

# IMPLEMENTASI SISTEM PERINGATAN KANTUK HIBRIDA BERBASIS NIGHT VISION UNTUK PENINGKATAN KESADARAN KESELAMATAN PENGEMUDI BUS MALAM DI BANDUNG

**Bayu Saputra<sup>1</sup>, Rifano<sup>2</sup>, Raka Pratindy<sup>3</sup>, Arief Novianto<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan, Jl. Perintis Kemerdekaan No.17, Slerok, Kec. Tegal Timur, Kota Tegal, Jawa Tengah 52125 Indonesia  
e-mail: [1bayusap778@gmail.com](mailto:1bayusap778@gmail.com), [2rifano1504@pktj.ac.id](mailto:2rifano1504@pktj.ac.id), [3raka@pktj.ac.id](mailto:3raka@pktj.ac.id),  
[4ariefnovianto@pktj.ac.id](mailto:4ariefnovianto@pktj.ac.id)

Received 16-april-2026; Reviewed 16-mei-2026; Accepted 23-mei-2026  
Journal Homepage: <http://ktj.pktj.ac.id/index.php/ktj>  
DOI: 10.46447/jat.v4i1.789

## Abstract

Driver drowsiness remains a leading cause of road accidents, particularly among night bus operators. This community service program (PKM) aimed to transfer and implement a hybrid drowsiness detection technology integrating physiological monitoring (heart rate via MAX30102) and behavioral analysis (EAR & MAR with night vision camera) to enhance road safety practices. The program followed a participatory action approach involving 35 drivers and 5 pool managers from Damri Bandung. Activities included needs assessment, safety socialization, hands-on training, supervised field testing, and post-intervention evaluation. Results showed a significant increase in drowsiness risk knowledge from 54.2% to 82.6% ( $p < 0.05$ ), a technology acceptance rate of 88.5%, and a 63% increase in compliance with rest-stop protocols. The hybrid device achieved an average heart rate error of 7.27% and maintained detection accuracy under low-light conditions (0 lux). Community participation was strengthened through the establishment of a driver safety cadre and a maintenance manual. This program demonstrates that technology transfer, when combined with structured training and community engagement, can significantly improve occupational safety practices in night transportation.

**Keywords:** driver drowsiness, hybrid detection, night vision, road safety management, community empowerment, technology transfer

## Abstrak

Kantuk pengemudi merupakan penyebab utama kecelakaan lalu lintas, khususnya pada pengemudi bus malam. Program pengabdian kepada masyarakat (PKM) ini bertujuan melakukan transfer dan implementasi teknologi pendeteksi kantuk hibrida

Bayu Saputra<sup>1</sup>, Rifano<sup>2</sup>, Raka Pratindy<sup>3</sup>, Arief Novianto<sup>4</sup>

yang mengintegrasikan pemantauan fisiologis (detak jantung via MAX30102) dan analisis perilaku (EAR & MAR dengan kamera night vision) untuk meningkatkan praktik keselamatan jalan. Program menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan 35 pengemudi dan 5 pengelola pool Damri Cabang Bandung. Tahapan kegiatan meliputi asesmen kebutuhan, sosialisasi bahaya *microsleep*, pelatihan penggunaan alat, uji terapan terbimbing, dan evaluasi pasca-intervensi. Hasil menunjukkan peningkatan signifikan pengetahuan risiko kantuk dari 54,2% menjadi 82,6% ( $p < 0,05$ ), tingkat penerimaan teknologi sebesar 88,5%, dan peningkatan kepatuhan protokol istirahat sebesar 63%. Alat hibrida menghasilkan rata-rata error detak jantung 7,27% dan tetap akurat pada kondisi minim cahaya (0 lux). Partisipasi masyarakat diperkuat melalui pembentukan kader keselamatan pengemudi dan penyusunan modul perawatan. Program ini membuktikan bahwa alih teknologi yang dipadukan dengan pelatihan terstruktur dan pendampingan komunitas dapat meningkatkan praktik keselamatan kerja pada transportasi malam secara terukur.

**Kata kunci:** kantuk pengemudi, deteksi hibrida, night vision, manajemen keselamatan jalan, pemberdayaan masyarakat, transfer teknologi

## PENDAHULUAN

Tingginya mobilitas transportasi darat di Indonesia berbanding lurus dengan risiko kecelakaan lalu lintas. Data Kepolisian Republik Indonesia menunjukkan bahwa >95% kecelakaan disebabkan oleh *human error*, dengan kantuk dan kelelahan pengemudi sebagai kontributor dominan pada operasional malam hari. Kondisi fisiologis ini memicu penurunan kewaspadaan, memperlambat refleks, dan berpotensi menyebabkan *microsleep*, terutama pada pengemudi bus malam yang bekerja melintasi koridor panjang dengan jadwal istirahat tidak terstruktur. Berbagai sistem pendeteksi kantuk telah dikembangkan, namun sebagian besar bersifat eksperimental dan belum teruji dalam konteks pemberdayaan masyarakat. Sistem berbasis visual sering gagal pada malam hari, sementara sistem fisiologis rentan gangguan gerakan dan belum diintegrasikan dengan mekanisme pelatihan perubahan perilaku. Hasil asesmen kebutuhan awal (FGD dengan 15 pengemudi Damri Bandung, Maret 2024) mengungkap bahwa 78% pengemudi belum memahami tanda-tanda dini *microsleep*, dan 82% menyatakan beban administratif serta jadwal dinas padat menghambat penerapan protokol istirahat mandiri. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya pendekatan holistik yang menggabungkan alih teknologi tepat guna, edukasi keselamatan, dan pendampingan lapangan. Program PKM ini bertujuan untuk: (1) mensosialisasikan dan melatih pengemudi bus malam mengenai risiko kantuk serta penggunaan alat deteksi hibrida, (2) menguji efektivitas teknologi *hybrid measures* berbasis kamera *night vision* dan sensor detak jantung dalam kondisi operasional nyata, (3) mengukur dampak program terhadap pengetahuan keselamatan, kepatuhan istirahat, dan penerimaan teknologi, serta (4) merancang skema keberlanjutan program melalui pembentukan kader keselamatan dan protokol pemeliharaan alat. Program ini selaras dengan cakupan Manajemen Keselamatan Jalan dan Rekayasa Teknologi Otomotif Terapan,

serta mengadopsi kerangka *Technology Acceptance Model* (TAM) dan *Safety Climate Theory* sebagai landasan perubahan perilaku.

## METODE PELAKSANAAN

Program dilaksanakan di Pool Damri Cabang Bandung dan wilayah operasional rute Cibiru–Leuwi Panjang, selama 4 bulan (April–Juli 2024). Peserta program meliputi 35 pengemudi bus malam (usia 25–58 tahun) dan 5 staf manajemen pool. Metode yang digunakan adalah *Participatory Community Development* dengan tahapan:

- **Asesmen Kebutuhan & Koordinasi Mitra:** Survei awal, FGD, dan penandatanganan surat izin kerja sama dengan manajemen pool dan Koperasi Pengemudi.
- **Sosialisasi & Pelatihan:** Penyuluhan bahaya *microsleep*, ergonomi pengemudi, dan workshop penggunaan alat (pemasangan gelang BPM, kalibrasi kamera, respons alarm getar/suara, serta prosedur menepi aman).
- **Uji Terapan & Pendampingan:** Pemasangan alat pada 15 unit bus. Tim PKM mendampingi penggunaan selama 3 minggu, mencatat respons pengemudi, dan melakukan *troubleshooting* teknis.
- **Evaluasi & Keberlanjutan:** Post-test, pengisian kuesioner penerimaan teknologi, analisis kepatuhan istirahat, dan penyusunan modul perawatan serta pembentukan kader *safety officer*.

## Instrumen & Analisis Data

Instrumen penelitian ini terdiri atas kuesioner pre-test dan post-test guna mengukur tingkat pengetahuan keselamatan (20 butir soal, validitas  $\alpha=0,82$ ), instrumen *System Usability Scale* (SUS), lembar observasi kepatuhan waktu istirahat, serta parameter teknis perangkat yang mencakup BPM, EAR, MAR, dan lux. Analisis data dilakukan dengan menerapkan uji *t* berpasangan melalui perangkat lunak SPSS v26 untuk mengevaluasi signifikansi perbedaan nilai sebelum dan sesudah intervensi, serta menggunakan teknik analisis deskriptif kualitatif guna menelaah umpan balik dari para pemangku kepentingan. Seluruh rangkaian kegiatan ini telah mendapatkan persetujuan etik dari institusi terkait serta izin resmi pemanfaatan data dari mitra lapangan yang bersangkutan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Partisipasi dan Pelaksanaan Kegiatan

Program diikuti oleh 35 pengemudi (tingkat kehadiran 91,4%). Sosialisasi dihadiri manajemen pool, perwakilan Koperasi Pengemudi, dan dinas perhubungan setempat. Sebanyak 15 unit bus dilengkapi alat hibrida, dan 3 pengemudi terpilih sebagai pilot user untuk pendampingan intensif. Kegiatan berlangsung interaktif

dengan simulasi kondisi kantuk dan praktik respons terhadap peringatan. Dokumentasi kegiatan mencakup sesi pelatihan, uji coba pemasangan, dan diskusi kelompok terpumpun (FGD).

## Dampak terhadap Pengetahuan dan Perilaku Keselamatan

**Tabel 1.** Perbandingan Dampak Intervensi PKM terhadap Pengetahuan dan Perilaku Keselamatan Pengemudi Bus Malam

Indikator	Sebelum (%)	Sesudah (%)	p-value
Pengetahuan risiko kantuk	54,2	82,6	<0,001
Pemahaman tanda <i>microsleep</i>	48,7	79,1	<0,001
Kepatuhan istirahat 15 min/2 jam	31,4	94,3	<0,001
Penerimaan teknologi (SUS $\geq 68$ )	–	88,5	–

Analisis data Tabel 1 menunjukkan bahwa intervensi Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) menghasilkan peningkatan yang sangat signifikan ( $p < 0,001$ ) pada seluruh indikator pengetahuan dan perilaku keselamatan pengemudi. Pengetahuan risiko kantuk meningkat drastis dari 54,2% menjadi 82,6%, sementara pemahaman pengemudi terhadap tanda-tanda dini *microsleep* hampir dua kali lipat, dari 48,7% menjadi 79,1%. Peningkatan terbesar terlihat pada aspek perilaku, di mana tingkat kepatuhan pengemudi terhadap protokol istirahat (15 menit per 2 jam mengemudi) melonjak dari 31,4% menjadi 94,3% setelah intervensi. Selain itu, tingkat penerimaan teknologi hibrida ini mencapai 88,5% berdasarkan skor *System Usability Scale* (SUS)  $\geq 68$ , mengindikasikan bahwa alat ini dianggap bermanfaat dan mudah digunakan oleh para pengguna di lapangan.

Kenaikan parameter yang signifikan ini menegaskan efektivitas integrasi antara pendekatan edukatif dan demonstrasi teknologi tepat guna. Berdasarkan testimoni subjek, peringatan berbasis getaran pada pergelangan tangan dinilai lebih ergonomis dan tidak mendistruksi dibandingkan alarm auditif bervolume tinggi, sehingga memicu respons mitigasi menepi yang lebih responsif dan selaras dengan standar operasional keselamatan.

## Validasi Teknis pada Kondisi Operasional Riil

Berdasarkan validasi operasional selama uji terapan:

Bayu Saputra<sup>1</sup>, Rifano<sup>2</sup>, Raka Pratindy<sup>3</sup>, Arief Novianto<sup>4</sup>

- Sensor MAX30102: rata-rata error 7,27% terhadap oximeter referensi, masih dalam toleransi aplikasi peringatan dini.
- Kamera night vision: tetap mendeteksi EAR <0,25 dan MAR >0,43 pada kondisi 0 lux (malam hari).
- Batasan: deteksi menurun jika sudut *pitch* kepala >40° atau pada area bangunan padat yang mengganggu sinyal GPS. Solusi sementara: penyesuaian posisi kamera dan integrasi *dead reckoning* pada pembaruan berikutnya.

Parameter teknis ini diposisikan sebagai *enabler* mitigasi risiko secara preventif, melampaui sekadar instrumentasi teknis. Sinergi antara alih teknologi dan pelatihan terstruktur terbukti berhasil mentransformasi persepsi subjek, dari anggapan sebagai mekanisme pengawasan otoritatif menjadi asisten keselamatan yang komprehensif.

### **Dampak Keselamatan dan Respon Pengguna**

Selama fase pendampingan intensif selama tiga minggu, sistem hibrida berhasil mengidentifikasi 12 insiden *microsleep* secara akurat. Respons mitigasi terhadap deteksi tersebut dilakukan secara efektif melalui langkah antisipasi mandiri; sebanyak 10 pengemudi memutuskan untuk segera menepi guna beristirahat sejenak, sementara 2 kasus lainnya diselesaikan melalui mekanisme pergantian pengemudi sesuai regulasi operasional pool. Implementasi teknologi tepat guna ini berkontribusi signifikan terhadap tercapainya kondisi *zero accident*, dengan nihilnya laporan kecelakaan maupun insiden *near-miss* yang dipicu oleh faktor kelelahan pada koridor rute uji coba.

Pihak manajemen Damri telah menyatakan komitmen strategis untuk mengadopsi teknologi ini ke dalam kerangka standar manajemen keselamatan (K3) operasional pasca-evaluasi komprehensif. Dari perspektif pengguna, sistem ini memperoleh apresiasi positif karena dinilai sebagai instrumen bantuan yang ergonomis tanpa menimbulkan distraksi berlebih. Salah satu pengemudi memberikan testimoni: "*Getaran di tangan langsung mengingatkan saya untuk berhenti, tanpa membuat panik. Ini seperti teman yang menjaga keselamatan*".

Dalam kurun waktu 3 minggu pendampingan lapangan, tercatat 12 kejadian *microsleep* yang berhasil terdeteksi oleh perangkat. Seluruh temuan tersebut ditindaklanjuti secara preventif: 10 pengemudi melakukan prosedur menepi dan istirahat singkat, sedangkan 2 kasus lainnya ditangani melalui pergantian personel sesuai prosedur tetap pool. Tidak ditemukan adanya laporan kecelakaan atau kondisi *near-miss* akibat faktor kantuk pada rute yang telah terintegrasi dengan alat deteksi hibrida. Manajemen Damri menyatakan kesiapan untuk mengintegrasikan teknologi ini ke dalam standar keselamatan kerja perusahaan setelah melalui tahapan evaluasi jangka panjang.

### **Skema Keberlanjutan Program**

Guna menjamin kontinuitas manfaat, program PKM ini telah menghasilkan luaran strategis berupa: (a) Modul Perawatan dan *Troubleshooting* Perangkat, (b) pembentukan 5 kader *safety officer* yang kompeten, (c) kesepakatan MoU awal untuk perluasan uji coba pada 10 unit armada tambahan, serta (d) rekomendasi integrasi sistem ke dalam manajemen keselamatan kerja perusahaan. Keberlanjutan inisiatif ini didukung melalui komitmen alokasi anggaran pemeliharaan internal, penyelenggaraan pelatihan periodik setiap enam bulan, serta penguatan kolaborasi dengan Dinas Perhubungan dalam kampanye keselamatan transportasi malam hari.

## **SIMPULAN**

Program PKM ini telah berhasil melaksanakan transfer teknologi serta implementasi sistem deteksi kantuk hibrida yang mengintegrasikan kamera *night vision* dan pemantauan fisiologis bagi komunitas pengemudi bus malam. Melalui pendekatan partisipatif, program ini terbukti mampu meningkatkan pengetahuan keselamatan sebesar 28,4%, kepatuhan terhadap protokol istirahat sebesar 62,9%, dengan tingkat penerimaan teknologi mencapai 88,5%. Perangkat ini menunjukkan keandalan operasional pada kondisi minim cahaya dan memberikan peringatan dini yang responsif tanpa mengganggu kenyamanan mengemudi. Adapun keterbatasan utama sistem terletak pada degradasi visibilitas wajah pada sudut kepala ekstrem serta dependensi konektivitas internet untuk notifikasi IoT. Sebagai langkah pengembangan ke depan, disarankan adanya penambahan sensor *gyroscope* untuk kompensasi anomali sudut kepala, integrasi algoritma *machine learning* guna mereduksi *false alarm*, serta adopsi kebijakan korporasi yang mewajibkan penggunaan perangkat sebagai standar K3 pengemudi malam. Program ini memberikan kontribusi signifikan terhadap Manajemen Keselamatan Jalan dan Rekayasa Teknologi Otomotif Terapan melalui model pemberdayaan yang terukur serta berkelanjutan.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis menyampaikan apresiasi dan terima kasih kepada Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan atas penyediaan dukungan fasilitas serta pendanaan program. Penghargaan khusus ditujukan kepada manajemen Pool Damri Cabang Bandung, Koperasi Pengemudi, Dinas Perhubungan setempat, serta 35 pengemudi bus malam yang telah berpartisipasi aktif selama tahapan sosialisasi, pelatihan, dan uji terapan. Terima kasih juga disampaikan kepada tim pendamping lapangan serta kader *safety officer* yang telah berkomitmen dalam mendukung aspek keberlanjutan program ini.

## **Daftar Pustaka**

Arifin, I., A Rauf, B., & Ahmad, A. (2023). Inovasi Melalui Desain: Model R&D Yang Diperbarui Dengan Metode Perancangan Desain Grafis Pada Konteks

Pengembangan Buku Ajar Yang Kreatif. *Efektor*, 10(2), 196–206.  
<https://doi.org/10.29407/e.v10i2.20341>

- Bajaj, J. S., Kumar, N., & Kaushal, R. K. (2023). Performance analysis of hybrid model to detect driver drowsiness at early stage. *International Journal of Applied Science and Engineering*, 20(3), 1–13. [https://doi.org/10.6703/IJASE.202309\\_20\(3\).010](https://doi.org/10.6703/IJASE.202309_20(3).010)
- Brooke, J. (1996). SUS: A quick and dirty usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, & I. L. Weerdmeester (Eds.), *Usability evaluation in industry* (pp. 189–194). CRC Press.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Erlangga, M. E. S. R., & Misbah, M. (2025). Stress And Anxiety Monitoring System For Early Detection Of Mental Health Using Iot Based Biomedic Sensors And Deep Neural Networks. *Elkom: Jurnal Elektronika Dan Komputer*, 18(1), 309–317. <https://doi.org/10.51903/qhr95646>
- Ilmadina, H. Z., Apriliani, D., & Wibowo, D. S. (2022). Deteksi pengemudi mengantuk dengan kombinasi Haar Cascade Classifier dan Support Vector Machine. *Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.30591/jpit.v7i1.3346>
- Kementerian Perhubungan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman Keselamatan Pengemudi Angkutan Umum*. Direktorat Jenderal Perhubungan Darat.
- Mardikawati, B., Mulyaningtyas, D. O., & Fitasari, Y. (2025). Analisis Kontribusi Human Error terhadap Kecelakaan Lalu Lintas di Bali: Pendekatan Mixed-Method dengan Desain Triangulasi Konvergen. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 12(1), 47–57. <https://doi.org/10.46447/ktj.v12i1.693>
- Mudi Hafli, T., Widari, L. A., Anjani, M., & Fahmi, M. (2021). Pengaruh Geometrik Jalan Raya Terhadap Pengurangan Rasio Kecelakaan Lalu Lintas. *Malikussaleh Journal of Mechanical Science and Technology*, 5(2), 44. <https://doi.org/10.29103/mjmst.v5i2.6488>
- Setiawan, M. R., & Rustam, M. R. (2025). Analisis Faktor Human Error dalam Kecelakaan Lalu Lintas dan Pertanggungjawaban Hukumnya. *Decisio: Law Journal*, 2(2), 48–52. <https://doi.org/10.52249/decisio.v2i2.33>
- Siregar, T. (2023). Stages of Research and Development Model Research and Development. *DIROSAT: Journal of Education, Social Sciences & Humanities*, 1(4), 142–158. <https://doi.org/10.58355/dirosat.v1i4.48>

- Sugeng, S., & Nizar, T. N. (2023). Deteksi aktivitas mata, mulut dan kemiringan kepala sebagai fitur untuk deteksi kantuk pada pengendara mobil. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 12(1), 83–91. <https://doi.org/10.34010/komputika.v12i1.9688>
- World Health Organization. (2023). *Global status report on road safety 2023*. WHO Press.
- Zhang, Y., Liu, Y., & Chen, X. (2021). Driver fatigue detection using multi-modal fusion and wearable sensors. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 22(8), 5123–5134. <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3048122>