

Driver Drowsiness Bracelet Using Heart Rate Sensor and Arduino Uno

Lesmana Dwi Prayudha*, Uray Ristian, Hirzen Hasfani

Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

e-mail: *h1051211048@student.untan.ac.id, cristian@siskom.untan.ac.id,
hirzen.hasfani@siskom.untan.ac.id

Abstract

Traffic accidents are incidents on the road that result in material losses or fatalities, and approximately 69.7% of them are triggered by human error. One of the dominant factors is reduced alertness due to drowsiness, which can develop into microsleep—a brief loss of consciousness that often goes unnoticed by drivers. Since microsleep is associated with physiological changes such as a decrease in heart rate during the early phase before falling asleep, heart-rate signals serve as an important indicator for monitoring drowsiness. This study develops a driver drowsiness monitoring system based on a heart-rate sensor packaged in a wristband and controlled by an Arduino Uno. A pulse sensor operating on the Photoplethysmography (PPG) principle is used as the main input, while a signal-filtering mechanism is incorporated to reduce noise caused by hand movement, ensuring stable data quality. The system implementation successfully produced clean and consistent heart-rate signals that can be processed to identify drowsiness indicators without significant interference. Testing results show that the designed system is capable of monitoring heart-rate activity effectively and providing valid indicators of drowsy conditions. Overall, the device demonstrates strong potential as a practical solution to help prevent accidents caused by microsleep.

Keywords—Traffic Accidents, Drowsiness, Heart Rate, Pulse Sensor.

Abstrak

Kecelakaan lalu lintas merupakan peristiwa di jalan raya yang menimbulkan kerugian material maupun korban jiwa, dan sekitar 69,7% di antaranya dipicu oleh human error. Salah satu faktor dominan adalah hilangnya kewaspadaan akibat rasa kantuk yang dapat berkembang menjadi microsleep, yaitu kondisi hilang kesadaran sesaat yang sering tidak disadari pengemudi. Karena microsleep berkaitan dengan perubahan fisiologis seperti penurunan denyut jantung pada fase awal sebelum tertidur, sinyal denyut jantung menjadi indikator penting untuk memantau kondisi kantuk. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kantuk sopir berbasis sensor denyut jantung yang dikemas dalam bentuk gelang dan dikendalikan oleh Arduino Uno. Pulse sensor digunakan sebagai input utama dengan prinsip Photoplethysmography (PPG), sementara mekanisme penyaringan sinyal ditambahkan untuk mengurangi noise akibat pergerakan tangan sehingga kualitas data tetap stabil. Implementasi sistem berhasil menghasilkan sinyal denyut jantung yang bersih, konsisten, dan dapat diproses untuk mengidentifikasi indikasi kantuk tanpa gangguan berarti. Hasil pengujian membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu memonitor aktivitas jantung secara real-time serta memberikan indikator kondisi kantuk dengan valid. Secara keseluruhan, perangkat ini

menunjukkan potensi sebagai solusi praktis untuk membantu mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh *microsleep*.

Kata kunci— Kecelakaan Lalu Lintas, Rasa Kantuk, Denyut Jantung, Sensor Denyut Jantung.

1. PENDAHULUAN

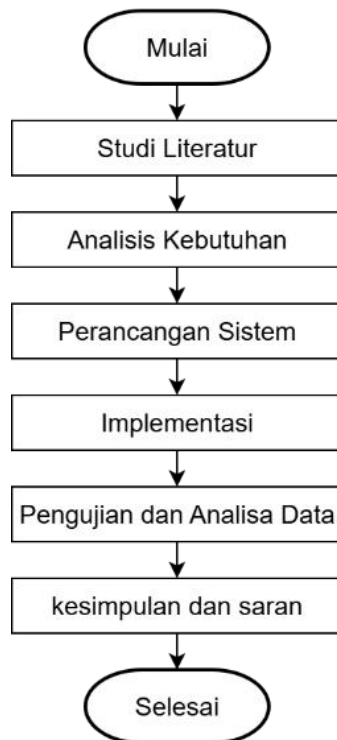
Kecelakaan lalu lintas adalah peristiwa di jalan raya yang melibatkan kendaraan dengan atau tanpa adanya pengguna jalan lain dan pada hasilnya dapat mengakibatkan korban ataupun kerugian lain [1]. Sebanyak 69,7% penyebab kecelakaan lalu lintas adalah faktor manusia atau *human error* [2], salah satu faktor *human error* tersebut adalah hilangnya kewaspadaan karena rasa kantuk [3]. Berdasarkan data Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), sekitar 60% kecelakaan kendaraan darat pada periode 2024 - 2025 disebabkan oleh faktor kelelahan saat mengemudi. Hilangnya fokus, kewaspadaan, dan kesadaran akibat *microsleep* mendasari hal tersebut. *Microsleep* merupakan keadaan dimana seseorang kehilangan kesadaran sesaat karena kelelahan atau rasa kantuk [4]. Selain faktor kurang tidur, aktivitas monoton seperti berkendara pada dasarnya juga dapat memicu terjadinya *microsleep* [4]. *Microsleep* terjadi dalam waktu yang singkat, sekitar 1 detik sampai dengan 2 menit, namun yang menjadi masalah adalah pengemudi seringkali tidak sadar jika dirinya mengalami kantuk dan berujung mengalami *microsleep* [4]. Meskipun *microsleep* dapat terjadi dalam hitungan detik setelah seseorang mulai mengantuk, *microsleep* tidak terjadi secara tiba-tiba.

Saat manusia mulai tertidur, tubuh melalui proses awal yang melibatkan penurunan detak jantung, pernapasan, dan relaksasi otot [5]. Kondisi tersebut mencerminkan penurunan aktivitas sistem tubuh, termasuk sistem peredaran darah, yang dapat diamati melalui sinyal fisiologis seperti denyut jantung [6]. Penelitian sebelumnya [7] membangun sistem alarm deteksi kantuk dengan *input pulse sensor* serta *output* berupa *seven segment* untuk menampilkan angka, sementara *buzzer* dan *led* digunakan sebagai alarm. Penelitian ini menunjukkan bagaimana *pulse sensor* dapat digunakan untuk mendeteksi kantuk dengan parameter statis. Meskipun pada penelitian tersebut hasil akhir alat memiliki kabel terlihat yang secara praktikal dapat mengganggu sopir. Kekurangan tersebut membuka peluang pengembangan lanjutan untuk menciptakan gelang pendeteksi kantuk yang ringkas dan bebas dari kabel terbuka, sehingga gelang pendeteksi kantuk dapat digunakan dengan minim hambatan.

Jantung adalah organ tubuh manusia yang memiliki fungsi untuk memompa dan mengalirkan darah ke seluruh bagian tubuh manusia. Denyut jantung adalah jumlah detak jantung dalam satu menit, atau biasa disebut dengan *Beat Per Minute* (BPM). Karena merupakan organ vital yang berperan penting dalam keseluruhan fungsi tubuh, denyut jantung dapat menjadi indikator kesehatan manusia [8]. *Heart pulse sensor* adalah perangkat *input* yang dapat membaca kondisi denyut jantung seseorang [9]. Penggunaan *pulse sensor* dapat menjadi opsi solutif sebagai alat untuk mendeteksi tanda-tanda awal kantuk melalui perubahan aktivitas jantung. *Heart Pulse sensor* umumnya diletakkan pada bagian ujung jari, telinga, ataupun pergelangan tangan. Hal ini dilakukan sebab pada titik-titik tersebut terdapat pembuluh darah yang cukup dekat ke permukaan kulit, memiliki sedikit rambut, memiliki kulit yang tipis, serta tidak terhalang oleh jaringan otot dan tulang. *Heart Pulse sensor* bekerja dengan prinsip *Photoplethysmography* (PPG) [6], yaitu mendeteksi perubahan intensitas cahaya akibat aliran darah. LED dipancarkan pada kulit, sebagian cahaya yang dipancarkan diserap oleh jaringan kulit dan darah, sedangkan sebagian lainnya ditangkap kembali oleh fotodiode pada sensor. Perubahan volume darah akibat kontraksi jantung menyebabkan intensitas cahaya yang diterima oleh sensor akan berubah. Namun karena berbasis cahaya, *pulse sensor* sensitif terhadap *noise* dan perubahan kondisi eksternal. Hal ini menjadi tantangan tersendiri dalam merealisasikan sistem pendeteksi kantuk yang optimal.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan mengadopsi dari penelitian-penelitian sebelumnya [10], [11], [12], [13], [14] melalui beberapa tahapan yang saling berkesinambungan, dimulai dari studi literatur untuk memperdalam pemahaman mengenai teori denyut jantung dan kantuk, serta referensi sistem serupa sebagai dasar pengembangan. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan untuk memetakan aspek perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan, kemudian disusun rancangan sistem yang mencakup desain *hardware* dan *software*. Rancangan tersebut diimplementasikan melalui perakitan komponen dan pemrograman mikrokontroler, lalu diuji untuk menilai efektivitas sistem dalam mendukung pemantauan kondisi kantuk sopir. Data hasil pengujian kemudian dianalisis dengan meninjau apakah sistem dapat mendeteksi kantuk. Tahap akhir penelitian menghasilkan kesimpulan yang menjawab tujuan penelitian serta memberikan saran sebagai dasar pengembangan lebih lanjut. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

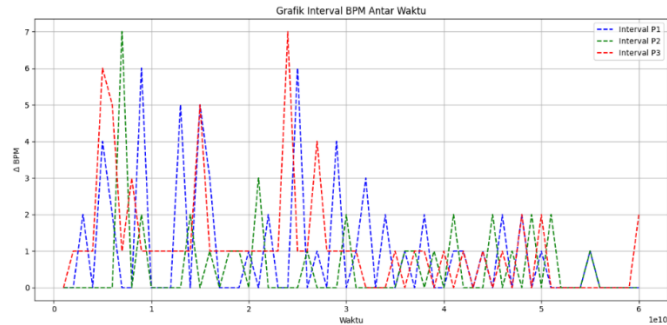
2.1 Kalibrasi Pulse Sensor

Jantung berfungsi untuk memompa darah ke seluruh tubuh manusia yang dapat dihitung dalam satu menit sebagai *Beat Per Minute* (BPM). Jantung dapat menjadi indikator kondisi manusia [8], termasuk kondisi kantuk saat fase tidur [15], ditandai dengan penurunan *rest BPM* di bawah 60 BPM ataupun pada kisaran 40-50 BPM [16]. Penurunan BPM saat mengantuk bersifat individual dan dapat bervariasi pada tiap orang, sehingga batas statis di bawah 60 BPM digunakan sebagai parameter untuk mendeteksi kantuk secara umum [7].

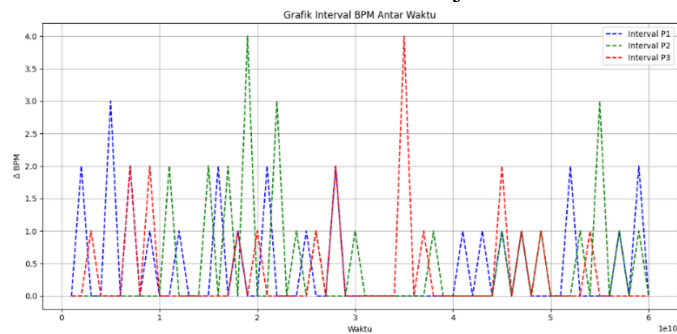
Karena berbasis PPG (cahaya), *pulse sensor* sangat sensitive terhadap lingkungan sekitar, yang memungkinkan munculnya perubahan data ekstrim (naik maupun turun). Perubahan dapat disebabkan oleh pergerakan tangan pengguna yang tiba-tiba, misalnya gerakan menyetir dalam kondisi tertentu. Hal ini mengharuskan uji coba untuk melihat lonjakan denyut jantung normal menggunakan alat pengukur denyut jantung konvensional. Selanjutnya data lonjakan digunakan untuk menjadi filter bagi *pulse sensor* sehingga dapat menyaring data ekstrim yang didapatkan.

Percobaan dilakukan dengan menggunakan *oximeter*. Percobaan dilakukan untuk melihat perubahan denyut jantung pada tiga kondisi, diam, lengan bergerak gerak, dan lengan diam-

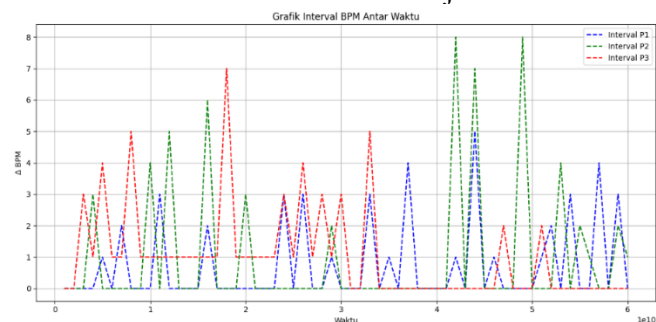
bergerak tiap 10 detik. Percobaan dilakukan pada tiga subjek berbeda, untuk menambahkan variabilitas mengingat denyut jantung bersifat subjektif. Denyut yang terdeteksi selanjutnya dibandingkan dengan denyut pada n sebelumnya untuk melihat interval antara denyut. Hasil interval percobaan empiris dapat dilihat pada grafik pada Gambar 2, 3, dan 4. Pada grafik, P1 menyatakan interval Percobaan 1 (kondisi full diam), P2 menyatakan interval Percobaan 2 (kondisi lengan bergerak-gerak), dan P3 menyatakan interval Percobaan 3 (kondisi diam-bergerak tiap 10 detik).



Gambar 2 Grafik Interval Subjek 1



Gambar 3 Grafik Interval Subjek 2



Gambar 4 Grafik Interval Subjek 3

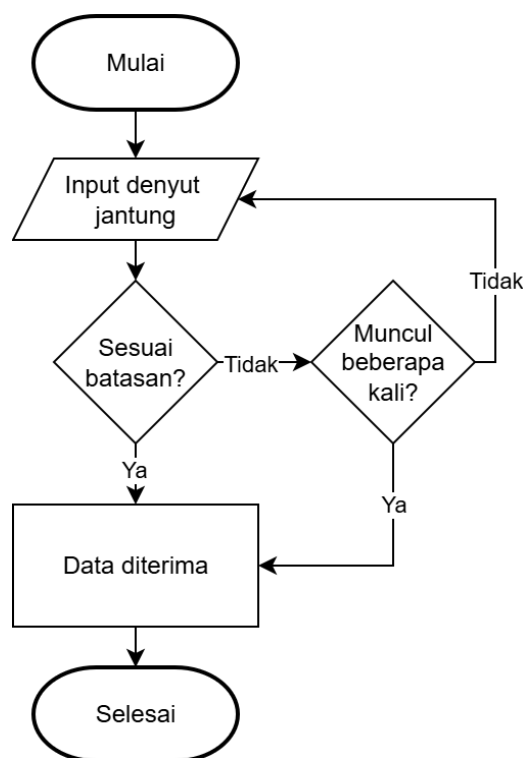
Hasil pengujian yang dilakukan pada tiga subjek disajikan dalam Tabel 1. Dari keseluruhan pengujian, tercatat perubahan denyut jantung tertinggi adalah 8 bpm, namun hanya terjadi pada 1 subjek saja. Terdapat pula perubahan 5 hingga 7 BPM pada Subjek 1 dan Subjek 3, namun lonjakan tersebut sangat jarang terjadi.

Tabel 1 Hasil Pengujian Denyut Jantung 3 Subjek

Pengujian	Perubahan Denyut Jantung							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Subjek 1	49	17	4	3	2	3	2	-
Subjek 2	27	14	3	2	-	-	-	-
Subjek 3	28	12	12	6	2	1	1	1
Total	104	43	19	11	4	4	3	1

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 1, lonjakan dengan frekuensi tinggi pada semua subjek adalah 3 BPM. Data perubahan ini dijadikan landasan batas perubahan normal. Namun melihat adanya perubahan denyut yang tinggi (melebihi batas 3 BPM), menandakan kemungkinan terjadinya lonjakan di atas ambang batas, sehingga jika lonjakan terjadi dan data tetap ada pada angka tersebut, maka data dianggap valid (bukan *noise* yang hanya sekali muncul).

Dengan adanya perkiraan ambang lonjakan denyut jantung yang wajar, data yang diterima oleh *pulse sensor* tidak akan diterima secara mentah. Dalam penanganan kasus kantuk, hal ini penting supaya tidak terjadi deteksi palsu yang disebabkan oleh data *noise*. Data yang diterima akan dibandingkan terlebih dahulu apakah melonjak sangat jauh dari data denyut jantung sebelumnya (data sementara yang disimpan oleh Arduino berdasarkan denyut terakhir), jika data masih sesuai maka akan diterima. Namun sebaliknya, jika data melonjak jauh melebihi 3 BPM, akan dilihat apakah data tersebut muncul berulang atau tidak, jika iya maka data akan diterima. Diagram alir penyaringan data dapat dilihat pada Gambar 5.

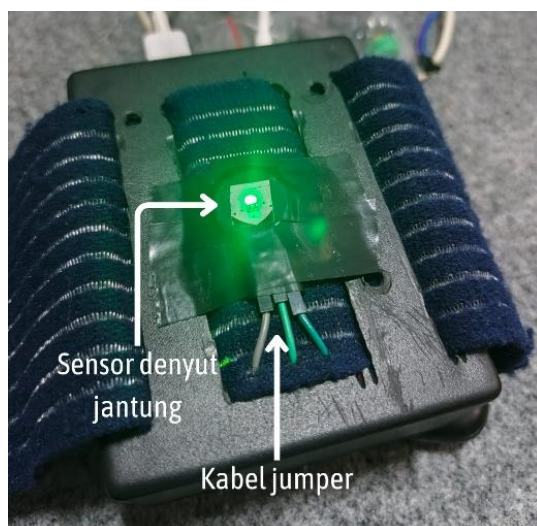


Gambar 5 Diagram Alir Penyaringan Data Denyut

2.2 Gelang Sopir

Seluruh perangkat keras dikemas dalam bentuk gelang untuk memudahkan penggunaan dan melindungi perangkat dari guncangan. Seluruh sistem dikendalikan oleh Arduino Uno yang berperan sebagai mikrokontroler. Mikrokontroler merupakan chip komputasi untuk mengendalikan perangkat dan sistem elektronik [17]. Arduino Uno diletakkan di dalam kotak, sedangkan *pulse sensor* diletakkan pada bagian bawah, sehingga dapat kontak fisik dengan sopir. LCD diletakkan menghadap ke atas sebagai *output* informasi denyut jantung sopir, sementara *powerbank* digunakan sebagai *power supply* gelang pendeteksi kantuk.

Dengan memanfaatkan *black box*, keseluruhan perangkat keras dapat dimuat dalam suatu alat praktis. Penggunaan kabel (yang terlihat) hanya berada pada kabel daya dan sedikit kabel *jumper* yang menghubungkan sensor ke Arduino. Hal ini ditujukan agar Penggunaan gelang sopir tidak menghambat aktivitas mengemudi akibat banyak kabel yang tidak terkemas. Implementasi gelang sopir dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Gelang Sopir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

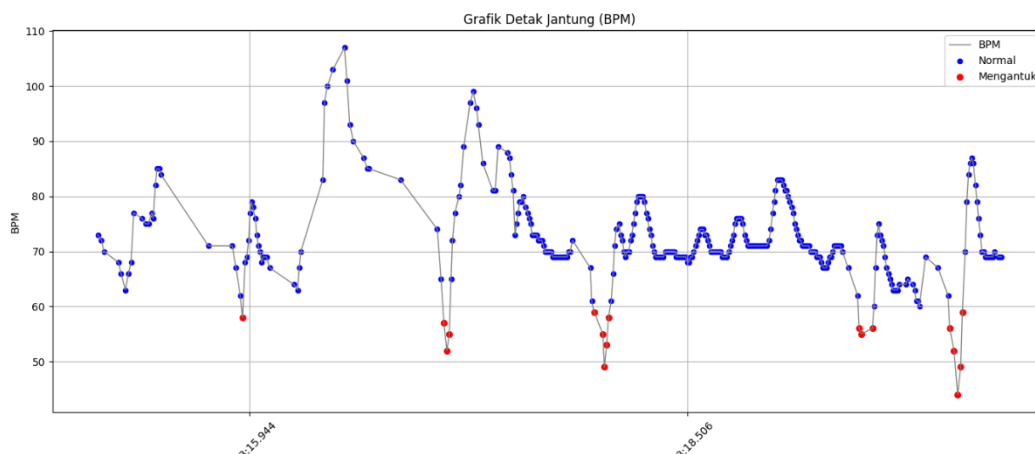
Pengujian dilakukan pada kendaraan roda empat dengan kecepatan stabil di 60 km/jam. Rute yang digunakan adalah Jalan Sungai Kakap Pontianak pada sekitar pukul 16.00 WIB, medan dan waktu yang dipilih memungkinkan pengujian minim hambatan sehingga tidak ada faktor lain seperti kemacetan di jalan. Selama perjalanan, pengujian dilakukan untuk melihat kinerja perangkat keras jika digunakan sambil mengemudi, dengan pencatatan denyut jantung dan kondisi kantuk sopir secara kontinu.



Gambar 7 Pengujian pada Sopir

3.1 Kondisi Sopir

Hasil pemantauan kondisi sopir menunjukkan pola yang secara umum berada pada angka denyut jantung normal dengan nilai BPM rata-rata berkisar antara 68–79, namun terdapat beberapa titik penurunan di bawah 60 BPM yang menandakan kondisi "mengantuk", ditandai dengan titik merah. Fase tersebut muncul beberapa kali seperti pada pukul 16:17 dan 16:23, lalu diikuti pemulihan cepat ke kondisi normal. Ada pula kondisi denyut jantung yang meningkat bahkan melebihi 100 BPM, namun masih memiliki pola kenaikan yang alami. Pola naik-turun terlihat alami tanpa lonjakan ekstrem menunjukkan pembacaan sensor yang stabil dengan adanya *filter* data dan penggunaan daya yang stabil pula. Secara keseluruhan, data memperlihatkan deteksi kantuk yang valid dan sistem pemantauan bekerja dengan baik dalam membedakan kondisi normal dan mengantuk. Grafik pencatatan denyut jantung selama pengujian ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Denyut Jantung Sopir

4. KESIMPULAN

Sistem deteksi kondisi kantuk sopir berbasis denyut jantung dan Arduino Uno berhasil diimplementasikan dengan hasil akhir perangkat keras berbentuk gelang tertutup. Penggunaan bentuk gelang yang tertutup memudahkan sopir dalam menggunakan alat pendeteksi kantuk. Meskipun masih dengan ukuran yang relatif besar akibat penggunaan Arduino Uno. Penggunaan *filter* lonjakan denyut jantung juga berhasil mencegah data *noise* yang muncul akibat pergerakan tangan sopir saat mengemudi.

Pengujian kondisi kantuk sopir menunjukkan bahwa sistem dapat membaca kondisi fisiologis sopir yang pada penelitian ini berada pada rentang denyut jantung normal, dengan rata-rata sekitar 68–79 BPM. Pada beberapa momen sistem mendeteksi penurunan denyut jantung di bawah 60 BPM yang mengindikasikan fase mengantuk, seperti pada pukul 16:17 dan 16:23, sebelum kembali pulih kembali ke nilai normal. Terdapat pula peningkatan denyut jantung hingga melewati 100 BPM, namun pola kenaikannya masih konsisten dan wajar. Variasi naik-turun BPM yang tetap stabil tanpa anomali ekstrem menunjukkan bahwa sensor bekerja dengan baik berkat proses penyaringan data dan suplai daya yang stabil. Secara keseluruhan, data mendukung bahwa sistem mampu mendeteksi kondisi mengantuk secara valid dan membedakannya dari kondisi normal.

5. SARAN

Terdapat beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya. Pertama, mencari alternatif mikrokontroler guna mengurangi ukuran alat, mengingat hasil implementasi gelang sopir masih cukup besar. Kedua, melakukan pengujian titik BPM kantuk yang akurat pada subjek tes, sebab pada penelitian ini batas kantuk sopir masih menggunakan parameter statis yang diperoleh dari penelitian-penelitian serupa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. A. Hedly and D. Z. Siahaan, "Analisis Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas di Kota Tanjung Pinang Kepulauan Riau," *Aufklarung J. Pendidikan, Sos. dan Hum.*, vol. 2, no. 3, pp. 200–214, 2022.
- [2] R. Y. Sabilla and D. Yendri, "Sistem Monitoring Kondisi dan Posisi Pengemudi Berbasis Internet of things," *Chipset*, vol. 2, no. 01, pp. 1–10, 2021, <https://doi.org/10.25077/chipset.2.01.1-10.2021>.

- [3] B. Mardikawati, D. O. Mulyaningtyas, and Y. Fitasari, "Analisis Kontribusi Human Error terhadap Kecelakaan Lalu Lintas di Bali : Pendekatan Mixed-Method dengan Desain Triangulasi Konvergen," vol. 12, no. 1, pp. 47–57, 2025, <https://doi.org/10.46447/ktj.v12i1.693>.
- [4] C. Aj. Saputra, D. Erwanto, and P. N. Rahayu, "Deteksi Kantuk Pengendara Roda Empat Menggunakan Haar Cascade Classifier Dan Convolutional Neural Network," *JEECOM J. Electr. Eng. Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2021, <https://doi.org/10.33650/jeeecom.v3i1.1510>.
- [5] National Sleep Foundation, "What Are the Sleep Stages? - National Sleep Foundation," National Sleep Foundation.
- [6] E. Nnaemeka Uchenna, A. Theophilus Leonard, O. Anthony Nnamdi, and O. Emmanuel Chiemezie, "Drowsy Driver Detection and Alert System using Pulse Sensor," vol. 9, pp. 37–46, 2020, <https://doi.org/10.9790/1813-0911023746>.
- [7] Y. Efendi, A. N. Putri, Rahmaddeni, and S. Imardi, "Prototype Alarm Deteksi Mata Kantuk Menggunakan," *J. Inf. Syst. Informatics Eng.*, vol. 4, no. 2, pp. 77–83, 2020, <https://doi.org/10.35145/joisie.v4i2.794>.
- [8] J. Dian, F. D. Silalahi, and N. D. Setiawan, "A Heartbeat Monitoring System To Detect Internet Of Things-Based Heart Health Levels Using Android," *JUPITER (Jurnal Penelit. Ilmu dan Teknol. Komputer)*, vol. 13, no. 2, pp. 69–75, 2021, <https://doi.org/10.5281/3669.jupiter.2021.10>.
- [9] R. Widadi and S. Indriyanto, "Telemonitoring Denyut Jantung dan Suhu Tubuh Terintegrasi Android Smartphone Berbasis Internet of Things (IoT)," vol. 16, no. 1, 2022, <https://doi.org/10.23960/elc.v16n1.2232>.
- [10] O. Kafriandeni, C. Suhery, K. Sari, and A. Malik, "Control and Monitoring System for Lighting on Dragon Fruit Plants," *J. Media Inf. Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 103–132, 2025, <https://doi.org/10.69616/mit.v2i2.238>.
- [11] O. A. Dhewa and A. P. Aji, "Chicken Cage Incubator Cooling Control System Using Fuzzy Logic," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 17–30, 2024, <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.177>.
- [12] J. Manurung, A. Setiawan, and M. C. Untoro, "Identification of Fatigue from Facial Expressions Using Transfer Learning," *Media Comput. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–16, 2024, <https://doi.org/10.69616/mcs.v1i1.180>.
- [13] F. Adiba, I. Fitriani, M. T. Naufal, and A. Husna, "Diabetemate: Food Suitability System for Diabetes Patients Based on Fuzzy Logic," *J. Heal. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 9–18, 2025, <https://doi.org/10.69616/johati.v1i1.227>.
- [14] L. Surimi, Y. Sulistiawati, R. A. Saputra, and A. Tenriawaru, "Integration of Forward Chaining and Bayes' Theorem in Expert System Development for Malnutrition Diagnosis," *J. Heal. Innov. Technol.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–50, 2025, <https://doi.org/10.69616/johati.v1i1.242>.
- [15] J. V. Summer and D. A. Singh, "What Is a Normal Sleeping Heart Rate?," [Sleepfoundation.org](https://www.sleepfoundation.org).
- [16] M. Tollsen and D. J. Zhang, "What Is a Normal Sleeping Heart Rate?," [Amerisleep](https://www.amerisleep.com).
- [17] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Rahmanto, and S. Samsugi, "Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *J. Tek. dan Sist. Komput.*, vol. 1, no. 2, pp. 59–66, 2020, <https://doi.org/10.33365/jtikom.v1i2.210>.



© 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).