



## **Sistem Pemantauan Stres Dan Kecemasan Untuk Deteksi Dini Kesehatan Mental Memakai Sensor Biomedik Bebas Iot Dan *Deep Neural Networks***

**Mohammad Erlangga Syahri Ramadhan<sup>1</sup>, Misbah<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Universitas Muhammadiyah Gresik, Gresik, Indonesia

Email author: [m.erlangga.syahri.r@gmail.com](mailto:m.erlangga.syahri.r@gmail.com), [misbah@umgac.id](mailto:misbah@umgac.id)

### **Article Info**

#### **Article history:**

Received Januari 3, 2025

Revised Februari 17, 2025

Accepted June 28, 2025

#### **Keywords:**

Stress

Anxiety

Biometric Sensor

ESP32

Internet of things

### **ABSTRACT**

Mental health is a crucial aspect of modern life, with stress and anxiety being among the most common and impactful psychological disorders. This research proposes a stress and anxiety monitoring system based on the Internet of Things (IoT), integrating biometric sensors and Deep Neural Networks (DNN) for early detection and in-depth analysis. The system is designed using MAX30102 (heart rate and SpO<sub>2</sub>), GSR (Galvanic Skin Response), and DS18B20 (body temperature) sensors, managed by an ESP32 microcontroller and communicating through the MQTT protocol. Physiological data is collected in real-time, formatted in JSON, and transmitted to both Android and web-based applications for visualization. The DNN model is developed using the TensorFlow framework with a layered architecture and ReLU activation functions to classify four mental states: relaxed, calm, anxious, and highly stressed. The training dataset comprises both primary and secondary data, including the WESAD dataset. Model performance is evaluated through k-fold cross-validation, showing high accuracy and strong generalization capabilities. The results indicate that the integration of sensor technology and deep learning significantly improves the effectiveness of stress and anxiety detection compared to traditional methods. This system demonstrates great potential for the development of AI-based wearable devices for autonomous, real-time, and adaptive mental health monitoring.

### **Corresponding Author:**

Mohammad Erlangga Syahri Ramadhan,

Universitas Muhammadiyah Gresik

Jl. Sumatera No.101, Gn. Malang, Randuagung, Kec. Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur

Email: [m.erlangga.syahri.r@gmail.com](mailto:m.erlangga.syahri.r@gmail.com)



## **1. INTRODUCTION**

Kesehatan mental adalah masalah penting dari kesejahteraan secara keseluruhan, yang berdampak pada pikiran, emosi, dan gerakan dalam pernapasan sehari-hari [1]. Hal ini juga berdampak pada kemampuan kita untuk mengambil keputusan, mengatasi stres, dan berkomunikasi dengan orang lain. Dalam beberapa dekade terakhir, masalah kesehatan mental telah menjadi masalah kesehatan masyarakat yang utama, yang mempengaruhi jutaan orang di seluruh dunia [2]. Kekhawatiran ini

disebabkan oleh kepekaan yang sedang berlangsung seputar gangguan kesehatan intelektual dan terbatasnya ketersediaan perawatan ahli. Oleh karena itu, pendekatan kreatif untuk memantau dan menangani kesehatan mental tidak hanya diperlukan tetapi juga tepat.

Data dari Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menunjukkan bahwa lebih dari 300 juta orang di seluruh dunia mengalami depresi, dan hampir 800 ribu orang meninggal setiap tahun akibat bunuh diri [3]. Selain itu, kurangnya deteksi dini dan diagnosis yang tepat sering kali menjadi hambatan utama dalam penanganan kesehatan mental. Perilaku kesehatan intelektual mengacu pada tanda dan gejala kondisi kesehatan mental yang termanifestasi dalam gaya hidup yang teratur dan dapat diukur dan dipantau secara objektif [4]. Biasanya, para ahli kesehatan mental bergantung pada tanda-tanda yang disebutkan sendiri dan perilaku yang dapat diamati selama pemeriksaan medis untuk mendiagnosis dan mengobati masalah kesehatan mental [5]. Namun, perilaku yang berkaitan dengan kebugaran intelektual bisa jadi rumit dan sangat bervariasi di antara individu, yang menimbulkan situasi yang menuntut diagnosis yang tepat dan tepat waktu. Metode tradisional yang mengandalkan wawancara dan laporan subjektif sering kali tidak cukup akurat dan memakan waktu.

Stres merupakan salah satu keadaan yang mengacu kepada psikologi, fisiologi dan ketegangan fisik yang dirasakan ketika dihadapkan pada lingkungan yang sulit untuk beradaptasi. Stres juga merupakan reaksi dalam dan luar tubuh manusia yang menyebabkan kesehatan menurun bahkan hingga menyebabkan suatu penyakit [6]. Stres yang berkepanjangan dapat menyebabkan penyakit fisik, sedangkan untuk stress akut dapat menyebabkan gangguan kecemasan [7]. Menurut Arbi dan Ambarini (2018), Faktor-faktor yang menyebabkan stres diantaranya yaitu gangguan struktur dan fungsi jaringan organ maupun sistemik yang menimbulkan fungsi tubuh yang abnormal [8]. Gangguan kecemasan merupakan suatu hal yang wajar yang dapat dialami oleh siapapun, namun dapat menjadi masalah yang serius jika terjadi secara terus menerus [9]. Kecemasan dapat diartikan sebagai perasaan takut seseorang akan hal yang akan datang serta kurang menyenangkan, kecemasan disebabkan oleh terlalu banyak hal yang dipikirkan dan kurang dipahami yang ditandai dengan gejala fisiologis. Gejala kecemasan yang menetap dan berlangsung berulang-ulang dalam jangka waktu yang lama sangat mengganggu ketentraman hidup seseorang [10]. Kecemasan dapat menyerang pada kondisi apapun dan tidak memandang usia baik pada remaja maupun pada lansia.

Kemajuan teknologi di bidang sensor Biomedik dan neural networks memberikan peluang besar untuk mengatasi masalah ini. Sensor Biomedik memungkinkan pengumpulan data fisiologis secara real-time, seperti detak jantung, suhu tubuh, dan konduktivitas kulit. Parameter-parameter ini memiliki hubungan erat dengan kondisi mental seseorang, seperti tingkat stres, kecemasan, dan gangguan emosional lainnya [11]. Sementara itu, neural networks, sebagai salah satu cabang kecerdasan buatan, memiliki kemampuan untuk menganalisis data kompleks dan mengidentifikasi pola yang mungkin tidak terlihat oleh manusia.

Sistem pemantauan kesehatan mental berbasis sensor Biomedik dan neural networks menawarkan solusi yang lebih objektif, efisien, dan personal. Sistem ini dapat digunakan untuk mendeteksi tanda-tanda gangguan kesehatan mental secara dini, memberikan peringatan kepada pengguna atau profesional medis, serta memonitor perkembangan kondisi pasien secara berkelanjutan. Jaringan saraf tiruan (neural networks) memungkinkan analisis data Biomedik secara mendalam. Dengan algoritma yang canggih, teknologi ini dapat mendeteksi pola kompleks dan anomali yang mungkin mengindikasikan stres dan kecemasan. Kemampuan ini membuka peluang untuk meningkatkan akurasi dalam diagnosis dan pemantauan stres dan kecemasan. Pendekatan berbasis teknologi ini tidak hanya memungkinkan deteksi dini yang lebih akurat tetapi juga mendukung analisis mendalam terhadap pola kesehatan mental individu. Hasil analisis ini dapat menjadi dasar bagi personalisasi perawatan, sehingga setiap individu mendapatkan intervensi yang sesuai dengan kebutuhannya [12]. Ada yang berhasil membuktikan bahwa pendekatan berbasis Long-Short Term Memory (LSTM) yang diperkuat dengan Deep Generative Ensemble (DGE) menawarkan solusi unggul dalam deteksi stres akut dibandingkan sistem berbasis aturan yang konvensional. Algoritma ini mampu meningkatkan akurasi deteksi dengan rata-rata recall mencapai 76,33% dan presisi sebesar 35,9%, menunjukkan keunggulan dalam mengenali momen stres dengan lebih tepat. Analisis mendalam melalui Integrated Gradients mengungkapkan bahwa model ini secara konsisten memanfaatkan pola sinyal fisiologis yang sesuai dengan literatur ilmiah, terutama pada fitur electrodermal activity (EDA) seperti waktu naik (rise time)

dan waktu pemulihan (recovery time). Meski data suhu kulit (Skin Temperature, ST) memiliki kontribusi yang minimal, keberhasilan ini menegaskan potensi besar EDA sebagai indikator utama deteksi stres jangka pendek [13]. Penelitian ini membuka peluang aplikasi luas, mulai dari analisis spasial dalam perencanaan perkotaan hingga evaluasi medis respons stres, meskipun tantangan dalam perluasan dataset tetap menjadi fokus untuk generalisasi di dunia nyata. Inovasi ini menandai langkah signifikan menuju sistem pemantauan stres yang lebih cerdas, andal, dan dapat dijelaskan.

stres kronis telah menjadi ancaman serius terhadap kualitas hidup manusia, baik secara fisik maupun mental. Teknologi berbasis kecerdasan buatan, seperti deep learning, menawarkan terobosan dalam mendeteksi stres secara efektif. Dengan memanfaatkan sinyal elektroensefalogram (EEG), alat non-invasif yang ekonomis, model Convolutional Neural Network (CNN) mampu mengidentifikasi pola kompleks aktivitas otak yang terkait dengan tingkat stres. Penelitian ini menunjukkan akurasi luar biasa hingga 98,95%, menggarisbawahi potensi CNN untuk menjadi solusi masa depan dalam pemantauan kesehatan mental secara real-time. Inovasi ini tidak hanya mendukung deteksi dini dan pengelolaan stres yang lebih baik, tetapi juga membuka jalan bagi pengembangan teknologi kesehatan berbasis data yang efisien dan terjangkau [14].

Pentingnya topik ini untuk diteliti dan dikembangkan terletak pada potensinya untuk merevolusi cara kita memahami dan menangani masalah kesehatan mental. Dengan solusi yang berbasis teknologi canggih, kita dapat meningkatkan aksesibilitas dan kualitas layanan kesehatan mental, sekaligus membantu individu untuk hidup dengan lebih sehat dan produktif. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada inovasi pemantauan kesehatan mental dengan integrasi sensor Biomedik dan deep neural networks, yang diharapkan dapat meningkatkan akurasi dan analisis mendalam dalam deteksi dini masalah kesehatan mental. Integrasi teknologi terbaru ini diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih efektif dalam mengatasi tantangan kesehatan mental di masyarakat.

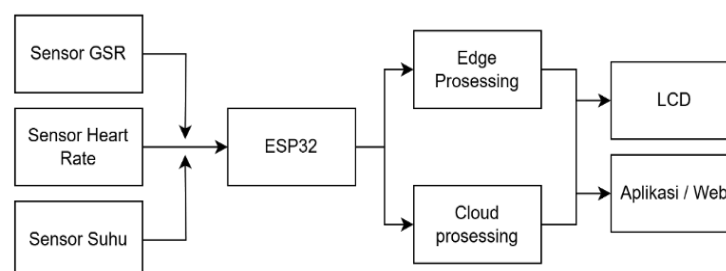
## 2. METHOD

Pada kali ini menjelaskan desain, metode, atau pendekatan yang digunakan dalam menjawab permasalahan penelitian untuk mencapai tujuan penelitian. Penjelasan meliputi parameter penelitian, model yang digunakan, rancangan penelitian, teknik perolehan data dan analisis data dan teori penunjang pelaksanaan penelitian.

### 2.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai tahap awal untuk memperoleh pemahaman mendalam mengenai berbagai pendekatan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang pemantauan stres dan kecemasan. Proses ini mencakup penelaahan terhadap jurnal ilmiah, artikel konferensi, buku teks, dan laporan teknis yang relevan. Fokus utama ditujukan pada teknologi sensor Biomedik seperti Galvanic Skin Response (GSR), sensor detak jantung (Heart Rate Sensor), dan sensor suhu tubuh yang telah terbukti secara klinis memiliki keterkaitan langsung dengan reaksi fisiologis akibat stres dan kecemasan. Selain itu, literatur yang mengkaji metode kecerdasan buatan, khususnya logika fuzzy dan Deep Neural Networks (DNN), juga dianalisis secara sistematis. Logika fuzzy banyak digunakan dalam klasifikasi berbasis aturan, seperti dalam penelitian Irmayanti et al. (2022), yang memanfaatkan sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk mendeteksi empat tingkat stres menggunakan sensor GSR, suhu, dan detak jantung[15]. Hasil dari studi literatur ini menjadi landasan konseptual dalam merancang sistem baru yang bersifat adaptif, cerdas, dan terintegrasi untuk mendeteksi dan menganalisis stres serta kecemasan secara real-time.

### 2.2 Perancangan Sistem



Gambar 1. Diagram Blok Sistem

Perancangan sistem dilakukan melalui pendekatan terstruktur dan modular, dengan membagi sistem ke dalam tiga subsistem utama: subsistem akuisisi data Biomedik, subsistem pemrosesan cerdas menggunakan Deep Neural Networks, dan subsistem presentasi hasil melalui antarmuka pengguna pada perangkat Android maupun web site.

### 2.2.1 Subsistem Akuisisi Data

Data fisiologis dikumpulkan secara real-time melalui tiga jenis sensor, yaitu:

1. Sensor GSR (Galvanic Skin Response): Mengukur tingkat konduktivitas kulit sebagai indikasi langsung dari aktivitas sistem saraf simpatik.
2. Sensor Detak Jantung (MAX30102): Menggunakan teknologi fotoplethismografi (PPG) untuk mengukur denyut jantung dalam satuan beats per minute (BPM).
3. Sensor Suhu Tubuh (DS18B20): Mengukur suhu permukaan kulit sebagai variabel tambahan yang sering terpengaruh oleh stres.

Sensor-sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pemrosesan awal dan pengirim data melalui koneksi WiFi ke server atau cloud.

### 2.2.2 Subsistem Pemrosesan Data

Data yang diterima dari sensor akan diproses oleh model klasifikasi berbasis Deep Neural Networks. Model ini didesain untuk mengenali pola-pola fisiologis yang kompleks dengan mengoptimalkan parameter bobot melalui proses pembelajaran mendalam (deep learning). DNN yang digunakan terdiri dari:

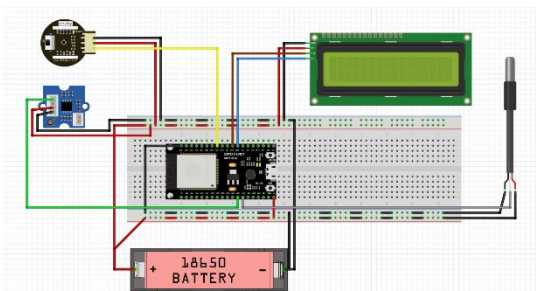
1. Lapisan input dengan tiga node (GSR, BPM, suhu),
2. Tiga lapisan tersembunyi (hidden layers) dengan fungsi aktivasi ReLU,
3. Satu lapisan output yang mengklasifikasi kondisi pengguna ke dalam kategori: rileks, tenang, cemas, dan stres berat.

Model dikembangkan dan dilatih menggunakan framework TensorFlow dan diterapkan menggunakan TensorFlow Lite agar dapat dijalankan langsung pada perangkat mikrokontroler.

### 2.3 Perancangan Alat

Perangkat keras dirancang secara ergonomis, portabel, dan hemat daya untuk mendukung penggunaan di berbagai kondisi lapangan. Mikrokontroler ESP32 dipilih karena memiliki dual core processor, konektivitas WiFi/Bluetooth terintegrasi, serta kompatibilitas dengan TensorFlow Lite. Konfigurasi perangkat keras meliputi:

1. ESP32 Board sebagai unit utama pemrosesan,
2. Sensor MAX30102, GSR, dan DS18B20 sebagai input utama,
3. LCD 2IC untuk menampilkan hasil lokal,
4. Baterai lithium 18650 3.7V sebagai sumber daya utama,
5. Modul charger TP4056 dan step-up converter untuk manajemen daya.



Gambar 2. Skema Rangkaian Alat

## 2.4 Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak pada sistem ini mencakup pengembangan pada tiga level utama, yaitu firmware mikrokontroler ESP32, model klasifikasi berbasis Deep Neural Network (DNN), serta antarmuka pengguna melalui aplikasi Android dan aplikasi berbasis web. Masing-masing komponen dirancang untuk saling terintegrasi dan mendukung proses akuisisi, analisis, serta visualisasi data stres dan kecemasan secara real-time. Penggunaan arsitektur perangkat lunak yang modular dan terdistribusi memungkinkan sistem memiliki fleksibilitas tinggi dalam pengembangan lanjutan maupun penerapan di berbagai konteks penggunaan.

### 2.4.1 Firmware Mikrokontroler ESP32

Firmware merupakan komponen utama pada mikrokontroler ESP32 yang bertugas mengendalikan seluruh proses interaksi antara perangkat keras dan perangkat lunak. Firmware dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan bahasa pemrograman C/C++, yang dipilih karena keandalan dan kompatibilitasnya terhadap berbagai sensor dan pustaka perangkat keras. Pada tahap awal, firmware menginisialisasi semua perangkat keras, termasuk konfigurasi pin GPIO dan komunikasi I2C/SPI yang digunakan oleh sensor suhu (DS18B20), sensor detak jantung (MAX30102), serta pembacaan data analog dari sensor Galvanic Skin Response (GSR). Selanjutnya, firmware melakukan pembacaan nilai sensor secara periodik dengan interval waktu tetap yang dikontrol oleh fungsi timer internal. Data mentah dari sensor disaring menggunakan metode moving average filter untuk mengurangi noise dan memastikan kestabilan nilai. Data hasil akuisisi kemudian diformat ke dalam struktur JSON yang memuat timestamp, nilai GSR, detak jantung (dalam BPM), serta suhu tubuh. Setelah itu, data dikirim secara berkala ke server melalui protokol MQTT.

### 2.4.2 Aplikasi Android

Aplikasi Android merupakan media utama interaksi antara sistem dan pengguna. Aplikasi ini dirancang menggunakan Flutter, sebuah framework open-source berbasis Dart yang memungkinkan pembuatan aplikasi lintas platform dengan performa tinggi. Tujuan utama dari aplikasi ini adalah menampilkan data sensor secara real-time, menyajikan hasil klasifikasi stres berdasarkan output model DNN, serta menyimpan dan menampilkan data historis pengguna dalam bentuk grafik. Dashboard aplikasi menyediakan antarmuka visual yang intuitif untuk menampilkan nilai GSR, detak jantung, suhu tubuh, dan status tingkat stres secara real-time. Visualisasi dilakukan dalam bentuk teks dan warna indikator yang mencerminkan kondisi pengguna, misalnya warna hijau untuk kondisi rileks dan merah untuk stres berat. Data juga disimpan secara otomatis ke Firebase Realtime Database sehingga dapat diakses ulang untuk menampilkan tren mingguan dan bulanan. Selain itu, aplikasi juga dilengkapi fitur notifikasi otomatis menggunakan Firebase Cloud Messaging (FCM) yang memberikan peringatan kepada pengguna jika terdeteksi kondisi stres berat dalam durasi tertentu. Fitur manajemen akun juga disediakan, sehingga setiap pengguna dapat menyimpan data pribadi secara aman dengan otentikasi melalui Google Sign-In atau email dan password. Semua data pengguna dikriptasi dan hanya dapat diakses oleh pengguna yang bersangkutan atau tenaga ahli yang telah diberi izin.

## 2.5 Mekanisme Pengambilan Data

Dalam mendeteksi level stress manusia ini terdapat 3 variabel yang diukur yaitu tekanan darah, suhu tubuh, dan GSR (Galvanic Skin Resistance). Penelitian tentang alat pendeteksi tingkat stress ini telah banyak dilakukan antara lain oleh (Suwanto Edi, 2012), dalam penelitian tersebut hanya diambil tiga variabel sebagai pendeteksi tingkat stress manusia yaitu tekanan darah, detak jantung permenit dan temperatur suhu tubuh. Berdasarkan referensi-referensi penelitian tersebut penelitian ini mengambil 3 variabel yang menyebabkan tingkat stres manusia berdasarkan tabel batasan fisik tingkat stress pada usia dewasa muda [15].

Tabel 1. Parameter Tingkat Stres pada Usia Dewasa Muda

Kondisi	Parameter		
	GSR (Siemens)	HR (bpm)	T (°C)
Rileks	< 2	60 – 70	36 – 37
Tenang	2 – 4	70 – 90	35 – 36
Cemas	4 – 6	90 – 100	33 – 35

Tegang	> 6	> 100	< 33
--------	-----	-------	------

Pengambilan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pendekatan kuantitatif-empiris menggunakan kombinasi data fisiologis (sensor biometrik) dan psikologis (kuesioner DASS-42) yang diperoleh langsung dari responden manusia. Tujuan utamanya adalah untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan tingkat stres dan kecemasan secara real-time berdasarkan sinyal biologis serta validasi subjektif.

### 3. RESULT DAN ANALISIS

#### 3.1. Pengujian Alat

Pengujian sistem dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan bahwa setiap komponen, baik perangkat keras maupun perangkat lunak, berfungsi secara optimal dan akurat dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan tingkat stres dan kecemasan pengguna. Pengujian mencakup tiga tahap utama, yaitu pengujian perangkat keras, pengujian kinerja model Deep Neural Network (DNN), dan pengujian lapangan secara langsung kepada pengguna. Pendekatan ini dirancang untuk mengukur keandalan, akurasi, serta konsistensi sistem dalam kondisi laboratorium maupun lingkungan nyata.



Gambar 3. Alat Penelitian

#### 3.2. Pengujian Sensor Galvanic Skin Response

Tabel 2. Pengujian Sensor GSR

No	Nama	Parameter Penelitian Sensor GSR (siemens)
1.	Agung Wijaya	4
2.	Iswatin Pratiwi	3
3.	Sugiritno	2
4.	Atmojo	2
5.	Anand Aris	3
6.	Heny Susia	4
7.	Fadilah	3
8.	Hertanto A.	3
9.	Indira S.	3
10.	Ayu Ningsih	4

Hasil pengujian yang dilakukan Mayoritas partisipan berada dalam kondisi tenang, menunjukkan tingkat stres fisiologis yang tergolong ringan. Namun, terdapat sebagian partisipan yang menunjukkan indikasi cemas, sehingga perlu dilakukan pemantauan atau intervensi lanjutan, terutama jika situasi mengharuskan kondisi psikologis yang stabil, 7 orang (70%) berada dalam kondisi Tenang (GSR antara 2 – 4 Siemens) dan 3 orang (30%) berada dalam kondisi Cemas (GSR antara 4 – 6 Siemens).

### 3.3. Pengujian Sensor DS18B20

Tabel 3. Pengujian Sensor DS18B20

No.	Nama	Parameter Penelitian		Error (%)
		Termometer (°C)	DS18B20 (°C)	
1.	Agung Wijaya	35.6	33.75	5.2
2.	Iswatin Pratiwi	33.8	35.70	3
3.	Sugiritno	35.1	33.10	3
4.	Atmojo	37.1	37.10	0
5.	Anand Aris	37.9	37.10	0.5
6.	Heny Susia	34.9	35.50	0.5
7.	Fadilah	36.1	33.30	10
8.	Hertanto A.	35.9	34.43	4.15
9.	Indira S.	37.7	37.70	0
10.	Ayu Ningsih	34.5	34.50	0
<b>Rata-Rata Error (%)</b>				26.35

Berdasarkan hasil pengujian sensor DS18B20 yang telah dilakukan terhadap 10 orang, diperoleh data perbandingan antara suhu tubuh yang diukur menggunakan termometer standar dan sensor DS18B20. Pengujian menunjukkan bahwa rata-rata error yang dihasilkan oleh sensor DS18B20 adalah sebesar 26.35%. Tingkat error ini masih berada dalam batas toleransi untuk pengukuran suhu tubuh, yang menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Pengujian juga menunjukkan adanya variasi nilai error, dengan error terbesar mencapai 10%, sedangkan beberapa pengukuran menunjukkan 0% error, yang berarti hasil pengukuran sensor sepenuhnya sesuai dengan alat standar.

### 3.4. Pengujian Sensor MAX30102

Tabel 4. Pengujian Sensor MAX30102

No.	Nama	Parameter Penelitian		Error (%)
		Stetoskop (bpm)	Heart Rate (bpm)	
1.	Agung Wijaya	87	89	2.27
2.	Iswatin Pratiwi	88	89	1
3.	Sugiritno	90	90	0
4.	Atmojo	80	79	1
5.	Anand Aris	105	97	9.5
6.	Heny Susia	78	77	1
7.	Fadilah	110	105	10
8.	Hertanto A.	90	90	0
9.	Indira S.	81	78	1
10.	Ayu Ningsih	85	85	0
<b>Rata-Rata Error (%)</b>				25.77

Pengujian sensor MAX30102 dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran detak jantung (Heart Rate) menggunakan alat standar stetoskop dengan hasil dari sensor MAX30102 pada 10

orang. Sensor MAX30102 menunjukkan rata-rata error sebesar 25.77%, yang berarti tingkat akurasi sensor ini mencapai sekitar 97.423%. Nilai error rata-rata yang rendah menunjukkan bahwa sensor MAX30102 cukup andal digunakan untuk pengukuran detak jantung secara real-time dan non-invasif.

#### 4. DISCUSSION/CONCLUSION

Dari beberapa hasil pembuatan alat dan hasil penelitian ada beberapa kesimpulan bahwa ketiga sensor yang diuji, yaitu GSR, DS18B20, dan MAX30102, menunjukkan performa yang cukup baik dan layak digunakan untuk monitoring kesehatan secara umum. Tingkat akurasi masing-masing sensor berada di atas 97%, dengan catatan penting terkait faktor pemasangan, kondisi lingkungan, dan teknik penggunaan. Sensor-sensor tersebut sangat potensial diterapkan dalam sistem monitoring kesehatan portabel atau perangkat wearable, namun tetap diperlukan verifikasi tambahan untuk keperluan diagnosis medis yang lebih akurat.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Saya mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan yang diberikan, sehingga saya mampu menyelesaikan penelitian ini dengan lancar sebagai bagian dari persyaratan studi di Universitas Gresik. Saya juga ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada Bapak Misbah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, motivasi, serta waktu yang telah beliau berikan selama proses penelitian ini hingga selesai. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh dosen Universitas Gresik yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan. Tak lupa, saya berterima kasih kepada keluarga tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang tanpa henti. Selain itu, saya menghargai semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini, meskipun tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

#### REFERENCES

- [1] Kakunje A, Mithur R, Kishor M. *Emotional well-being, mental health awareness, and prevention of suicide: Covid-19 pandemic and digital psychiatry*. Archives of Medicine and Health Sciences. 2020; 8(1): 147-153.
- [2] Ivbijaro G, Brooks C, Kolkiewicz L, et al. *Psychological impact and psychosocial consequences of the COVID-19 pandemic Resilience, mental well-being, and the coronavirus pandemic*. Indian Journal of Psychiatry. 2020; 62(3): S395-S403.
- [3] Kementerian Kesehatan RI. Info datin-reproduksi-remaja. 2021.
- [4] Nielsen RE, Banner J, Jensen SE. *Cardiovascular disease in patients with severe mental illness*. Nature Reviews Cardiology. 2020; 18(2): 136-145. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-00463-7>.
- [5] Zhang Y, Zhang H, Ma X, et al. *Mental Health Problems during the COVID-19 Pandemics and the Mitigation Effects of Exercise: A Longitudinal Study of College Students in China*. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2020; 17(10): 3722. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103722>.
- [6] Ansori, R. R., & Martiana, T. (2017). *Hubungan Faktor Karakteristik Individu Dan Kondisi Pekerjaan Terhadap Stres Kerja Pada Perawat Gigi*. The Indonesian Journal of Public Health, 12(1), 75. <https://doi.org/10.20473/ijph.v12i1.2017.75-84>.
- [7] Hur, M. H., Song, J. A., Lee, J., & Lee, M. S. (2014). *Aromatherapy for stress reduction in healthy adults: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials*. Maturitas, 79(4), 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2014.08.006>.
- [8] Arbi, D. K. A., & Ambarini, T. K. (2018). *Terapi Brief Mindfulness-Based Body Scan untuk Menurunkan Stres Atlet Bola Basket Wanita Profesional*. INSAN Jurnal Psikologi Dan Kesehatan Mental, 3(1), 1. <https://doi.org/10.20473/jpkm.v3i12018.1-12>.

- [9] Oktapiani, N., & Putri, A. (2018). *Rasional Emotif Terapi Gangguan Kecemasan Sosial Dengan Menggunakan Pendekatan 1*. Fokus, 1(6), 227–232.
- [10] Darmojo, B. (2009). *Geriatric (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut) (4th ed.)*. Balai Penerbit FKUI.
- [11] Hassantabar, H., dkk. (2021). *MHDeep: Mental Health disorder detection system based on body-area and deep neural networks*. arXiv, 1-2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.10435>.
- [12] Solikhun, & Lestari, SP (2023). *Pengujian Jaringan Saraf Tiruan Dalam Mendiagnosis Gangguan Jiwa Menggunakan Algoritma Backpropagation Levenberg-Marquardt*. Jurnal Penelitian Sistem Informasi (JOSH), 4(3), 920–927. <https://doi.org/10.47065/josh.v4i3.3285>.
- [13] Moser, M. K., Ehrhart, M., & Resch, B. (2024). *An explainable deep learning approach for stress detection in wearable sensor measurements*. Sensors, 24(16), 5085. <https://doi.org/10.3390/s24165085>.
- [14] Santos, R. A. (2023). *A Convolutional Neural Network Model to Detect Stress Levels in Electroencephalogram Signals*. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management (IJSREM), 7(12), 1-6. doi: 10.55041/IJSREM27285.
- [15] Irmayanti, Mokui, H. T., & Alam, W. O. S. N. (2022). *Sistem pendeteksi stres pada manusia menggunakan metode fuzzy logic berbasis Internet of Things*. Jurnal Fokus Elektroda: Energi Listrik, Telekomunikasi, Komputer, Elektronika dan Kendali, 7(3), 185-192. <https://elektroda.uho.ac.id/>.