

Pengembangan Alat Monitoring Jantung dan Paru Berbasis IoT di RSUD Baubau

Development of an IoT-based Heart and Lung Monitoring Device at Baubau Regional Hospital

¹Muh. Rais Akbar Maibara*, ²Supriadi Sahibu, ³Abdul Jalil

^{1,2,3}Program Pasca Sarjana, Sistem Komputer, Universitas Handayani Makassar

^{1,2,3}Jl. Adhiyaksa Baru No. 1, Pandang, Kec. Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia

*e-mail: raisakbar821@gmail.com

(received: 12 March 2025, revised: 5 May 2025, accepted: 8 May 2025)

Abstrak

Penyakit kardiovaskular dan infeksi paru memerlukan pemantauan intensif, terutama bagi pasien dengan risiko tinggi. Keterbatasan jumlah dokter spesialis di RSUD Kota Baubau sering menyebabkan keterlambatan dalam penanganan pasien. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) yang mendeteksi detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh secara real-time menggunakan sensor MAX30100 dan DS18B20. Data dikirim ke Firebase dan ditampilkan di aplikasi Android untuk memudahkan pemantauan jarak jauh. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi alat ini sebesar 98,46% untuk detak jantung, 98,6% untuk saturasi oksigen, dan 99,04% untuk suhu tubuh, dengan deviasi dalam batas toleransi medis. Diagnosa awal dari sistem ini memiliki tingkat kecocokan tinggi dengan hasil pemeriksaan dokter, sehingga dapat menjadi alat bantu efektif dalam mendeteksi risiko kesehatan dan mendukung pengambilan keputusan medis.

Kata kunci: *internet of things*, monitoring kesehatan, detak jantung, saturasi oksigen, rsud kota baubau

Abstract

Cardiovascular diseases and lung infections require intensive monitoring, especially for high-risk patients. The limited number of specialist doctors at Baubau Regional Hospital often leads to delays in patient treatment. This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based health monitoring system that detects heart rate, oxygen saturation, and body temperature in real time using MAX30100 and DS18B20 sensors. The collected data is transmitted to Firebase and displayed on an Android application to facilitate remote monitoring. Testing results show an accuracy rate of 98.46% for heart rate, 98.6% for oxygen saturation, and 99.04% for body temperature, with deviations remaining within medically acceptable limits. The system's preliminary diagnoses closely matched those of medical professionals, indicating its potential as an effective tool for early health risk detection and for supporting clinical decision-making.

Keywords: *internet of things*, health monitoring, heart rate, oxygen saturation, baubau city general hospital

1 Pendahuluan

Perubahan gaya hidup masyarakat berjalan seiring dengan pertumbuhan ekonomi, sosial budaya dan teknologi yang gejala negatifnya sudah kita rasakan sekarang ini, seperti perilaku merokok, minum alkohol, pola diet salah, kurangnya aktivitas fisik dan obesitas. Perubahan pola hidup masyarakat saat ini menyebabkan pula perubahan pola penyakit, dari infeksi dan rawan gizi ke penyakit-penyakit degeneratif diantaranya adalah penyakit jantung dan pembuluh darah (Kardiovaskular) dan akibat kematian yang ditimbulkannya[1][2] Pada tahun 2014 tercatat sebanyak 12,9% kematian disebabkan oleh penyakit jantung, menurut edisi 2018 cnnindonesia.com pola makan yang sehat dapat mencegah penyakit jantung. Diet sehat bearti ada sederet makanan yang harus di

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

jauhi untuk meminimalkan resiko penyakit lemah jantung [3] *Kardiovaskular* merupakan permasalahan Kesehatan yang insidensinya dari tahun ketahun mengalami peningkatan penderita kardiovaskuler memerlukan program rehabilitative yang komprehensif untuk mengembalikan kemampuan fisik pasca serangan serta mencegah terjadinya serangan ulang. Jantung adalah salah satu organ vital dalam tubuh manusia, yang berfungsi sebagai pemompa darah keseluruh tubuh, ketika mengetahui denyut jantung, berarti sudah mengetahui informasi tentang tingkat kebugaran, tingkat stres dan aktivitas jantung (*kardiovaskuler*). untuk mengontrol detak jantung dan kelebihan dan kekurangan oksigen dalam darah pada tubuh manusia diperlukannya sebuah alat pengukur yang akurat untuk mengukur kadar oksigen dalam darah tubuh manusia. Salah satu alat pengukur oksigen dalam darah yaitu *Pulse Oximetry*[4] *Internet of Things (IoT)* mulai diaplikasikan pada bidang kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup. Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan IoT di bidang perawatan kesehatan semakin menarik perhatian para peneliti, dan terlihat dengan banyaknya aplikasi, layanan, dan prototype terkait IoT di lapangan. IoT menawarkan potensi besar dalam bidang perawatan medis dan kesehatan seperti pemantauan kesehatan jarak jauh, program kebugaran, penyakit kronis, dan perawatan lansia. Perangkat medis, sensor, dan perangkat diagnostik dan pencitraan dapat dilihat sebagai perangkat pintar atau objek yang menjadi inti dari IoT[5][6] Penggunaan *Internet of Things (IoT)* adalah sebuah konsep di mana suatu objek memiliki kemampuan untuk mengirimkan benda benda dengan melalui koneksi Internet tanpa memerlukan interaksi manusia-ke-manusia atau manusia-ke-komputer, Internet of Things dapat memfasilitasi pemantauan pasien karena dapat memantau detak jantung dan suhu tubuh pasien dari mana saja, tetapi membutuhkan koneksi internet yang memadai. Perangkat ini dirancang untuk memberikan informasi tentang detak jantung dan suhu tubuh kepada staf medis dan pengguna[7][8].

RSUD Kota Baubau merupakan salah satu rumah sakit terpadat sekepulauan Buton, status RSUD Kota Baubau sebagai rumah sakit rujukan yang menampung pasien dari 6 Kabupaten sekitar Kota Baubau, RSUD Kota Baubau memiliki beberapa ruang perawatan salah satunya adalah ruang perawatan jantung yang dikhususkan untuk pasien penyakit jantung, terdapat 20-30 pasien dengan penderita penyakit jantung setiap bulannya tetapi hanya memiliki 1 dokter penyakit jantung pada RSUD Kota Baubau yang juga melayani 3 Rumah Sakit di Wilayah Kota Baubau.

Sistem monitoring pada ruang perawatan jantung di RSUD Kota Baubau hanya sebatas memonitoring detak jantung pasien dan kondisi pasien pada ruang perawat, dan harus melaporkan ke Dokter Spesialis Jantung jika kondisi pasien tiba tiba menurun, selain itu juga dokter penyakit jantung pada RSUD Kota Baubau hanya terdapat 1 orang yang melayani 3 Rumah Sakit yang ada di Kota Baubau, hal ini dapat mengakibatkan terjadinya keterlambatan tindakan medis pada pasien penyakit jantung, sehingga bagaimana cara agar alat pendeteksi penyakit jantung agar terhubung ke android sehingga Dokter Jantung dapat memonitoring perkembangan pasien meski tidak berada di tempat.

2 Tinjauan Literatur

Internet of Things (IoT) telah banyak digunakan dalam sistem pemantauan kesehatan. Salah satu penelitian sebelumnya mengembangkan sistem berbasis IoT menggunakan sensor Pulse Oximeter MAX30100 dan sensor suhu MLX90614 untuk mengukur saturasi oksigen, detak jantung, dan suhu tubuh. Data yang diperoleh diproses menggunakan mikrokontroler ESP8266 dan dikirim ke Firebase untuk ditampilkan secara real-time di aplikasi Android[9]. Dari penelitian Fandi Aziz Pratama, Afu Ichsan Pratama & Dwi Hartanti dalam penelitian juga menunjukkan bahwa sistem berbasis IoT tidak hanya memungkinkan pemantauan pasien secara terus-menerus, tetapi juga dapat dikombinasikan dengan algoritma kecerdasan buatan untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Misalnya, penelitian yang mengembangkan sistem berbasis fuzzy logic menunjukkan bahwa metode ini dapat mengklasifikasikan kondisi pasien berdasarkan data detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh dengan tingkat akurasi tinggi [10].

Di sisi lain, penelitian yang mengimplementasikan machine learning dalam sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT menunjukkan bahwa algoritma Gaussian Naïve Bayes dapat meningkatkan akurasi dalam menganalisis kondisi pasien. Dengan menggunakan teknik pembelajaran mesin, sistem dapat mendeteksi pola-pola abnormal dalam data kesehatan pasien dan memberikan peringatan dini terhadap kemungkinan gangguan kesehatan yang lebih serius[11].

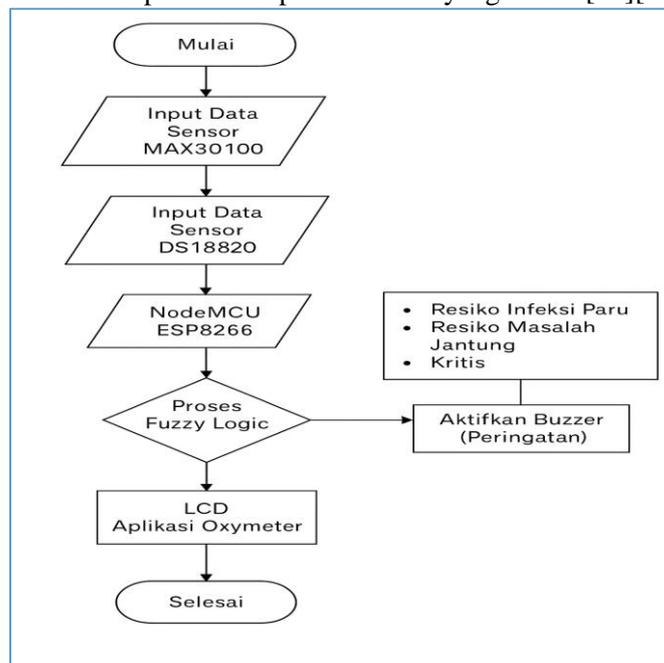
Berdasarkan tinjauan literatur, berbagai penelitian telah mengembangkan sistem pemantauan kesehatan berbasis IoT yang dapat mengukur detak jantung, saturasi oksigen, dan suhu tubuh secara real-time. Beberapa penelitian juga telah menerapkan metode pemrosesan data seperti fuzzy logic dan machine learning untuk meningkatkan akurasi analisis. Namun, masih terdapat keterbatasan dalam aspek pengambilan keputusan otomatis serta keandalan komunikasi data untuk pemantauan pasien jarak jauh.

Penelitian ini bertujuan untuk menyempurnakan sistem pemantauan kesehatan berbasis Internet of Things (IoT) dengan meningkatkan akurasi pengukuran, integrasi sistem pengambilan keputusan otomatis berbasis logika fuzzy, serta kemampuan penyimpanan data jangka panjang. Berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada pembacaan data fisiologis secara real-time tanpa kemampuan pengambilan keputusan otomatis, penelitian ini mengintegrasikan algoritma fuzzy logic yang mampu menganalisis data sensor untuk mengidentifikasi risiko kesehatan, seperti infeksi paru-paru, masalah jantung, dan kondisi kritis secara dini. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan penyimpanan data ke dalam database Firebase, yang memungkinkan riwayat kesehatan pasien tersimpan sebagai rekam medis digital dan dapat diakses untuk pemantauan jangka panjang oleh tenaga medis. Keunggulan lain dari sistem ini adalah kemampuannya memberikan informasi peringatan dini melalui indikator buzzer dan visualisasi data melalui aplikasi oxymeter, sehingga mempercepat respons medis terhadap kondisi pasien. Dengan pendekatan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem pemantauan kesehatan yang adaptif, efisien, dan sesuai dengan kebutuhan klinis, khususnya di RSUD Kota Baubau yang merupakan rumah sakit rujukan utama di wilayah kepulauan.

3 Metode Penelitian

3.1 Metode Fuzzy

Metode Fuzzy Mamdani merupakan salah satu pendekatan logika fuzzy yang digunakan untuk menangani ketidakpastian atau ketidakjelasan dalam pengambilan keputusan, khususnya ketika data yang diolah tidak bersifat biner (benar atau salah), melainkan bersifat gradual. Dalam penelitian ini, metode fuzzy Mamdani diterapkan untuk memantau dan menganalisis data fisiologis pasien, yaitu detak jantung, suhu tubuh, dan saturasi oksigen dalam darah yang diperoleh melalui sistem berbasis Internet of Things (IoT). Sistem fuzzy berfungsi untuk memetakan nilai input dari ketiga parameter tersebut ke dalam bentuk informasi yang menggambarkan potensi risiko penyakit yang mungkin dialami pasien. Melalui proses inferensi fuzzy dan defuzzifikasi, sistem menghasilkan keputusan atau status kondisi kesehatan pasien secara otomatis dan lebih adaptif terhadap variasi data yang masuk [12][13][14].

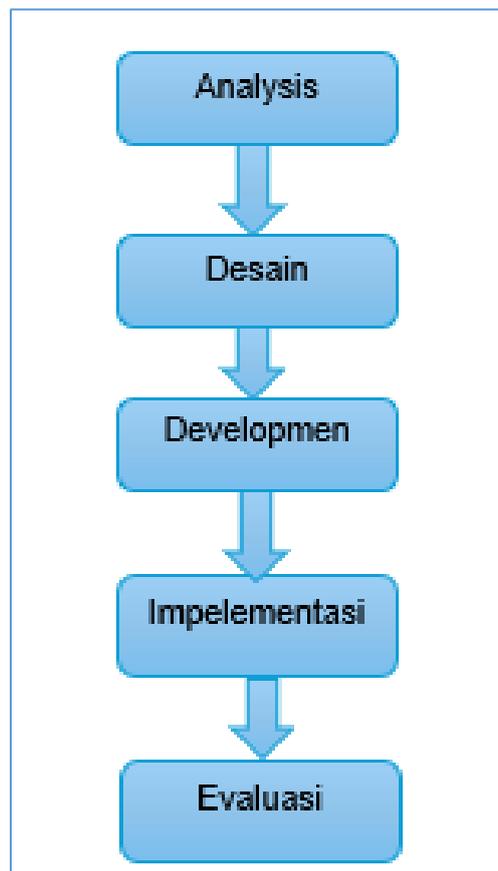


Gambar 1. Flowchart algoritma fuzzy

Flowchart pada gambar 1 di atas menggambarkan proses kerja sistem deteksi kondisi kesehatan pasien berbasis logika fuzzy yang dimulai dari pengambilan data sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen, serta sensor DS18B20 untuk mengukur suhu tubuh. Data dari kedua sensor ini dikirim ke NodeMCU ESP8266 untuk diproses. Selanjutnya, sistem menerapkan logika fuzzy untuk menganalisis data dan menentukan status kondisi pasien yang terbagi dalam tiga kategori: risiko infeksi paru-paru, risiko masalah jantung, dan kondisi kritis. Hasil analisis ditampilkan melalui LCD aplikasi oxymeter, sementara pada kondisi berisiko atau kritis akan memicu bunyi buzzer panjang sebagai tanda peringatan. Proses ini berlangsung secara otomatis hingga sistem selesai menjalankan seluruh rangkaian deteksi.

3.2 Metode R&D

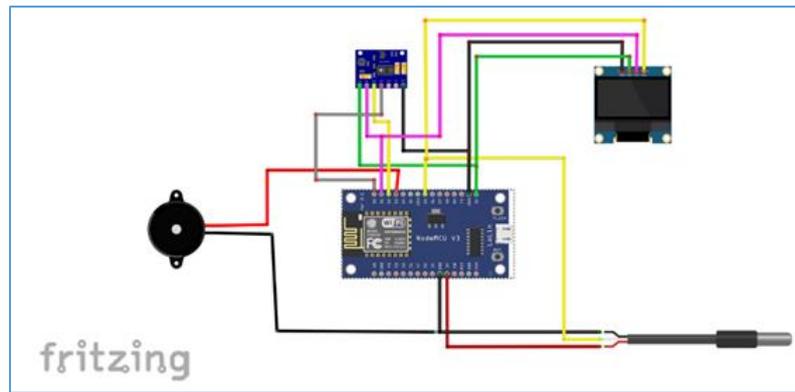
Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan penelitian Research and Development (R&D) dengan menggunakan ADDIE yang merupakan singkatan dari Analysis, Design, Developmen dan Evaluation. Pendekatan ini merupakan kerangka umum yang digunakan dalam pengembangan program pembelajaran atau solusi teknologi yang berfokus pada kebutuhan pengguna. Yang di visualkan dalam Gambar 1



Gambar 2. Metode pengembangan alat monitoring jantung dan paru pada RSUD kota baubau

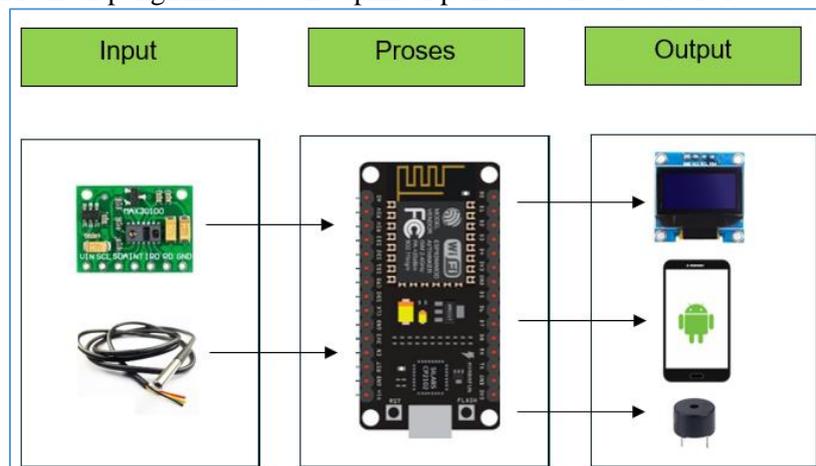
Langkah pertama yang dilakukan pada metode ini adalah menganalisis menyeluruh di RSUD kota Baubau yakni beberapa pasien penyakit jantung setiap bulannya, berapa dokter jantung yang ada di Kota Baubau, dan sistem apa yang digunakan dalam monitoring detak jantung di RSUD Kota Baubau, selain itu juga akan menganalisis mengenai fasilitas yang ada di RSUD Kota Baubau seperti jaringan internet untuk mendukung penelitian ini.

Setelah menganalisis langkah selanjutnya adalah mendesain atau merancang pengembangan sebuah alat yang sesuai dengan kebutuhan RSUD Kota Baubau, yakni mendesain sebuah alat deteksi detak jantung dan juga bisa mendeteksi suhu tubuh pasien juga mempermudah kinerja dokter dalam monitoring detak jantung meski tidak berada dilokasi, seperti pada Gambar 3



Gambar 3. Rangkaian perancangan alat

Rangkaian ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pemrosesan data dan komunikasi, yang terhubung dengan sensor MAX30100 untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah (SpO2) menggunakan protokol I2C, serta sensor suhu DS18B20 yang bekerja dengan komunikasi 1-Wire untuk mendeteksi suhu tubuh pasien. Hasil pengukuran ditampilkan pada OLED Display melalui jalur I2C, sementara buzzer berfungsi sebagai alarm peringatan jika parameter kesehatan pasien berada di luar batas normal. Semua komponen mendapatkan daya dari NodeMCU, yang beroperasi pada 3.3V dan 5V, dengan koneksi ground (GND) yang menghubungkan seluruh sistem. Rangkaian ini dirancang untuk memantau kondisi kesehatan pasien secara real-time, memberikan informasi mengenai gejala risiko masalah jantung dan paru, serta memungkinkan konektivitas WiFi untuk pengiriman data ke aplikasi pemantauan berbasis IoT.



Gambar 4. Rancangan arsitektur alat

Untuk memastikan seluruh sistem dapat berfungsi dengan baik, dilakukan perancangan arsitektur sistem yang menghubungkan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dengan berbagai sensor dan aplikasi pemantauan berbasis IoT. Rancangan keseluruhan arsitektur alat ini dapat dilihat pada Gambar 4, yang memperlihatkan bagaimana setiap komponen seperti sensor MAX30100, sensor DS18B20, OLED display, buzzer, dan koneksi ke Firebase terintegrasi dalam satu sistem yang saling mendukung untuk memonitor kondisi pasien secara real-time.

Pengembangan sistem ini menggunakan bahasa pemrograman Arduino untuk mengontrol NodeMCU ESP8266, yang berfungsi sebagai otak utama dalam akuisisi dan pemrosesan data sensor. Selain itu, sistem ini terintegrasi dengan platform IoT Firebase untuk menyimpan dan mengelola data kesehatan pasien secara real-time.

Implementasi alat di ujicoba pada pasien yang dirawat di RSUD Kota Baubau dan melakukan pemantauan sehari-hari guna memastikan alat berjalan dengan baik, lakukan akurasi dengan alat yang digunakan pada RSUD Kota Baubau sehingga dapat dilihat berapa selisih antara alat yang dibuat dan alat Kesehatan yang digunakan pada RSUD Kota Baubau.

Pada tahap evaluasi amati kinerja alat dan aplikasi apakah berjalan dengan baik dalam memonitoring Kesehatan pasien dan membantu dokter dalam pemantauan jarak jauh.

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Sistem RSUD Kota Baubau

Hasil analisis yang dilakukan di RSUD Kota Baubau selama satu bulan menunjukkan bahwa terdapat beberapa pasien yang menjalani pemeriksaan menggunakan alat yang dikembangkan. Selain itu, ditemukan bahwa rumah sakit ini hanya memiliki satu dokter spesialis jantung, yang menyebabkan keterbatasan dalam pemantauan pasien secara intensif. Kombinasi dari ketiga parameter ini telah diklasifikasikan ke dalam sembilan kategori kondisi kesehatan, sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1, yang memuat aturan identifikasi risiko berdasarkan hasil wawancara dengan dokter spesialis dan tenaga perawat.

Tabel 1. Kondisi resiko penyakit pasien berdasarkan 3 parameter

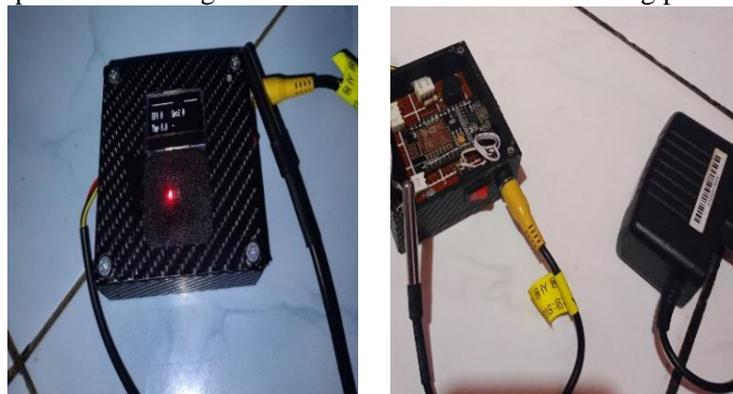
Rule	Detak Jantung (BPM)	Saturasi Oksigen Dalam Darah (Spo2)	Suhu Tubuh	Kondisi
1	Rendah	Rendah	Normal	Resiko Infeksi Paru
2	Rendah	Rendah	Tinggi	Resiko Infeksi Paru Berat
3	Tinggi	Normal	Normal	Resiko Masalah Jantung
4	Tinggi	Normal	Tinggi	Resiko Hipertermia Jantung
5	Normal	Rendah	Normal	Resiko Paru Obstruktif Kronis
6	Normal	Rendah	Tinggi	Resiko Pneumonia
7	Tinggi	Rendah	Rendah	Kondisi Kritis
8	Tinggi	Rendah	Tinggi	Kondisi Kritis
9	Normal	Normal	Normal	Sehat

Sumber : Wawancara dokter spesialis jantung & Perawat

Tabel ini menunjukkan berbagai kondisi kesehatan berdasarkan tiga parameter fisiologis utama: detak jantung (BPM), saturasi oksigen dalam darah (SpO₂), dan suhu tubuh. Setiap kombinasi dari ketiga parameter ini diklasifikasikan ke dalam kategori kondisi kesehatan tertentu, dengan aturan (rule) yang berbeda. Jika detak jantung rendah dan saturasi oksigen juga rendah, kondisi yang diidentifikasi adalah risiko infeksi paru atau infeksi paru berat, tergantung pada suhu tubuh. Jika detak jantung tinggi dan saturasi oksigen normal, kondisi yang terdeteksi bisa berupa risiko masalah jantung atau hipertermia jantung, tergantung pada suhu tubuh. Ketika detak jantung normal tetapi saturasi oksigen rendah, pasien berisiko mengalami hipoksia atau hipoksia berat jika suhu tubuh tinggi. Kombinasi detak jantung tinggi, saturasi oksigen rendah, dan suhu tubuh tinggi dapat mengindikasikan risiko jantung dan hipoksia atau bahkan kondisi kritis. Sementara itu, kondisi sehat hanya terjadi ketika semua parameter berada dalam kisaran normal[15][16].

4.2 Desain Perangkat Keras

Rangkaian fisik perangkat keras yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 4 dibawah ini, dimana seluruh komponen ini diintegrasikan dalam satu sistem monitoring portable.

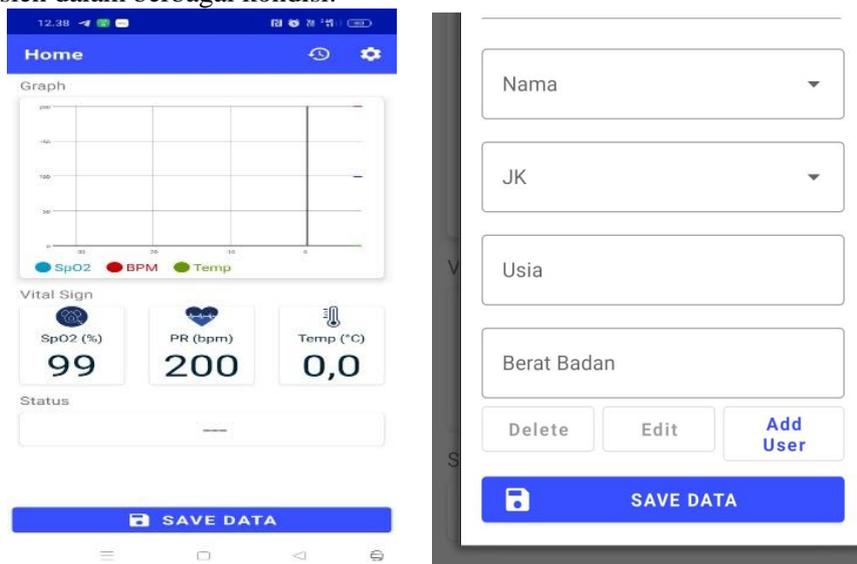


Gambar 5. Perangkat keras

Sistem ini terdiri dari beberapa bagian yang saling terhubung, yakni ESP8266 sebagai mikrokontroler, Sensor MAX30100 sebagai sensor yang mendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah, Sensor DS18B20 sebagai sensor untuk mendeteksi suhu tubuh, LCD sebagai media untuk menampilkan data hasil sensor, dan Buzzer sebagai alarm yang akan berbunyi panjang jika terdeteksi risiko penyakit jantung, risiko penyakit paru, atau kondisi pasien kritis. Rangkaian fisik perangkat keras yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 5, dimana seluruh komponen ini diintegrasikan dalam satu sistem monitoring portable. Sensor MAX30100 bekerja berdasarkan prinsip photoplethysmography (PPG) dengan menggunakan LED merah (660 nm) untuk mendeteksi kadar oksigen dalam darah (SpO_2) dan LED inframerah (880 nm) untuk mengukur detak jantung. Cahaya dari LED diserap oleh darah dan dipantulkan kembali ke photodetector, lalu diubah menjadi sinyal listrik untuk dianalisis oleh mikrokontroler. Sementara itu, Sensor DS18B20 adalah sensor suhu digital berbasis protokol komunikasi 1-Wire yang mampu mengukur suhu dalam rentang $-55^{\circ}C$ hingga $+125^{\circ}C$ dengan resolusi hingga 12-bit. Sensor ini mendeteksi suhu menggunakan termometer digital internal, mengubahnya menjadi sinyal digital melalui ADC bawaan, dan mengirimkan data tersebut ke mikrokontroler untuk ditampilkan di LCD atau memicu alarm jika suhu berada di luar batas normal.

4.3 Developmen (Pengembangan)

Dari hasil analisis mengindikasikan perlunya inovasi dalam sistem pemantauan kesehatan di RSUD Kota Baubau, khususnya untuk mendukung ketersediaan layanan medis di tengah keterbatasan jumlah tenaga spesialis. Dengan hanya satu dokter spesialis jantung yang menangani pasien dari berbagai rumah sakit di wilayah sekitar, penggunaan alat monitoring berbasis Internet of Things (IoT) menjadi solusi potensial untuk mempercepat deteksi kondisi kritis pasien. Dengan adanya alat ini, data kesehatan pasien dapat diperoleh secara real-time, sehingga mempermudah tenaga medis dalam mengambil keputusan berdasarkan kondisi pasien, terutama dalam mendeteksi gejala risiko masalah jantung dan paru. Dari observasi tersebut, diperoleh data detak jantung, saturasi oksigen (SpO_2), dan suhu tubuh pasien dalam berbagai kondisi.



Gambar 6. Perangkat lunak

Aplikasi Oxymeter dirancang untuk memantau kesehatan pasien jantung di RSUD Kota Baubau melalui tampilan utama yang menampilkan grafik perkembangan saturasi oksigen (SpO_2), detak jantung (BPM), dan suhu tubuh (Temp.) secara real-time. Tampilan antarmuka aplikasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 6, yang menunjukkan menu utama monitoring vital sign dan form input data pasien. Pengguna dapat menyimpan hasil pengukuran dengan tombol *Save*, mencari pasien berdasarkan nama atau jenis kelamin, serta menambah, mengedit, dan menghapus data pasien yang tersimpan dalam database. Selain itu, riwayat data hasil pemeriksaan dapat diakses melalui ikon histori untuk keperluan pemantauan lebih lanjut, yang akan ditampilkan pada Gambar 7..



Gambar 7. History

Pada gambar diatas merupakan menu history Dimana data yang tersimpan pada halaman history ini seperti nama pasien, jenis kelamin, usia, berat badan, SPO2 atau kadar oksigen dalam darah, BPM atau detak jantung, Temperatur atau suhu tubuh dan tanggal pengambilan data tersebut, selain itu terdapat juga logo tong sampah yang digunakan jika data pasien itu hendak di hapus atau tidak lagi di pakai.

4.4 Implementasi

Alat monitoring kesehatan yang telah dikembangkan kemudian diimplementasikan secara langsung kepada pasien di ruang perawatan RSUD Kota Baubau untuk menguji keakuratan, keandalan, serta kemudahan penggunaannya oleh tenaga medis. Proses implementasi dilakukan dengan cara melakukan pengukuran langsung terhadap kondisi vital pasien, yaitu detak jantung, saturasi oksigen dalam darah (SpO_2), dan suhu tubuh. Hasil dari alat kemudian dibandingkan dengan alat medis standar rumah sakit untuk menilai tingkat akurasi. Selain itu, dilakukan observasi terhadap proses penggunaan alat oleh perawat dan respon terhadap data yang ditampilkan di aplikasi. Implementasi ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana alat dapat berfungsi secara optimal dalam kondisi riil di lapangan dan apakah alat ini benar-benar mampu mendukung pelayanan kesehatan pasien secara efektif, terutama dalam membantu deteksi dini gejala penyakit jantung dan paru-paru.



Gambar 8. Pengujian pasien I

Hasil uji coba alat pendeteksi kesehatan pada pertama pada Gambar 8 menunjukkan bahwa kondisi kesehatannya berada dalam batas normal. Pemeriksaan mencatat SPO2 sebesar 97%, yang menunjukkan tingkat saturasi oksigen dalam darah berada pada kisaran normal (95-100%), menandakan fungsi paru-paru yang baik. Detak jantung (BPM) tercatat 75 denyut per menit, sesuai dengan rentang normal 60-100 BPM, menunjukkan fungsi jantung yang stabil. Selain itu, suhu tubuh pasien terukur 36,0°C, masih dalam batas aman. Berdasarkan hasil tersebut, alat mendeteksi bahwa status kesehatan adalah sehat, tanpa indikasi adanya gangguan pada jantung, paru-paru, atau suhu tubuh.



Gambar 9. Pengujian pasien 2

Berdasarkan hasil pengecekan pasien kedua, nilai saturasi oksigen (SpO_2) tercatat sebesar 100%, yang menunjukkan kondisi normal, dengan suhu tubuh $36,5^{\circ}C$ yang juga berada dalam batas normal. Namun, detak jantung tercatat sebesar 48 bpm, berada di bawah rentang normal (60–100 bpm), sehingga mengindikasikan kondisi bradikardia. Visualisasi hasil pengukuran vital sign pasien tersebut dapat dilihat pada Gambar 9. Karena sistem yang digunakan belum mencakup aturan untuk kombinasi SpO_2 normal, detak jantung rendah, dan suhu tubuh normal, maka status pasien tidak dapat teridentifikasi oleh sistem. Akibatnya, kolom status pada aplikasi menunjukkan tidak ada hasil diagnosis.



Gambar 10. Pengujian pasien 3

Hasil pemeriksaan pasien ketiga menunjukkan bahwa saturasi oksigen (SpO_2) berada di angka 95%, yang masih dalam batas normal meskipun sudah berada di ambang bawah. Detak jantung (PR)

<http://sistemasi.ftik.unisi.ac.id>

tercatat sebesar 81 bpm, berada dalam kisaran normal 60–100 bpm, yang menandakan ritme jantung stabil. Suhu tubuh pasien tercatat 36,5°C, sesuai dengan kisaran suhu tubuh normal manusia (36–37°C). Visualisasi dari hasil pemeriksaan ini ditampilkan pada Gambar 10, yang menunjukkan ketiga parameter vital berada dalam rentang normal. Dengan kondisi tersebut, pasien dikategorikan dalam status “Sehat”, meskipun nilai saturasi oksigen yang berada di batas bawah tetap perlu mendapatkan pemantauan lebih lanjut untuk menghindari potensi penurunan.

Tabel 2. Hasil pengujian detak jantung

No	Nama	Umur	Sensor MAX30100	Alat RS Fox Pro	Selisih	Akurasi %
1	FI	60	75	75	0	100
2	MS	62	48	50	-2	96
3	WA	50	81	79	2	97,47
4	IM	55	86	86	0	100
5	YS	17	87	88	-1	98,86
6	LG	66	73	72	1	98,61
7	ND	71	67	66	1	98,49
8	ML	62	88	89	-1	98,87
9	LI	67	68	69	-1	98,55
10	SZ	33	70	72	-2	97,22
11	SM	36	66	67	-1	98,51
12	MJ	57	71	72	-1	98,61
13	NV	22	83	84	-1	98,81
14	SR	27	76	77	-1	98,70
15	DD	31	74	75	-1	98,67
Rata – Rata AKurasi						98,46 %

Sumber : Aplikasi Oxymeter & Alat Rumah Sakit FoxPro

Rumus Akurasi :

$$\text{Akurasi (\%)} = \left(1 - \frac{\text{Selisih}}{\text{BPM RS}} \right) \times 100$$

Keterangan :

- Selisih = BPM Alat – BPM RS
- BPM RS = Nilai referensi pengukuran dari Rumah Sakit

Rumus Rata Rata Akurasi :

$$\text{Rata-rata Akurasi (\%)} = \frac{\sum \text{Akurasi (\%)}}{n}$$

Pada Tabel 2 di atas merupakan hasil dari perbandingan pengukuran detak jantung dari Sensor MAX30100 dan alat Kesehatan oximeter menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dengan rata-rata akurasi sebesar **98,46%**, berdasarkan perbandingan data antara alat yang dibuat dengan alat rumah sakit. Pengujian dilakukan menggunakan data detak jantung dari beberapa pengukuran.

Tabel 3. Hasil pengujian kadar oksigen dalam darah

No	Nama	Umur	Sensor MAX30100	Alat RS Fox Pro	Selisih	Akurasi %
1	FI	60	96	98	-2	98
2	MS	62	100	100	0	100
3	WA	50	95	98	-3	97
4	IM	55	100	99	1	99
5	YS	17	95	97	-2	98
6	LG	66	98	99	-1	99
7	ND	71	96	98	-2	98
8	ML	62	96	98	-2	98

9	LI	67	95	95	0	100
10	SZ	33	97	97	0	100
11	SM	36	95	97	-2	98
12	MJ	57	96	98	-2	98
13	NV	22	97	99	-2	98
14	SR	27	97	98	-1	99
15	DD	31	98	97	1	99
Rata Rata Akurasi						98,6%

Pada Tabel 3 di atas merupakan hasil pengujian akurasi pengukuran saturasi oksigen (SPO₂) antara alat yang dikembangkan dengan alat rumah sakit menunjukkan bahwa rata-rata akurasi sebesar 98,6%. menandakan hasil yang identik antara alat dan alat rumah sakit. Secara keseluruhan, tingkat akurasi tinggi ini menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat keakuratan yang baik dalam mengukur SPO₂.

Tabel 4. Pengujian suhu tubuh

No	Nama	Umur	Sensor DS18B20	Temp RS Termometer	Selisih	Akurasi %
1	FI	60	36,0	36,5	- 0,5	98,63
2	MS	62	36,5	36,5	0,0	100
3	WA	50	36,5	36,3	0,2	99,45
4	IM	55	36,8	36,7	0,1	99,73
5	YS	17	36,2	35,5	0,7	98,03
6	LG	66	36,8	36,8	0,0	100
7	ND	71	36,3	35,8	0,5	98,60
8	ML	62	36,5	36,0	0,5	98,61
9	LI	67	36,3	36,4	-0,1	99,73
10	SZ	33	35,8	36,8	-1,0	97,28
11	SM	36	36,3	36,5	-0,2	99,45
12	MJ	57	36,0	36,2	-0,2	99,45
13	NV	22	36,8	36,8	0,0	100
14	SR	27	36,3	35,5	0,8	97,44
15	DD	31	36,0	35,8	0,2	99,44
Rata Rata Akurasi						99,04%

Tabel 4 di atas merupakan hasil pengukuran suhu tubuh antara alat yang dikembangkan dan alat rumah sakit menunjukkan tingkat akurasi yang cukup baik. Berdasarkan data, akurasi yang dihitung berada dalam kisaran yang dapat diterima untuk aplikasi klinis, dengan rata-rata akurasi sebesar 99,04%. Meskipun terdapat sedikit perbedaan nilai pada beberapa pengukuran, secara keseluruhan, alat yang dikembangkan mampu memberikan hasil yang hampir mendekati pengukuran alat rumah sakit. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh sensitivitas sensor, kondisi lingkungan, atau faktor teknis lainnya.

4.5 Evaluasi

Evaluasi akhir terhadap alat dilakukan dengan membandingkan hasil diagnosis yang dihasilkan oleh sistem dengan diagnosis yang diberikan oleh dokter terhadap 15 pasien sampel. Hasil analisis menunjukkan bahwa alat mampu memberikan diagnosis yang sesuai dengan dokter pada 13 pasien, menghasilkan tingkat akurasi sebesar 86,67%. Adapun dua sampel pasien lainnya tidak terdiagnosis oleh alat karena tidak sesuai dengan kriteria aturan (rule) yang tersedia, meskipun secara klinis dinyatakan sehat oleh dokter. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi yang cukup baik dalam mendukung proses diagnosis awal di RSUD Kota Baubau. Namun demikian, diperlukan pengembangan lebih lanjut agar sistem mampu menangani kasus-kasus di luar rule yang sudah ditentukan, sehingga dapat meningkatkan keandalan alat sebagai solusi teknologi dalam pelayanan kesehatan.

Tabel 5. Hasil analisis

NO	Nama	Umur	Analisis Alat RS (Fox Pro & Termometer dan Diagnosa Dokter)	Analisis Sensor MAX30100 & DS18B20
1	FI	60	Sehat	Sehat
2	M S	62	Sehat	Tidak terdiagnosis
3	WA	50	Sehat	Sehat
4	IM	55	Sehat	Sehat
5	YS	17	Sehat	Sehat
6	LG	66	Sehat	Sehat
7	ND	71	Sehat	Sehat
8	ML	62	Sehat	Sehat
9	LI	67	Sehat	Sehat
10	SZ	33	Sehat	Tidak terdiagnosis
11	SM	36	Sehat	Sehat
12	MJ	57	Sehat	Sehat
13	NV	22	Sehat	Sehat
14	SR	27	Sehat	Sehat
15	DD	31	Sehat	Sehat

Pada Tabel 5 di atas menunjukkan hasil analisis bahwa dari 15 sampel pasien, alat mampu memberikan hasil diagnosis yang sesuai dengan diagnosis dokter pada 13 sampel (86,67% akurasi). Meskipun tingkat akurasi alat cukup tinggi, dua kasus yang tidak terdiagnosis menjadi catatan penting bahwa sistem masih memiliki ruang untuk perbaikan, terutama dalam menangani kasus di luar skenario standar.

5 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, penelitian ini berhasil mengembangkan alat monitoring kesehatan berbasis Internet of Things yang mampu memantau detak jantung, saturasi oksigen dalam darah, dan suhu tubuh secara real-time pada pasien di RSUD Kota Baubau, serta dilengkapi dengan fitur pemantauan melalui smartphone, penyimpanan data medis pasien, dan informasi gejala penyakit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi, yakni 98,46% untuk detak jantung, 98,6% untuk saturasi oksigen, dan 99,04% untuk suhu tubuh. Meskipun demikian, alat ini masih memiliki keterbatasan, seperti belum adanya integrasi sistem peringatan dini (early warning system) berbasis pengambilan keputusan otomatis, serta keterbatasan dalam pengujian klinis secara luas. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya direkomendasikan untuk mengembangkan sistem deteksi dini berbasis kecerdasan buatan serta memperluas cakupan uji coba pada lebih banyak sampel pasien untuk meningkatkan keandalan dan aplikabilitas alat ini di lingkungan rumah sakit secara lebih menyeluruh.

Referensi

- [1] B. Ermanda and U. Latifa, "Implementasi Pengukuran Detak Jantung dan Elektrokardiografi sebagai Alat Kesehatan Mandiri Terintegrasi *Internet of Things*," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, Vol. 5, No. 2, pp. 204–216, 2023, doi: 10.32528/elkom.v5i2.8089.
- [2] Y. A. Cholid Tri Tjahjono, *Bedah Jantung : Panduan untuk Pasien dan Keluarga*. Malang: UB Press, 2023. [Online]. Available: <https://play.google.com/store/books/details?id=KiPqEAAAQBAJ>
- [3] S. Somantri, I. Fazriawan, A. Laila Putri, and R. Ariaty Maulani, "Self Services and Monitoring of Weak Heart Disease based on the Internet of Things and Mobile App using Certainty Factor," *J. Informatics Telecommun. Eng.*, Vol. 5, No. 2, pp. 384–394, 2022, doi: 10.31289/jite.v5i2.6195.
- [4] M. Ardiana, *Buku Ajar "Prevensi dan Rehabilitasi Jantung*. Surabaya: Ailrangga University Press, 2022.
- [5] R. Ashshiddiq and B. Rahmadya, "Rancang Alat Pengukur Tekanan Darah Otomatis berbasis Internet of Things," *Chipset*, Vol. 4, No. 01, pp. 23–35, 2023, doi: 10.25077/chipset.4.01.23-

- 35.2023.
- [6] M. Muthmainnah, Deni Bako Tabriawan, and Imam Tazi, "Karakterisasi Sensor MAX30102 sebagai Alat Ukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh berbasis Photoplethysmograph," *J. Pendidik. Mipa*, Vol. 12, No. 3, pp. 726–731, 2022, doi: 10.37630/jpm.v12i3.655.
 - [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] D. Setiadi and M. N. Abdul Muhaemin, "Penerapan Internet of Things (IOT) pada Sistem Monitoring Irigasi (SMART Irigasi)," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, Vol. 3, No. 2, p. 95, 2018, doi: 10.32897/infotronik.2018.3.2.108.
 - [9] A. W. Naviaddin, B. H. Prasetyo, and R. Primananda, "Sistem Identifikasi Kesehatan berdasarkan Detak Jantung, Kadar Oksigen, dan Suhu Tubuh menggunakan Metode Fuzzy Mamdani," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, Vol. 10, No. 5, pp. 1003–1014, 2023, doi: 10.25126/jtiik.20231056956.
 - [10] E. D. Madyatmadja, L. Kusumawati, S. P. Jamil, W. Kusumawardhana, S. Informasi, and U. B. Nusantara, "Infotech: journal of technology information," *Raden Ario Damar*, Vol. 7, No. 1, pp. 55–62, 2021.
 - [11] B. Mustiko Aji and W. S. 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.
 - [12] J. Komputasi, D. Asha, M. B. Ulum, and Y. A. Rozali, "Implementasi *Metode Fuzzy Logic* pada Sistem Pakar," Vol. 9, No. 2, pp. 1–11, 2021.
 - [13] G. S. Zidni and I. Ikrimach, "Implementasi *Metode Fuzzy Logic* dan IoT untuk Klasifikasi Kondisi Kesehatan Denyut Jantung berbasis Android," *Edumatic J. Pendidik. Inform.*, Vol. 7, No. 2, pp. 366–375, 2023, doi: 10.29408/edumatic.v7i2.23092.
 - [14] V. No, M. Arya, A. Ghifari, and I. Salamah, "Edumatic : Jurnal Pendidikan Informatika Sistem Monitoring dan Kontrol Penyiraman Aeroponik Tanaman Selada berbasis IoT dengan Metode Fuzzy Sugeno," Vol. 8, No. 2, pp. 399–408, 2024, doi: 10.29408/edumatic.v8i2.27098.
 - [15] D. Pittara, "Hipoksia - Gejala, Penyebab, dan Cara Mengatasinya. Diakses," *Alo.dokter*, Apr. 23, 2022. [Online]. Available: <https://www.alodokter.com/hipoksia>
 - [16] A. M. P. Lukman, A. Lawi, D. Widyaningsih, "Sistem Deteksi Penyakit Aritmia berdasarkan Jumlah Detak Jantung berbasis *Internet of Things* dan *Cloud Storage*," *Pros. Semin. Nas. Tek. Elektro dan Inform.*, Vol. 1, pp. 1–6, 2022.