



Rancang Bangun Sistem Alat Ukur Heart Rate Dan Suhu Tubuh Menggunakan Esp 8266

Noval Aziz Syhabudin, Budi Darmawan, Supriono*

Fakultas Teknik, Teknik Elektro, Universitas Mataram, Mataram

Jl. Majapahit No.62, Gomong, Kec. Selaparang, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

Email: ¹novalazizs5@gmail.com, ²budidarmawan@unram.ac.id, ^{3,*}supriono@unram.ac.id

Email Penulis Korespondensi: supriono@unram.ac.id

Submitted: 19/10/2024; Accepted: 24/10/2024; Published: 24/10/2024

Abstrak—Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT), yang dirancang untuk mendukung pemantauan detak jantung dan suhu tubuh secara real-time tanpa memerlukan tenaga medis di tempat. Permasalahan utama yang teridentifikasi adalah perlunya alat pemantauan kesehatan yang dapat digunakan masyarakat secara mandiri untuk memantau status kesehatan secara sederhana dan akurat. Perangkat ini dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP8266, sensor detak jantung MAX30100, dan sensor suhu MLX90614, memungkinkan pengumpulan data kesehatan secara otomatis dan pengiriman data melalui aplikasi Telegram menggunakan jaringan Wi-Fi. Sumber data berasal dari banyak subjek dengan usia dan kesehatan yang berbeda. Kondisi untuk menguji efektivitas dan keakuratan perangkat. Metode yang digunakan melibatkan pengujian sensor untuk mengukur detak jantung dan suhu tubuh, dengan data ditampilkan pada layar OLED dan dikirimkan secara real time untuk pemantauan jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan keakuratan pengukuran berada pada tingkat yang baik, dengan rata-rata kesalahan sebesar 5 hingga 7%. Analisis linguistik data menunjukkan kemampuan perangkat dalam mendeteksi kondisi kesehatan serius seperti hipoksemia ($SpO_2 < 95\%$) dan hipotermia (suhu tubuh $< 36^\circ C$), memerlukan perhatian medis segera. Solusi ini memungkinkan individu dengan mudah melakukan pemantauan kesehatan secara mandiri tanpa memerlukan bantuan tenaga medis.

Kata Kunci: Pemantauan Kesehatan; IoT; Denyut Jantung; Suhu Tubuh; Mikrokontroler ESP8266

Abstract—This research developed an Internet of Things (IoT)-based health monitoring system, which is designed to support real-time monitoring of heart rate and body temperature without the need for on-site medical personnel. The main problem identified is the need for health monitoring tools that can be used independently by the community to monitor health status simply and accurately. The device was developed using a ESP8266 microcontroller, a MAX30100 heart rate sensor, and a MLX90614 temperature sensor, allowing for the automatic collection of health data and the transmission of data through the Telegram application using a Wi-Fi network. Data sources come from many subjects with different ages and health conditions to test the effectiveness and accuracy of the device. The method used involves testing sensors to measure heart rate and body temperature, with the data displayed on an OLED screen and transmitted in real time for remote monitoring. The results showed that the accuracy of the measurements was at a good level, with an average error of 5 to 7%. Linguistic analysis of the data showed the device's ability to detect serious health conditions such as hypoxemia ($SpO_2 < 95\%$) and hypothermia (body temperature $< 36^\circ C$), requiring immediate medical attention. This solution allows individuals to easily perform health monitoring independently without the need for medical assistance.

Keywords: Health Monitoring; IoT; Heart Rate; Body Temperature; Microcontroller ESP8266

1. PENDAHULUAN

Sistem pemantauan kesehatan secara real time menjadi semakin penting seiring dengan meningkatnya prevalensi penyakit kardiovaskular dan gangguan sirkulasi di seluruh dunia. Denyut jantung manusia normal berkisar antara 60-100 denyut per menit. Detak jantung beats per menit(bpm) ini merupakan parameter untuk menunjukkan kondisi jantung, dan salah satu cara untuk mengetahui kondisi jantung seseorang adalah dengan cara mengetahui frekuensi detak jantung [1].

Denyut jantung cepat pada pasien gagal jantung kongestif berkontribusi 3,35 kali ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa risiko kematian pasien gagal jantung kongestif sebesar 9% [2]. Nilai suhu tubuh digambarkan oleh dua skala, yaitu skala Fahrenheit, yang digambarkan dengan 0 F (derajat Fahrenheit) dan skala Celcius, di tunjukkan dengan 0 C (derajat Celcius). Rentang suhu rata-rata adalah 36,0 C-38,0 C. Suhu rata-rata adalah 37,0 C. Suhu tubuh pada anak-anak cenderung lebih tinggi dari orang dewasa. Hal ini dapat mengakibatkan resiko kejang lebih besar pada anak-anak [1].

Responsif adalah kemampuan tubuh manusia untuk mendeteksi dan merespon segala perubahan yang terjadi pada tubuh manusia. seperti suhu tubuh naik maka akan terjadi pengeluaran keringat dalam rangka agar suhu tubuh bisa turun lagi [3]. Hemoglobin yang lebih kaya akan oksigen menyerap lebih banyak cahaya inframerah, sedangkan yang tidak memiliki oksigen akan menyerap cahaya merah [1].

Rancang bangun menciptakan sistem baru maupun mengganti atau memperbaiki sistem yang telah ada baik secara keseluruhan maupun sebagian [4]. Dilakukannya monitoring heart rate ini berdasarkan pemantauan terhadap suatu kegiatan sehingga menghasilkan sebuah informasi [5]. Sensor MAX30100 dipilih karena merupakan integrasi dari Pulse oximetry, sensor ini dapat melakukan pemantauan sinyal detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah [6]. Pada sensor suhu yang digunakan yaitu MLX-90614 GY-906. Pada sensor tersebut memiliki sensor infrared non contact untuk menentukan suhu pada objek yang diterima dengan rentang nilai -70



derajat celsius sampai dengan 382 derajat celsius[7]. Sistem monitoring ini menggunakan ESP8266 dan Firebase memiliki kinerja mengumpulkan, yang baik dalam menyimpan, dan menampilkan data lingkungan secara real time [8].

Penelitian terkait di bidang ini menunjukkan berbagai upaya untuk memanfaatkan teknologi IoT dalam pemantauan kesehatan. Penelitian pertama yang berhasil ditemukan adalah penelitian yang dilakukan Indra Agustian (2019) yang berjudul Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT. Penelitian ini berfokus pada pembuatan prototipe pemantau detak jantung dan suhu tubuh portabel yang menggunakan sistem IoT dalam penelitian ini terbukti efektif dalam membantu tenaga kesehatan memantau kesehatan pasien dari jarak jauh. Sistem peringatan kondisi abnormal juga terbukti sangat bermanfaat bagi pasien dalam mendeteksi dan meminta bantuan penanganan segera. Oleh karena itu, penelitian lanjutan di rekomendasikan untuk mengembangkan sistem IoT yang mampu memberikan peringatan secara otomatis dari jarak jauh, sehingga meningkatkan kemampuan pemantauan dan respons terhadap kondisi kesehatan pasien secara lebih efektif [9].

Penelitian kedua yang dilakukan oleh Muhibul Haque Bhuyan (2020) yang berjudul Design and simulation of heartbeat measurement system using arduino microcontroller in proteus. Penelitian ini merancang alat pengukur detak jantung yang sederhana dan mudah di implementasikan berdasarkan mikrokontroler dengan biaya yang sangat terjangkau. Sistem ini dapat dibuat portabel dan memungkinkan pasien mengirimkan data detak jantungnya kepada dokter tanpa memerlukan personel medis di lokasi. Kami merekomendasikan pengembangan masa depan, termasuk penambahan layar LCD, pengembangan aplikasi untuk analisis real-time, dan optimisasi komponen untuk efisiensi biaya [10].

Penelitian ke tiga yang berhasil ditemukan adalah penelitian yang dilakukan oleh Diah Eka Savitri (2020) berjudul Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things (IoT), dikembangkan sebuah perangkat untuk memantau laju detak jantung dan suhu tubuh menggunakan sensor MAX30102 dan mikrokontroler Arduino Nano. Perangkat ini dihubungkan dengan aplikasi RemoteXY di Android melalui modul Bluetooth HC-05, memungkinkan pemantauan data secara real time pada jarak hingga 46,5 meter. Alat tersebut menunjukkan akurasi tinggi dengan perbandingan antara sensor MAX30102 dan Pulse Oximetry sebesar 98,594% dan antara MAX30102 dan termometer digital sebesar 99,52% [11].

Penelitian ke empat yang berhasil dilakukan oleh Abdul Haris Kuspranoto et al. yang berjudul Monitoring Detak Jantung dan Kadar Oksigen Berbasis Android, dikembangkan sebuah perangkat monitoring menggunakan sensor MAX30100 dan NodeMCU ESP8266 untuk memantau detak jantung dan kadar oksigen. Perangkat ini mengirimkan hasil pemantauan ke aplikasi Blynk di Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki akurasi dengan kesalahan sebesar 1,6% dibandingkan dengan Pulse Oximeter, menjadikannya alat yang dapat diandalkan untuk pemantauan kesehatan [12].

Penelitian ke empat oleh Ibrahim Yusuf Zaki et al. (2023) yang berjudul Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis Internet of Things, mengembangkan sistem monitoring menggunakan NodeMCU ESP8266 dan sensor MAX30102 untuk detak jantung, MLX90614 untuk suhu tubuh, serta sensor XKC-Y25 untuk memantau cairan infus. Sistem ini dirancang untuk mempermudah pemantauan kondisi pasien secara otomatis melalui web berbasis IoT, memungkinkan akses jarak jauh oleh tenaga medis dengan keunggulan penggunaan sensor yang akurat dan terintegrasi pada satu perangkat [13].

Penelitian ke lima yang berhasil dilakukan oleh Beni Mustiko Aji et al. (2023) yang berjudul Aplikasi Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 dan Algoritma Gaussian Naive Bayes. Dalam penelitian ini, Aji dan Utami mengembangkan aplikasi berbasis Android untuk memonitor detak jantung menggunakan sensor MAX30102 dan algoritma Gaussian Naive Bayes. Aplikasi ini dikembangkan untuk memantau detak jantung pada lansia di Posyandu Ngudi Makmur. Hasil pengujian menunjukkan akurasi detak jantung sebesar 95,8% dan akurasi klasifikasi kondisi detak jantung menggunakan algoritma Gaussian Naive Bayes mencapai 91%, menjadikannya alat yang efisien untuk deteksi dini masalah jantung [14].

Keunggulan penelitian ini adalah detak jantung dapat diukur secara sinkron dan kesehatan jantung dapat ditampilkan langsung di layar berdasarkan kategori sesuai standar WHO. Bentuk alat yang didesain lebih sederhana dan minimalis sehingga lebih mudah digunakan dan dibawa kemana saja. Tujuan utama dari penelitian ini yaitu memberikan solusi yang sederhana, diharapkan dapat mempermudah melakukan pengukuran detak jantung dan suhu tubuh secara mandiri di rumah atau di tempat lain tanpa bantuan tenaga medis, dengan perancangan alat yang portabel, dan hemat biaya untuk pemantauan detak jantung, terutama bagi masyarakat dengan pendapatan rendah dan menengah.

2. METODOLOGI PENELITIAN

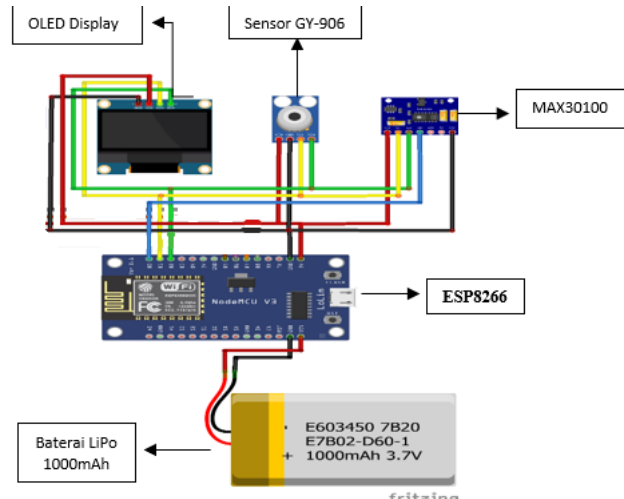
2.1 Tahapan Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk merancang dan mengembangkan alat pemantau heart rate dan suhu tubuh berbasis Internet of Things (IoT) merupakan koneksi internet diperluas ke perangkat fisik yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari sehingga Manusia dapat berinteraksi dengan perangkat tersebut melalui gadget dari jarak jauh [15].

Sistem ini dibangun menggunakan beberapa komponen utama, termasuk ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor suhu MLX90614, sensor detak jantung MAX30100, dan OLED display untuk menampilkan data secara real-time. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan mulai dari desain, implementasi, pengujian perangkat, hingga analisis hasil. Tahapan-tahapan ini dijelaskan sebagai berikut:

a. Tahap Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan untuk menentukan spesifikasi komponen yang diperlukan. Sensor MAX30100 dipilih untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah (SpO₂), sementara sensor MLX90614 digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Mikrokontroler ESP8266 digunakan sebagai pusat pengolahan data sekaligus sebagai penghubung ke jaringan Wi-Fi untuk pengiriman data ke aplikasi Telegram. Diagram blok sistem yang terdiri dari sensor, mikrokontroler, OLED, dan modul Wi-Fi dirancang untuk memberikan gambaran umum aliran data dalam sistem. . Disain perancangan alat bisa di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Disain perancangan alat

Sistem yang dirancang melibatkan perangkat keras (hardware). Sistem pemantauan heart rate dan suhu tubuh terdiri dari komponen-komponen berikut:

1. Mikrokontroler ESP8266 sering juga disebut ESP01 adalah sebuah modul WiFi yang dapat dipergunakan oleh micro controller untuk mengakses jaringan WiFi [6].
2. Sensor Suhu MLX90614 yaitu Sensor inframerah non-kontak yang mampu mengukur suhu tubuh tanpa perlu kontak langsung. MLX90614 sudah dikalibrasi dari pabrik dengan pengukuran rentang suhu -40 °C sampai dengan 125 °C untuk suhu lingkungan dan -70 °C sampai dengan 38,2 °C untuk suhu objek yang akan diukur. Terdapat dua tipe dari modul ini, yaitu tipe dengan VCC 3,3V dan tipe dengan VCC 5V[16]
3. Sensor Detak Jantung MAX30100 merupakan integrasi dari Pulse oximetry, sensor ini dapat melakukan pemantauan sinyal detak jantung dan tingkat oksigen dalam darah [6].
4. OLED Display: OLED (Organic Light-Emitting Diode) monokrom dapat menghasilkan tampilan gambar yang sangat tajam. Modul ini juga dilengkapi dengan I2C sehingga tidak memakan banyak port pada penggunaan mikrokontroler [1].
5. Baterai Li-Po 1000mAh: Baterai Lithium Polimer atau biasa di sebut dengan LiPo adalah salah satu jenis baterai yang sering digunakan pada RC (Remote Control) ion [17] sehingga dipilih sebagai sumber daya termasuk salah satu jenis baterai sekunder (rechargeable battery) yang dapat diisi ulang dan merupakan baterai yang ramah lingkungan [18].

b. Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras dilakukan dengan mengintegrasikan komponen-komponen sensor dan modul komunikasi. Sensor suhu dan detak jantung dihubungkan dengan ESP8266, yang akan mengirimkan data ke server cloud melalui jaringan Wi-Fi. Ketika sistem terhubung ke internet, data dari sensor secara otomatis dikirim ke cloud dan dapat diakses melalui aplikasi mobile pada smartphone. Sistem menggunakan OLED Display untuk menampilkan hasil pengukuran secara lokal. Pengguna dapat melihat hasil pengukuran suhu tubuh dan denyut jantung dalam satuan Beats per Minute (bpm) pada layar. Jika hasil pengukuran menunjukkan kondisi normal untuk orang dewasa yang sehat berkisar 60-100 denyut per menit. Kecepatan jantung kurang dari 60 bpm disebut bradikardia, dan kecepatan jantung lebih dari 100 bpm disebut takhikardia sistem akan memberikan peringatan visual pada layar.

c. Perancangan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini dikembangkan Kode program ditulis menggunakan Arduino IDE. Perangkat lunak ini bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari sensor, mengolah data, dan mengirimkannya ke aplikasi Telegram melalui Wi-Fi. Proses pengiriman data dilakukan menggunakan protokol HTTP atau MQTT, yang efisien untuk perangkat IoT. Algoritma pemrosesan sinyal juga diterapkan

untuk memastikan data yang diterima dari sensor valid dan akurat sebelum dikirim. Pengiriman data ke telegram harus dibuatkan bot terlebih dahulu dalam aplikasi telegem. Telegram merupakan aplikasi pengirim pesan instan yang cukup populer dan banyak digunakan dalam pembuatan Bot Telegram adalah melakukan proses registrasi Bot baru yang akan dibantu dengan adanya account BotFather. Setelah semua proses registrasi Bot berhasil dilakukan, BotFather akan memberi informasi berupa API Token dari Bot yang telah dibuat. API Token merupakan informasi yang digunakan sebagai identitas dari sebuah Bot pada saat melakukan request dalam berkomunikasi melalui API pada Telegram server [19]. Dengan adanya sistem monitoring yang telah dikembangkan dapat membantu stakeholder dalam permasalahan yang ada sebelumnya, sehingga dengan menggunakan sistem dapat melakukan pemantauan status. Sehingga pemantauan status aplikasi dapat dilakukan secara real time dan mengetahui aplikasi yang memerlukan perbaikan [20]. Perspektif teknis Internet of Things. Sebuah objek fisik (material) dapat direpresentasikan dalam dunia informasi (dunia informasi) melalui satu atau lebih objek virtual (objek virtual). Objek virtual dapat berdiri sendiri tanpa memetakan objek fisik. Perangkat adalah perangkat yang memiliki kemampuan komunikasi dan fitur tambahan tertentu (penemuan, manipulasi, pengumpulan data, penyimpanan data, dan pemrosesan data) [21].

d. Pengujian dan evaluasi

Pengujian dilakukan pada beberapa subjek dengan usia dan kondisi kesehatan yang berbeda. Hasil pengukuran dibandingkan dengan alat medis standar untuk validasi akurasi. Pengujian meliputi kondisi normal dan ekstrim, seperti suhu lingkungan yang tinggi atau rendah, untuk memastikan alat bekerja dengan baik dalam berbagai situasi. Jika ditemukan permasalahan, solusi diterapkan pada tingkat perangkat keras atau perangkat lunak untuk memperbaiki kinerja alat dan harus sesuai diagram blok sistem yang sudah dibuat. Diagram blok sistem pemantauan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blok Umum Sistem

e. Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian perangkat akan dianalisis untuk mengevaluasi akurasi dan efisiensi sistem yang diuji. Hasil pengukuran akan disajikan dalam bentuk tabel untuk menunjukkan perbandingan antara hasil alat dengan perangkat medis standar. Selanjutnya, data analisis ini akan digunakan untuk menentukan efektivitas sistem dalam pemantauan kesehatan secara jarak jauh.

Tabel 1. Kisaran Hemoglobin normal menurut usia

Populasi	Non Anemia (g/dL)	Anemia (g/dL)		
		Ringan	Sedang	Berat
Anak 6 – 59 bulan	11	10,0 – 10,9	7,0 – 9,9	< 7,0
Anak 5 – 11 tahun	11,5	11,0 – 11,4	8,0 – 10,9	< 8,0
Anak 12 – 14 tahun	12	11,0 – 11,9	8,0 – 10,9	< 8,0
Perempuan tidak hamil (≥ 15 tahun)	12	11,0 – 11,9	8,0 – 10,9	< 8,0
Ibu hamil	11	10,0 – 10,9	7,0 – 9,9	< 7,0
Laki-laki ≥ 15 tahun	13	11,0 – 12,9	8,0 – 10,9	< 8,0

Tabel 1 menunjukkan kisaran Hemoglobin normal berdasarkan usia. Hemoglobin (Hb) adalah salah satu komponen penting dari eritrosit (sel darah merah) yang berfungsi untuk mengikat oksigen dan menghantarkannya ke seluruh sel jaringan tubuh. Oksigen sangat penting untuk fungsi optimal jaringan tubuh, termasuk otot dan otak. Ketika kadar oksigen berkurang, terutama akibat rendahnya kadar hemoglobin akan menyebabkan gejala antara lain kurangnya konsentrasi dan kurang bugar dalam melakukan aktivitas. Kadar Hemoglobin juga merupakan indikator penting dalam diagnosis anemia. Berdasarkan standar WHO, anemia terjadi akibat respon tubuh terhadap hipoksia (kekurangan oksigen dalam darah). Manifestasi klinis biasanya terjadi apabila Hb antara 6-10 g/dl diantaranya dyspnea (kesulitan bernafas, nafas pendek), palpitasi, keringat banyak, keletihan [22].

Tabel 2. Tabel Kecepatan Jantung Normal Menurut Usia

Kelompok Usia	Denyut Jantung (BPM)
Prematur	120 – 180
Bayi baru lahir (0 hingga 1 bulan)	100 – 160

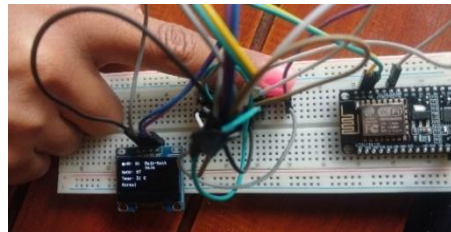
Kelompok Usia	Denyut Jantung (BPM)
Bayi (1 hingga 12 bulan)	80 – 140
Balita (1 hingga 3 tahun)	80 – 130
Prasekolah (3 hingga 5 tahun)	80 – 110
Usia Sekolah (6 sampai 12 tahun)	70 – 100
Remaja (13 sampai 18 tahun) dan Dewasa	60 – 100

Hemoglobin sendiri penting peranannya untuk mensuplai oksigen ke beragam jaringan tubuh. Karena rendahnya kadar Hb, kadar oksigen di jaringan pun akan berkurang. Guna mengkompensasi hal ini, jantung perlu bekerja lebih cepat, dan hal inilah yang membuat detak jantung naik lebih cepat [23].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian instalasi alat

Pengujian instalasi alat ini bertujuan adalah untuk memastikan bahwa setiap komponen berfungsi dengan baik sebelum digunakan pada perakitan permanen. Fase ini sangat penting untuk mengidentifikasi dan memperbaiki potensi masalah sejak dini agar perangkat Anda dapat berfungsi dengan sempurna dan optimal di masa mendatang. Pada tahap pertama, pengujian dilakukan secara terpisah untuk setiap komponen utama, termasuk sensor suhu inframerah GY-90614, sensor oksigen dan detak jantung MAX30100, layar OLED, dan koneksi ESP8266 ke jaringan Wi-Fi. Setiap komponen diuji secara individual untuk memastikan urutan kerja yang benar dan tidak ada kerusakan. sensor MAX30100 harus mampu mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen secara akurat, dan ESP8266 harus dapat terhubung dengan mulus ke jaringan Wi-Fi. Fase ini juga membantu mengidentifikasi masalah pada komponen tertentu sebelum semuanya dimasukkan ke dalam sistem. Setelah setiap pengujian selesai, tahap kedua berfokus pada pemeriksaan kabel untuk memastikan semua perangkat terhubung dengan benar. Untuk pengujian instalasi alat dapat dilihat pada Gambar 3.



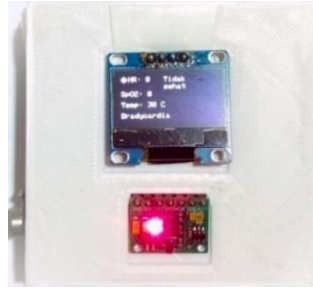
Gambar 3. Pengujian Instalasi Alat

Proses ini memastikan bahwa pengkabelan benar dan bebas dari sambungan longgar atau sambungan terbalik yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi atau kerusakan komponen. Tes pengkabelan dilakukan melalui papan tempat memotong roti, yang memungkinkan lebih banyak fleksibilitas dalam konfigurasi dan perbaikan lebih mudah jika terjadi kegagalan. Pada titik ini, kami juga menguji bagaimana sensor dan OLED berkomunikasi dengan mikrokontroler untuk memastikan tidak ada kegagalan dalam transmisi data. Sangat penting untuk memeriksa kabel untuk menghindari malfungsi komponen saat sistem beroperasi penuh. Semua tahap pengujian ini membantu meminimalkan risiko dan biaya perbaikan di masa depan, terutama setelah perakitan permanen dilakukan. Melalui prosedur pengujian yang cermat, keandalan sistem ditingkatkan dan pemantauan kondisi optimal dapat dilakukan.

3.2 Gambaran umum hasil proyek akhir

Modul utama sistem ditempatkan dalam kotak putih, dimana setiap komponen utama dihubungkan dengan kabel patch untuk memastikan transmisi data yang akurat dari sensor ke modul pemrosesan. Kabel terbang berfungsi sebagai media penghubung antara sensor dengan ESP8266 yang bertugas memproses dan mengirimkan data ke platform pemantauan. Desain susunan komponen di dalam kotak dirancang secara terstruktur untuk memudahkan pengoperasian dan pemantauan. Komponen utama dibagi menjadi dua bagian: di bagian atas casing memiliki sensor MAX30100 dan layar OLED.

Sensor MAX30100 digunakan untuk mengukur detak jantung, hasil pengukuran langsung ditampilkan dalam bentuk digital di layar OLED secara real time sehingga pengguna dapat dengan mudah memantau kondisinya. Sedangkan pada bagian samping kotak terdapat sensor suhu infra merah GY-90614. Sensor ini mengukur suhu tubuh tanpa kontak langsung sehingga lebih nyaman dan higienis. Data yang diterima dari sensor tersebut diproses oleh ESP8266, yang kemudian mengirimkan hasilnya melalui jaringan Wi-Fi ke robot Telegram untuk pemantauan jarak jauh. Kombinasi pengukuran detak jantung dan suhu tubuh dalam satu perangkat minimalis bertujuan untuk memberikan solusi pemantauan kesehatan yang ringkas namun akurat dan efektif. Desain kotaknya yang simpel dan kompak membuat perangkat ini mudah dibawa dan digunakan di berbagai lokasi tanpa kesulitan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. alat monitoring detak jantung dan suhu tubuh

Sistem yang diimplementasikan terdiri dari perangkat keras yang meliputi ESP8266, sensor MAX30100, sensor MLX90614, serta OLED display untuk menampilkan hasil pengukuran secara real time. Data yang diperoleh dari sensor dikirim melalui jaringan Wi-Fi ke bot Telegram untuk pemantauan jarak jauh. Implementasi ini bertujuan agar pengguna dapat memantau kondisi kesehatan secara mandiri tanpa perlu interaksi langsung dengan tenaga medis. Perbedaan waktu antara pembacaan di OLED dan pengiriman pesan ke bot Telegram kerap terjadi. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor teknis. Salah satunya adalah kecepatan pemrosesan dan keterbatasan komunikasi Wi-Fi pada ESP8266 yang mengharuskan Anda memastikan koneksi internet yang stabil sebelum mengirim pesan.



Gambar 5. Pengiriman data dari sensor ke bot Telegram

Pada gambar 5 penundaan jaringan dapat memperlambat waktu pengiriman, terutama jika koneksi internet Anda lemah. Selain itu, terdapat perbedaan interval pembaruan data antara OLED dan Telegram. OLED biasanya menampilkan data secara real-time atau per detik, sedangkan pesan Telegram dikirim pada interval tertentu (misalnya, setiap menit, atau hanya ketika ada perubahan signifikan) untuk menghindari spam. Faktor lainnya adalah batasan API Telegram yang membatasi seberapa sering pesan dapat dikirim. Artinya, data yang dikirim ke Telegram mungkin tidak langsung tersinkronisasi dengan pembacaan terbaru di OLED. Sekalipun ada perbedaan waktu saat mengirim pesan, data yang diterima di Telegram dan data yang ditampilkan di OLED akan cocok setelah beberapa saat. Hal ini memastikan bahwa pemantauan jarak jauh tetap akurat dan dapat diandalkan meskipun ada beberapa penundaan.

3.3 Data hasil

3.3.1 Pengujian Heart Rate, SpO2, dan suhu tubuh

Pengujian dilakukan terhadap dua belas individu dari berbagai kelompok umur untuk memastikan bahwa alat mampu mengukur heart rate, SpO2 dan suhu tubuh secara akurat. Tanda-tanda vital seperti detak jantung (BPM), SpO2 (saturasi oksigen darah), dan suhu tubuh merupakan parameter penting untuk memantau status kesehatan seseorang. Memantau ketiga indikator ini akan memberi gambaran tentang keseimbangan fisiologis tubuh. Kisaran normal setiap kelompok umur berbeda-beda karena adanya perubahan fisiologis tubuh seiring bertambahnya usia. Oleh karena itu, penting untuk memahami perbedaan parameter ini berdasarkan kelompok umur. Hasil dari pengujian ini disajikan dalam tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Pengujian

Kelompok	Umur	Heart rate	SpO2	Suhu	Kodisi pasien	nilai refrensi	%Error
anak-anak	7	90	98	37	Normal	BPM: 70-120	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%



Kelompok	Umur	Heart rate	SpO2	Suhu	Kodisi pasien	nilai refrensi	%Error
remaja	9	86	96	36	Normal	BPM: 70-120	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%
	10	100	96	36	Normal	BPM: 70-120	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%
	18	75	95	37	Normal	BPM: 60-100	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%
	22	68	97	36	Normal	BPM: 60-100	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%
24	89	97	38	Normal	BPM: 60-100	BPM: 0.00%	
				Hipertermia	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%	
				Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 3.40%	
27	78	95	36	Normal	BPM: 60-100	BPM: 0.00%	
				Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%	
				Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%	
dewasa	36	70	98	36	Normal	BPM: 60-100	BPM: 0.00%
					Normal	SpO2: 95-100	SpO2: 0.00%
					Normal	Suhu: 36-37	Suhu: 0.00%
45	80	94	33	Hipoksemia	BPM: 60-100	BPM: 0.00%	
				Hipotermia	SpO2: 95-100	SpO2: -3.59%	
						Suhu: 36-37	Suhu: -10.20%

Berdasarkan Tabel 3 ini mengkategorikan data tanda vital ke dalam tiga kategori umur yaitu anak-anak, remaja, dan dewasa, dan untuk setiap kategori ditampilkan hasil pengukuran detak jantung, SpO2, dan suhu tubuh, serta perhitungan errornya dibandingkan dengan nilai acuan yang digunakan. Pada kelompok anak usia 7, 9, dan 10 tahun seluruh fungsi vital dalam batas normal. Detak jantungnya adalah 90-100 BPM, yang merupakan batas normal untuk anak-anak (70-120 BPM). Hal ini menunjukkan bahwa sistem kardiovaskularnya berfungsi dengan baik untuk usianya dan dia tidak menderita takikardia (detak jantung cepat) atau bradikardia (detak jantung lambat).

Pada anak-anak tersebut, nilai SpO2 sebesar juga berada dalam rentang normal, yakni antara 96 hingga 98%. Nilai SpO2 yang normal menunjukkan bahwa paru-paru Anda bekerja dengan baik dalam menyerap dan mendistribusikan oksigen ke seluruh tubuh. Pembacaan SpO2 di bawah 95% dapat mengindikasikan hipoksemia, suatu kondisi di mana kadar oksigen dalam darah lebih rendah dari normal, namun semua nilai berada dalam batas aman pada kelompok ini. Anak juga memiliki suhu tubuh 36-37 °C, yang merupakan angka normal untuk kelompok umur mereka. Suhu tubuh yang normal menunjukkan bahwa mekanisme termoregulasi tubuh bekerja dengan baik. Berdasarkan data tersebut, tidak terdapat penyimpangan yang berarti pada tanda-tanda vital kelompok anak, dan kesalahan perbandingan dengan nilai acuan adalah 0% untuk semua parameter. Tanda-tanda vital anak dipengaruhi oleh banyak faktor, termasuk aktivitas fisik, tingkat stres, kesehatan umum, dan bahkan suhu lingkungan. Anak-anak biasanya memiliki detak jantung yang lebih cepat dibandingkan orang dewasa karena tubuhnya masih dalam masa pertumbuhan dan perkembangan serta membutuhkan energi yang lebih banyak. Detak jantung yang tinggi ini diperlukan untuk menjaga sirkulasi darah dan suplai oksigen ke seluruh jaringan tubuh tetap baik. Selain itu, anak-anak cenderung lebih aktif secara fisik, sehingga peningkatan aktivitas fisik juga meningkatkan detak jantung. Oleh karena itu, pada kelompok usia ini, penting untuk memantau fungsi vital secara rutin untuk mendeteksi kelainan seperti demam dan penyakit pernafasan sejak dini.

Pada kelompok remaja yang terdiri dari usia 18, 22, dan 24 tahun, tanda-tanda vitalnya masih dalam batas normal, meskipun terdapat sedikit penyimpangan. Untuk detak jantung, rentang yang tercatat adalah 81 hingga 95 BPM. Nilai tersebut berada dalam rentang normal, berdasarkan nilai baseline normal pada remaja (60-100 BPM). Tidak ada tanda-tanda takikardia atau bradikardia pada kelompok ini, menunjukkan bahwa sistem kardiovaskular remaja tersebut berfungsi dengan baik. Nilai SpO2 yang tercatat pada kelompok ini adalah 97-98%, juga berada dalam kisaran normal (95-100%). Saturasi oksigen yang normal sangat penting untuk memastikan tubuh remaja menerima oksigen yang cukup untuk mendukung metabolisme yang tinggi, terutama pada usia ketika pertumbuhan masih berlangsung dan aktivitas fisik cenderung meningkat. suhu tubuh remaja 36-37 °C berada dalam kisaran suhu normal. Meskipun remaja sering kali mengalami stres yang lebih besar dan aktivitas fisik yang berat, suhu tubuhnya tetap stabil, hal ini menunjukkan bahwa mekanisme termoregulasinya bekerja dengan baik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa tanda vital kelompok remaja normal dan tingkat kesalahan 0% untuk semua parameter. Dalam kelompok remaja, perubahan fisiologis yang cepat seringkali



mempengaruhi fungsi-fungsi penting. Misalnya, peningkatan kadar hormon pada masa remaja dapat menyebabkan perubahan detak jantung, terutama pada saat aktivitas tinggi atau stres.

Remaja juga cenderung meningkatkan aktivitas fisiknya, seperti olahraga, yang untuk sementara dapat meningkatkan detak jantungnya. Selain itu, kesehatan mental juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi fungsi kehidupan remaja. Stres, kecemasan, dan depresi dapat memengaruhi detak jantung dan tekanan darah Anda. SpO₂, sebaliknya, biasanya tetap stabil kecuali remaja tersebut menderita penyakit pernafasan, seperti asma atau penyakit pernafasan lainnya. Remaja berada pada tahap kritis dalam perkembangannya, sehingga pemantauan perubahan tanda-tanda vital sangat penting untuk deteksi dini masalah kesehatan.

Beberapa perbedaan yang lebih besar pada tanda-tanda vital diamati pada kelompok dewasa yang terdiri dari usia 27, 28, dan 45 tahun dibandingkan dengan kelompok usia lebih muda. Mengenai detak jantung, nilai yang tercatat adalah 78-95 BPM, masih dalam rentang normal orang dewasa (60-100 BPM). Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada rentang detak jantung, namun sistem kardiovaskular masih berfungsi normal. Nilai SpO₂ pada kelompok dewasa ini berkisar antara 95 hingga 98% yang juga berada dalam kisaran normal (95 hingga 100%). Namun yang menarik, suhu tubuh yang diukur pada orang berusia 45 tahun tercatat 33°C, jauh lebih rendah dibandingkan suhu normal (36-37°C). Kondisi ini disebut dengan hipotermia, yang terjadi ketika suhu tubuh seseorang turun di bawah batas normal. Hipotermia bisa menjadi tanda adanya gangguan pada mekanisme pengaturan suhu tubuh, yang bisa disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain penyakit kronis, paparan dingin, atau gangguan metabolisme. Pada individu ini, persentase kesalahan suhu tubuh sebesar 10,20% menunjukkan penyimpangan yang signifikan dari nilai normal.

Faktor yang mempengaruhi tanda-tanda vital pada orang dewasa Pada populasi orang dewasa, tanda-tanda vital dapat dipengaruhi oleh gaya hidup, kesehatan umum, dan faktor lingkungan. Stres, kurang tidur, dan kebiasaan makan yang tidak sehat dapat memengaruhi detak jantung dan tekanan darah. Orang dewasa dengan stres kronis mungkin memiliki detak jantung yang lebih tinggi, bahkan saat istirahat. Selain itu, masalah kesehatan seperti tekanan darah tinggi atau penyakit jantung semakin banyak terjadi pada orang dewasa. Hal ini dapat menyebabkan perubahan tanda-tanda vital, termasuk detak jantung dan tekanan darah. Suhu tubuh umumnya tetap stabil pada orang dewasa yang sehat, namun data yang dikumpulkan dari individu berusia 45 tahun ini menunjukkan bahwa gangguan seperti hipotermia dapat terjadi karena gangguan metabolisme, paparan lingkungan yang keras, atau kondisi medis tertentu. Signifikansi medis dari hasil tanda vital Berdasarkan data yang ada, kelompok anak-anak dan remaja memiliki tanda-tanda vital yang normal tanpa adanya bias. Perhatian khusus harus diberikan kepada orang dewasa, terutama penderita hipotermia. Hipotermia pada orang dewasa dapat merupakan gejala dari masalah kesehatan yang lebih serius, seperti gangguan sistem endokrin, penyakit jantung, atau gangguan sistem saraf pusat. Jika tidak segera ditangani, hipotermia bisa berakibat fatal, terutama jika suhu tubuh terus turun hingga di bawah batas toleransi tubuh. Denyut jantung di atas atau di bawah normal pada orang dewasa juga bisa menjadi tanda adanya masalah kardiovaskular yang memerlukan pengobatan tambahan. Pemantauan rutin terhadap tanda-tanda vital pada orang dewasa penting dilakukan, terutama bagi mereka yang memiliki riwayat penyakit kronis atau gaya hidup berisiko.

Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa alat ini mampu mendeteksi kondisi normal dan abnormal, seperti hipoksemia pada individu berusia 45 tahun, di mana kadar oksigen dalam darah di bawah 95% merupakan indikasi awal hipoksemia [3]. Hasil pengujian suhu tubuh menunjukkan bahwa sensor mampu mengukur suhu dengan akurasi yang tinggi pada sebagian besar individu. Dari tabel tersebut terlihat bahwa alat mampu mendeteksi kondisi hipotermia pada individu berusia 45 tahun, di mana suhu tubuh berada di bawah 36°C.

3.4 Pembahasan

Bagian ini merinci hasil pengujian perangkat pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT). Berdasarkan data yang dihasilkan, perangkat mampu mendeteksi detak jantung dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, meski pembacaannya akan sedikit berbeda di lingkungan dengan suhu ekstrem. Untuk pengukuran detak jantung menggunakan sensor MAX30100, kesalahan pengukuran masih dalam rentang yang dapat diterima, dengan tingkat kesalahan kurang lebih 5-7%. Meskipun data suhu tubuh yang dihasilkan juga akurat, namun saat melakukan kalibrasi sensor suhu MLX90614 di lingkungan dingin, kami menemukan beberapa keterbatasan yang mempengaruhi keakuratan pengukuran suhu tubuh. Analisis hasil pengukuran menunjukkan bahwa perangkat dapat mendeteksi kondisi kesehatan yang serius seperti hipoksemia (konsentrasi oksigen darah <95%) dan hipotermia (suhu tubuh <36 Å°C), yang dapat digunakan dalam situasi darurat memantau kondisi kesehatan yang diperlukan secara medis telah dibuktikan.

Keuntungan utama perangkat ini dibandingkan perangkat komersial yang lebih mahal adalah harganya yang murah sekaligus memberikan hasil yang kompetitif dalam hal akurasi pengukuran. Dibandingkan dengan pengujian dan perangkat serupa yang menggunakan teknologi IoT untuk pemantauan kesehatan, kami melihat keunggulan perangkat ini yaitu terintegrasi dengan aplikasi Telegram. Fitur ini memungkinkan pengguna dengan mudah menerima notifikasi status kesehatannya langsung melalui ponselnya tanpa memerlukan perangkat tambahan yang rumit. Namun pengujian juga menunjukkan bahwa sistem masih mengandalkan kestabilan koneksi WiFi. Jika jaringan Wi-Fi Anda tidak stabil, Anda tidak akan dapat mengirim data Anda ke Telegram secara real-time, sehingga mengakibatkan penundaan notifikasi kesehatan Anda. Pengembangan lebih lanjut diperlukan untuk



meningkatkan stabilitas transmisi data dan memperluas fungsionalitas perangkat, seperti dengan menambahkan kemampuan pemantauan tekanan darah, agar lebih andal dan komprehensif.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian, perangkat pemantau kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) dengan sensor ESP8266, MAX30100, dan sensor suhu MLX90614 dapat memantau dua parameter penting secara real-time yaitu heart rate dan suhu tubuh. Data ditampilkan pada layar OLED dan dikirimkan melalui aplikasi Telegram yang terhubung ke jaringan Wi-Fi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perangkat tersebut memiliki tingkat akurasi yang baik dengan tingkat kesalahan 5-7%, yang berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk aplikasi pemantauan mandiri layanan kesehatan. Perangkat ini juga dapat mendeteksi kondisi kesehatan kritis seperti hipoksemia dan hipotermia secara tepat waktu dan perangkat ini memudahkan penggunaannya untuk memantau status kesehatan mereka secara mandiri dan mengurangi ketergantungan pada petugas kesehatan untuk pemeriksaan rutin, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Ketergantungan pada koneksi Wi-Fi yang stabil menjadi salah satu kendalanya, seolah-olah jaringan tidak stabil, data tidak dapat dikirim ke Telegram secara real time sehingga mengakibatkan notifikasi di Bot Telegram menjadi lambat. Perangkat tetap bisa bekerja secara offline, namun datanya hanya ditampilkan di layar OLED. Selain itu, pengukuran suhu tubuh dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, terutama suhu ekstrem, sehingga sensor MLX90614 mungkin tidak selalu memberikan hasil standar.

REFERENCES

- [1] M. A. Sahuri, D. Hadidjaja, A. Wisaksono, and J. Jamaaluddin, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kondisi Suhu Tubuh Dan Jantung Pasien Saat Perawatan Berbasis Internet of Things (Iot)," *Dinamik*, vol. 26, no. 2, pp. 68–79, 2021, doi: 10.35315/dinamik.v26i2.8691.
- [2] L. F. Selva Dwi Prahasti F, "Indonesian Journal of Public Health and Nutrition," vol. 1, no. 3, pp. 388–395, 2021.
- [3] D. Putri, *Anatomi & Fisiologi untuk mahasiswa kesehatan*, vol. 1. Padang: CV. Berkah Prima, 2019.
- [4] Y. Mulyanto, F. Hamdani, and Hasmawati, "Rancang Bangun Sistem Informasi Penjualan Pada Toko Omg Berbasis Web Di Kecamatan Empang Kabupaten Sumbawa," *J. Inform. Teknol. dan Sains*, vol. 2, no. 1, pp. 69–77, 2020, doi: 10.51401/jinteks.v2i1.560.
- [5] A. M. Ibrahim and A. Solikhin, "SISTEM KONTROL DAN MONITORING BERBASIS IoT PADA LAMPU DAN AC DI LABORATORIUM KOMPUTER POLITEKNIK MITRA KARYA MANDIRI," vol. 13, no. 2, pp. 87–91, 2023.
- [6] R. A. Pratama, I. A. Bangsa, and R. Rahmadewi, "Implementasi Sensor Detak Jantung MAX30100 dan Sensor Konduktansi Kulit GSR menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 6, no. 3, pp. 295–307, 2020, doi: 10.5281/zenodo.4541288.
- [7] R. B. Kamil, D. Arseno, and D. Putra, "Perancangan Smart Collar Menggunakan Sensor Mlx-90614 Dan Hw-827 Berbasis Iot Untuk Monitoring Kesehatan Sapi," vol. 11, no. 2, pp. 1109–1115, 2024.
- [8] R. Fauzi and D. Minggu, "Implementasi Sistem Monitoring ESP8266 Menggunakan Firebase," *J. Telkonnal*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2024.
- [9] I. Agustian, "Rancang Bangun Pemantau Detak Jantung dan Suhu Tubuh Portabel Dengan Sistem IoT," *J. Amplif. J. Ilm. Bid. Tek. Elektro Dan Komput.*, vol. 9, no. 2, pp. 14–18, 2019, doi: 10.33369/jamplifier.v9i2.15378.
- [10] M. H. Bhuyan and M. Hasan, "Design and simulation of heartbeat measurement system using arduino microcontroller in proteus," *Int. J. Biomed. ...*, vol. 14, no. October, pp. 350–357, 2020, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Muhibul-Bhuyan/publication/344908351_Design_and_Simulation_of_Heartbeat_Measurement_System_Using_Arduino_Micro_controller_in_Proteus/links/5f98dda7a6fdccfd7b84b4dc/Design-and-Simulation-of-Heartbeat-Measurement-System-U
- [11] D. E. Savitri, "Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT)," *UIN Syarif Hidayatullah Jakarta*, pp. 1–87, 2020.
- [12] A. H. Kuspranoto et al., "Monitoring Detak Jantung Dan Kadar Oksigen Berbasis Android Monitoring Heart Rate and Oxygen Saturation," *Med. Trada J. Tek. Elektromedik Polbitrada*, vol. 3, no. 1, pp. 21–29, 2022.
- [13] I. Y. Zaki and L. Anifah, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Detak Jantung, Suhu Tubuh, dan Cairan Infus Berbasis Internet of Things," *J. Tek. Elektro*, vol. 12, no. 2, pp. 14–22, 2023, doi: 10.26740/jte.v12n2.p14-22.
- [14] Beni Mustiko Aji and Wahyu Sri Utami, "Aplikasi Monitoring Detak Jantung Menggunakan Sensor Max30102 dan Algoritma Gaussian Naive Bayes," *J. Perangkat Lunak*, vol. 5, no. 3, pp. 396–410, 2023, doi: 10.32520/jupel.v5i3.2803.
- [15] R. T. B. Budiyantri, *BUKU AJAR INTERNET OF THINGS. UNIVERSITAS DIPONEGORO: CV. Asta Karya Kreatifa Media Jl.Kyai Mojo, Srandol, Semarang*, 2021.
- [16] M. Aminuddin, I. Irfan, and M. Faridha, "Perancangan Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Temperatur Berbasis Arduino Untuk Melaksanakan Protokol Kesehatan Covid-19 Di Ruang Kuliah," *J. EEICT (Electric Electron. Instrum. Control Telecommun.)*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.31602/eeict.v4i2.6473.
- [17] B. Kusumo, "Rancang Bangun Robot Penghempas Asap Menggunakan Arduino Uno R3," *J. Rev. Pendidik. dan Pengajaran*, vol. 6 N0.4, no., pp. 3035–3045, 2023.
- [18] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2021, doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- [19] A. K. Nasa'i Wibowo and Y. I. Kurniawan, "BOT TELEGRAM SEBAGAI MEDIA ALTERNATIF AKSES INFORMASI AKADEMIK Program Studi Informatika - Universitas Muhammadiyah Surakarta Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)," vol. 8, no. 1, 2019.



- [20] S. N. Safira, Y. T. Mursityo, M. C. Saputra, U. Brawijaya, and P. Korespondensi, “PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING PENDATAAN APLIKASI BERBASIS DEVELOPMENT OF WEB-BASED APPLICATION DATA COLLECTION MONITORING SYSTEM AT THE MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND PEOPLE ’ S,” vol. 10, no. 5, pp. 983–992, 2023, doi: 10.25126/jtiik.2023106891.
- [21] Rusito, Teknologi internet Dasar Internet, Internet of Things (IOT) dan Bahasa HTML. Semarang: Yayasan Prima Agus Teknik Redaksi: Jln Majapahit No 605 Semarang Tlpn. (024) 6723456 Fax . 024-6710144, 2021.
- [22] S. U. Chasanah, P. P. Basuki, and I. M. Dewi, “Anemia Penyebab, Strategi Pencegahan dan Penanggulangannya bagi Remaja,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., vol. 2, 2019.
- [23] C. E. Ernstmeyer K, Nursing Skills. Eau Claire, Wisconsin (WI): Chippewa Valley Technical College, 2021.