

IMPLEMENTASI TEKNOLOGI CERDAS BERBASIS IOT DAN TELEGRAM UNTUK MONITORING KESEHATAN JANTUNG

Lintang Desy Pangesti[✉], Arif Setia Sandi, Rian Ardianto

Teknologi Informasi, Universitas Harapan Bangsa, Banyumas, Indonesia

Email: lintangdesy12@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.46880/jmika.Vol9No2.pp332-339>

ABSTRACT

The human heart acts as a vital organ that pumps blood throughout the body, and heart disease is the leading cause of death globally, including in Indonesia. To address this issue, this research proposes an Internet of Things (IoT)-based health monitoring system that can measure heart rate, oxygen saturation, and body temperature using MAX30100 and LM35 sensors. The system is equipped with real-time notification via Telegram and data display on an OLED screen. The method used is prototyping, with testing of sensor accuracy compared to conventional measuring instruments. The test results show good accuracy in BPM and SpO₂ measurements with an error of 5.78% and 3.6%, respectively, compared to the oximeter. However, body temperature measurement using the LM35 sensor showed an average error of 7.78%, due to the sensitivity of the sensor to ambient temperature.

Keywords: *Internet of Things, Heart Rate, Oxygen Saturation, Body Temperature, Health Monitoring System.*

ABSTRAK

Jantung manusia berperan sebagai organ vital yang memompa darah ke seluruh tubuh, dan penyakit jantung menjadi penyebab utama kematian global, termasuk di Indonesia. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) yang dapat mengukur denyut jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh menggunakan sensor MAX30100 dan LM35. Sistem ini dilengkapi dengan notifikasi real time melalui Telegram dan tampilan data di layar OLED. Metode yang digunakan adalah prototipe, dengan pengujian terhadap akurasi sensor yang dibandingkan dengan alat ukur konvensional. Hasil pengujian menunjukkan akurasi yang baik pada pengukuran BPM dan SpO₂ dengan error masing-masing 5,78% dan 3,6% dibandingkan oximeter. Namun, pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor LM35 menunjukkan error rata-rata 7,78%, disebabkan oleh sensitivitas sensor terhadap suhu lingkungan.

Kata Kunci: *Internet of Things, Denyut Jantung, Saturasi Oksigen, Suhu Tubuh, Sistem Pemantau Kesehatan.*

PENDAHULUAN

Jantung manusia merupakan organ vital yang berfungsi mengalirkan darah ke seluruh tubuh (Napiah & Heristian, 2024). Penyakit jantung adalah penyebab utama kematian di dunia dan terus meningkat setiap tahunnya (D. Hasan & Ismael, 2020). Di Indonesia, tingkat kematian akibat penyakit kardiovaskular pada tahun 2019 tercatat sebesar 251,09 per 100.000 penduduk, dengan Yogyakarta mencatatkan angka tertinggi (Mustajab, 2023).

Frekuensi denyut jantung, yang diukur dalam satuan BPM, menjadi indikator utama kesehatan jantung (Jannah et al., 2024), sementara saturasi oksigen dan suhu tubuh juga mencerminkan kondisi kesehatan secara keseluruhan. Saturasi oksigen adalah nilai yang menunjukkan kadar oksigen dalam darah, yakni persentase hemoglobin yang terikat dengan oksigen (Aurum & Fitriani, 2024). Saturasi oksigen

yang normal berkisar antara 95–100%, sedangkan suhu tubuh yang normal dapat mencerminkan kapasitas tubuh dalam menghasilkan panas (Isyanto et al., 2022).

Penyakit jantung sering kali berkembang tanpa gejala yang jelas dan dapat memburuk secara tiba-tiba, sehingga pemantauan kesehatan secara *real time* menjadi sangat penting bagi pasien yang memerlukan pengawasan secara terus-menerus. Namun, pemantauan kesehatan jantung di rumah sakit biasanya dilakukan dengan perangkat yang terpisah dan sulit dijangkau atau dioperasikan oleh pasien secara mandiri (Fakhri et al., 2021).

Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini mengusulkan sistem pemantauan kesehatan berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat mengukur denyut jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh dengan menggunakan sensor MAX30100 dan LM35. Sistem ini dilengkapi dengan layar OLED untuk menampilkan

data dan menggunakan ESP8266 untuk mengirimkan informasi ke Telegram secara otomatis. Dengan demikian, pasien dapat memantau kondisi kesehatannya secara lebih efektif, sementara keluarga dapat memantau kondisi pasien kapan saja dan di mana saja.

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana perangkat dengan sensor, aktuator, dan prosesor terhubung ke internet untuk bertukar data tanpa interaksi langsung manusia (Yunita, 2024) (Mangkunegara et al., 2024). Sensor MAX30100, yang digunakan untuk mengukur denyut jantung dan saturasi oksigen, bekerja dengan memancarkan cahaya ke kulit dan mengukur pantulannya untuk menghasilkan sinyal yang dapat diproses oleh mikrokontroler (Ganesh et al., 2022). Sementara itu, sensor LM35 mengonversi suhu menjadi sinyal listrik yang akurat dan mudah diintegrasikan dalam sistem (Vidyastari et al., 2023). Chip NodeMCU ESP8266 yang mendukung koneksi Wi-Fi memungkinkan komunikasi antar perangkat dalam proyek IoT ini (M. Hasan et al., 2024) (Kasmi et al., 2021). Sistem ini bertujuan untuk memberikan solusi pemantauan kesehatan yang lebih mudah diakses dan terintegrasi bagi pasien dan keluarga.

Dibandingkan dengan perangkat pemantauan kesehatan komersial yang umumnya mahal dan membutuhkan peralatan khusus, sistem ini memiliki keunggulan dari segi biaya. Komponen-komponen seperti NodeMCU ESP8266, sensor MAX30100, sensor suhu LM35, dan penggunaan aplikasi Telegram memungkinkan sistem ini dibangun dengan biaya yang lebih rendah tanpa mengorbankan fungsionalitas utama. Hal ini menjadikan sistem ini sebagai alternatif yang efisien dan terjangkau untuk pemantauan kesehatan berbasis IoT, terutama untuk pemakaian pribadi di rumah.

Meskipun komponen seperti MAX30100, LM35, dan NodeMCU telah banyak digunakan dalam berbagai penelitian sebelumnya, kebaruan dari penelitian ini terletak pada integrasi sistem monitoring dengan notifikasi *real time* melalui Telegram yang memungkinkan pemantauan jarak jauh secara praktis tanpa perlu aplikasi khusus.

Penelitian ini menggunakan metode prototipe untuk mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT yang terintegrasi dengan Telegram. Pendekatan prototipe ini memungkinkan sistem dikembangkan secara bertahap, dengan penyesuaian dan perbaikan berdasarkan umpan balik pengguna, sehingga sistem dapat memenuhi kebutuhan pemantauan kesehatan secara *real time* dengan efektif (Ningsih, 2023).

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terkait sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT telah dilakukan oleh beberapa peneliti dengan berbagai pendekatan dan teknologi. (Adrian et al., 2021) mengembangkan sistem pemantauan kesehatan menggunakan sensor MAX30102 dan platform Blynk, yang mampu mencapai akurasi tinggi, yaitu 98,78% untuk saturasi oksigen, 95,12% untuk detak jantung, dan 99,07% untuk suhu tubuh. Untuk meningkatkan akurasi pembacaan sensor, penelitian ini mengimplementasikan komunikasi serial antara Arduino Uno dan NodeMCU.

Selanjutnya, (Santoso et al., 2021) mengembangkan alat pemantau kesehatan berbasis IoT dengan sensor MAX30100 dan LM35. Sistem ini memungkinkan pemantauan *real time* dengan efisiensi daya hingga 27,8%. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan pengukuran sebesar 6% untuk detak jantung, 3% untuk saturasi oksigen dan suhu tubuh, serta delay rata-rata 0,78–1,06 detik dengan throughput 416 bytes/s.

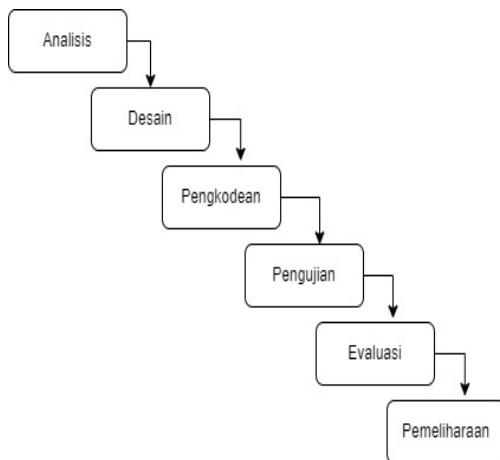
(Christopher & Dinata, 2022) juga mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT dengan kombinasi sensor MAX30100, LM35, mikrokontroler NodeMCU, dan LCD SSD1306. Sistem ini berhasil mengirimkan data ke Firebase tanpa error dan memiliki akurasi tinggi pada pengukuran denyut nadi (error 4,02%) serta saturasi oksigen (error 0%). Namun, sensor suhu LM35 mencatat error sebesar 11,74%, sehingga memerlukan kalibrasi lebih lanjut.

Terakhir, penelitian oleh (Sunarto et al., 2024) mengembangkan alat portable berbasis ESP32 untuk mengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh menggunakan sensor MAX30100 dan DS18B20. Hasil penelitian menunjukkan akurasi yang tinggi, yaitu 96,51% untuk detak jantung, 97,91% untuk saturasi oksigen, dan 99% untuk suhu tubuh dibandingkan dengan alat konvensional.

Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini menggabungkan pemantauan tiga parameter kesehatan (denyut jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh) menggunakan sensor yang relatif terjangkau, serta mengintegrasikannya dengan platform Telegram sebagai sistem notifikasi *real time*. Sistem juga menampilkan data melalui layar OLED untuk monitoring langsung tanpa akses ke server, menjadikannya lebih praktis untuk pemantauan mandiri di rumah. Dengan demikian, penelitian ini menambahkan nilai aplikatif dalam konteks penggunaan rumahan secara langsung.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode prototipe. Tahapan dalam proses prototipe ditunjukkan pada Gambar 1, yang mencakup analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, evaluasi, perbaikan, serta pemeliharaan untuk memastikan sistem berfungsi secara optimal.



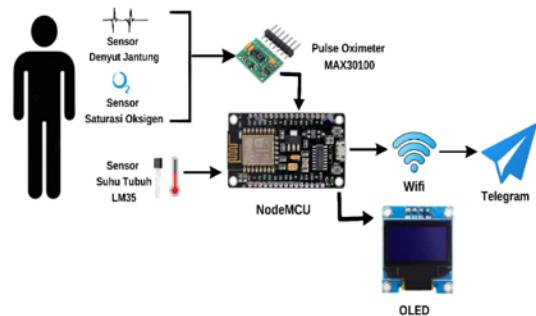
Gambar 1. Tahapan Pada Metode Prototipe

Metode prototipe dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan utama:

- Analisis Kebutuhan, mengidentifikasi sistem IoT dan Telegram untuk monitoring kesehatan jantung
- Desain, merancang alur kerja sistem dan integrasi perangkat keras serta perangkat lunak
- Pembuatan Kode, mengimplementasikan program untuk NodeMCU, sensor, dan notifikasi Telegram
- Pengujian, memastikan akurasi sensor dan keberhasilan pengiriman notifikasi *real time*
- Evaluasi dan Perbaikan, menilai performa sistem menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE) dan memperbaiki kekurangan sebelum tahap akhir (Chan et al., 2023)
- Pemeliharaan, menjaga sistem tetap berfungsi optimal pasca implementasi.

RANCANGAN SISTEM

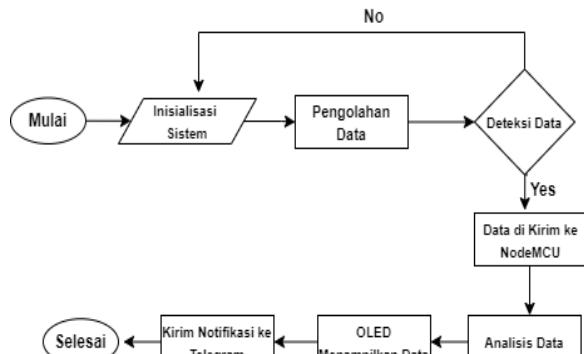
Rancangan sistem pada Gambar 2 menunjukkan sistem monitoring kesehatan berbasis NodeMCU ESP8266 yang memantau denyut jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh secara *real time*. Data dari sensor MAX30100 dan LM35 diproses oleh NodeMCU ESP8266, dikirim ke Telegram, dan ditampilkan di LCD, memungkinkan pemantauan jarak jauh yang efektif.



Gambar 2. Rancangan Sistem

ALUR KERJA SISTEM

Alur kerja sistem dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.



Gambar 3. Alur Kerja Sistem

Gambar 3 menggambarkan alur kerja sistem pemantauan kesehatan dengan sensor MAX30100. Berikut penjelasan singkat setiap langkahnya:

- Mulai, proses dimulai dengan pengaktifan sistem.
- Inisialisasi sistem, memastikan perangkat keras dan perangkat lunak siap beroperasi, termasuk sensor dan NodeMCU.
- Pengolahan data, mengumpulkan dan memproses data dari sensor MAX30100 (denyut jantung dan saturasi oksigen) dan LM35 (suhu tubuh).
- Sensor mendeteksi data, sistem memeriksa deteksi data. Jika tidak terdeteksi, kembali ke inisialisasi, jika ya, lanjut ke langkah berikutnya.
- Data dikirim ke NodeMCU, mengirimkan data ke NodeMCU untuk diteruskan ke server atau aplikasi. Instalasi Telegram pada NodeMCU dilakukan dengan menggunakan library Universal Telegram Bot, token bot Telegram dan ID chat pengguna dimasukkan ke dalam program. NodeMCU mengakses API Telegram melalui koneksi Wi-Fi untuk mengirim pesan otomatis saat data terbaca.
- Analisis data, menganalisis kondisi kesehatan berdasarkan data yang dikumpulkan.

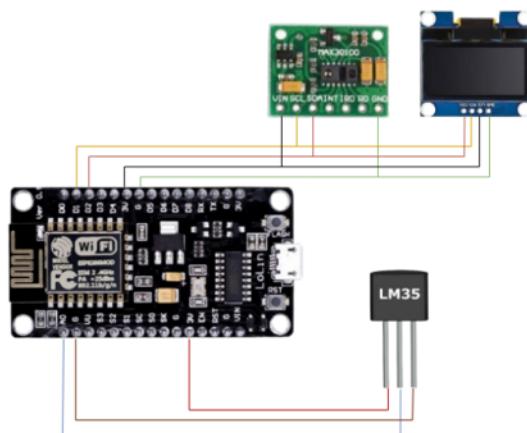
- g. OLED menampilkan data, menampilkan data secara visual di layar OLED.
- h. Kirim notifikasi ke Telegram, mengirimkan notifikasi kepada pengguna atau keluarga penderita jantung.
- i. Selesai, sistem siap untuk pemantauan selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perancangan yang telah dilakukan, pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja alat dalam mendeteksi denyut jantung dan saturasi oksigen. Hasil deteksi ditampilkan melalui Telegram, memungkinkan pemantauan kesehatan secara *real time* berbasis IoT.

1. Implementasi Perancangan Prototipe

Sistem monitoring kesehatan jantung ini memantau denyut jantung, SpO₂, dan suhu tubuh secara *real time*. Menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor MAX30100, dan sensor LM35, data dikirim nirkabel via WiFi ke Telegram untuk notifikasi pengguna atau tenaga medis.



Gambar 4. Rancangan Prototipe

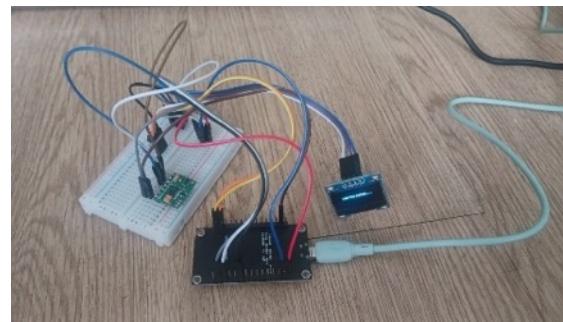
Pada bagian ini terdapat rangkaian yang dapat dilihat pada Gambar 4 mengenai rangkaian sensor yang terpasang pada NodeMCU ESP8266. Pada sensor MAX30100, terdapat empat pin yang digunakan dan terhubung pada mikrokontroler NodeMCU ESP8266. Pertama, pin SDA akan terhubung pada pin D2. Kedua, pin SCL akan terhubung pada pin D1. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin GND. Keempat, pin VIN akan terhubung pada pin 3V.

Pada rangkaian OLED, terdapat empat pin yang digunakan. Pertama, pin SCL akan terhubung pada pin D1. Kedua, pin SDA akan terhubung pada pin D2. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin GND. Keempat, pin VCC akan terhubung pada pin 3V.

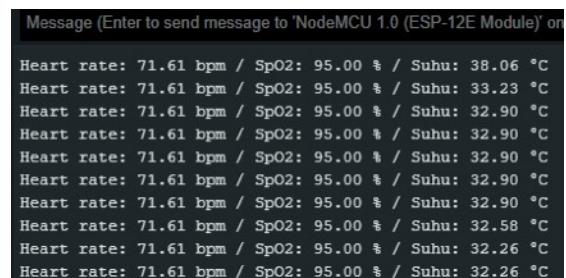
Pada rangkaian sensor LM35, terdapat tiga pin yang digunakan. Pertama, pin VCC akan terhubung

pada pin 3V. Kedua, pin VOUT akan terhubung pada pin A0. Ketiga, pin GND akan terhubung pada pin GND.

Sistem ini memungkinkan pemantauan kesehatan jantung secara praktis dan *real time*. Gambar 5 dan 6 Rangkaian Prototipe serta hasil tampilan pada serial monitor.



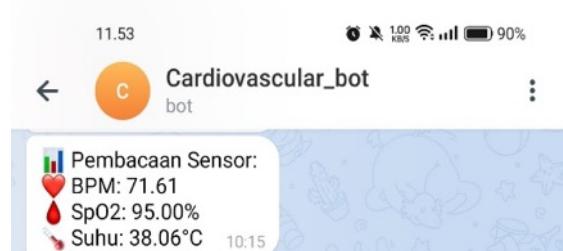
Gambar 5. Rangkaian Prototipe



Gambar 6. Tampilan Hasil Serial Monitor

2. Hasil Tampilan Pada Telegram

Data dapat dipantau secara *real time* melalui Telegram di smartphone atau PC/laptop, memungkinkan pemantauan jarak jauh yang praktis dan efisien bagi pengguna dan keluarga. Tampilan data yang dikirim melalui Telegram dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Tampilan Pada Telegram

3. Hasil Tampilan Pada OLED

Selain ditampilkan melalui Telegram, hasil pemantauan juga dapat diakses melalui OLED, memungkinkan pengguna melihat data secara langsung

tanpa bergantung pada perangkat lain. Tampilan hasil pada OLED dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Tampilan Pada OLED

4. Hasil Pengujian Pada Alat

a. Hasil Pengukuran Sensor

Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran sensor dalam sistem monitoring kesehatan jantung berbasis IoT. Data mencakup denyut jantung (BPM) dan kadar oksigen (SpO_2) dari sensor MAX30100, serta suhu tubuh dari sensor LM35. Hasil menunjukkan BPM dan SpO_2 yang konsisten, sekitar 86,02 BPM dan 95% SpO_2 , sementara suhu tubuh bervariasi antara 32,26°C hingga 38,06°C.

Tabel 1. Pengukuran Sensor

Pengukuran Sensor (BPM)	Pengukuran Sensor (SpO_2)	Pengukuran Sensor (Suhu Tubuh)
71,61	95,00	38,06
71,61	95,00	33,23
71,61	95,00	32,90
71,61	95,00	32,90
71,61	95,00	32,90
71,61	95,00	32,90
71,61	95,00	32,90
71,61	95,00	32,58
71,61	95,00	32,26
71,61	95,00	32,26

Ketidakkonsistenan pengukuran suhu tubuh dapat disebabkan oleh sensitivitas sensor yang rendah, perubahan suhu lingkungan, dan posisi jari yang tidak tepat. Hal ini dapat mempengaruhi akurasi hasil pengukuran, sehingga perlu evaluasi lebih lanjut untuk meningkatkan keakuratan.

b. Pengujian Perbandingan sensor MAX30100 dengan Oximeter

Pengujian ini mengevaluasi keakuratan sensor MAX30100 dalam mengukur BPM dan SpO_2 dengan membandingkannya terhadap

oximeter. Hasil pengukuran BPM dan SpO_2 menunjukkan nilai yang konsisten tanpa variasi karena pengujian dilakukan pada satu objek yang sama dalam rentang waktu singkat, yaitu selama 50 detik untuk 10 kali percobaan. Konsistensi ini mengindikasikan bahwa kondisi objek tetap stabil selama pengujian sehingga nilai yang dihasilkan tidak mengalami perubahan signifikan. Oleh karena itu, data tersebut valid untuk kondisi pengujian yang dilakukan, meskipun variasi nilai dalam jangka waktu yang lebih panjang atau pada objek berbeda mungkin diperlukan untuk evaluasi lebih komprehensif. Tabel berikut menampilkan perbandingan nilai serta selisih dari percobaan.

Tabel 2. Perbandingan sensor MAX30100 dengan Oximeter

No	Percobaan Alat		Pembanding Oximeter		Selisih	
	BPM	SpO2	BPM	SpO2	BPM	SpO2
1.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
2.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
3.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
4.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
5.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
6.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
7.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
8.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
9.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00
10.	71,61	95,00	76	98	4,39	3,00

Diketahui rumus persentase error sebagai berikut (Tatilu et al., 2022):

Presentase error

$$= \frac{\text{Hasil alat pembanding} - \text{Hasil alat buatan}}{\text{Hasil alat pembanding}} \times 100\%$$

1. Denyut Jantung (BPM)

- Hasil alat pembanding: 76
- Hasil alat buatan: 71,61
- Selisih: 4,39

2. Saturasi Oksigen dalam Darah (SpO_2)

- Hasil alat pembanding: 98
- Hasil alat buatan: 95,00
- Selisih: 3,00

Perhitungan persentase error untuk BPM dan SpO_2 :

$$\begin{aligned} \text{Presentase error BPM} &= \frac{76 - 71,61}{76} \times 100\% \\ &= \frac{4,39}{76} \times 100\% \\ &= 5,78\% \end{aligned}$$

$$\text{Presentase error } SpO_2 = \frac{98 - 95,00}{98} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3}{98} \times 100\% \\
 &= 3,06\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan error menunjukkan bahwa pengukuran BPM memiliki error 5,78%, sementara SpO₂ 3,06%, dengan SpO₂ lebih akurat. Meskipun ada perbedaan dengan alat referensi, perangkat ini masih dapat digunakan untuk pemantauan kesehatan dengan perbaikan akurasi lebih lanjut.



Gambar 9. Hasil Uji Pada Oximeter

c. Pengujian Perbandingan sensor LM35 dengan Termometer

Pengujian ini mengevaluasi akurasi sensor LM35 dalam mengukur suhu tubuh dengan membandingkannya terhadap termometer. Hasil pengukuran dari kedua alat dianalisis untuk melihat selisih yang terjadi.

Tabel 3. Pengujian Perbandingan sensor LM35 dengan Termometer

Percobaan	Pembanding	Selisih	Presentase Error
Alat	Termometer		
Suhu	Suhu		
38,06	36,1	-1,96	-5,43
33,23	36,1	2,87	7,95
32,90	36,1	3,20	8,86
32,90	36,1	3,20	8,86
32,90	36,1	3,20	8,86
32,90	36,1	3,20	8,86
32,90	36,1	3,20	8,86
32,58	36,1	3,52	9,75
32,26	36,1	3,84	10,63
32,26	36,1	3,84	10,63
Total Presentase Error			7,783

Berdasarkan tabel di atas yang merupakan pengujian dari sensor suhu yang dibandingkan dengan termometer sebagai alat pembanding, sensor ini memiliki selisih tertinggi sebesar 3,84°C dan selisih terendah sebesar 1,96°C. Untuk menentukan tingkat

akurasi sensor, dilakukan perhitungan persentase error menggunakan rumus:

Presentase error

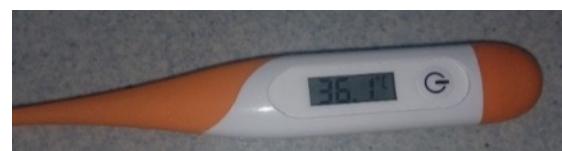
$$= \frac{\text{Hasil alat pembanding} - \text{Hasil alat buatan}}{\text{Hasil alat pembanding}} \times 100\%$$

Hasil perhitungan menunjukkan total persentase error sebesar 77,83%, yang diperoleh dari penjumlahan seluruh persentase error pada setiap percobaan. Selanjutnya, untuk menentukan rata-rata error, digunakan rumus:

$$\begin{aligned}
 \text{Rata - Rata Error} &= \frac{\text{Jumlah Presentase Error}}{\text{Jumlah Data}} \\
 &= \frac{77,83}{10} \\
 &= 7,783\%
 \end{aligned}$$

Rata-rata error sebesar 7,78% menunjukkan perbedaan pembacaan antara sensor suhu dan termometer. Ketidakstabilitan dalam pengukuran suhu tubuh ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain sensitivitas sensor yang kurang optimal dalam mendekripsi suhu tubuh, perubahan suhu lingkungan selama pengujian, serta posisi jari yang kurang tepat saat pengukuran. Akibatnya, hasil yang diperoleh mungkin tidak sepenuhnya merepresentasikan suhu tubuh sebenarnya. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi dan kalibrasi lebih lanjut dengan cara kalibrasi sensor menggunakan alat standar, memastikan posisi jari yang konsisten, serta melakukan pengujian di berbagai kondisi lingkungan untuk meningkatkan akurasi pengukuran suhu tubuh.

Gambar nomor 10 menunjukkan hasil uji suhu tubuh menggunakan termometer, yang menghasilkan nilai 36,1°C



Gambar 10. Hasil Uji Pada Termometer

Selama proses implementasi dan pengujian sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT), ditemukan beberapa tantangan teknis yang signifikan. Kestabilan koneksi internet menjadi faktor krusial yang memengaruhi kecepatan dan keberhasilan pengiriman data ke platform notifikasi Telegram, sehingga gangguan jaringan dapat menyebabkan keterlambatan atau kehilangan data. Selain itu, ketepatan pembacaan sensor juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti

pencahayaan dan suhu sekitar, serta posisi sensor yang tidak tepat, yang menyebabkan fluktuasi hasil pengukuran. Tantangan lain yang ditemui adalah keterbatasan daya pada perangkat IoT dan kebutuhan pengolahan data yang efisien agar sistem dapat beroperasi secara real time tanpa hambatan. Tantangan-tantangan ini menunjukkan perlunya optimasi lebih lanjut dalam pengembangan sistem untuk memastikan keandalan dan kestabilan pemantauan kesehatan secara terus menerus.

KESIMPULAN

Sistem monitoring kesehatan jantung berbasis IoT ini mampu memantau denyut jantung, kadar oksigen dalam darah (SpO_2), dan suhu tubuh secara *real time*. Sensor MAX30100 digunakan untuk mengukur BPM dan SpO_2 , sedangkan sensor LM35 mendeteksi suhu tubuh. Data diolah oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan dikirim ke Telegram untuk pemantauan jarak jauh, serta ditampilkan pada layar OLED untuk akses langsung.

Hasil pengujian menunjukkan akurasi yang cukup baik pada BPM dan SpO_2 dengan error masing-masing 5,78% dan 3,6% dibandingkan oximeter. Namun, pengukuran suhu tubuh dengan sensor LM35 memiliki rata-rata error 7,78% akibat sensitivitas terhadap suhu lingkungan.

Sistem ini memungkinkan pemantauan kesehatan yang lebih praktis dan efisien, terutama bagi pengguna dan tenaga medis yang membutuhkan notifikasi *real time*. Penelitian ini masih terbatas pada pengujian jangka pendek sehingga belum dapat menggambarkan keandalan sistem dalam penggunaan jangka panjang. Oleh karena itu, pengujian lanjutan dalam durasi yang lebih lama diperlukan untuk mengevaluasi stabilitas performa sistem secara menyeluruh.

Meskipun demikian, penerapan sistem ini dalam konteks klinis masih terbatas karena adanya batasan pada akurasi sensor dan belum adanya sertifikasi resmi sebagai alat kesehatan. Oleh karena itu, sistem ini lebih tepat digunakan sebagai alat pemantauan mandiri di rumah dan bukan sebagai pengganti perangkat medis resmi. Untuk pengembangan selanjutnya, diperlukan validasi lebih lanjut sesuai standar medis yang berlaku guna meningkatkan akurasi dan memastikan keandalan sistem dalam konteks klinis.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya meliputi:

1. Melakukan pengujian di berbagai kondisi lingkungan untuk mengevaluasi pengaruh faktor eksternal.
2. Menggunakan sensor dengan seri yang lain, seperti MLX90614 atau DS18B20.
3. Menambahkan sistem notifikasi lain seperti penggunaan media sosial dengan memanfaatkan perangkat selular.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, M. A., Widiarto, M. R., & Kusumadiarti, R. S. (2021). Health Monitoring System Dengan Indikator Suhu Tubuh , Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT). *PETIK: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 7(2), 108–118.
- Aurum, A. D., & Fitriani, E. (2024). *Prototipe Alat Pendekripsi Detak Jantung , Saturasi Oksigen , dan Suhu Tubuh Berbasis Arduino Mega Menggunakan Fuzzy Sugeno* (Vol. 8). Universitas Bina Darma.
- Chan, R. M., Fitriyah, H., & Widarsari, E. R. (2023). Pengendalian Suhu dan Kelembapan Udara untuk Budidaya Microgreen Lobak menggunakan Metode Regresi Linier berbasis Arduino. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 7(5), 2534–2541.
- Christopher, A., & Dinata, Y. M. (2022). Rancang Bangun Sistem Pemantauan Jarak Jauh Denyut Nadi , Saturasi Oksigen , dan Suhu Tubuh pada Orang Sakit di Rumah. *Jurnal Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(1), 1–11.
- Fakhri, M. I., Supriyadi, T., & Rahmatullah, G. M. (2021). Prototipe Smart Emergency Untuk Pemberitahuan Kondisi Kesehatan Mahasiswa Menggunakan KTM Sebagai Scan Barcode Kamera Berbasis IoT. *EPSILON: Journal of Electrical Engineering and Information Technology*, 19(2), 53–58.
- Ganesh, K. V. S. S., Jeyanth, S. S., & Bevi, A. R. (2022). IOT based portable heart rate and SpO_2 pulse oximeter. *HardwareX*, 11, e00309.
- Hasan, D., & Ismaeel, A. (2020). Designing ECG Monitoring Healthcare System Based on Internet of Things Blynk Application. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 1(2), 106–111. <https://doi.org/10.38094/jastt1336>
- Hasan, M., Hawedi, H., & Huwaydi, E. (2024). A Comparison Between Two Sensor Devices for Measuring Heart Rate Using IOT. *The International Journal of Engineering & Information Technology (IJEIT)*, 12(1), 90–95.
- Isyanto, H., Wahid, A. S., & Ibrahim, W. (2022). Desain Alat Monitoring Real Time Suhu Tubuh , Detak Jantung dan Tekanan Darah secara Jarak Jauh melalui Smartphone berbasis Internet of Things Smart Healthcare. *RESISTOR*

- (*Elektronika Kendali Telekomunikasi Tenaga Listrik Komputer*), 5(1), 39–48.
- Jannah, M. U., Nur’aidha, A. C., & Kumarajati, D. Y. H. (2024). Sistem Deteksi Detak Jantung Berbasis Sensor MAX30102, Arduino Uno, dan OLED Display untuk Pemantauan Detak Jantung Secara Real-Time. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 12(3).
- Kasmi, E. A., Abouricha, M., & Boulezhar, A. (2021). A patient’s temperature remote control system based on NODEMCU ESP8266. In *E3S Web of Conferences*, Vol. 297.
- Mangkunegara, I. S., Setia, A., Ariyanto, S., & Triwibowo, D. N. (2024). *Implementasi Arduino IoT Cloud : Potensiometer Sebagai Pengatur Intensitas Cahaya LED*. 7(1), 65–72.
- Mustajab, R. (2023). *Kematian akibat Penyakit Jantung di Indonesia Terus Meningkat*. <https://dataindonesia.id/kesehatan/detail/kematian-akibat-penyakit-jantung-di-indonesia-terus-meningkat>
- Napiyah, M., & Heristian, S. (2024). Perbandingan Algoritma Machine Learning pada Klasifikasi Penyakit Jantung. *Jurnal Infortech*, 6(1), 46–51.
- Ningsih, W. H. N. (2023). *Perbandingan Model Waterfall dan Metode Prototipe untuk Pengembangan Aplikasi pada Sistem Informasi*. 5(1), 83–95.
- Santoso, G. H., Santoso, I. H., & Irawan, A. I. (2021). Perancangan dan Implementasi Alat Monitoring Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh Berbasis IoT dengan Cloud. *EProceedings of Engineering*, 8(6).
- Sunarto, R. S., Situmeang, A., & Kristiant, V. E. (2024). Prototype Pengukur Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Suhu Tubuh Manusia Secara Portable. *Jurnal Teknik Dan Science*, 3(2), 84–93.
- Tatilu, A. E., Sompie, S., & Wuwung, J. (2022). *Perancangan Alat Monitoring Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Berbasis IoT Menggunakan Platform Blynk*.
- Vidyastari, R. I., Rohma, N. M., & Mohsin, M. (2023). *Alat Monitoring Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Berbasis Arduino Sebagai Upaya Menjaga Kesehatan Pasca Pandemi*. 6(02), 74–76.
- Yunita, R. (2024). Pengaruh Internet of Things (IoT) terhadap Efisiensi dan Efektivitas Layanan Kesehatan: Tinjauan Literatur. *Jurnal Responsive Teknik Informatika*, 8(01), 12–18.