

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian alat yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pendeteksi kantuk berhasil dirancang dan diimplementasikan dengan menggabungkan metode *fisiologis* berupa deteksi detak jantung menggunakan sensor *MAX30102* dan metode perilaku berupa analisis *Eye Aspect Ratio* (EAR) dan *Mouth Aspect Ratio* (MAR). Sistem ini mampu bekerja secara *real-time* dalam mendeteksi kondisi kantuk pengemudi.
2. Sensor *MAX30102* yang diintegrasikan dalam bentuk gelang mampu memantau detak jantung pengemudi secara nirkabel dengan rata-rata tingkat *error* sebesar 7,27% dibandingkan *oximeter*, sehingga masih berada dalam batas toleransi untuk aplikasi monitoring *non-medis*.
3. Sistem deteksi visual berbasis *EAR* dan *MAR* yang dikombinasikan dengan kamera *night vision* mampu mendeteksi tanda-tanda kantuk seperti mata tertutup dan menguap, serta tetap berfungsi dengan baik pada kondisi minim cahaya atau malam hari.
4. Penggunaan *vibration motor* sebagai peringatan dini terbukti efektif dalam memberikan respons terhadap kondisi *microsleep*, yang ditunjukkan melalui kombinasi *alarm* suara, getaran pada pergelangan tangan, serta notifikasi berbasis *IoT* secara *real-time*.

V.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk pengembangan lebih lanjut, antara lain:

1. Penambahan metode atau parameter lain, seperti sensor gerakan kepala (*gyroscope*) atau analisis perilaku berkendara, untuk meningkatkan akurasi sistem deteksi kantuk.
2. Optimalisasi algoritma deteksi *EAR* dan *MAR* agar lebih adaptif terhadap berbagai kondisi pencahayaan dan posisi wajah.
3. Pengembangan sistem berbasis *machine learning* atau *artificial intelligence (AI)* untuk meningkatkan kemampuan klasifikasi tingkat kantuk secara lebih akurat.
4. Desain alat dapat dibuat lebih ergonomis dan *compact* agar lebih nyaman digunakan dalam jangka waktu lama, khususnya pada penggunaan di kendaraan umum seperti bus atau truk.
5. Integrasi lebih lanjut dengan sistem kendaraan, seperti sistem keselamatan kendaraan (*ADAS*), agar dapat memberikan respon otomatis, misalnya memperlambat kendaraan saat pengemudi terdeteksi mengantuk.
6. Pengujian alat dapat diperluas dengan jumlah responden yang lebih banyak serta kondisi berkendara yang lebih variatif untuk mendapatkan hasil yang lebih valid dan representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda. B.P.2025. *rancang bangun alat pendeteksi kantuk pengemudi dengan metode hybrid measures*. Skripsi. Tegal : Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan
- Babalola dkk., 2022. *The Performance of the STM32 Microcontroller and MAX30102 for Remote Health Monitoring Device Design*. Journal of Digital Innovations & Contemporary Research in Science, Engineering & Technology, Vol 10 (3), pp. 51–68. <https://doi.org/10.22624/AIMS/DIGITAL/V10N1P4>
- Bajaj dkk., 2023. *Performance analysis of hybrid model to detect driver drowsiness at early stage*. International Journal of Applied Science and Engineering, Vol 20 (3), pp. 010. [https://doi.org/10.6703/IJASE.202309_20\(3\).010](https://doi.org/10.6703/IJASE.202309_20(3).010)
- Bratha, W.G.E.,2022. *Literature Review Komponen Sistem Informasi Manajemen: Software, Database Dan Brainware*. Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi, Vol 3 (3),pp. 344-360. <https://doi.org/10.31933/jemsi.v3i3>
- Djuandi, Feri.2011. Pengenalan Arduino. *E-book*. [www. tobuku](http://www.tobuku.com), 1–24. <http://www.tobuku.com/docs/Arduino-Pengenalan.pdf>
- Fatmawaty dkk.,2020. *Faktor Manusia dan Kendaraan terhadap Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Makassar Tahun 2019-2021*. Ilmu Kesehatan Masyarakat. Vol 2 (1), 245. <https://kitamenulis.id/2020/10/09/ilmu-kesehatan-masyarakat/>
- Firmansyah, D., dan Dede.,2022. *Teknik Pengambilan Sampel Umum dalam Metodologi*. Jurnal Ilmiah Pendidikan Holistik (JIPH), Vol 1 (2), pp. 85–114.
- Florez dkk.,2024. *A Real-Time Embedded System for Driver Drowsiness Detection Based on Visual Analysis of the Eyes and Mouth Using Convolutional Neural Network and Mouth Aspect Ratio*. Sensors, Vol 24 (19), 6261. <https://doi.org/10.3390/s24196261>
- Ivory dkk.,2021. *Review Penggunaan Sensor Suhu Terhadap Respon Pembacaan Skala Pada Inkubator Bayi*. Jurnal Teknik Elektro, Vol 10 (1), pp. 185–194.
- Kaida dkk.,2007. *Use of subjective and physiological indicators of sleepiness to predict performance during a vigilance task*. Industrial Health, Vol 45 (4), pp. 520–526. <https://doi.org/10.2486/indhealth.45.520>

- Kurniawan, Dendy., 2018, *Rancang Bangun Alat Musik Piano, Harpa, Marching Bell Digital Berbasis Arduino Menggunakan Cahaya Laser Dan Ldr* (Studi kasus: SMP NU 07 Brangsong). *Elkom: Jurnal Elektronika dan Komputer*, Vol 11 (1), pp. 9–19. <https://doi.org/10.51903/elkom.v11i1.110>
- Kuwahara dkk.,2022. *Eye fatigue estimation using blink detection based on Eye Aspect Ratio Mapping(EARM)*. *Cognitive Robotics*, Vol 2, pp. 50–59. <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2022.01.003>
- Mahachandra dkk.,2012. *Sensitivity of heart rate variability as indicator of driver sleepiness*. *Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference: Ergonomics Innovations Leveraging User Experience and Sustainability, SEANES 2012*, July. <https://doi.org/10.1109/SEANES.2012.6299577>
- Marshella dkk.,2024. *Prototype alat pendeteksi kantuk menggunakan sensor MAX30102 dan kamera dengan metode eye aspect ratio*. *JITEL (Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Elektronika, dan Listrik Tenaga)*, Vol 4 (1), pp. 45–56. <https://doi.org/10.35313/jitel.v4.i1.2024.45-56>
- Maslikah dkk.,2020. *Sistem Deteksi Kantuk Pada Pengendara Roda Empat Menggunakan Eye Blink Detection*. *Jurnal FORTECH*, Vol 1 (1), pp. 33–38. <https://journal.fortei7.org/index.php/fortech/article/view/221/185>
- Muliadi dkk.,2020. *Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32*. *Jurnal Media Elektrik*, Vol 17 (2), 2721–9100. <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Murzen, R.B. 2026. *Kantuk*. Alodokter. <https://www.alodokter.com/kantuk?>, [pada 11 Mei 2026]
- Payara, G.R., dan Tanone, R.,2018. *Penerapan Firebase Realtime Database Pada Prototype Aplikasi Pemesanan Makanan Berbasis Android*. *Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi*, Vol 4 (4), pp. 397–406. <https://journal.maranatha.edu/index.php/jutisi/article/view/1476>
- Putra dkk.,2018. *Komunikasi Data Bluetooth Untuk Perangkat Informasi Persebaran Ikan (Portable Virtual Assistant) Pada Kapal Nelayan Tradisional*. *Jurnal Teknologi Maritim*, Vol 1 (2), pp. 45–52. <https://doi.org/10.35991/jtm.v1i2.828>
- Qahar, A.N.,2018. *Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada*

- Anak Menggunakan Satu Sensor*, Skripsi. Yogyakarta : Universitas Islam Indonesia.
- Rachmawati, M. D.,2021. *Rancang Bangun Kamera Night Vision Auto Color Berbasis Raspberry Pi*. Skripsi. Sriwijaya : Politeknik Negeri Sriwijaya
- Richey, R.C., dan Klein, J.D.,2005. *Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice*. Journal of Computing in Higher Education, Vol 16 (2),pp. 23–38. <https://doi.org/10.1007/BF02961473>
- Ritish dkk.,2021, *Real Time Driver Drowsiness Detection System using OpenCV*. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, Vol 9 (VI), pp. 3254–3260. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.35811>
- Sabilla, R.Y., dan Yendri, D.,2021, *Sistem Monitoring Kondisi dan Posisi Pengemudi Berbasis Internet of things*. Chipset, Vol.2 (1), pp. 1–10. <https://doi.org/10.25077/chipset.2.01.1-10.2021>
- Sahayadhas dkk.,2012, *Detecting driver drowsiness based on sensors: A review*. Sensors (Switzerland), Vol.12 (12),pp. 16937–16953. <https://doi.org/10.3390/s121216937>
- Sefrina, L. R.,2021, *Dampak Pekerjaan Shift Malam Pada Kesehatan Pekerja*. Jurnal Gizi Kerja dan Produktivitas, Vol.2 (2),pp. 86–92. <https://www.academia.edu/download/113247292/8368.pdf>
- Subhaktiyasa, P.G.,2024, *Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan, Vol.9 (4),pp. 2721–2731.
- Syahrudin, A.N., dan Kurniawan, T.,2018, *Input dan Output pada Bahasa Pemrograman Python*. Jurnal Dasar Pemrograman Python STMIK, June 2018, pp. 1–7. <https://www.researchgate.net/publication/338385483>
- Webmedy. 2025. Ritme Sirkadian. <https://webmedy.com/blog/id/circadian-rhythm/> [pada 11 Mei 2026]
- Wiguna dkk.,2021, *Rancang Bangun dan Pengujian Battery Pack Lithium Ion*. Electrices, Vol.3 (1), pp. 28-33. <https://doi.org/10.32722/ees.v3i1.4030>
- Zaw, A. 2019. *GPS-GSM Based Location and Position Tracking System*. J. Myanmar

Acad. Arts Sci, Vol.17 (2B), pp. 1-14.
[http://www.maas.edu.mm/Research/Admin/pdf/13. U Aung Zaw Oo\(149-162\).pdf](http://www.maas.edu.mm/Research/Admin/pdf/13. U Aung Zaw Oo(149-162).pdf)