

INOVASI PERINGATAN DINI AKURASI TINGGI UNTUK PENGEMUDI KENDARAAN MENGANTUK BERBASIS SENSOR DENYUT JANTUNG DAN KEMIRINGAN KEPALA

¹Masha Tazkiarahma Amievi, ²Jelita Winner Mulia, ³Lalita Amara, ⁴Raihanun Mafaza

- 1) SMAN 3 Semarang, Semarang, Indonesia (masha.aminevi@gmail.com)
- 2) SMAN 3 Semarang, Semarang, Indonesia (jelitamulia072@gmail.com)
- 3) SMAN 3 Semarang, Semarang, Indonesia (lalitaamara06@gmail.com)
- 4) SMAN 3 Semarang, Semarang, Indonesia (raihanunmafaza@gmail.com)

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa jalan yang tidak terduga yang melibatkan sesama kendaraan bermotor atau benda lain. Korlantas Polri mengungkapkan, saat ini jumlah kecelakaan kendaraan bermotor yang melibatkan sepeda motor mencapai 120.284 kasus dengan jumlah 85.691 kasus. Menurut studi American Automobile Association (AAA), 10% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk. Data dan fakta di atas menunjukkan bahwa rasa kantuk menjadi salah satu faktor utama penyebab kecelakaan lalu lintas. Berdasarkan data dan fakta di atas, diperlukan suatu solusi untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk, salah satunya adalah dengan menciptakan sistem yang dapat mendeteksi rasa kantuk pada pengemudi dengan akurasi tinggi, untuk menghindari terjadinya kecelakaan akibat mengantuk. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan membangun prototipe sistem pendeteksi kantuk pengemudi dengan akurasi tinggi menggunakan kombinasi sensor detak jantung dan kemiringan kepala. Metode perolehan data diperoleh dari data per blok dan data fungsional. Data per blok adalah data dari masing-masing sensor (gabungan sensor HR, sensor Accelerometer, dan Gyroscope). Dari sensor detak jantung diperoleh data error sensor detak jantung sebesar 1,85% dan disimpulkan bahwa detak jantung lebih lambat saat mengantuk dibandingkan kondisi lainnya. Dari sensor Accelerometer dan Gyroscope dapat disimpulkan bahwa sensor bekerja dengan baik berdasarkan kecilnya penyimpangan pada sistem. Pada pengukuran fungsional diperoleh hasil pada saat mengantuk denyut jantung 59-79 bpm sesuai dengan data per blok dan percepatan kemiringan kepala yang terdeteksi 18-20 m/s. Hal ini menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik dan hasil yang diperoleh memiliki akurasi yang tinggi.

Kata Kunci : *Kantuk, Pengemudi, IoT, Denyut Jantung, Kemiringan Kepala*

1. PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas merupakan suatu peristiwa jalan yang tidak terduga yang melibatkan sesama kendaraan bermotor atau benda lain.

Kecelakaan lalu lintas dapat menimbulkan kerugian harta benda bahkan korban jiwa.

Korlantas Polri mengungkapkan, saat ini jumlah kecelakaan kendaraan

yang melibatkan sepeda motor mencapai 120.284 kasus. Human error menjadi faktor utama terjadinya kecelakaan lalu lintas, salah satunya adalah rasa kantuk. American Automobile Association (AAA) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa 10% kecelakaan lalu lintas disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk. Data dan fakta di atas menunjukkan bahwa rasa kantuk menjadi salah satu faktor utama penyebab kecelakaan lalu lintas.

Berdasarkan data dan fakta di atas maka diperlukan suatu solusi untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh pengemudi yang mengantuk, salah satunya adalah dengan membuat sistem dengan akurasi tinggi yang dapat mendeteksi rasa kantuk pada pengemudi, sehingga ketika pengemudi dalam keadaan mengantuk dapat dideteksi. diberikan peringatan berupa alarm agar pengemudi dapat mengembalikan konsentrasi saat berkendara atau istirahat sebelum melanjutkan perjalanan.

Solusi ini sudah pernah dicoba oleh (Faisal, dkk, 2019) dan (Utama, dkk, 2022) sebelumnya, yaitu dengan menggunakan deteksi detak jantung. Namun cara ini kurang akurat karena detak jantung setiap orang berbeda-beda dan bisa berubah tergantung aktivitas manusia. Solusi lain juga pernah dicoba (Amirullah, dkk, 2018), yakni menggunakan posisi kepala miring. Cara ini juga kurang akurat karena posisi kepala miring tidak hanya disebabkan oleh rasa

kantuk. Oleh karena itu, untuk meningkatkan tingkat akurasi, peneliti menggabungkan kedua metode tersebut. Dengan menggunakan kedua parameter tersebut, diharapkan ketidakakuratan dalam mendeteksi rasa kantuk dapat berkurang.

Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang prototipe sistem pendeteksi kantuk pengemudi dengan akurasi tinggi menggunakan kombinasi sensor detak jantung dan kemiringan kepala?
2. Bagaimana cara kerja sistem dan efektivitas dalam mendeteksi rasa kantuk pada pengemudi?

Tujuan

1. Merancang dan membangun prototipe sistem pendeteksi kantuk pengemudi dengan akurasi tinggi menggunakan kombinasi sensor detak jantung dan kemiringan kepala.
2. Mengetahui cara kerja sistem dan efektivitas dalam mendeteksi rasa kantuk pada pengemudi.

METODE

Sumber Data, Alat dan Bahan

- a. Pengujian Prototipe Per Blok
 - 1) Sumber data
Data pembacaan sensor dibandingkan dengan data pembacaan atau observasi manual.
 - 2) Alat dan bahan

- a) Alat: pendeteksi jantung elektronik, penggaris busur derajat.
 - b) Bahan: Sensor Detak Jantung, Sensor Akselerometer & Giroskop, Mikrokontroler, Karakter LCD.
- b. Pengujian fungsional prototipe sistem
- 1) Sumber data :
Data uji fungsi alarm dalam mendeteksi rasa kantuk.
 - 2) Alat dan bahan :
 - a) Alat: Alat pendeteksi jantung elektronik.
 - b) Bahan: Sensor Denyut Jantung, Akselerometer, Sensor Giroskop, Mikrokontroler, LCD Karakter, Buzzer.

Metode Perolehan Data

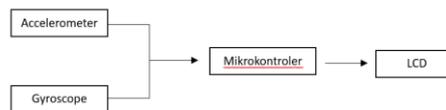
2.2.1 Data Uji per blok

- a. Detak Jantung
 - 1) Data detak jantung dengan sensor Data diperoleh dari sensor HRM yang datanya diolah oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Sistem ditunjukkan pada gambar 1 :



Gambar 1 Diagram Blok Sensor Denyut Jantung

- b. Memiringkan kepala
 - 1) Data kemiringan kepala dengan sensor. Data diperoleh dari sensor Accelerometer dan Gyroscope, data tersebut diolah oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Sistem ditunjukkan pada gambar 2:

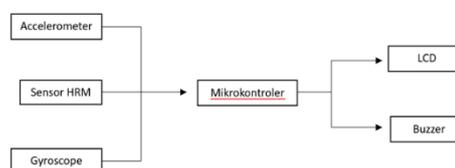


Gambar 2 Diagram Blok Sensor Kemiringan Kepala

- 2) Data kemiringan kepala dengan pengukuran manual. Diperoleh dari perhitungan manual menggunakan tangan atau alat pengukur detak jantung yang valid.

2.2.2 Data Pengujian Fungsional

- a. Pengukuran Sensor Data yang diperoleh dari ketiga sensor tersebut selanjutnya akan diolah di mikrokontroler dan selanjutnya data tersebut akan ditampilkan pada LCD. Jika terdeteksi indikasi mengantuk maka buzzer akan aktif. Sistem ditunjukkan pada gambar 3:



Gambar 3 Diagram Blok Sistem Lengkap

- b. Pengukuran manual, diperoleh dari perhitungan manual dengan menggunakan observasi.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

2.3.1 Pengukuran Data Per Blok.

Analisis data hasil pengukuran per blok dilakukan dengan menganalisis kesalahan hasil pengukuran dari data yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik pengukuran manual.

a. Detak Jantung

Tabel 1 Pengukuran Sensor HR

No	Manual Measurement (x)	Sensor Measurement (y ₁)	Error (e ₁)	Error (e ₁ (%))
1				
2				
...				
N				

- Berikut rumus menghitung errornya

$$e_1 = |xy_1| \quad (3.1)$$

- Berikut rumus menghitung error dalam bentuk persen

$$e_1(\%) = \frac{|e_1 - xy_1|}{xy_1} \cdot 100\% \quad (3.2)$$

- Berikut rumus menghitung rata-rata error

$$\bar{e}_1 = \frac{\sum e_1}{N} \quad (3.3)$$

Tabel 2 Pengukuran Aktivitas Pengujian

Pembacaan ke-n	Kondisi		
	Santai	Berlari	Mengantuk
1			
2			
...			
N			

b. Akselerometer

Tabel 3 Pengukuran Sensor Akselerometer

No	Time	ax (g)	ay (g)	az (g)
1				
...				
N				

Akselerometer digunakan untuk mengukur percepatan suatu benda bergerak dan perubahan posisinya.

Output dari sensor ini berupa nilai percepatan (a) yang dikalikan dengan percepatan gravitasi bumi (g). Output dari sensor accelerometer terdiri dari 3 nilai percepatan searah sumbu yaitu ax, ay, dan az. Pada pengujian ini dilakukan pengujian sensor accelometer yang dipasang pada kepala pada kondisi stasioner dan kondisi bergerak. Dengan pengujian ini, Anda akan melihat perbedaan keluaran dari accelerometer untuk kedua posisi tersebut.

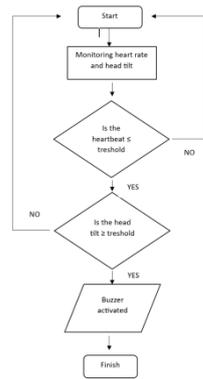
c. Giroskop

Tabel 4 Pengukuran Sensor Giroskop

No	Time (s)	Gyro_x (°/s)	Gyro_y (°/s)	Gyro_z (°/s)
1				
...				
N				

Sensor giroskop berfungsi untuk mengukur percepatan sudut sedangkan akselerometer mengukur percepatan linier. Kombinasi sensor accelerometer dan giroskop akan memungkinkan pergerakan lebih akurat. Pengujian blok giroskop dilakukan sama dengan pengujian sensor akselerometer, dimana nilai keluaran sensor diukur untuk dua kondisi kepala diam dan bergerak.

2.1.1 Sistem Diagram Alir



Gambar 4 Flowchart Sistem

Sistem akan memantau detak jantung dan kemiringan kepala. Jika detak jantung kurang dari ambang batas yang telah ditentukan, maka dilanjutkan dengan memeriksa kemiringan kepala. Jika kemiringan kepala terdeteksi lebih dari ambang batas, bel akan aktif untuk memperingatkan pengemudi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Data Per Blok

3.3.1 Denyut Jantung

Tabel 5 Hasil Pengukuran Sensor HR

No	Oxymeter Measurement (x_1)	Sensor Measurement (y_1)	Error (e_1)	Error (e_1 (%))
1	81	79	2	2,47
2	79	78	1	1,27
3	81	82	1	1,23
4	78	80	2	2,56
5	79	80	1	1,27
6	78	78	0	0,00
7	83	79	4	4,82
8	82	81	1	1,22
Average Error :				1,85 %

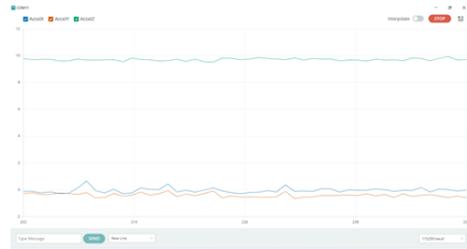
Tabel 6 Hasil Pengujian Aktivitas

n ^o reading	Condition		
	Relax	Running	Drowsy
1	70 – 89	93 – 102	67 – 74
2	60 – 78	95 – 101	62 – 66
3	74 – 81	96 – 100	70 – 79
4	79 – 86	92 – 102	59 – 63
5	77 – 79	94 – 98	61 – 73
6	76 – 81	90 – 97	65 – 69
7	73 – 79	84 – 92	62 – 71
8	69 – 79	80 – 95	58 – 68

Berdasarkan data tabel 5 diperoleh error sebesar 1,85%. Berdasarkan hasil pengujian detak jantung pada

tabel 6 untuk beberapa kondisi, dapat disimpulkan bahwa pada saat mengantuk, angka detak jantung yang dihasilkan adalah yang terkecil. Artinya, saat Anda mengantuk, jantung Anda berdetak lebih lambat dibandingkan saat Anda sedang santai atau berlari.

3.3.2 Pengukuran Sensor Akselerometer



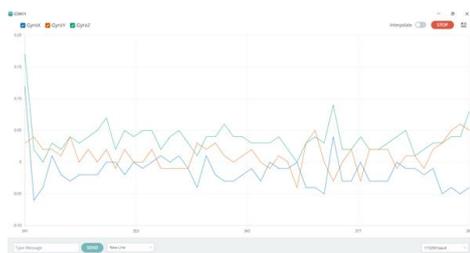
Gambar 5 Grafik Pengukuran Sensor Akselerometer

Tabel 7 Hasil Pengukuran Sensor Akselerometer pada Kondisi Head Still

No	Time (s)	ax (g)	ay (g)	az (g)
1	1	1,60	0,11	9,73
2	2	1,72	0,16	9,69
3	3	1,58	0,07	9,65
4	4	1,76	0,25	9,67
5	5	1,65	0,13	9,69
6	6	1,71	0,01	9,64
7	7	1,36	0,20	9,64
8	8	1,74	0,34	9,69

Pengukuran pada tabel 7 menunjukkan bahwa accelerometer bekerja dengan baik dan stabil. Pada kondisi stasioner, nilai deviasi keluaran accelerometer cukup kecil baik pada sumbu x, y maupun z.

3.3.3 Pengukuran Sensor Giroskop



Gambar 6 Grafik Pengukuran Sensor Girooskop

Tabel 8 Pengukuran Sensor Girooskop

No	Time (s)	Gyro_X (°/s)	Gyro_Y (°/s)	Gyro_Z (°/s)
1	1	-0,04	0,05	0,02
2	2	-0,01	0,03	0,01
3	3	0,00	-0,05	0,04
4	4	-0,03	-0,02	0,04
5	5	0,01	0,02	0,06
6	6	-0,02	-0,03	0,05
7	7	-0,03	0,00	0,03
8	8	-0,03	0,02	0,05

Tabel 8 menunjukkan giroskop bekerja cukup baik dan stabil. Pada kondisi stasioner, nilai simpangan luar giroskop cukup kecil baik pada sumbu x, y maupun z.

Pengukuran Data Fungsional

Tabel 9 Pengukuran Data Fungsional

No	Movement	Movement Speed (m/s)	Heart rate	Movement Type	Explanation
1	1	18	67 – 74	Drowsy	Detected
2	2	19	62 – 66	Drowsy	Detected
3	3	18	70 – 79	Drowsy	Detected
4	4	20	59 – 63	Drowsy	Detected
5	5	20	61 – 73	Drowsy	Detected
6	6	19	65 – 69	Drowsy	Detected
7	7	18	62 – 71	Drowsy	Detected
8	8	19	58 – 68	Drowsy	Detected

Berdasarkan pengukuran data fungsional pada tabel 9 dapat disimpulkan bahwa pada kondisi mengantuk akan terdeteksi jika kecepatan gerak kepala 18-20 m/s dan denyut jantung 59-79 bpm seperti pada tabel 6.

Utama yang melakukan lima kali percobaan dengan lima orang yang berbeda. Pada percobaan Utama, denyut jantung dibawah 60bpm baru terdeteksi mengantuk, padahal pada percobaan yang kami lakukan, denyut jantung di angka 65bpm

sudah terdeteksi kantuk apabila kecepatan kemiringan kepala sudah mencapai 18ms. Pada percobaan Amirullah, hasil yang didapat untuk pengendara mengantuk juga sekitar 18-20ms. Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa dengan menggabungkan dua variabel pengukuran (detak jantung dan kemiringan kepala) mendapatkan hasil yang lebih akurat dan lebih efektif.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan seluruh pengujian dan analisis yang dilakukan, sistem yang menggabungkan perhitungan detak jantung dan kemiringan kepala ini dapat bekerja dan berfungsi dengan baik, dengan akurasi dan stabilitas yang tinggi. Sensor detak jantung dapat mendeteksi rasa kantuk secara akurat karena hasil yang diperoleh dari sistem dalam perhitungan fungsional sesuai dengan hasil perhitungan blok. Hasil ini juga semakin meningkat akurasi jika ditambah dengan data dari sensor Accelerometer dan Gyroscope yang memiliki nilai deviasi yang rendah sehingga data yang terdeteksi lebih akurat. Selain itu dengan menggunakan Accelerometer dan Gyroscope, data yang diperoleh juga lebih stabil.

2. Menggabungkan beberapa sensor dan indikator untuk mendeteksi kantuk (denyut jantung dan kemiringan kepala) hasilnya lebih efektif, akurat dan stabil dalam mendeteksi kantuk dibandingkan hanya menggunakan satu sensor saja. Dalam kajian yang berjudul "Sistem

Peringatan Dini Menggunakan Deteksi Kemiringan Kepala pada Pengemudi Kendaraan Bermotor yang Mengantuk" yang ditulis oleh Amirullah, Mustofa, dan rekan-rekan peneliti, terdapat sejumlah rujukan terhadap fenomena "Gagal."

Tabel 10 Tabel Penelitian Amirullah, dkk.

No	Pergerakan ke-	Kecepatan Pergerakan (ms)	Jenis Gerakan	Keterangan
1	1	20	Mengantuk	Terdeteksi
2	2	18	Mengantuk	Terdeteksi
3	3	19	Mengantuk	Gagal
4	4	18	Mengantuk	Terdeteksi
5	5	20	Mengantuk	Terdeteksi
6	6	20	Mengantuk	Terdeteksi
7	7	18	Mengantuk	Gagal
8	8	19	Mengantuk	Terdeteksi
9	9	20	Mengantuk	Terdeteksi
10	10	19	Mengantuk	Gagal

Sejalan dengan itu, perlu dicatat bahwa hasil pengukuran data fungsional, sebagaimana yang tercantum dalam Tabel 9, tidak menunjukkan adanya indikasi "Gagal."

Tabel 11 Pengukuran Data Fungsional

No	Movement	Movement Speed (m/s)	Heart rate	Movement Type	Explanation
1	1	18	67 - 74	Drowsy	Detected
2	2	19	62 - 66	Drowsy	Detected
3	3	18	70 - 79	Drowsy	Detected
4	4	20	59 - 63	Drowsy	Detected
5	5	20	61 - 73	Drowsy	Detected
6	6	19	65 - 69	Drowsy	Detected
7	7	18	62 - 71	Drowsy	Detected
8	8	19	58 - 68	Drowsy	Detected

Fenomena kegagalan yang diidentifikasi dalam karya tersebut dapat diartikan sebagai sejumlah kejadian di mana sistem atau metode yang diusulkan tidak berhasil mencapai tujuan yang diinginkan atau tidak berfungsi dengan optimal. Sementara itu, perbandingan dengan data fungsional yang tercatat dalam Tabel 9 menyoroti keadaan yang berbeda, dengan absennya keterangan "Gagal" pada pengukuran data fungsional.

Penting untuk diungkapkan bahwa perbedaan ini dapat memberikan gambaran tentang efektivitas sistem peringatan dini yang dikembangkan, serta menunjukkan kemungkinan penyebab kegagalan yang perlu diinvestigasi lebih lanjut. Dengan mengacu pada perbandingan ini, pembaca dapat lebih memahami dinamika kinerja sistem dan mempertimbangkan implikasinya terhadap hasil penelitian secara keseluruhan.

4.2 Rekomendasi

1. Untuk pengembangan lebih lanjut, sistem ini dapat dikembangkan dengan mengirimkan data secara online dan dilengkapi dengan fitur GPS, sehingga deteksi rasa kantuk pengemudi dapat terpantau oleh petugas polisi lalu lintas atau instansi terkait.
2. Data gambar dari kamera dapat dikembangkan menggunakan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk menghasilkan pengukuran secara otomatis dari sensor kamera.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Yongki. 2021. Implementasi Tracking System Dan Deteksi Kantuk Pada Supir Pengiriman Barang Di PT. Piktura Lensa Nusa (Jonas Photo) [Skripsi]. Bandung: Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Komputer Indonesia.
- Amirullah, Mustofa, Hendra Kusuma, dan Tasripan. 2018. Sistem Peringatan Dini

Menggunakan Deteksi Kemiringan Kepala pada Pengemudi Kendaraan Bermotor yang Mengantuk. *Jurnal Teknik Its* Vol. 7, No. 2. hal. F281-F286.

Faisal, Imam Farouqi, Agi Putra Kharisma, dan Sutrisno. 2019. Pengembangan Aplikasi Pendeteksi Kantuk Pada Pengendara Kendaraan Bermotor Dengan Menggunakan Sensor Detak Jantung Pada Smartwatch. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*. Vol. 3, No. 10, , hal. 9568-9578.

Utama, Shoffin Nahwa, Abdul Wahid, dan Ahmad Fahmi Karami. 2018. Rancang Bangun Helm Pendeteksi Denyut Nadi dan Pembaca Doa Perjalanan. *Jurnal TeknoInfo*. Volume 16, Nomor 2, Juli 2022, hal. 443-451.