

Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis IoT: Pendeteksian Suhu Tubuh Dan Detak Jantung Real-Time Menggunakan ESP8266 NODEMCU V3

Rafif Fauzan Reinawan^{1*)}, Ibrahim², Muhammad Yusuf Fadilla³, Hazri Alpirendi Muhammad Latif⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

^{1,2,3,4}J. HS. Ronggo Waluyo, Desa Puseurjaya, Kecamatan Telukjambe Timur, Karawang, Jawa Barat 41361

*Penulis Korespondensi, e-mail: 2210631160102@student.unsika.ac.id

Received: 10/06/2026

Revised: 15/07/2026

Accepted: 15/07/2026

ABSTRAK

Pemantauan kondisi kesehatan secara berkelanjutan merupakan kebutuhan mendesak, khususnya bagi pasien yang memerlukan pengawasan medis jarak jauh. Sistem pemantauan konvensional berbasis pengukuran manual memiliki keterbatasan pada aspek kontinuitas, jangkauan, dan kemampuan notifikasi dini. Penelitian ini merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP8266 NodeMCU V3 yang mengintegrasikan sensor suhu digital DS18B20 dan sensor detak jantung MAX30102. Data pengukuran ditampilkan secara real-time melalui layar OLED 0,96 inci dan dikirimkan ke platform Blynk, serta disimpan dalam basis data MySQL melalui XAMPP. Pengujian pendahuluan dilakukan terhadap tiga subjek dengan analisis parameter meliputi range, nonlinearitas, sensitivitas, resolusi, akurasi, presisi, dan ambang batas, serta divalidasi terhadap alat ukur referensi berupa termometer digital medis dan smartwatch. Hasil pengujian menunjukkan sensor DS18B20 memiliki nonlinearitas 3,51% dan presisi 5,62% terhadap referensi termometer, sedangkan sensor MAX30102 memiliki nonlinearitas 17,41% dan presisi 19,4% terhadap referensi smartwatch, sehingga masih memerlukan optimasi algoritma filtering sinyal fotoplethysmografi. Sebagai penelitian pendahuluan dengan jumlah subjek terbatas, hasil ini menggambarkan kelayakan awal prototipe dan belum dapat digeneralisasi untuk penerapan skala luas. Penelitian ini berkontribusi sebagai dasar pengembangan perangkat monitoring kesehatan portabel yang memerlukan pengujian lanjutan dengan jumlah subjek yang lebih besar.

Kata Kunci: *Internet of Things (IoT); Monitoring Kesehatan; ESP8266 NodeMCU V3; Suhu Tubuh; Detak Jantung; MAX30102.*

ABSTRACT

Continuous health monitoring has become an urgent need, especially for patients requiring remote medical supervision. Conventional monitoring systems based on manual measurements have limitations in continuity, range, and early-warning capabilities. This study designs and implements an Internet of Things (IoT)-based health monitoring system using an ESP8266 NodeMCU V3 microcontroller, integrating a DS18B20 digital temperature sensor and a MAX30102 heart-rate sensor. Measurement data is displayed in real-time via a 0.96-inch OLED display and transmitted to the Blynk platform, while being stored in a MySQL database through XAMPP. Preliminary testing was conducted on three subjects with parameter analysis covering range, nonlinearity, sensitivity, resolution, accuracy, precision, and threshold, and validated against reference instruments, namely a medical digital thermometer and a smartwatch. Results show that the DS18B20 sensor achieves 3.51% nonlinearity and 5.62% precision against the thermometer reference, while the MAX30102 sensor yields 17.41% nonlinearity and 19.4% precision against the smartwatch reference, indicating that the PPG signal filtering algorithm still requires further optimization. As a preliminary study with a limited number of subjects, these results reflect the initial feasibility of the prototype and cannot yet be generalized to large-scale application. This research contributes as a foundation

p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195



9 772356 053009

for the development of a portable health monitoring device that requires further testing with a larger number of subjects.

Keywords: *Internet of Things (IoT); Health Monitoring; ESP8266 NodeMCU V3; Body Temperature; Heart Rate; MAX30102.*

1. PENDAHULUAN

Aspek kesehatan menjadi salah satu faktor utama yang menentukan kualitas hidup individu. Meningkatnya jumlah kasus penyakit kronis serta tuntutan akan pemantauan pasien dari jarak jauh menjadi pendorong munculnya teknologi sensor dan sistem embedded yang dapat memantau parameter fisiologis secara otomatis dan terus-menerus [1]. Kondisi klinis seperti demam tinggi maupun gangguan ritme jantung tergolong indikator yang krusial untuk dideteksi sejak awal, sehingga penanganan medis dapat segera dilakukan [2].

Di sisi lain, metode pemantauan kesehatan secara konvensional masih memiliki beberapa kekurangan mendasar. Pertama, pengukuran yang dilakukan secara manual membutuhkan kehadiran langsung petugas medis, sehingga kurang efektif diterapkan untuk pemantauan jangka panjang, khususnya pada pasien rawat inap maupun lanjut usia [3]. Kedua, jangkauan pemantauan masih dibatasi oleh faktor jarak dan waktu, yang menyebabkan adanya kemungkinan perubahan kondisi pasien tidak teridentifikasi apabila terjadi di luar waktu pemeriksaan. Ketiga, metode konvensional belum dapat memberikan peringatan secara otomatis apabila nilai parameter kesehatan berada di luar batas normal [4].

Kemajuan teknologi Internet of Things (IoT) telah menghadirkan pendekatan baru dalam dunia layanan kesehatan digital (e-health). Melalui perangkat IoT, proses pengambilan, pengiriman, dan penampilan data sensor dapat dilakukan secara real-time melalui koneksi internet, sehingga pemantauan kondisi kesehatan dapat dilaksanakan dari jarak jauh tanpa terhalang lokasi geografis [5]. Mikrokontroler ESP8266 yang sudah dilengkapi modul Wi-Fi banyak digunakan dalam pengembangan sistem IoT untuk bidang medis, mengingat harganya yang ekonomis, konsumsi energinya yang rendah, serta dukungan ekosistem pengembangan yang sudah mapan [6].

Sejumlah penelitian sebelumnya telah merancang sistem dengan tema yang sejenis. Ikhsani et al. [7] membangun sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh pasien berbasis IoT, tetapi belum menyertakan tampilan OLED secara lokal. Arrafat dan Wildian [8] membuat sistem telemetri untuk memantau suhu tubuh pasien menggunakan sensor DS18B20 dan transceiver nRF24L01+, namun belum terhubung dengan layanan cloud. Zaki dan Anifah [9] mengembangkan sistem monitoring detak jantung, suhu tubuh, dan cairan infus berbasis IoT, namun tanpa dilengkapi layar tampilan lokal. Muthmainnah dan Tabriawan [10] membuat prototipe pengukur detak jantung menggunakan sensor MAX30102, ESP8266, dan platform Blynk, tetapi belum mengintegrasikan sensor suhu tubuh. Sementara itu, Saputro et al. [11] menerapkan sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh secara nirkabel menggunakan mikrokontroler. Berdasarkan perbandingan dengan penelitian-penelitian tersebut, sistem yang dikembangkan pada penelitian ini menggabungkan pengukuran suhu tubuh dan detak jantung secara bersamaan, dilengkapi penyimpanan data berbasis cloud serta tampilan OLED lokal, sehingga menghasilkan solusi yang lebih lengkap dan mudah dibawa.

Berdasarkan identifikasi gap tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) merancang sistem monitoring kesehatan terintegrasi berbasis ESP8266 yang mampu mengukur suhu tubuh dan detak jantung secara real-time; (2) menganalisis kinerja sensor DS18B20 dan MAX30102 pada kondisi pengujian nyata; (3) mengimplementasikan antarmuka monitoring jarak jauh melalui platform Blynk; dan (4) mengevaluasi kelayakan sistem sebagai solusi monitoring kesehatan portabel dan terjangkau.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk menghasilkan sekaligus menguji kelayakan suatu produk berupa sistem monitoring kesehatan berbasis Internet of Things (IoT). Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan sistem, perancangan perangkat

Rafif Fauzan Reinawan: Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis.... p-ISSN: 2356-0533; e-ISSN: 2355-9195

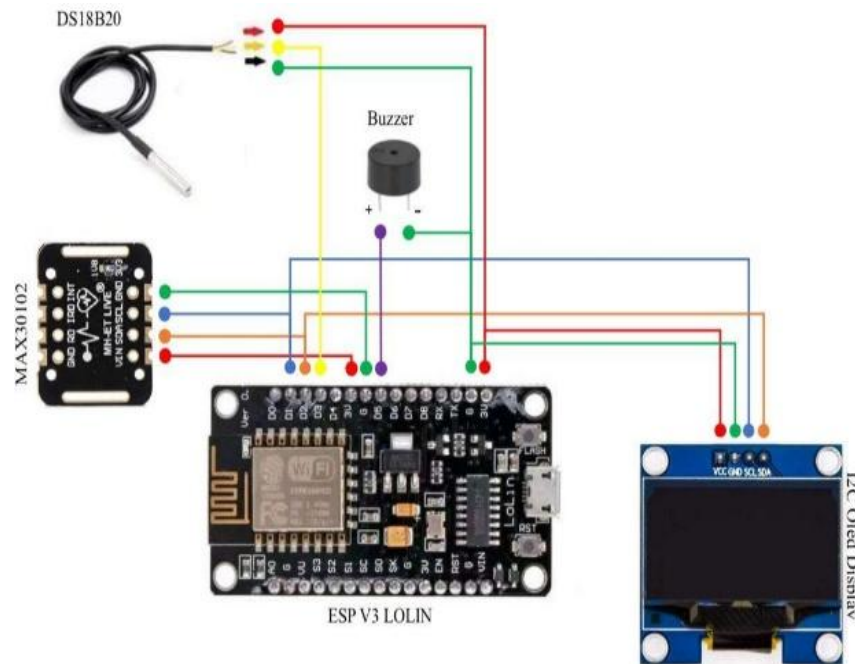


2.1 Studi Literatur Dan Perancangan Sistem

Diagram illustrating the system architecture for the health monitoring device:

- Backend/Database:** PHP (backend dan komunikasi dengan database), SQL (manajemen database), HTML/CSS (membuat dashboard web interaktif).
- Development Tools:** Virtual Studio Code, Xampp/htdocs/Project/ (containing dashboard.php, export_data, index.php, store_data.php).
- Cloud/Server:** Blynk Server, Data Base, Mysql Server.
- Frontend/Interface:** Blynk APP / WEB, PhpMyAdmin WEB.
- Hardware Components:**
 - Template Device Health (1. BPM, 2. AVG BPM, 3. Temperatur, 4. Buzzer LED)
 - Sensor Suhu DS18B20
 - Buzzer
 - Max30102
 - I2C OLED 1.3 Inch
- Connectivity:** Internet Access, C/C++ (pemrograman pada Arduino).

Data hasil pengukuran disimpan pada database MySQL yang dikelola melalui XAMPP dan phpMyAdmin, sehingga dapat diakses kembali untuk kebutuhan pemantauan dan analisis. Selain itu, sistem menyediakan dashboard berbasis web yang dibangun menggunakan PHP, HTML, dan CSS untuk menampilkan data kesehatan secara real-time. Sebagai fitur peringatan dini, buzzer akan aktif ketika nilai suhu tubuh atau detak jantung berada di luar rentang normal yang telah ditentukan. Dengan integrasi tersebut, sistem mampu menyediakan layanan pemantauan kesehatan yang cepat, akurat, dan dapat diakses dari berbagai lokasi melalui internet.



Gambar 3 : Skematik perancangan alat

Skematik sistem dirancang dengan ESP8266 NodeMCU V3 sebagai unit pengendali utama yang mengintegrasikan sensor DS18B20, sensor MAX30102, layar OLED 1,3 inci, dan buzzer. Sensor DS18B20 digunakan untuk mengakuisisi data suhu tubuh melalui komunikasi One-Wire, sedangkan sensor MAX30102 berfungsi mengukur detak jantung menggunakan metode fotoplethysmografi (PPG) melalui antarmuka I2C. Data yang diperoleh dari kedua sensor diproses oleh NodeMCU untuk menghasilkan informasi suhu tubuh dan denyut jantung secara real-time.

Hasil pengolahan data ditampilkan pada layar OLED yang terhubung melalui jalur I2C sehingga memungkinkan penyajian informasi secara langsung kepada pengguna. Selain itu, buzzer diintegrasikan sebagai perangkat notifikasi yang akan aktif ketika parameter fisiologis yang terukur berada di luar rentang normal yang telah ditentukan. Seluruh komponen memperoleh catu daya dari NodeMCU dan bekerja dalam satu arsitektur terintegrasi, sehingga mendukung proses pemantauan kesehatan yang efisien, real-time, dan berbasis Internet of Things (IoT).

2.2 Implementasi Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Pada perancangan hardware koneksi antar komponen dirancang sebagai berikut: Sensor DS18B20 dihubungkan ke pin D2 (GPIO4) ESP8266 melalui protokol 1-Wire dengan resistor pull-up 4,7 k Ω . Sensor MAX30102 dihubungkan ke pin SDA (D2/GPIO4) dan SCL (D1/GPIO5) melalui protokol I²C. Layar OLED SSD1306 menggunakan jalur I²C yang sama dengan MAX30102 pada alamat 0x3C. Buzzer dihubungkan ke pin D5 (GPIO14) melalui transistor NPN sebagai switch. Seluruh komponen dioperasikan pada tegangan 3,3V yang disuplai oleh regulator onboard ESP8266.





Gambar 4 : Hasil perancangan hardware alat pendeteksi suhu tubuh dan detak jantung

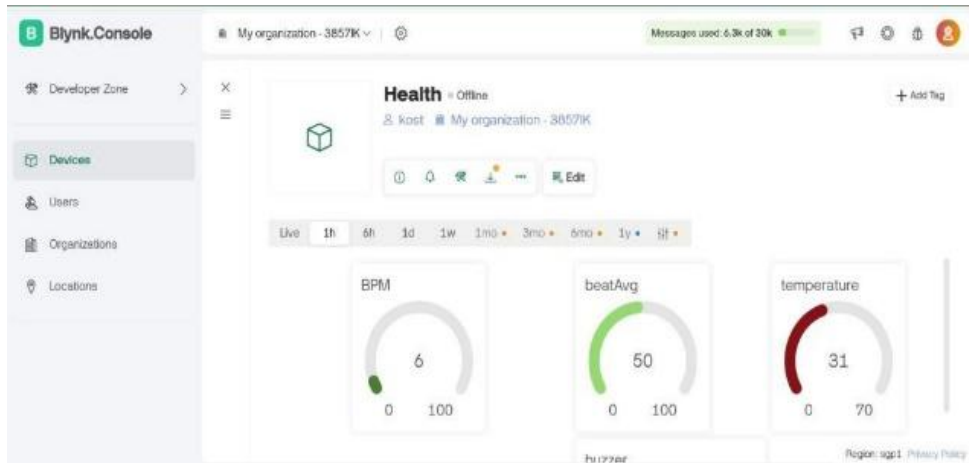
Pada Perancangan Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE dengan library utama: OneWire dan DallasTemperature untuk sensor DS18B20, MAX30105 (SparkFun) untuk sensor MAX30102, Adafruit_SSD1306 dan Adafruit_GFX untuk tampilan OLED, serta BlynkSimpleEsp8266 untuk koneksi platform Blynk.

TABEL I: STRUKTUR TABEL BASIS DATA MYSQL

Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	INT (Primary Key, Auto Increment)	Identitas unik tiap baris data
nama_pengguna	VARCHAR(50)	Nama subjek pengguna
suhu	FLOAT	Nilai suhu tubuh hasil pembacaan sensor DS18B20 (°C)
bpm	FLOAT	Nilai detak jantung terukur dari sensor MAX30102 (BPM)
avg_bpm	FLOAT	Rata-rata detak jantung per pengukuran
waktu_pengukuran	DATETIME	Timestamp pengambilan data

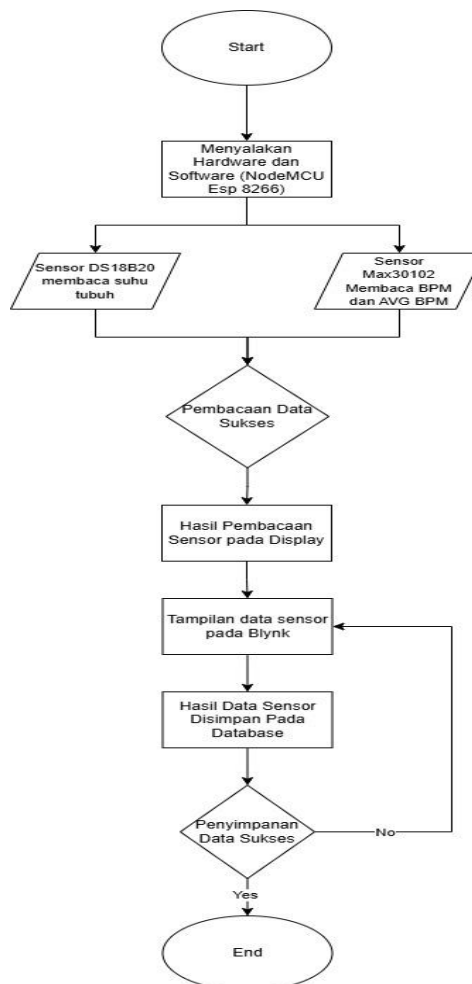
Data hasil pengukuran disimpan pada basis data MySQL dengan struktur tabel seperti ditunjukkan di bawah ini. Sistem melakukan pembacaan sensor dengan interval sampling 1 detik, sesuai dengan pembaruan yang ditampilkan pada widget gauge Blynk. Data dikirim ke platform Blynk dan disimpan ke basis data pada interval yang sama, sehingga keterlambatan antara waktu pengukuran dan waktu tampil pada dashboard tidak lebih dari 1–2 detik. Interval ini dipilih untuk menyeimbangkan kebutuhan tampilan real-time dengan beban komunikasi jaringan Wi-Fi ESP8266. Diagram blok perangkat keras sistem ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3, sedangkan alur logika perangkat lunak, mulai dari akuisisi sensor hingga penyimpanan ke basis data, ditunjukkan pada flowchart Gambar 6.





Gambar 5 : Hasil perancangan software blynk

Pengujian pada alat ini dilakukan dengan cara Sensor DS18B20 untuk mendeteksi suhu tubuh ditempatkan di ketiak subjek; sensor MAX30102 untuk mendeteksi detak jantung dipasang pada ujung jari telunjuk tangan. Parameter evaluasi yang dihitung: range, nonlinearitas, sensitivitas, resolusi, akurasi, presisi, dan ambang batas.



Gambar 6 : Cara kerja alat



Alur kerja sistem dimulai ketika perangkat diaktifkan dan ESP8266 NodeMCU V3 melakukan proses inisialisasi seluruh komponen yang terhubung. Setelah inisialisasi berhasil, sistem secara bersamaan melakukan akuisisi data dari sensor DS18B20 untuk memperoleh nilai suhu tubuh dan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung dalam satuan Beats Per Minute (BPM). Data yang diperoleh dari kedua sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler untuk memastikan validitas hasil pengukuran sebelum digunakan pada tahap berikutnya.

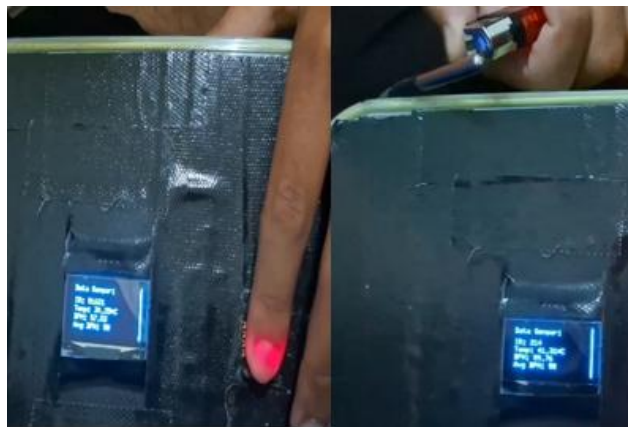
Apabila proses pembacaan data berlangsung dengan baik, hasil pengukuran ditampilkan pada layar OLED sebagai media informasi lokal. Selanjutnya, data yang telah diproses dikirimkan melalui jaringan internet ke platform Blynk sehingga dapat dipantau secara real-time oleh pengguna. Pada tahap berikutnya, data yang sama disimpan ke dalam basis data sebagai rekam historis pengukuran untuk mendukung proses monitoring dan analisis lebih lanjut.

Sistem kemudian melakukan verifikasi terhadap proses penyimpanan data. Jika penyimpanan belum berhasil, sistem akan mengulangi proses pengiriman dan penyimpanan hingga data tersimpan dengan benar. Sebaliknya, apabila proses penyimpanan berhasil, siklus pengukuran dinyatakan selesai dan sistem siap melanjutkan proses pemantauan pada periode pengukuran berikutnya. Mekanisme ini memungkinkan akuisisi, transmisi, dan penyimpanan data kesehatan berlangsung secara berkelanjutan serta mendukung pemantauan kondisi pengguna secara real-time berbasis Internet of Things (IoT).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengambilan sampel data pengukuran sensor

Prototipe sistem berhasil diimplementasikan dalam wadah kotak berukuran 15×10×5 cm dengan menggunakan Breadboard. Perlu ditegaskan bahwa pengujian ini bersifat sebagai evaluasi awal prototipe dengan jumlah subjek terbatas ($n=3$), sehingga hasil yang diperoleh merepresentasikan kelayakan awal sistem dan belum dapat digeneralisasi untuk populasi yang lebih luas dan bervariasi. Layar OLED menampilkan informasi nama pengguna, suhu tubuh real-time, BPM saat ini, dan rata-rata BPM secara bergantian. Platform Blynk Console berhasil menampilkan data melalui tiga widget gauge (BPM, Avg BPM, Suhu) dengan pembaruan setiap 1 detik. Seluruh data tersimpan dalam tabel MySQL dengan kolom: BPM, Avg BPM, Temperature (°C).



Gambar 7 : Pengambilan sampel data sensor MAX30102 dan DS18B20

BPM	Avg BPM	Temperature (°C)
38.83	38	34.13
58.59	35	33.19
62.5	50	29.88

Gambar 8 : Tampilan data pada database

TABEL II : DATA HASIL PENGAMBILAN SAMPLE PENGUKURAN DATA

Percobaan	Nama	BPM	Avg BPM	Suhu (°C)
1	Rafif	38,83	38	34,13
2	Yusuf	58,59	35	33,19
3	Hazri	62,50	50	29,88
4	Rafif	59,76	55	30,31
5	Yusuf	41,28	53	31,21
6	Hazri	52,16	47	29,12

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan terhadap tiga responden, yaitu Rafif, Yusuf, dan Hazri, prototipe sistem monitoring kesehatan berbasis IoT mampu melakukan pengukuran suhu tubuh dan detak jantung secara real-time serta menampilkan hasilnya pada layar OLED dan platform Blynk. Data yang diperoleh kemudian tersimpan secara otomatis ke dalam basis data MySQL. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai BPM yang terbaca berada pada rentang 38,83–62,50 BPM, sedangkan suhu tubuh berada pada rentang 29,12–34,13°C. Perbedaan nilai yang dihasilkan pada setiap pengujian menunjukkan bahwa sensor mampu mendeteksi perubahan kondisi fisiologis pengguna sesuai dengan karakteristik masing-masing responden.

Pada percobaan pertama hingga ketiga, nilai BPM tertinggi diperoleh oleh Hazri sebesar 62,50 BPM dengan rata-rata BPM 50 dan suhu 29,88°C. Sementara itu, nilai BPM terendah tercatat pada Rafif sebesar 38,83 BPM dengan rata-rata BPM 38 dan suhu 34,13°C. Pada pengujian berikutnya, BPM yang terukur mengalami variasi, di mana Rafif memperoleh nilai 59,76 BPM, Yusuf 41,28 BPM, dan Hazri 52,16 BPM. Variasi hasil tersebut menunjukkan bahwa sensor detak jantung mampu menangkap perubahan denyut nadi secara dinamis selama proses pengambilan data berlangsung.

Selain itu, hasil pengukuran suhu tubuh menunjukkan kecenderungan nilai yang lebih rendah dibandingkan suhu tubuh normal manusia. Kondisi ini kemungkinan dipengaruhi oleh posisi penempatan sensor, durasi kontak sensor dengan kulit yang relatif singkat, serta pengaruh suhu lingkungan sekitar saat pengujian dilakukan. Meskipun demikian, sensor tetap mampu mendeteksi perubahan suhu secara konsisten pada setiap percobaan.

3.2 Pengambilan data pengukuran suhu tubuh sensor DS18B20

Selanjutnya dilakukan pengambilan data untuk pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor DS18B20 dengan 3 responden. Untuk memperkuat validitas hasil pengukuran, nilai suhu yang dihasilkan



sensor dibandingkan dengan alat ukur referensi berupa termometer digital medis yang diukur pada bagian tubuh dan waktu yang sama, sehingga deviasi yang diperoleh mencerminkan tingkat akurasi sensor terhadap alat ukur yang lazim digunakan secara klinis.

TABEL III : Data pengukuran suhu tubuh sensor DS18B20

Subjek	Suhu Terukur(°C)	Suhu Termometer Referensi(°C)	Deviasi
Rafif	34,13	36,60	2,47
Yusuf	33,19	36,40	3,21
Hazri	29,88	36,20	6,32
Rata-rata	32,40	36,40	4,00

TABEL IV : REKAPITULASI PARAMETER SENSOR DS18B20

Parameter	Rumus	Nilai	Satuan	Keterangan
Range	$X_{max} - X_{min}$ (datasheet)	180	°C	(-55°C hingga +125°C)
Nonlinearitas Maks	$\frac{\text{Deviasi Maks}}{\text{Range}} \times 100\%$	3,51	%	Deviasi terhadap termometer referensi
Sensitivitas (ΔOUT)	$T_{maks} - T_{min}$ subjek	4,25	°C	(34,13 – 29,88)
Rata-rata Suhu	$\sum T_i / n$	32,40	°C	3 subjek
Resolusi	$\sqrt{(X_{max} - X_{min})} / \text{Skala}$	53,67	—	Skala = 0,0625°C
Deviasi dari Alat Referensi	$ T_{\text{referensi}} - T_{\text{avg}} $	4,00	°C	Termometer digital medis (data contoh)
Standar Deviasi (σ)	$\sqrt{(\sum (x_i - \mu)^2 / n)}$	1,82	°C	—
Presisi (CV)	$\sigma / \mu \times 100\%$	5,62	%	Cukup; ideal < 1%
Threshold	X_{min} datasheet	-55	°C	Batas bawah sensor

Nilai nonlinearitas dihitung sebagai rasio deviasi maksimum sensor terhadap termometer digital medis dibagi rentang skala penuh sensor sesuai datasheet (180°C), sehingga hasilnya konsisten dengan definisi nonlinearitas pada evaluasi instrumentasi. Sensor DS18B20 menghasilkan nonlinearitas sebesar 3,51% terhadap alat ukur referensi, yang tergolong baik untuk kelas sensor suhu digital berbiaya rendah. Nilai presisi sebesar 5,62% (CV = coefficient of variation) lebih tinggi dari nilai ideal di bawah 1% yang tercantum dalam datasheet. Hal ini dapat disebabkan oleh variasi kondisi fisiologis antar subjek (perbedaan suhu aksila yang dipengaruhi faktor metabolisme individu), kondisi lingkungan yang tidak sepenuhnya identik antar pengukuran, serta tidak adanya periode stabilisasi sensor yang memadai. Deviasi rata-rata suhu terhadap termometer referensi sebesar 4,00°C menunjukkan bahwa pengukuran suhu aksila melalui DS18B20 secara inheren lebih rendah dibandingkan suhu yang terbaca pada termometer medis, sesuai dengan referensi klinis yang menyatakan suhu aksila umumnya 0,5–1°C lebih rendah dari suhu rektal maupun suhu oral yang biasa diukur termometer digital.

3.3 Pengambilan data pengukuran detak jantung tubuh sensor MAX30102

TABEL V : DATA PENGUKURAN DETAK JANTUNG SENSOR MAX30102

Subjek	BPM Terukur	Avg BPM	BPM Referensi (Smartwatch)	Deviasi Absolut
Rafif	38,83	38	78,00	39,17
Yusuf	58,59	35	82,00	23,41



Hazri	62,50	50	85,00	22,50
Rata-rata	53,31	41,00	81,67	28,36

TABEL VI : Rekapitulasi parameter sensor MAX30102

Parameter	Rumus	Nilai	Satuan	Keterangan
Range	$X_{max} - X_{min}$ (datasheet)	225	BPM	(25 hingga 250 BPM)
Nonlinearitas Maks	$\frac{\text{Deviasi Maks}}{\text{Range}} \times 100\%$	17,41	%	Deviasi terhadap smartwatch referensi
Sensitivitas (ΔOUT)	$BPM_{maks} - BPM_{min}$ subjek	23,67	BPM	(62,5 – 38,83)
Rata-rata BPM	$\Sigma BPM_i / n$	53,31	BPM	3 subjek
Resolusi	$\sqrt{(X_{max} - X_{min}) / \text{Skala}}$	4,86	—	Skala = 1 BPM
Deviasi dari Alat Referensi	$ BPM_{referensi} - BPM_{avg} $	28,36	BPM	Referensi smartwatch (data contoh)
Standar Deviasi (σ)	$\sqrt{(\Sigma (xi - \mu)^2 / n)}$	10,36	BPM	—
Presisi (CV)	$\sigma / \mu \times 100\%$	19,40	%	Tinggi; ideal < 10%
Threshold	X_{min} datasheet	30	BPM	Batas bawah sensor

Nilai nonlinearitas MAX30102 dihitung dengan rumus yang sama seperti DS18B20, yaitu deviasi maksimum sensor terhadap smartwatch referensi dibagi rentang skala penuh sensor sesuai datasheet (225 BPM), sehingga hasil kedua sensor dapat dibandingkan secara konsisten. Dengan pendekatan ini, MAX30102 menghasilkan nonlinearitas sebesar 17,41% dan presisi sebesar 19,4%, keduanya masih berada di atas ambang ideal yang direkomendasikan datasheet (nonlinearitas <5%, presisi <10%). Kondisi ini menunjukkan bahwa pembacaan detak jantung melalui sensor MAX30102 pada kondisi pengujian saat ini belum cukup stabil untuk digunakan sebagai alat ukur utama, dan lebih tepat diposisikan sebagai indikator pendukung. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap rendahnya presisi dan tingginya nonlinearitas ini antara lain: (1) perubahan posisi jari relatif terhadap sensor selama pengukuran yang menyebabkan variasi intensitas cahaya yang diterima fotodiode; (2) gangguan cahaya ambien yang menembus sela-sela pemasangan sensor; (3) perbedaan kondisi perfusi jaringan antar subjek akibat variasi tekanan pemasangan; dan (4) tidak adanya implementasi algoritma filtering sinyal PPG seperti low-pass filter atau moving average filter dalam perangkat lunak. Penelitian lanjutan perlu menambahkan algoritma filtering tersebut serta memperbanyak titik kalibrasi terhadap alat ukur referensi sebelum sensor ini dapat diklaim layak untuk pengukuran detak jantung yang presisi.

3.4 Perbandingan Performa Kedua Sensor

TABEL VII : KOMPARASI PERFORMA DARI KEDUA SENSOR

Parameter	DS18B20	MAX30102	Nilai DS18B20	Ideal	Nilai MAX30102	Ideal
Range	180°C	225 BPM	180°C		225 BPM	
Nonlinearitas	3,51%	17,41%	< 0,5%		< 5%	
Rata-Rata Pengukuran	32,4°C	53,31 BPM	37°C ± 1	(aksila)	60–100 BPM	



Deviasi dari Alat Referensi	4,00°C	28,36 BPM	< 1°C	< 5 BPM
Standar Deviasi (σ)	1,82°C	10,36 BPM	< 0,5°C	< 2 BPM
Presisi (CV)	5,62%	19,4%	< 1%	< 10%
Threshold	-55°C	30 BPM	-55°C	25 BPM
Evaluasi Keseluruhan	BAIK	PERLU PERBAIKAN	—	—

Berdasarkan hasil pengujian, sensor DS18B20 menunjukkan performa lebih baik dibandingkan MAX30102 pada sistem monitoring kesehatan yang dikembangkan. Sensor DS18B20 memiliki nonlinearitas 3,51% terhadap referensi termometer yang menunjukkan respons pengukuran suhu relatif stabil dan linear, sedangkan MAX30102 memiliki nonlinearitas 17,41% terhadap referensi smartwatch akibat pengaruh posisi jari, cahaya lingkungan, dan kondisi perfusi darah pengguna.

Dari sisi presisi, DS18B20 memperoleh nilai coefficient of variation (CV) sebesar 5,62%, lebih rendah dibandingkan MAX30102 sebesar 19,4%, sehingga data suhu memiliki konsistensi yang lebih baik. Nilai standar deviasi juga menunjukkan variasi data DS18B20 lebih kecil yaitu 1,82°C, sedangkan MAX30102 mencapai 10,36 BPM akibat pengaruh noise sinyal PPG dan pergerakan pengguna.

Pada pengujian deviasi terhadap alat ukur referensi, DS18B20 memiliki selisih rata-rata 4,00°C terhadap termometer digital medis, yang masih dapat diterima karena pengukuran dilakukan pada area aksila yang secara klinis memang lebih rendah dibandingkan suhu inti tubuh. Sementara itu, MAX30102 menghasilkan deviasi rata-rata 28,36 BPM terhadap pembacaan smartwatch, sehingga akurasi masih perlu ditingkatkan sebelum dapat digunakan sebagai alat ukur utama.

Secara keseluruhan, DS18B20 dinilai lebih stabil dan sesuai untuk monitoring suhu tubuh secara real-time. Sedangkan MAX30102 membutuhkan optimasi lebih lanjut melalui peningkatan mekanisme pemasangan sensor, pengurangan gangguan cahaya, serta penerapan metode filtering sinyal untuk meningkatkan akurasi pembacaan detak jantung.

3.5 Keamanan dan Privasi Data

Karena sistem ini menyimpan data kesehatan pengguna berupa suhu tubuh dan detak jantung pada basis data MySQL, serta mengirimkan data tersebut melalui jaringan internet ke platform Blynk, aspek keamanan dan privasi data perlu diperhatikan. Pada implementasi saat ini, akses ke basis data dibatasi melalui autentikasi phpMyAdmin dan kredensial XAMPP lokal, namun koneksi pengiriman data dari ESP8266 ke server belum menerapkan enkripsi. Kondisi ini berisiko pada eksposur data kesehatan pribadi apabila sistem diakses melalui jaringan publik. Pengembangan berikutnya disarankan menerapkan protokol transmisi data yang aman seperti HTTPS atau MQTT dengan TLS, serta mekanisme kontrol akses berbasis peran (role-based access control) pada basis data, mengingat data suhu tubuh dan detak jantung tergolong data kesehatan pribadi yang bersifat sensitif dan perlu dilindungi sesuai prinsip keamanan data pengguna.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, serta pengujian Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis IoT Menggunakan ESP8266 NodeMCU V3. Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kesehatan berbasis IoT menggunakan ESP8266 V3 yang mengintegrasikan sensor suhu DS18B20 dan sensor detak jantung MAX30102 secara simultan. Sistem mampu melakukan pemantauan parameter kesehatan secara real-time dengan menampilkan data pada OLED, mengirimkan ke platform Blynk, dan menyimpan riwayat pada basis data MySQL melalui XAMPP.

Hasil analisis sensor menunjukkan: (1) Sensor DS18B20 memiliki kinerja yang baik dengan nonlinearitas 3,51% dan presisi 5,62% terhadap alat ukur referensi (termometer digital medis), serta resolusi



0,0625°C, memenuhi kebutuhan pengukuran suhu tubuh; (2) Sensor MAX30102 menunjukkan nonlinearitas 17,41% dan presisi 19,4% terhadap alat ukur referensi (smartwatch), masih berada di atas ambang ideal datasheet sehingga memerlukan peningkatan melalui optimasi algoritma filtering sinyal fotoplethysmografi dan penambahan titik kalibrasi; (3) Perbandingan dengan penelitian terdahulu menunjukkan bahwa sistem ini menawarkan integrasi multi-sensor yang lebih komprehensif dengan biaya produksi yang terjangkau.

Secara keseluruhan, prototipe yang dikembangkan terbukti portabel dan mudah digunakan sebagai bukti konsep (proof of concept) sistem monitoring kesehatan berbasis IoT. Meskipun demikian, penelitian ini masih terbatas pada tiga subjek uji, sehingga hasil yang diperoleh mencerminkan kelayakan awal prototipe dan perlu divalidasi lebih lanjut dengan jumlah dan variasi subjek yang lebih besar sebelum sistem dapat diterapkan secara luas sebagai solusi monitoring kesehatan mandiri di masyarakat.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan modul catu daya cadangan yang dilengkapi indikator status baterai, serta menggunakan layar tampilan dengan ukuran lebih besar guna meningkatkan keterbacaan informasi bagi pengguna. Selain itu, penambahan algoritma filtering sinyal fotoplethysmografi (PPG), perluasan jumlah dan variasi subjek uji, serta validasi berkelanjutan terhadap alat ukur medis bersertifikasi perlu dilakukan untuk meningkatkan akurasi pengukuran detak jantung pada pengembangan sistem berikutnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa Karawang atas dukungan komponen yang digunakan, dan juga tim penelitian, serta kepada Bapak Ibrahim atas bimbingan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Abdulmalek *et al.*, "IoT-Based Healthcare-Monitoring System towards Improving Quality of Life: A Review," *Healthc.*, vol. 10, no. 10, 2022, doi: 10.3390/healthcare10101993.
- [2] D. Cahyo Purnomo, E. Sandi, and M. Yusro, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung (Electrocardiogram) Suhu Tubuh Denyut Nadi Berbasis Nodemcu Esp32 Dan Esp8266 Dengan Menggunakan Wearable Device," *J. Pendidik. VOKASIONAL Tek. Elektron.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2022, doi: 10.21009/jvvote.v5i1.39347.
- [3] M. A. Sahuri, D. H. R. S., and A. Wisaksono, "RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KONDISI SUHU TUBUH DAN JANTUNG," vol. 26, pp. 68–79, 2021.
- [4] Izhangghani, I. Hikmah, and S. Indriyanto, "Prototype of Body Temperature and Oxygen Saturation Monitoring System," vol. 5, no. 158, pp. 2–8, 2022.
- [5] P. Manickam *et al.*, "Artificial Intelligence (AI) and Internet of Medical Things (IoMT) Assisted Biomedical Systems for Intelligent Healthcare," *Biosensors*, vol. 12, no. 8, 2022, doi: 10.3390/bios12080562.
- [6] Espressif Systems, "ESP8266EX Datasheet Version 7.1," vol. 238, p. 5, 2025.
- [7] R. Ikhsani, S. Purwiyanti, and H. Fitriawan, "Monitoring Pengukur Detak Jantung Dan Suhu Tubuh Pada Pasien Berbasis Internet of Things," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 10, no. 2, pp. 96–101, 2022, doi: 10.23960/jitet.v10i2.2441.
- [8] S. Arrafat and Wildian, "Rancang Bangun Sistem Telemetri Pemantauan Temperatur Tubuh Pasien Menggunakan Sensor DS18B20 dan Transceiver nRF24L01+," *J. Fis. Unand*, vol. 10, no. 2, pp. 198–204, 2021, doi: 10.25077/jfu.10.2.198-204.2021.
- [9] I. Y. Zaki, L. Anifah, F. Baskoro, and P. Puspitaningayu, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh," pp. 14–22, 2023.
- [10] M. Muthmainnah and D. B. Tabriawan, "Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 7, no. 3, pp. 163–176, 2022, doi: 10.14421/jiska.2022.7.3.163-176.
- [11] M. A. Saputro, "Implementasi sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Secara wireless," *Dev. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 2, pp. 148–156, 2017.

