bekerja dengan mengubah data visual mentah dari kamera menjadi informasi tingkat kewaspadaan pengguna melalui beberapa tahapan pemrosesan. Tahap awal adalah ekstraksi fitur visual menggunakan MediaPipe Holistic untuk memperoleh *landmark* wajah dan pose kepala secara real-time. Selanjutnya, sistem melakukan kalibrasi awal (*baseline calibration*) untuk tiap pengguna, dengan merekam nilai Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) dalam kondisi normal, nilai baseline ini kemudian digunakan sebagai acuan saat menganalisis fitur fisiologis yang telah tervalidasi untuk merepresentasikan

kondisi mata, mulut, dan posisi kepala pengguna [6], [7], [8]. Tahap akhir adalah pengambilan keputusan berbasis aturan (*rule-based decision*) yang mengombinasikan hasil dari beberapa parameter secara bersamaan untuk menentukan kondisi kewaspadaan pengguna. Parameter-parameter tersebut dianalisis untuk mengidentifikasi tanda-tanda kantuk, meliputi:

1. Eye Aspect Ratio (EAR)
 - a. Mengukur tingkat keterbukaan mata secara geometris berdasarkan jarak antar landmark kelopak mata.
 - b. Ambang batas $EAR < 0,26$ selama ≥ 15 frame dianggap sebagai mata tertutup [4].
 - c. EAR digunakan untuk memantau keterbukaan mata, serta untuk menentukan durasi kedip dan frekuensi kedip [4].
 - d. Frekuensi kedipan < 10 kedipan per menit menandakan kondisi mengantuk, > 10 kedipan per menit menandakan kondisi normal [2].
2. Mouth Aspect Ratio (MAR)
 - a. Digunakan untuk mendeteksi perilaku menguap.
 - b. Ambang batas $MAR > 0,05$ selama ≥ 20 frame menunjukkan aksi menguap, yang merupakan indikator kantuk [4].
3. Head Pose Analysis
 - a. Mengukur sudut pitch, yaw, dan roll kepala untuk mendeteksi nodding atau deviasi postur.
 - b. Ambang batas untuk mendeteksi kantuk ringan : pitch $\sim 12^{\circ}$ – 20° [3]
 - c. Ambang batas untuk deviasi postur signifikan : yaw $> 20^{\circ}$, pitch $> 21^{\circ}$, roll $> 20,5^{\circ}$ [3].

Tabel 1. Nilai ambang batas untuk parameter

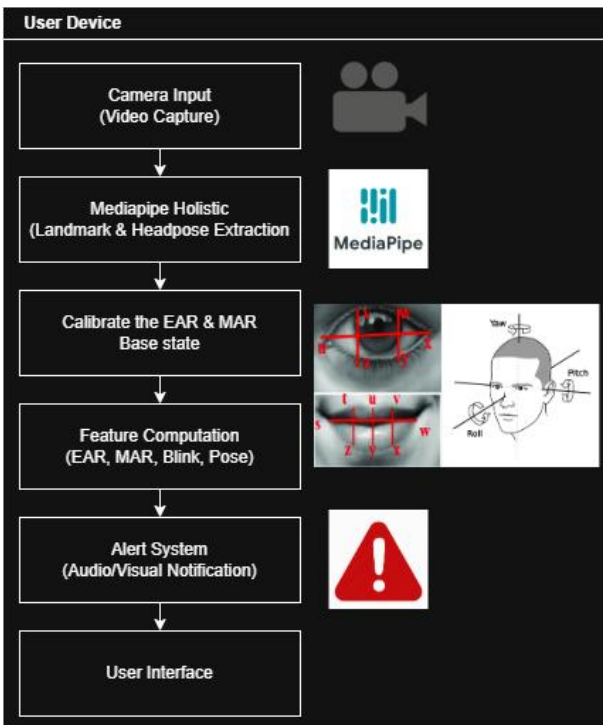
Parameter	Tujuan	Ambang batas
Eye aspect ratio (EAR)	Mendeteksi keterbukaan mata	$EAR < 0,26$ selama ≥ 15 frame (kantuk) $EAR < 0,1$ (tertutup/kedip)
Blink frequency	Mengukur tingkat kewaspadaan	< 10 kedipan/menit (kantuk) ≥ 10 kedipan/menit (normal)
Mouth aspect ratio (MAR)	Mendeteksi keterbukaan mulut	$MAR > 0.05$ selama ≥ 20 frame
Head pose (pitch)	Mendeteksi nodding ringan	$12^{\circ} \geq \text{pitch} \leq 20^{\circ}$
Head pose (yaw, pitch, roll)	Mendeteksi deviasi postur kepala yang signifikan	$\text{yaw} > 20^{\circ} \wedge \text{pitch} > 21^{\circ} \wedge \text{roll} > 20.5^{\circ}$

Ketika parameter-parameter tersebut melewati ambang batas yang ditentukan, sistem secara otomatis mengaktifkan peringatan berupa suara dan notifikasi visual untuk meningkatkan kewaspadaan pengguna. Sistem ini non-intrusif, dirancang agar tetap dapat memantau pengguna secara real-time tanpa mengganggu aktivitas operasional, namun tetap memberikan intervensi ketika deteksi kantuk terjadi.

Dengan integrasi teknologi AI dan parameter fisiologis yang tervalidasi, aplikasi sadarIn berpotensi menjadi solusi inovatif dalam mendukung penerapan infrastruktur industri yang cerdas dan aman. Implementasi sistem ini diharapkan dapat menurunkan risiko kecelakaan serta mendorong terbentuknya budaya keselamatan berbasis pemantauan digital secara real-time.

4. Desain dan Prototipe Solusi

4.a. Diagram Arsitektur Sistem



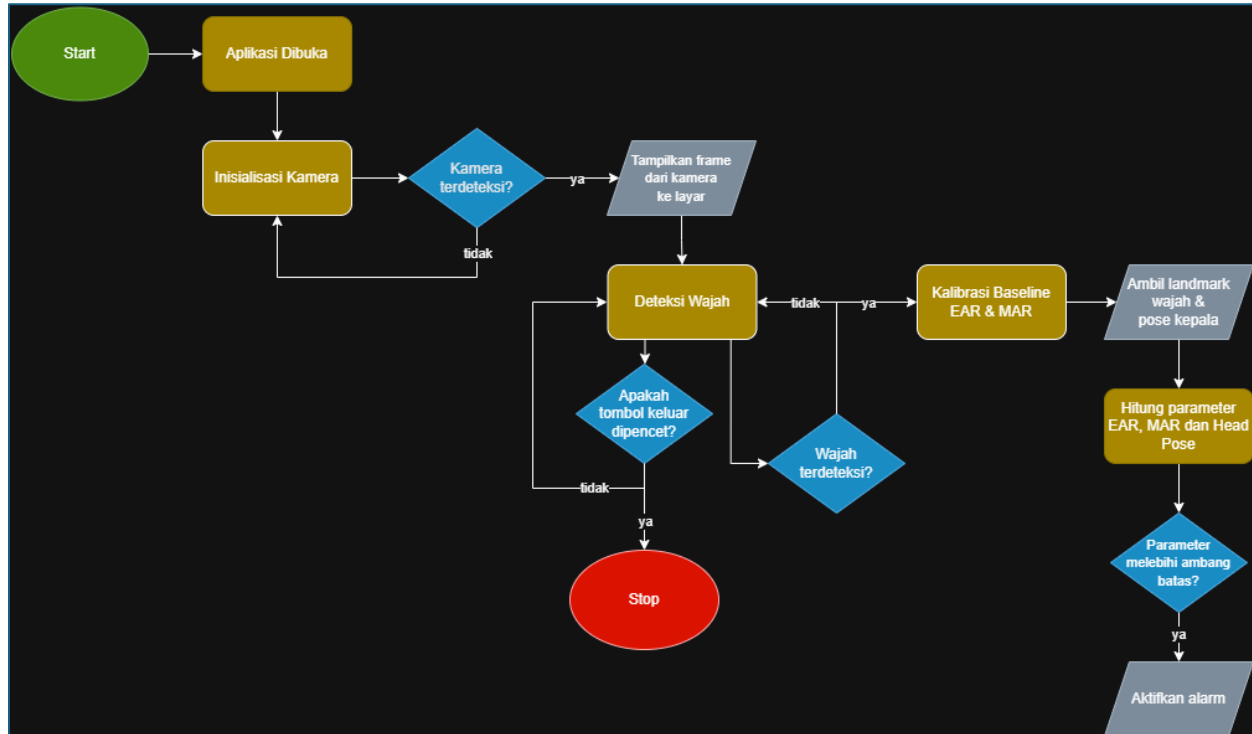
Gambar 1. Diagram Arsitektur Sistem

Diagram arsitektur sistem pada Gambar 1 menunjukkan susunan komponen serta alur pemrosesan data pada aplikasi deteksi kantuk yang dijalankan pada perangkat pengguna. Seluruh proses dilakukan secara lokal tanpa ketergantungan pada server eksternal. Berikut penjelasan prosesnya:

1. Proses diawali dari Camera Input (Video Capture), di mana kamera perangkat digunakan untuk menangkap video wajah pengguna secara real-time. Video ini kemudian diteruskan ke modul MediaPipe Holistic yang berfungsi untuk mengekstraksi landmark wajah dan informasi pose kepala. Tahap ini menghasilkan titik-titik koordinat penting pada area mata, mulut, serta orientasi kepala pengguna.
2. Sebelum melakukan pemantauan, sistem melakukan kalibrasi awal dengan merekam nilai EAR dan MAR pengguna dalam kondisi normal. Nilai baseline ini menjadi acuan untuk mendeteksi parameter EAR dan MAR yang akan digunakan untuk perhitungan.
3. Landmark yang diperoleh selanjutnya diproses pada tahap Feature Computation, yaitu perhitungan parameter seperti EAR, MAR dan pose kepala. Perhitungan ini dilakukan secara berulang pada setiap frame untuk memantau kondisi kewaspadaan pengguna secara kontinu.
4. Hasil perhitungan fitur tersebut menjadi dasar dalam pengambilan keputusan pada sistem. Apabila parameter yang dihasilkan menunjukkan indikasi kantuk atau penurunan kewaspadaan, maka sistem akan mengaktifkan sistem peringatan. Peringatan diberikan dalam bentuk notifikasi audio maupun visual sebagai respons terhadap kondisi tersebut.

5. Seluruh informasi hasil pemantauan serta peringatan yang dihasilkan kemudian ditampilkan melalui antarmuka pengguna (UI), sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi kewaspadaannya secara langsung dan real-time.

4.b. Flowchart



Gambar 2. Flowchart Aplikasi sadarIn

Aplikasi dimulai dengan proses inisialisasi kamera. Setelah kamera berhasil terdeteksi, sistem mengambil frame secara real-time dan menampilkan ke layar. Selanjutnya, sistem melakukan deteksi wajah untuk memastikan pengguna berada di depan kamera. Apabila wajah berhasil terdeteksi, sistem terlebih dahulu menjalankan proses kalibrasi awal. Pada tahap ini, pengguna diminta untuk berada pada kondisi normal selama beberapa detik guna memperoleh nilai dasar (baseline) dari parameter yang digunakan, seperti EAR dan MAR. Nilai baseline ini digunakan sebagai acuan untuk menyesuaikan ambang batas deteksi sesuai dengan karakteristik wajah pengguna. Lalu, sistem mengambil *landmark* wajah dan pose kepala. Data tersebut kemudian digunakan untuk menghitung parameter yang dibutuhkan, yaitu EAR, MAR dan posisi kepala. Nilai dari parameter ini dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditentukan untuk menentukan kondisi pengguna. Jika parameter menunjukkan indikasi kantuk, sistem akan mengaktifkan alarm sebagai peringatan. Proses ini berjalan secara berulang hingga pengguna menutup aplikasi.

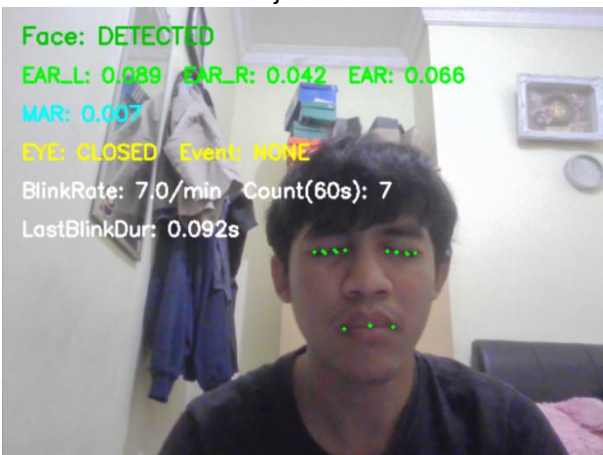
4.c. Mockup Aplikasi



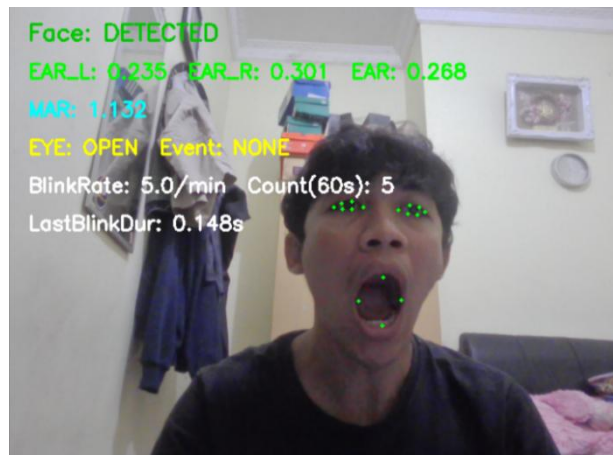
Gambar 3.1. Wajah belum terdeteksi



Gambar 3.2. Mata terbuka



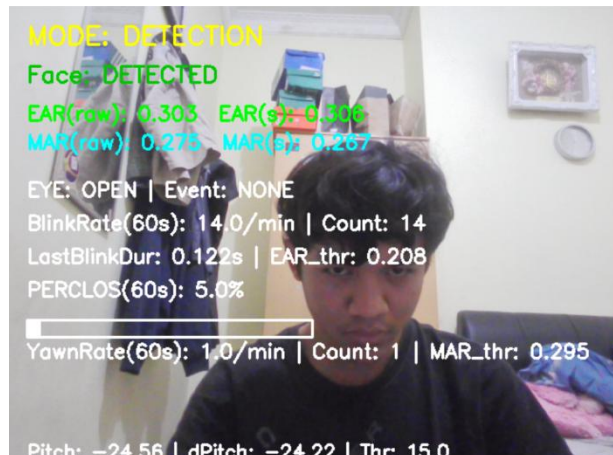
Gambar 3.3. Mata tertutup



Gambar 3.4. Mulut terbuka



Gambar 3.5. Deteksi menguap



Gambar 3.6. Pitch Kepala

Berikut merupakan mockup aplikasi deteksi kantuk berbasis computer vision yang dirancang menggunakan MediaPipe Holistic. Pada Gambar 3.1, ditunjukkan kondisi ketika sistem belum mendeteksi wajah, sehingga menampilkan status “Face: NOT DETECTED”. Ketika wajah berhasil terdeteksi, sistem akan menampilkan landmark wajah serta parameter yang digunakan, seperti EAR,

MAR, dan status mata. Hal ini ditunjukkan pada gambar 3.2, di mana sistem menampilkan kondisi mata terbuka yang ditandai dengan log “EYE: OPEN”. Sebaliknya, jika mata tertutup, sistem akan menampilkan status “EYE: CLOSED” seperti pada gambar 3.3

Selain itu, sistem juga mampu mendeteksi aktivitas menguap melalui analisis nilai MAR. Pada gambar 3.4, terlihat bahwa ketika mulut terbuka lebar, nilai MAR meningkat secara signifikan sehingga sistem dapat mengidentifikasi kondisi menguap sebagai indikator tambahan dari kelelahan atau mengantuk.

Selanjutnya, pada Gambar 3.5 menunjukkan kondisi ketika sistem berhasil mendeteksi menguap melalui analisis nilai MAR, yang ditandai dengan perubahan status “EVENT: YAWN DETECTED”. Adapun pada gambar 3.6, sistem menampilkan hasil analisis pose kepala berupa pitch, yang digunakan untuk mendeteksi kepala yang menunduk sebagai salah satu tanda kantuk.

4.d. Deskripsi Prototipe

Prototipe aplikasi pendeteksi kantuk aplikasi sadarIn telah dikembangkan sebagai aplikasi desktop berbasis Python, memanfaatkan pustaka OpenCV untuk penangkapan video dan pemrosesan gambar, serta MediaPipe Holistic sebagai alat utama untuk ekstraksi landmark wajah dan pose.

Spesifikasi teknis prototipe:

- Platform: Aplikasi desktop (Windows/macOS/Linux).
- Bahasa Pemrograman: Python 3.11
- Pustaka Utama: OpenCV, MediaPipe, NumPy, SciPy, Pygame, PyInstaller
- Input Perangkat: Webcam internal atau eksternal dengan resolusi disarankan 1920x1080 piksel.

Alur dan Mekanisme Prototipe:

1. Inisialisasi dan Kalibrasi:

Saat dijalankan, aplikasi akan mengaktifkan kamera dan meminta pengguna untuk duduk dalam posisi normal (mata terbuka, menghadap kamera) selama 10 detik. Pada fase ini, sistem menghitung nilai baseline Eye Aspect Ratio (EAR) dan Mouth Aspect Ratio (MAR) rata-rata pengguna. Nilai baseline ini digunakan untuk menyesuaikan ambang batas deteksi secara personal, meningkatkan akurasi.

2. Pemrosesan Real-Time, setiap frame video diproses secara berurutan:

- a. Deteksi Landmark: Frame dikirim ke model MediaPipe Holistic yang menghasilkan landmark wajah, beberapa titik pose kepala.
- b. Ekstraksi Fitur: Koordinat titik-titik spesifik (misalnya, titik di sekitar mata dan mulut) diekstraksi untuk dihitung:
 - i. EAR dari 6 titik di sekeliling setiap mata.
 - ii. MAR dari 6 titik di sekeliling mulut.
 - iii. Sudut Pose Kepala (Pitch, Yaw, Roll) menggunakan algoritma Perspective-n-Point (PnP) dengan membandingkan landmark wajah 3D dengan posisi 2D pada gambar.

3. Analisis dan Logika Deteksi, hasil perhitungan fitur di setiap frame dibandingkan dengan ambang batas yang telah ditetapkan (lihat Tabel 1). Sistem menerapkan frame counting untuk menghindari false positive:

- a. Kantuk akibat mata terpejam dinyatakan positif jika $EAR < 0.26$ berturut-turut selama minimal 15 frame.
 - b. Menguap dinyatakan positif jika $MAR > 0.05$ berturut-turut selama minimal 20 frame.
 - c. Peringatan untuk head pose diaktifkan jika sudut pitch menunjukkan nodding melebihi 20° atau deviasi kepala (yaw/roll) melebihi $\pm 20^\circ$ dalam durasi tertentu.
4. **Sistem Peringatan**, jika satu atau lebih indikator terpicu, prototipe akan mengaktifkan peringatan:
 - a. Visual: Tampilan layar akan berubah warna (misalnya, border menjadi merah dan indikator parameter (EAR, MAR, sudut pose kepala) yang melanggar akan aktif.
 - b. Audio: Suara berfrekuensi tinggi atau pesan suara singkat akan diputar melalui speaker perangkat untuk meningkatkan kewaspadaan pengguna.
5. **Antarmuka Pengguna (UI)**: UI prototipe dirancang informatif dan minimalis. Menampilkan:
 - a. Feed video kamera real-time dengan overlay landmark wajah dan pose (dapat dinonaktifkan).
 - b. Panel informasi yang menampilkan nilai numerik EAR, MAR, dan sudut kepala secara live.
 - c. Status log (contoh: "EYE: OPEN", "FACE : DETECTED", "EVENT: YAWN DETECTED").
 - d. Counter untuk durasi kantuk dan jumlah peringatan yang telah diberikan.
 - e. Tombol toggle untuk mengaktifkan/nonaktifkan face mesh, body pose, dan suara alarm.

Keterbatasan Prototipe Saat Ini:

- Bergantung pada kondisi pencahayaan yang memadai untuk akurasi deteksi landmark yang optimal.
- Sistem tidak bekerja dengan baik jika pengguna mengenakan aksesoris seperti kacamata hitam tebal atau masker yang menutupi area mulut.
- Belum terintegrasi dengan sistem logging atau pelaporan ke cloud untuk pemantauan jarak jauh oleh supervisor.

Prototipe ini berfungsi sebagai bukti konsep yang valid, menunjukkan kelayakan deteksi kantuk berbasis visi komputer dengan perangkat komputasi biasa. Pengembangan selanjutnya akan difokuskan pada optimasi kinerja, pengujian dalam lingkungan simulasi yang lebih riil, dan pengemasan ke dalam bentuk aplikasi yang lebih siap distribusi.

5. Analisis Dampak dan Manfaat

5.a. Dampak positif yang diharapkan

Implementasi aplikasi sadarIn, sebuah sistem pendeteksi kantuk berbasis *artificial intelligence* (AI) dan computer vision, diharapkan memberikan dampak positif yang signifikan pada aspek sosial, ekonomi, dan pengembangan teknologi.

Dari aspek keselamatan dan sosial, sistem ini memungkinkan deteksi dini kondisi kantuk dan penurunan kewaspadaan melalui analisis perilaku visual pengguna secara real-time. Pemberian peringatan suara dan notifikasi visual ketika indikator kantuk melewati ambang batas berpotensi

mencegah terjadinya kecelakaan kerja maupun kecelakaan lalu lintas akibat faktor *human error* akibat kelelahan. Dengan demikian, risiko cedera, kehilangan nyawa, dan dampak sosial lain yang ditimbulkan oleh kecelakaan dapat ditekan secara signifikan.

Dari aspek ekonomi, berkurangnya insiden kecelakaan berdampak langsung pada penurunan kerugian material, biaya perbaikan kendaraan atau alat berat, biaya kesehatan, serta kehilangan waktu operasional (*downtime*). Selain itu, peningkatan kewaspadaan operator selama bekerja berpotensi meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional perusahaan di sektor transportasi logistik dan industri.

Dari aspek teknologi, pengembangan sistem ini mendorong penerapan *artificial intelligence* (AI) dan *computer vision* sebagai bagian dari sistem keselamatan kerja modern. Pemanfaatan teknologi berbasis kamera yang bersifat non-intrusif memungkinkan sistem diimplementasikan tanpa mengganggu aktivitas pengguna, serta membuka peluang integrasi lebih lanjut dengan ekosistem industri cerdas (*smart industry*) dan sistem transportasi digital di masa depan.

5.b. Manfaat spesifik bagi masyarakat dan industri

Bagi masyarakat umum, khususnya pengguna jalan, penerapan sistem pendeteksi kantuk ini berpotensi meningkatkan keselamatan berlalu lintas dengan menurunkan risiko kecelakaan yang disebabkan oleh pengemudi mengantuk. Dampak jangka panjangnya adalah terciptanya lingkungan lalu lintas yang lebih aman serta meningkatnya rasa aman di ruang publik.

Bagi industri transportasi dan sektor alat berat, aplikasi sadarIn berfungsi sebagai sistem peringatan dini dan pendukung keselamatan kerja yang mampu memantau kondisi kewaspadaan operator secara real-time. Hal ini memungkinkan perusahaan menerapkan pendekatan keselamatan yang lebih preventif, bukan hanya reaktif setelah kecelakaan terjadi. Selain itu, sistem ini dapat membantu perusahaan dalam meningkatkan standar keselamatan operasional, mendukung kepatuhan terhadap regulasi keselamatan kerja, serta membangun budaya kerja yang lebih sadar akan pentingnya kewaspadaan, kesehatan, dan keselamatan operator.

6. Penutup

6.a. Kesimpulan

Dari pengembangan prototipe aplikasi sadarIn dalam kegiatan hackathon ini, dapat disimpulkan bahwa pendekatan berbasis computer vision menggunakan MediaPipe Holistic merupakan metode yang layak dan cukup efektif untuk deteksi tanda-tanda kantuk secara real-time. Prototipe yang berhasil dibangun telah membuktikan kemampuan sistem dalam:

1. Mendeteksi parameter fisiologis seperti penutupan mata (EAR), menguap (MAR), dan perubahan posisi kepala dengan akurasi yang memadai dalam kondisi terkontrol, dengan didahului oleh proses kalibrasi awal untuk menyesuaikan ambang batas deteksi berdasarkan karakteristik wajah individu.
2. Memberikan respons peringatan yang tepat saat indikator kantuk terdeteksi melebihi ambang batas yang telah dikalibrasi.

Meskipun prototipe ini masih memiliki keterbatasan dalam hal akurasi di berbagai kondisi pencahayaan dan sudut pengambilan gambar, konsep dasar yang diimplementasikan termasuk alur kerja deteksi yang dikalibrasi secara personal telah valid secara teknis dan menunjukkan potensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

6.b. Harapan

Sebagai hasil dari partisipasi dalam kegiatan ini, tim berharap:

1. Prototipe dapat menjadi bukti konsep yang berguna untuk diskusi lebih lanjut mengenai implementasi teknologi computer vision dalam sistem keselamatan.
2. Dapat dilakukan pengujian lebih mendalam dengan melibatkan lebih banyak variasi pengguna dan kondisi lingkungan untuk mengidentifikasi area perbaikan.
3. Kode dan metodologi yang telah dikembangkan dapat menjadi referensi dasar bagi pengembang lain yang tertarik mengembangkan solusi serupa.
4. Konsep ini mendapat umpan balik konstruktif dari para ahli dan praktisi industri untuk penyempurnaan di masa mendatang.

Tim menyadari bahwa pengembangan dalam waktu terbatas seperti hackathon hanya mampu menghasilkan prototipe awal. Namun, hasil ini diharapkan dapat menjadi langkah awal yang berarti menuju solusi deteksi kantuk yang lebih matang dan andal di masa depan.

7. Daftar Pustaka

- [1] Korps Lalu Lintas Kepolisian Negara Republik Indonesia, Laporan Kecelakaan Lalu Lintas, Pusat Informasi Kriminal Nasional (PUSIKNAS), 2023. [Online]. Available: https://pusiknas.polri.go.id/web_pusiknas/laporan/1720498002331.pdf [Accessed Jan, 10 2026].
- [2] F. Safarov, F. Akhmedov, A. B. Abdusalomov, R. Nasimov, dan Y. I. Cho, "Real-Time Deep Learning-Based Drowsiness Detection: Leveraging Computer Vision and Eye-Blink Analyses for Enhanced Road Safety," *Sensors*, vol. 23, no. 14, p. 6459, 2023, doi: [10.3390/s23146459](https://doi.org/10.3390/s23146459).
- [3] M. Ye, W. Zhang, P. Cao, dan K. Liu, "Driver Fatigue Detection Based on Residual Channel Attention Network and Head Pose Estimation," *Applied Sciences*, vol. 11, no. 19, p. 9195, 2021, doi: [10.3390/app11199195](https://doi.org/10.3390/app11199195).
- [4] G. S. S. Shankara Chari and J. A. Prashant, "Real-time driver drowsiness detection based on integrative approach of deep learning and machine learning model," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 39, no. 1, pp. 592–602, doi: [10.11591/ijeecs.v39.i1.pp592-602](https://doi.org/10.11591/ijeecs.v39.i1.pp592-602).
- [5] Y. Shang, M. Yang, J. Cui, L. Cui, Z. Huang, dan X. Li, "Driver Emotion and Fatigue State Detection Based on Time Series Fusion," *Electronics*, vol. 12, no. 1, p. 26, 2023, doi: [10.3390/electronics12010026](https://doi.org/10.3390/electronics12010026).

- [6] A. G. Sawant, S. S. Kamble, R. S. Kanade, R. N. Kanugo, T. A. Kapse, dan K. A. Bhapse, “A Real-Time Driver Drowsiness Detection System Using MediaPipe and Eye Aspect Ratio,” arXiv preprint arXiv:2511.13618, 2025, [doi: 10.48550/arXiv.2511.13618](https://doi.org/10.48550/arXiv.2511.13618).
- [7] S. Sugeng dan T. N. Nizar, “Deteksi aktivitas mata, mulut dan kemiringan kepala sebagai fitur untuk deteksi kantuk pada pengendara mobil,” *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, vol. 12, no. 1, pp. 83–91, May 2023, [doi: 10.34010/komputika.v12i1.9688](https://doi.org/10.34010/komputika.v12i1.9688).
- [8] S. Baul, M. R. Rana, N. J. Trisna, dan F. B. Alam, “Development of a Real-time Driver’s Drowsiness Detection System Using MediaPipe Face Mesh,” *International Journal of Engineering and Manufacturing*, vol. 15, no. 5, pp. 46–57, 2025, [doi: 10.5815/ijem.2025.05.04](https://doi.org/10.5815/ijem.2025.05.04).

Lampiran Video:

<https://youtu.be/CKMsNHwD93k?si=6vbuN7xiXTyIGCkF>