

## PERENCANAAN DAN PEMBUATAN SISTEM DETEKSI TINGKAT KELELAHAN PADA PENGEMUDI KENDARAAN BERMOTOR

### (*PLANNING AND DEVELOPMENT OF A LEVEL DETECTION SYSTEM FATIGUE IN MOTOR VEHICLE DRIVERS*)

M. Taufiq Tamam<sup>1</sup>, Itmi Hidayat Kurniawan<sup>2</sup>, Anis Kusumawati<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

---

#### Informasi Makalah

Dikirim, 08 Juli 2022  
Direvisi, 02 Agustus 2022  
Diterima, 12 Agustus 2022

---

#### Kata Kunci:

Kecelakaan lalu-lintas  
Pengemudi  
Detak jantung  
Saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>)

---

#### Keyword:

Traffic accident  
Driver  
Heart rate  
Oxygen saturation in blood (SpO<sub>2</sub>)

---

#### INTISARI

Kecelakaan lalu-lintas di jalan raya sering sekali terjadi. Salah satu penyebabnya adalah faktor kelelahan pengemudi sehingga konsentrasi mengemudinya akan menurun. Kondisi kelelahan pada pengemudi terjadi karena menurunnya kadar oksigen yang ada dalam darah (SpO<sub>2</sub>). Aplikasi untuk memonitor tingkat kelelahan pengemudi ini dilakukan dengan cara memasang sensor detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>) pada pergelangan tangan pengemudi. Hasil pengukuran ditampilkan pada layar OLED yang berisi kondisi detak jantung, saturasi oksigen (SpO<sub>2</sub>) dan tingkat kelelahannya. Jika tingkat kelelahan berada pada level tinggi maka akan ada peringatan. Berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan, rata-rata kesalahan pengukuran detak jantung sebesar 1,08% dan saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>) sebesar 0,81%.

---

#### ABSTRACT

Traffic accidents on the highway are common. One of the causes is the fatigue factor of the driver so that his driving concentration will decrease. The condition of fatigue in the driver occurs due to decreased levels of oxygen in the blood (SpO<sub>2</sub>). This application to monitor the driver's fatigue level is done by installing a heart rate sensor and blood oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) on the driver's wrist. The measurement results are displayed on an OLED screen that contains the condition of the heart rate, oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) and the level of fatigue. If the fatigue level is at a high level then there will be a warning. Based on the results of trials that have been carried out, the average heart rate measurement error is 1.08% and the oxygen saturation in the blood (SpO<sub>2</sub>) is 0.81%.

---

#### Korespondensi Penulis:

M. Taufiq Tamam  
Program Studi Teknik Elektro  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
JL. KH. Ahmad Dahlan Dukuhwaluh Purwokerto 53182  
Email: tamam@ump.ac.id

## PENDAHULUAN

Kecelakaan lalu lintas adalah suatu peristiwa di jalan yang tidak diduga dan tidak disengaja melibatkan kendaraan dengan atau tanpa pengguna jalan lain yang mengakibatkan korban manusia dan/atau kerugian harta benda. Kecelakaan lalu lintas bisa mengakibatkan korban, baik luka ringan, luka berat maupun meninggal dunia. Data statistik menunjukkan selama kurun waktu 2015-2019, jumlah kecelakaan lalu lintas mengalami kenaikan rata-rata 4,87% per tahun [1].

Banyak faktor yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan lalu lintas. Faktor yang terbesar adalah faktor manusia sebanyak 61%. Hal ini terkait dengan kemampuan serta karakter pengemudi. Selain itu kondisi fisik pengemudi, misalnya pengemudi yang lelah atau mengantuk, juga bisa mengakibatkan terjadinya kecelakaan lalu lintas. Faktor yang berikutnya adalah faktor kendaraan (9%) dan faktor prasarana/lingkungan (30%) [2].

Kebutuhan akan adanya alat atau sistem yang bisa memonitor dan mendeteksi tingkat kelelahan pengemudi kendaraan bermotor untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan lalu lintas tidak bisa ditawar lagi. Apabila ada indikasi pengemudi dalam kondisi lelah atau mengantuk, maka alat ini akan memberikan peringatan agar pengemudi segera beristirahat. Penelitian-penelitian yang pernah ada sebelumnya baru menampilkan besaran parameter detak jantung dan saturasi oksigen yang terukur.

*Pulse oximetry* adalah suatu metode *non-invasive* untuk mengukur tingkat persentase saturasi hemoglobin (Hb) dengan oksigen di dalam darah. Metode ini menggunakan perbedaan panjang gelombang dari cahaya merah (660 nm) dan cahaya inframerah (940 nm) yang ditangkap oleh sensor deteksi setelah melewati pembuluh balik dan pembuluh kapiler pada ujung jari telunjuk [3].

*Pulse oximetry* berfungsi untuk mengelola pasien jangka panjang dengan terapi oksigen dan untuk identifikasi pasien dengan penyakit jantung bawaan. *Pulse oximetry* mempunyai akurasi yang tinggi untuk mendeteksi penyakit jantung congenital pada bayi baru lahir [4].

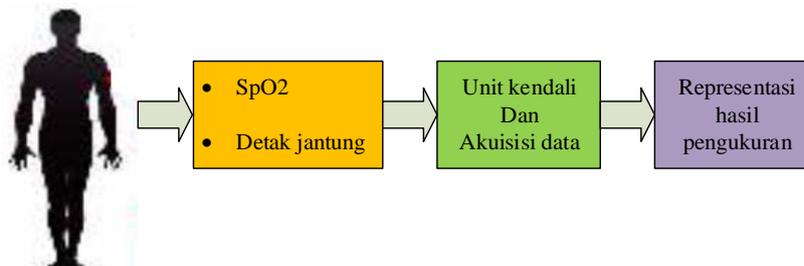
*Photoplethysmography* adalah suatu teknik optik pendeteksi gelombang pulsa kardiovaskuler (jantung) dari ujung jari. Dengan memanfaatkan refleksi sensor optik maka terjadi pemansan area sekitar kulit, hal ini terbukti dengan meningkatnya denyut komponen dari *photoplethysmography* [5].

Perangkat pemantauan SpO<sub>2</sub> melalui aplikasi android dengan menggunakan sensor MAX30100 data hasil pengukuran diolah dan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke perangkat android dengan komunikasi *bluetooth*. Data hasil pengujian menunjukkan aplikasi ini memiliki *error* 0,27% [6].

Pendeteksian tekanan *beat* (denyut) merupakan sebuah integrasi sebagian besar teknik analisis untuk tekanan darah arteri (ABP), tekanan intrakranial (ICP) dan sinyal *pulse oximetry* (SpO<sub>2</sub>). Deteksi denyut digunakan untuk memperkirakan denyut jantung dalam sinyal ABP, untuk mengklasifikasikan morfologi ICP dan memperkirakan tekanan darah menggunakan gelombang oksimeter pulsa. Pada penelitian ini menjelaskan algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi puncak tekanan denyut dalam sinyal ABP, ICP, dan SpO<sub>2</sub>. Bila dibandingkan dengan keterangan para ahli dari beberapa sinyal yang terdiri dari lebih dari 42.500 tekanan denyut, algoritma deteksi puncak tekanan dengan sensitivitas rata-rata 99,6% ± 0,27 dan prediktif yang positif rata-rata 98,6% ± 1,1 [7].

## 1. METODE PENELITIAN

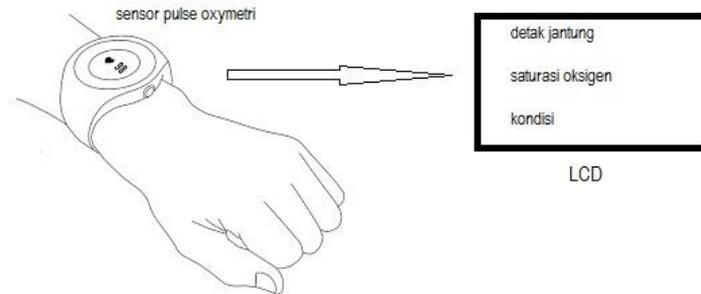
Secara garis besar diagram penelitian ditunjukkan pada Gambar 1 yang memberikan penjelasan secara visual tentang bagaimana konsep penelitian, aliran informasi dan infrastruktur apa saja yang terlibat atau yang dibutuhkan.



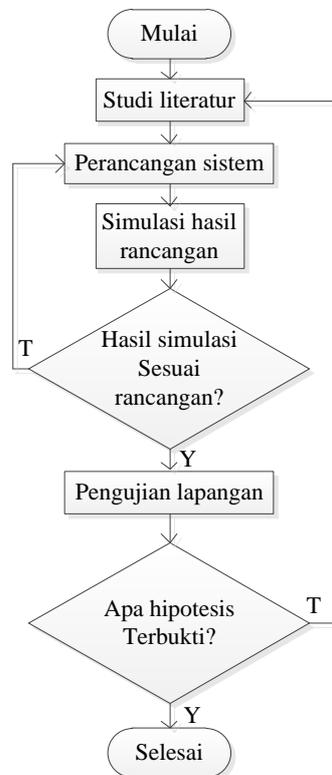
Gambar 1. Diagram blok penelitian

Konsep dasar dari penelitian ini adalah membangun sistem pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung sebagai deteksi tingkat kelelahan pengemudi kendaraan umum. Untuk pengukuran saturasi oksigen

dan detak jantung menggunakan metode tanpa pembedahan (*non-invasive*), dengan pengukuran perubahan volume darah atau adanya aliran darah menggunakan sensor cahaya yang dipasang pada pergelangan tangan. Perubahan intensitas cahaya sebanding dengan perubahan saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung (*heart rate*). Informasi hasil pengukuran ditampilkan dalam OLED (Organic Light Emitting Diode) berupa nilai saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung untuk memonitor tingkat kelelahan pengemudi.



Gambar 2. Rancangan sistem



Gambar 3. Diagram alir penelitian

## 2. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem yang dibangun merupakan bentuk pengukuran detak jantung (*heart rate*) dan saturasi oksigen dalam darah ( $SpO_2$ ) yang akan digunakan untuk mendeteksi tingkat kelelahan pengemudi kendaraan bermotor. Pengujian dilakukan terhadap beberapa pengemudi armada kendaraan kampus. Alat ini terdiri atas sensor pulse oxymetri yang dipasang pada pergelangan tangan pengemudi yang akan mengindera kondisi sel-sel darah merah. Sinyal infra merah yang ditangkap masih terlalu kecil untuk dilakukan proses komputasi oleh mikrokontroler sehingga diperlukan pengkondisian sinyal berupa penguatan dan penapisan. Proses penguatan menggunakan penguat operasi (OPAMP = Operational Amplifier) dan proses penapisan menggunakan tapis lolos rendah (LPF = Low Pass Filter).

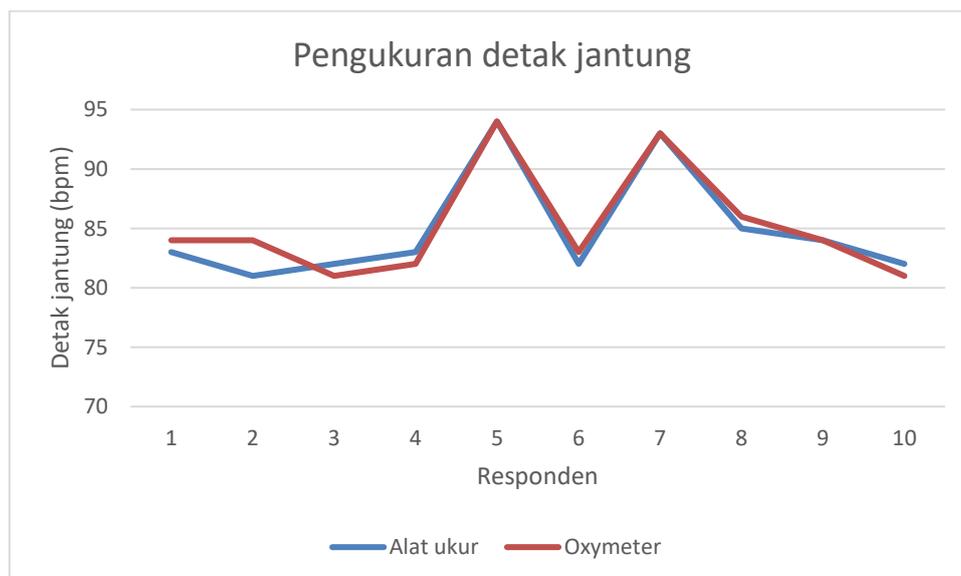


Gambar 4. Tampilan alat

Tabel 1 Hasil pengukuran detak jantung

No.	Responden	Detak jantung (bpm)	Oxymeter (bpm)	Error (%)
1	Responden 1	83	84	1,19
2	Responden 2	81	84	3,57
3	Responden 3	82	81	1,23
4	Responden 4	83	82	1,22
5	Responden 5	94	94	0
6	Responden 6	82	83	1,20
7	Responden 7	93	93	0
8	Responden 8	85	86	1,16
9	Responden 9	84	84	0
10	Responden 10	82	81	1,23

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran detak jantung terhadap sepuluh orang relawan pengemudi. Proses pengukuran juga dilakukan dengan menggunakan alat pulse oxymeter sebagai pembanding. Hasil pengukuran menunjukkan kesalahan yang terjadi pada rentang 0% - 3,57% dengan rata-rata 1,08%. Hasil pengukuran secara grafis ditunjukkan pada Gambar 4.

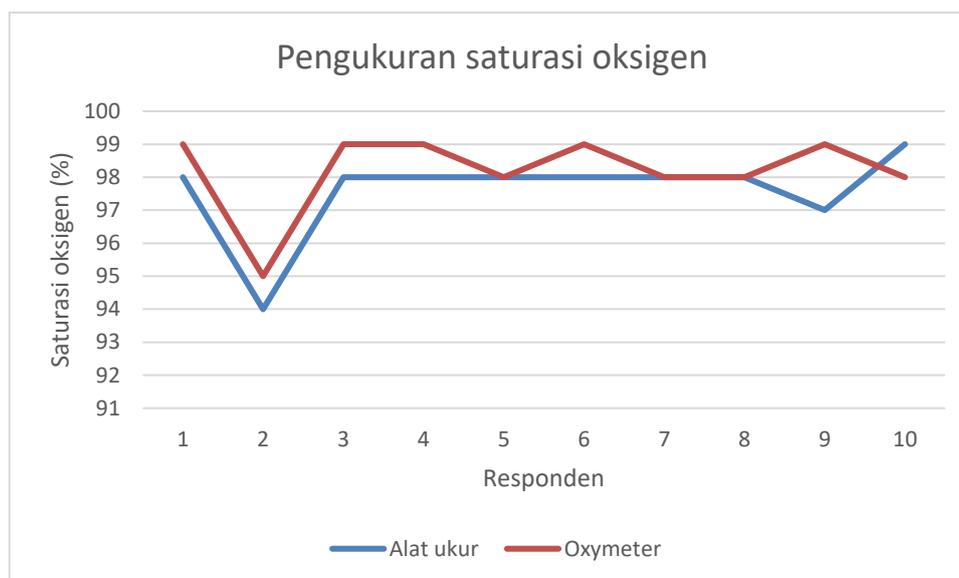


Gambar 4. Grafik hasil pengukuran detak jantung

Tabel 2 Hasil pengukuran SpO<sub>2</sub>

No.	Responden	SpO <sub>2</sub> (%)	Oxymeter (%)	Error (%)	Keterangan
1	Responden 1	99	98	1,02	Normal
2	Responden 2	94	95	1,05	Lelah
3	Responden 3	99	98	1,02	Normal
4	Responden 4	99	98	1,02	Normal
5	Responden 5	98	98	0	Normal
6	Responden 6	99	98	1,02	Normal
7	Responden 7	98	98	0	Normal
8	Responden 8	98	98	0	Normal
9	Responden 9	99	97	2,06	Normal
10	Responden 10	98	99	1,01	Normal

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>) terhadap sepuluh orang relawan pengemudi. Proses pengukuran juga dilakukan dengan menggunakan alat pulse oxymeter sebagai pembandingan. Secara keseluruhan hasil pengukuran menunjukkan kesalahan pada rentang 0% – 2,06% dengan rata-rata 0,81%. Hasil pengukuran terhadap responden 2 terbaca saturasi oksigen sebesar 94% sebagai kategori lelah. Saturasi oksigen yang normal nilainya 95% - 100%. Pengemudi yang mengalami *hypoxia* (saturasi oksigen dalam darah < 95%) konsentrasi mengemudinya akan menurun. *Hypoxia* terjadi karena kandungan oksigen dalam darah berkurang. Orang yang mengalami *hypoxia* kandungan oksigen yang ada pada otak akan mengalami kekurangan. Salah satu cirinya adalah mengantuk atau merasakan lelah. Hasil pengukuran secara grafis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Garifik hasil pengukuran saturasi oksigen

Hasil dari pengukuran parameter detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah direpresentasikan dalam satuan nilai ukuran yang ditampilkan pada OLED (Organic Light Emitting Diode). Nilai pengukuran bersifat fluktuatif, karena pengukuran menggunakan metode *non-invasive* (tanpa pembedahan).

### 3. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat pada penelitian ini sudah dapat bekerja sesuai dengan perencanaan, yaitu dapat mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>). Hasil pengukuran dibandingkan dengan pulse oxymeter dan menunjukkan prosentase kesalahan yang relatif kecil. Rata-rata kesalahan yang terjadi pada pengukuran detak jantung sebesar 1,08 % sedangkan pada pengukuran saturasi oksigen dalam darah (SpO<sub>2</sub>) sebesar 0,81%.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah menjadi penyandang dana untuk kegiatan penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Badan Pusat Statistik, (2020), Statistik Transportasi Darat 2019.
- [2] [https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel\\_gpr](https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/10368/rata-rata-tiga-orang-meninggal-setiap-jam-akibat-kecelakaan-jalan/0/artikel_gpr). Diakses tanggal 4 Nopember 2021.
- [3] Tavakoli, M., L. Turicchia, and R. Sarpeshkar. (2010). *An Ultra-Low-Power Pulse Oximeter Implemented With an Energy-Efficient Transimpedance Amplifier*. Biomedical Circuits and Systems, IEEE Transactions On 4.1 : 27-38.
- [4] Bimbaum, S. (2009). *Pulse oximetry: identifying its applications, coding, and reimbursement*. American College of Chest Physicians; 135:838-841.
- [5] Mendelson, Y. (2002), *Non-invasive pulse oximetry utilizing skin reflectance photoplethysmography*, Biomedical Engineering, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol: 35, No: 10, pp:798-805.
- [6] Yonanto, V., Wisana, I.D.G.H., Rahmawati, T., (2019), *Pemantauan SpO2 Melalui Aplikasi Android di Mobile Phone*, TEKNOKES, Vol. 12, No. 2, ISSN:2407-8964.
- [7] Beattie, Z.T. (2008), *Algorithm for automatic beat detection of cardiovascular pressure signals*, Engineering in Medicine and Biology Society, 30th Annual International Conference of the IEEE, pp:2594 – 2597.