

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING DENYUT JANTUNG, KADAR OKSIGEN DAN LOKASI PADA ORANG MANULA BERBASIS INTERNET OF THINGS

Krish Pranata, Suryo Adi Wibowo, Deddy Rudhistiar

Teknik Informatika, Institut Teknologi Nasional Malang

Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia

2018047@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Kemajuan teknologi saat ini telah mempengaruhi banyak aspek kehidupan, termasuk di bidang kesehatan dan teknologi informasi. Penelitian ini fokus pada pengembangan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) untuk orang manula, menggunakan mikrokontroler NodeMCU, sensor Max30102, modul GPS Ublox Neo-6M, dan modem WiFi 4G USB Xidol K5188. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam hal pemberian notifikasi dan pengambilan data secara real-time. Pengujian sistem meliputi beberapa aspek, di antaranya adalah pengujian blackbox yang memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik dan berhasil terhubung ke database. Sensor GPS dan Max30102 terbukti mampu mengirimkan data secara akurat. Alat yang diuji pada pengguna berusia 65 tahun menunjukkan kinerja yang memuaskan, dengan sensor GPS dan Max30102 berfungsi sesuai harapan dalam mengumpulkan data kesehatan dan lokasi. Sensor Max30102 menunjukkan akurasi tinggi, dengan rata-rata 91,97% untuk detak jantung dan 93,64% untuk saturasi oksigen. Selain itu, pengujian metode geofencing menunjukkan rata-rata selisih jarak hanya 28 meter dibandingkan dengan data Google Maps. Hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa sistem berhasil dalam mengumpulkan dan mengirimkan data kesehatan dan lokasi dengan akurasi yang memadai, serta menawarkan solusi yang efektif untuk meningkatkan pengawasan dan perawatan orang manula.

Kata kunci : GPS, Detak Jantung dan Kadar Oksigen,, Monitoring, Sensor Ublox Neo-6M, Sensor MAX30102, IoT

1. PENDAHULUAN

Di zaman sekarang, kemajuan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk teknologi informasi dan kesehatan. Salah satu elemen yang mendapat perhatian adalah penggunaan teknologi untuk membantu memantau kondisi kesehatan seseorang, terutama bagi kelompok yang rentan seperti orang tua atau orang manula.

Menjaga kesehatan dan keamanan orang tua atau orang manula yang tinggal sendiri di rumah merupakan tanggung jawab penting bagi keluarga. Namun, kesibukan dan jarak geografis seringkali membuat sulit bagi keluarga untuk secara langsung memantau kesehatan dan keberadaan mereka setiap saat. Oleh karena itu, diperlukan sebuah solusi yang memungkinkan keluarga untuk memantau kondisi kesehatan dan lokasi orang tua atau orang manula dengan lebih efektif, terutama saat mereka keluar rumah tanpa pengawasan.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan mendesak untuk memberikan perlindungan dan pemantauan yang lebih baik bagi kelompok rentan seperti orang tua atau orang manula, yang sering kali tinggal sendiri di rumah. Seiring dengan peningkatan populasi lanjut usia dan meningkatnya tantangan dalam memantau kesehatan mereka, ada kekhawatiran yang semakin meningkat mengenai kesejahteraan mereka, terutama ketika keluarga tidak dapat memantau mereka secara langsung akibat keterbatasan

waktu dan jarak geografis. Selain itu, kejadian darurat medis yang tidak terpantau tepat waktu dapat menimbulkan risiko serius bagi keselamatan orang manula. Oleh karena itu, diperlukan solusi yang tidak hanya mampu memantau kondisi kesehatan mereka secara real-time tetapi juga menyediakan informasi lokasi mereka, terutama saat berada di luar rumah tanpa pengawasan.

Dalam konteks ini, pengembangan sistem monitoring yang mengintegrasikan teknologi sensor kesehatan dan lokasi menjadi penting. Sensor-sensor seperti Max30102 untuk memantau kadar oksigen dalam darah (SpO2) dan denyut jantung, serta modul GPS Ublox Neo-6M untuk melacak lokasi, menawarkan potensi besar untuk menciptakan solusi yang efektif dalam memantau kondisi kesehatan dan keberadaan orang manula. Dengan kemajuan dalam komunikasi nirkabel, terutama melalui jaringan Internet of Things (IoT), data yang dikumpulkan dari sensor-sensor tersebut dapat dengan mudah dikirimkan secara real-time kepada keluarga atau pihak terkait melalui Website atau platform aplikasi yang terhubung dengan internet. Dengan demikian, keluarga dapat segera merespons jika terjadi keadaan darurat atau situasi yang memerlukan intervensi medis.

Dalam skripsi ini, akan dikaji pengembangan dan implementasi sistem monitoring kesehatan dan lokasi orang manula berbasis IoT menggunakan sensor Max30102, modul GPS Ublox Neo-6M, dan Modem

Wifi. Sistem ini dirancang untuk memberikan notifikasi kepada keluarga atau penanggung jawab melalui Website serta memungkinkan pengambilan data secara real-time terkait kondisi kesehatan dan lokasi orang manula, sehingga dapat meningkatkan pengawasan dan perawatan mereka, terutama saat mereka berada di luar rumah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Penelitiannya berjudul "Prototipe Sistem Monitoring Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet Of Things (Iot) Menggunakan Nodemcu Esp8266" menggambarkan sistem iot yang mengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia, yang dapat dipantau melalui aplikasi blynk yang terhubung ke wifi smartphone. Salah satu kekurangan penelitian ini adalah sistem monitoring yang masih menggunakan jaringan lokal [1].

Penelitiannya berjudul "Alat Monitoring Detak Jantung, Kadar Oksigen Dalam Darah, dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things" menemukan bahwa alat yang menggunakan Sensor Max30102 untuk mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen dalam darah memiliki tingkat kesalahan sebesar $\pm 7\%$, yang dapat dianggap baik. Tingkat kesalahan Sensor Mlx90614 untuk mengukur suhu tubuh adalah $\pm 5\%$, dan Neo-6M GPS, yang menentukan titik lokasi pada p Secara keseluruhan, alat ini beroperasi dengan baik dan memenuhi tujuan [2].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dibangun dapat mengontrol kendaraan melalui aplikasi Android, seperti mematikan dan menyalakan kendaraan, melacak lokasi sena, dan mendeteksi kecepatan kendaraan melalui perangkat yang terhubung ke jaringan internet [3].

Meneliti "Gelang pengukur detak jantung dan suhu tubuh manusia berbasis Internet of Things (IoT)". Hasilnya adalah gelang pengukur detak jantung dan suhu tubuh yang dibandingkan dengan pulse oximetry, yang memiliki akurasi sebesar 98,594% dibandingkan dengan gelang pengukur detak jantung dan suhu tubuh dengan sensor Max30102, yang memiliki akurasi sebesar 98,754%. Selain itu, alat portabel ini dapat diawasi melalui aplikasi RemoteXY melalui bluetooth [4].

Penelitian ini menunjukkan bahwa desain dan uji coba prototipe alat pemantau keberadaan yang menggunakan GPS tracker berbasis android telah berhasil. Komponen utama NodeMCU ESP8266 dan modul GPS digunakan untuk membuat perangkat nirkabel. Pengujian sistem menunjukkan bahwa aplikasi dapat melacak dan menunjukkan lokasi keberadaan objek dengan baik. Selain itu, sistem dapat mengirimkan notifikasi ke smartphone pengguna ketika objek berada dalam jarak 30 meter, memungkinkan pengguna untuk melakukan tindakan yang diperlukan. Tetapi keakuratan lokasi tergantung pada kualitas koneksi jaringan internet. Oleh karena

itu, koneksi internet yang cepat dan stabil sangat penting untuk penggunaan yang optimal [5].

2.2. Detak Jantung (BPM)

Proses yang dilakukan tubuh manusia untuk mengalirkan darah ke seluruh tubuh dikenal sebagai detak jantung. Dengan menggunakan teknik photoplethysmography, detak jantung dapat diukur melalui pembuluh darah arteri karena jantung menggerakkan darah melalui arteri.

Bayi memiliki detak jantung normal 100–180 kali per menit, balita 100–130 kali per menit, anak-anak 80–100 kali per menit, dan remaja 60–100 kali per menit saat istirahat. Satuan yang digunakan untuk mengukur jumlah detak jantung dalam satu menit disebut BPM, atau beat per menit. Studi lain menunjukkan bahwa detak jantung biasanya lebih rendah seiring bertambahnya usia. Tabel 1 menunjukkan rincian jumlah detak jantung per menit berdasarkan usia pasien.

Tabel 1. BPM Berdasarkan Usia

Usia	Minimal (BPM)	Maksimal (BPM)	Rata - Rata
Baru Lahir	100	180	140
1 bulan sampai 1 tahun	80	160	120
1 tahun sampai 3 tahun	80	130	105
3 tahun sampai 6 tahun	80	120	100
6 tahun sampai 12 tahun	65	100	83
12 tahun sampai 19 tahun	60	90	85
19 tahun sampai 69 tahun	60	100	80
> 70 tahun	60	100	80

Tabel 1 menunjukkan informasi tentang detak jantung per menit berdasarkan usia, mulai dari bayi baru lahir hingga orang dewasa. Sinyal PPG melacak intensitas cahaya yang berubah karena siklus jantung, baik sistolik maupun diastolik. Variasi detak jantung adalah istilah lain untuk siklus jantung. Variabilitas detak jantung adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan berapa lama siklus ini berlangsung. [6].

2.3. Saturasi Oksigen (SPO2)

Prinsip di balik pengukuran SpO2 non-invasif adalah bahwa darah arteri menyerap cahaya selama denyut arteri, yang tercermin melalui perubahan penyerapan cahaya. Hukum Beer Lambert digunakan untuk menjelaskan perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda, yang menggambarkan

persentase hemoglobin teroksidasi dalam darah. Rentang normal untuk SpO_2 adalah 95 hingga 100%, di bawah 95% dianggap rendah atau hipoksemia. Persamaan (1) menggambarkan perbandingan antara oksihemoglobin dan deoksihemoglobin dalam darah.

$$SpO_2 = \frac{HbO_2}{Hb + HbO_2} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan :

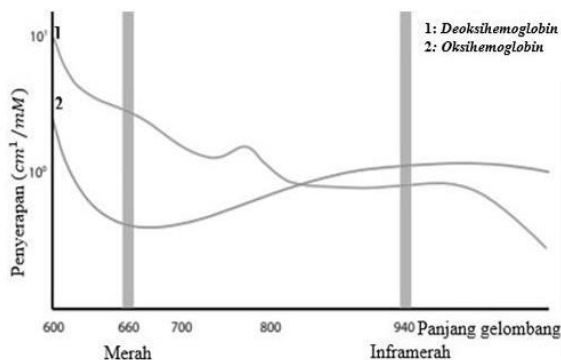
SpO_2 = Saturasi Oksigen

HbO_2 = hemoglobin yang teroksigenasi

Hb = hemoglobin yang tidak teroksigenasi

Berdasarkan persamaan di atas, HbO_2 merujuk kepada hemoglobin yang mengandung oksigen, sementara Hb merujuk kepada hemoglobin yang tidak mengandung oksigen. Persamaan tersebut menggambarkan perkiraan jumlah oksigen dalam darah, yang direpresentasikan sebagai persentase hemoglobin yang mengandung oksigen (HbO_2) dibagi dengan total hemoglobin (Hb), kemudian dijumlahkan dengan HbO_2 .

Gambar 1 menunjukkan perbandingan penyerapan oksihemoglobin (HbO_2) dan deoksihemoglobin (Hb), yang merupakan hemoglobin yang tidak sepenuhnya terikat dengan oksigen.



Gambar 1. Membandingkan Serapan HbO_2 dengan Hb

2.4. Sensor Max30102

Modul sensor Max30102 memiliki kemampuan untuk mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah, biasanya digunakan untuk pemantauan kebugaran selama aktivitas fisik. Dengan sumber daya rendah, ukuran kecil, dan antarmuka I2C standar, sensor ini mudah diintegrasikan dengan perangkat seluler atau mikrokontroler. Kemampuan pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen membuatnya ideal untuk aplikasi pemantauan kesehatan. Sensor menggunakan teknologi LED inframerah dan fotodiode untuk metode reflektifitas, memancarkan cahaya yang diserap oleh hemoglobin dalam pembuluh darah kulit untuk mendeteksi perubahan volume darah. Hasilnya, seperti laju detak jantung, ditampilkan dalam bpm. Keadaan jantung seperti normal, bradikardia, atau takikardia dapat dinilai berdasarkan ritme jantungnya.

2.5. Modul GPS Ublox Neo-6M

Modul NEO-6 adalah penerima GPS yang unggul dengan mesin pemosisian *u-blox 6*, yang menawarkan kinerja navigasi handal dalam format miniatur ekonomis. Desain inovatifnya meminimalkan gangguan sinyal dan efek multi-jam, sehingga cocok digunakan dalam kondisi lingkungan yang menantang [7].

2.6. Node MCU

NodeMCU merupakan sebuah platform IoT yang bersifat *open source*. Dapat dianggap sebagai versi Arduino yang terhubung dengan ESP8266. Platform ini memberikan kemampuan kepada pengembang untuk membuat aplikasi IoT dengan mudah, termasuk mengontrol perangkat elektronik via jaringan WiFi, mengumpulkan data sensor, dan mengirimkan data ke server [8]. *NodeMCU ESP8266* dapat diprogram menggunakan compiler dari Arduino, seperti Arduino IDE. Port USB (mini USB) adalah representasi minimalis dari *NodeMCU ESP8266*, yang memudahkan dalam proses pemrograman. *NodeMCU ESP8266* merupakan inovasi yang bermanfaat dalam perkembangan platform IoT yang berasal dari keluarga ESP8266 tipe ESP-12. Meskipun memiliki fungsionalitas yang hampir serupa dengan Arduino, perangkat ini memiliki keunggulan utama dalam keterhubungannya dengan internet [9].

2.7. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah konsep di mana objek tertentu memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dan bertukar data melalui jaringan WiFi, tanpa memerlukan interaksi langsung antara manusia atau antara manusia dan komputer. Dengan IoT, perangkat dapat dikendalikan dari jarak jauh melalui internet, menciptakan peluang untuk menghubungkan dunia fisik langsung ke sistem berbasis komputer menggunakan sensor dan konektivitas internet [10].

Setiap perintah argumentasi pemrograman menghasilkan interaksi antara mesin dan mesin secara otomatis, tanpa campur tangan manusia dan tanpa batasan jarak. Tugas manusia hanyalah mengatur dan mengawasi alat bekerja secara langsung. [11].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Kebutuhan Fungsional

Kebutuhan fungsional dari sistem monitoring kesehatan dan lokasi orang manula menggunakan *NodeMCU*, sensor Max30102, modul GPS Ublox Neo-6M/GY, dan Modem WiFi 4G Modem USB Xidol K5188 adalah sebagai berikut:

- Mengambil data SpO_2 (kadar oksigen dalam darah) dan denyut jantung dari sensor Max30102.
- Mendapatkan informasi lokasi geografis dari modul GPS Ublox Neo-6M/GY-NEO6MV2.
- Mengirim data SpO_2 , bpm, dan informasi lokasi melalui Internet menggunakan Modem WiFi.

- d. Mengirim notifikasi kepada pihak terkait melalui aplikasi berbasis website dalam kasus keadaan darurat berdasarkan data kesehatan atau lokasi.
- e. Beroperasi secara real-time dan responsif terhadap perubahan kondisi kesehatan atau lokasi orang manula.

3.2. Kebutuhan Non-Fungsional

Kebutuhan perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

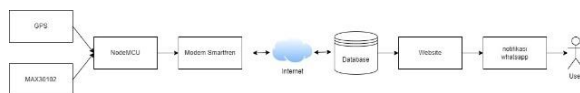
- a. Mikrokontroler *NodeMCU*, untuk menjalankan program monitoring kesehatan dan lokasi dengan responsif dan stabil.
- b. Sensor *Max30102*, untuk menghasilkan data detak jantung (bpm) dan kadar oksigen dalam darah (*SpO2*) dengan akurasi yang tinggi.
- c. Modul *GPS Ublox Neo-6M*, untuk menangkap sinyal satelit dengan cepat dan akurat untuk menghasilkan informasi lokasi yang tepat.
- d. Modem *WiFi 4G Modem USB Xidol K5188*, untuk penyedia internet.

Perangkat lunak (*Software*) yang digunakan dalam perancangan penelitian terdiri dari:

- a. Browser : *Google Chrome/ Microsoft Edge*
- b. Text Editor : *Visual Studio Code*
- c. Tools yang digunakan : *Arduino IDE*
- d. Bahasa Pemrograman : *#C*
- e. Konektivitas Jaringan : Jaringan Internet

3.3. Diagram Blok Sistem

Blok diagram berisi tentang informasi proses langkah untuk menyelesaikan algoritma.

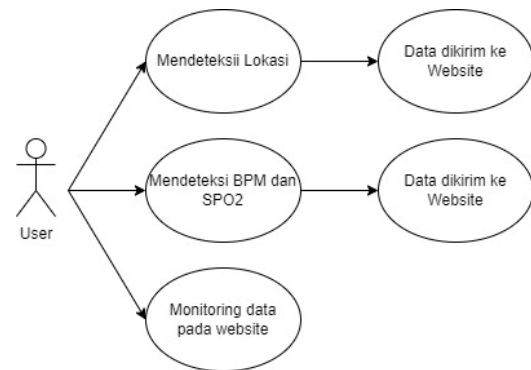


Gambar 2. Blok Diagram

Pada Gambar 2, proses dimulai dari power supply akan memberikan daya tegangan ke NodeMCU dan modem smartfren. Kemudian sensor gps dan sensor max30102 akan membaca data sensor lalu disimpan ke NodeMCU. Selanjutnya data sensor yang telah disimpan akan dikirim ke database melalui koneksi internet dari modem smartfren. Koneksi pengiriman data dari mikrokontroler ke internet menggunakan http, lalu data sensor akan masuk kedalam cloud database. Kemudian data yang ada di cloud database akan ditampilkan ke website sebagai informasi ke user, lalu jika nilai dari sensor gps dan sensor max30102 bernilai tidak bagus maka akan mengirimkan notifikasi ke user.

3.4. Diagram Use Case

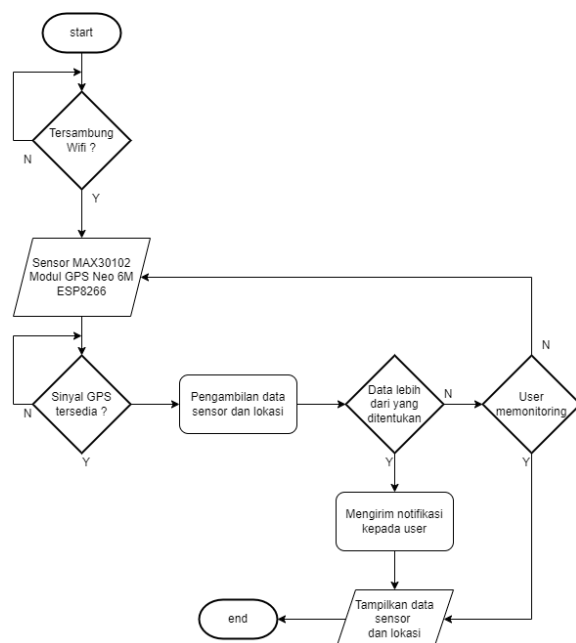
Interaksi antara pengguna dan sistem pemantauan web, yang memantau sensor denyut jantung, kadar oksigen, dan lokasi, digambarkan dalam use case diagram. Pengiriman data dapat dilakukan secara otomatis berkat sistem ini. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Use case diagram

3.5. Flowchart Alat

Flowchart alat menggambarkan alur kerja dari *hardware* pada sistem monitoring denyut jantung, kadar oksigen dan lokasi pada orang manula berbasis *internet of things*. Dan sistem hardware ini dimulai dengan modul wifi, yang menentukan apakah sudah terhubung ke internet., jika sudah maka inialisasi sensor dan modul yang digunakan. Kemudian modul *gps* akan mengecek mencari sinyal jika sudah mendapatkan sinyal lanjut ke *nodemcu* akan mengambil data dari sensor *Max30102* dan modul *GPS* yang siap dikirim ke pengguna dengan bantuan sumber internet dari Modem *Wifi*. Jika data melebihi dari yang ditentukan maka secara otomatis akan mengirim notifikasi kepada pengguna, jika tidak, maka apakah pengguna akan memonitoring data atau tidak, jika pengguna akan memonitoring data selanjutnya secara otomatis mendapatkan data sensor dan modul lalu mengirimkan data tersebut untuk ditampilkan kepada pengguna, jika tidak memonitoring data maka kembali ke inialisasi sensor dan modul. Seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Flowchart alat

3.6. Struktur Tabel

Berdasarkan penelitian ini, struktur tabel digambarkan seperti gambar dibawah ini :

gps_location login username : varchar(255) password : varchar(255)	gps_location gps_data id : int(11) latitude : decimal(10,6) longitude : decimal(10,6) date : date time : time latitudemanual : decimal(10,6) longitudemanual : decimal(10,6) waktu : timestamp	gps_location max30102_data id : int(11) bpm : varchar(10) spo : varchar(10) waktu : timestamp bpmpulse : varchar(10) spopulse : varchar(10)	gps_location notif id : int(11) telpon : varchar(15) apikey : varchar(9) pesan1 : varchar(50) pesan2 : varchar(50) pesan3 : varchar(50) pesan4 : varchar(50) pesan5 : varchar(50)
---	---	--	--

Gambar 5. Struktur Tabel

Pada Gambar 5 diatas, menjelaskan struktur dari tabel-tabel yang digunakan dalam basis data `gps\_location`, yaitu tabel `gps\_data` yang menyimpan data GPS mencakup informasi lokasi, tanggal, dan waktu dengan kolom `id` (Integer, kunci utama, auto-increment), `latitude` (Decimal), `longitude` (Decimal), `date` (Date), `time` (Time), `latitudemanual` (Decimal, default 0.000000), `longitudemanual` (Decimal, default 0.000000), dan `waktu` (Timestamp); tabel `login` yang menyimpan data login pengguna dengan kolom `username` (Varchar, kunci unik) dan `password` (Varchar); tabel `max30102\_data` yang menyimpan data dari sensor MAX30102 seperti denyut jantung dan kadar oksigen dalam darah dengan kolom `id` (Integer, kunci utama, auto-increment), `bpm` (Varchar), `spo` (Varchar), `waktu` (Timestamp), `bpmpulse` (Varchar, default '0'), dan `spopulse` (Varchar, default '0'); tabel `notif` yang menyimpan data notifikasi berisi pesan-pesan peringatan dengan kolom `id` (Integer, kunci utama, auto-increment), `telpon` (Varchar), `apikey` (Varchar), dan `pesan1` hingga `pesan5` (Varchar); serta tabel `radius` yang menyimpan data radius jarak lokasi untuk peringatan dengan kolom `id` (Integer, kunci utama, auto-increment), `jarak` (Integer), `latitude` (Decimal), dan `longitude` (Decimal).

3.7. Design Prototype

Desain prototype dari penelitian ini digambarkan seperti berikut ini :

Tampilan Dashboard



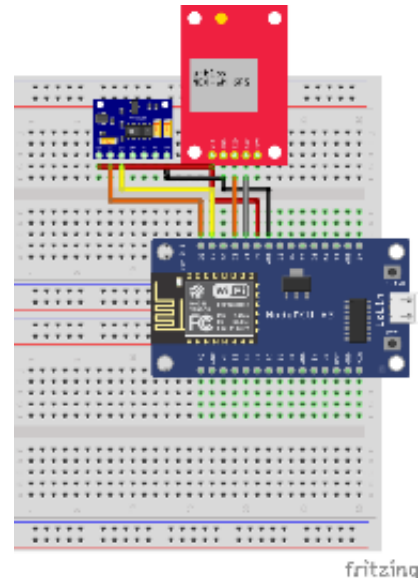
Gambar 6. Halaman Dashboard

Pada gambar 6 ditampilkan halaman dashboard ketika mengakses website. Pada page ini, terdapat map untuk memantau lokasi yang didapat dari sensor gps serta terdapat informasi posisi latitude, longitude, tanggal dan waktu. Kemudian dibawah juga terdapat

tabel untuk memantau informasi rata rata detak jantung dan kadar oksigen.

3.8. Prototype Alat

Seperti yang ditunjukkan pada gambar di bawah ini, Prototype memiliki sensor MAX30102 yang mengukur jumlah detak jantung per menit dan kadar oksigen dalam darah, dan modul GPS Ublox Neo-6M yang dapat membaca lokasi.



Gambar 7. Prototype Alat

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Rangkaian Alat

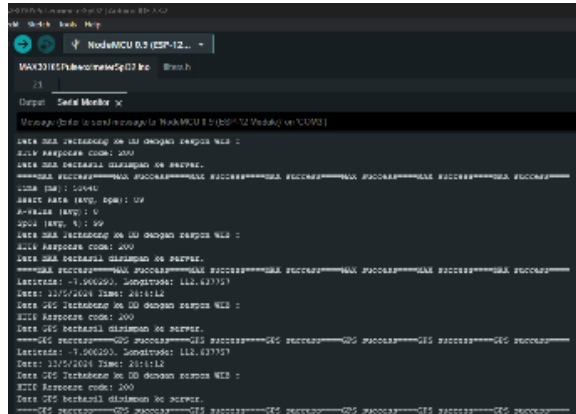


Gambar 8. Rangkaian Alat

Gambar 8 menunjukkan seluruh perangkat yang tersusun secara keseluruhan. Alat ini telah beroperasi dengan baik, berhasil membaca dan mengumpulkan informasi tentang lokasi, detak jantung, dan kadar oksigen dalam darah ketika jari didekatkan ke sensor MAX30102. Keberhasilan ini juga ditandai dengan

tampilan hasil pada website dan pengiriman data ke database yang berjalan lancar.

4.2. Pembacaan Sensor



Gambar 9. Pembacaan Sensor

Pada Gambar 9, proses kompilasi program pada NodeMCU dilakukan melalui Arduino IDE. Hasil pembacaan sensor MAX30102 dan GPS menunjukkan bahwa alat ini dapat membaca detak jantung, SpO2, dan lokasi dengan baik, serta berhasil mengirimkan data ke database. Data yang ditampilkan mencakup Heart Rate, SpO2, latitude, longitude, dan tanggal. Pengiriman data ke database ditandai dengan respon web code 200, menandakan koneksi yang berhasil.

4.3. Website



Gambar 10. Tampilan Dashboard

Pada Gambar 10, tampilan dashboard website menunjukkan geolokasi dalam bentuk peta yang digunakan untuk memantau lokasi secara real-time, termasuk informasi latitude, longitude, BPM, dan SpO2 yang diperoleh dari database.

No	Date	Sensor GPS Status	Sensor GPS Status	Haf
1	2024-05-12 15:18:39	7.60714, 112.69803	7.60714, 112.69803	Ya
2	2024-05-12 15:19:07	7.60695, 112.69855	7.60695, 112.69855	Ya
3	2024-05-12 15:19:30	7.60694, 112.69877	7.60694, 112.69877	Ya
4	2024-05-12 15:19:59	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
5	2024-05-12 15:20:09	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
6	2024-05-12 15:20:12	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
7	2024-05-12 15:20:12	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
8	2024-05-12 15:20:12	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
9	2024-05-12 15:20:12	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya
10	2024-05-12 15:20:12	7.60697, 112.69880	7.60697, 112.69880	Ya

Gambar 11. Halaman data yang menampilkan data GPS

Gambar 11 menampilkan halaman data sensor GPS dalam bentuk tabel yang memuat nilai sensor beserta tanggal. Tabel ini juga menyediakan tombol edit dan delete untuk mengubah dan menghapus data dari database.

4.4. Pengujian Blackbox

Tabel 2. Memperlihatkan hasil pengujianblackbox

No	Pengujian	Aksi	Hasil yang diharapkan
1	Koneksi Kedalam database	Memastikan bahwa sistem telah terhubung ke database	Koneksi Berhasil
2	Koneksi sensor GPS	Memastikan bahwa sensor GPS telah terhubung kedalam database dan dapat mengirimkan data GPS kedalam database	Koneksi Berhasil
3	Koneksi sensor Max30102	Memastikan bahwa sensor Max30102 telah terhubung kedalam database dan dapat mengirimkan data bpm dan spo2 kedalam database	Koneksi Berhasil

Pada tabel 2 diatas, telah dilakukan pengujian sebanyak 3 pengujian. Pengujian 1 pengkoneksian sistem ke database, pengujian 2 adalah pengujian sensor GPS apakah sensor GPS dapat mengirim data tersebut kedalam database dan pengujian 3 adalah pengujian sensor Max30102 apakah sensor dapat mengirim data kedalam database. Kemudian dapat disimpulkan hasil dari ketiga pengujian ini menunjukkan bahwa setiap komponen berhasil terhubung dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

4.5 Pengujian Alat



Gambar 12. Halaman data yang menampilkan data GPS

Gambar 12 menunjukkan hasil uji coba perangkat oleh pengguna, yang merupakan seorang manula berumur 65 tahun. Mikrokontroler diletakkan di dalam tas lengan, sementara sensor MAX30102 ditempelkan pada jari dengan kabel penghubung. Pengujian ini memastikan bahwa penempatan alat di lengan memudahkan penggunaan, dan sensor yang ditempelkan pada jari memungkinkan pengambilan data kesehatan yang akurat dan real-time.

Berdasarkan hasil uji coba data GPS dan data dari sensor Max30102 telah berhasil mengambil data sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4 dan 5 di bawah ini :

Tabel 4. Hasil sensor GPS dilapangan

No	Tanggal	Sensor GPS
1	2024-05-12 12:19:59	-7.643748, 112.699432
2	2024-05-12 12:22:07	-7.648305, 112.695523
3	2024-05-12 12:24:52	-7.644246, 112.689672
4	2024-05-12 12:26:06	-7.649637, 112.688609
5	2024-05-12 12:28:06	-7.658239, 112.689526
6	2024-05-12 12:29:57	-7.665370, 112.697008
7	2024-05-12 12:32:01	-7.658999, 112.697010
8	2024-05-12 12:34:12	-7.653725, 112.697564
9	2024-05-12 12:36:05	-7.650685, 112.701943
10	2024-05-12 12:38:18	-7.646122, 112.698466

Dari 10 data di atas, dapat disimpulkan bahwa pembacaan sensor GPS berhasil dilakukan, dan perangkat mampu merekam data lokasi pada rentan waktu setiap 2 menit. Hal ini menegaskan keandalan dan fungsionalitas alat dalam menangkap koordinat geografis.

Tabel 5. Hasil sensor Max30102 dilapangan

No	Tanggal	Denyut Jantung (BPM)	Saturasi Oksigen (%)
1	2024-05-12 12:19:59	112	55
2	2024-05-12 12:22:07	91	92
3	2024-05-12 12:24:52	110	94
4	2024-05-12 12:26:06	100	95
5	2024-05-12 12:28:06	115	99
6	2024-05-12 12:29:59	99	94
7	2024-05-12 12:32:01	103	97
8	2024-05-12 12:34:12	106	99
9	2024-05-12 12:36:10	93	100
10	2024-05-12 12:38:17	90	98

Dari 10 data di atas, dapat disimpulkan bahwa sensor Max30102 mampu memberikan data denyut jantung dengan rentang antara 90 BPM hingga 112 BPM pada setiap 2 menit, serta data saturasi oksigen dengan rentang antara 55% hingga 100% di setiap 2 menit.

Dengan demikian, pengujian alat menunjukkan bahwa kedua sensor, baik GPS maupun Max30102, berfungsi sesuai dengan tujuan alat tersebut dirancang.

4.6. Pengujian Sensor Max30102

Pengujian sensor MAX30102 bertujuan untuk mengukur akurasi dan konsistensi data BPM dan

SpO2. Data dari sensor MAX30102 dibandingkan dengan Pulse Oximeter yang terkalibrasi. Berikut adalah perhitungan kesalahan dan akurasi :

1) Perhitungan Kesalahan (Error) BPM

Rumus Kesalahan BPM :

$$\text{Kesalahan} = \left| \frac{\text{BPM Sistem} - \text{BPM Pembanding}}{\text{BPM Pembanding}} \right| \times 100$$

(4.1)

Perhitungan BPM Data nomor 1 :

BPM Max30102 = 112

BPM Pulse Oximeter = 100

$$\text{Kesalahan} = \left| \frac{112-100}{100} \right| \times 100 = \left| \frac{12}{100} \right| \times 100 = 12\%$$

2) Perhitungan Kesalahan (Error) SpO2

Perhitungan SpO2 Data nomor 1 :

SpO2 Max30102 = 55

BPM Pulse Oximeter = 94

$$\text{Kesalahan} = \left| \frac{55-94}{94} \right| \times 100 = \left| \frac{39}{94} \right| \times 100 = 41.49\%$$

Tabel 6. Hasil Pengujian Rata – Rata Presentase Kesalahan

No	Sensor Max30102	Pulse Oximeter	Presentase Kesalahan (%)	No	Sensor Max30102	Pulse Oximeter
	BPM	SPO2	BPM		BPM	SPO2
1	112	55	100	1	112	55
2	91	92	90	2	91	92
3	110	94	99	3	110	94
4	100	95	94	4	100	95
5	115	99	95	5	115	99
6	99	94	95	6	99	94
7	103	97	95	7	103	97
8	106	99	95	8	106	99
9	93	100	89	9	93	100
10	90	98	90	10	90	98
Nilai Rata Rata Selisih					8.03	6.36

Kemudian dari presentase kesalahan diatas dapat diambil nilai rata-rata kesalahan BPM yaitu :
Rata-rata Kesalahan BPM =

$$\frac{12 + 1.11 + 11.11 + 6.38 + 21.05 + 4.21 + 8.42 + 11.58 + 4.49 + 0}{10} = \frac{80.35}{10} = 8.03$$

Dan rata-rata kesalahan SpO2 yaitu :
Rata-rata Kesalahan SpO2 =

$$\frac{41.49 + 2.13 + 0 + 1.06 + 4.21 + 0 + 2.11 + 4.21 + 5.26 + 3.16}{10} = \frac{63.63}{10} = 6.36$$

Lalu dapat disimpulkan rata rata kesalahan sensor BPM sebesar 8.03% dan rata rata kesalahan SpO2 sebesar 6.36%.

3) Perhitungan Akurasi Sensor Max30102 dan Pulse Oximeter

Rata-rata Akurasi BPM:

Akurasi BPM = $100\% - 8.03\% = 91.97\%$

Rata-rata Akurasi SpO2:

Akurasi SpO2 = $100\% - 6.36\% = 93.64\%$

Berdasarkan hasil dari 2 perhitungan data diatas, dapat disimpulkan bahwa sensor *Max30102* menunjukkan akurasi yang signifikan dalam mengukur BPM dan SpO2, meskipun beberapa pengukuran menunjukkan kesalahan yang lebih tinggi. Rata-rata akurasi BPM mencapai sekitar 91.97%, sementara akurasi SpO2 mencapai sekitar 93.64% seperti yang ditulis pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Akurasi Sensor *Max30102* dengan *Pulse Oximeter*

Rata-rata kesalahan BPM	Rata-rata kesalahan SpO2	Akurasi (%)	
		BPM	Rata-rata kesalahan BPM
8.03%	6.36%	91.97%	8.03%

4.7. Pengujian Metode Geofency

Pengujian metode Geofency dilakukan untuk mengevaluasi akurasi alat dalam merekam lokasi geografis. Perbandingan antara data sensor GPS NEO-6 dan data Google Maps dilakukan dengan menggunakan perhitungan jarak Haversine.

Tabel 8. Hasil Perbandingan Data GPS

No	Pengujian sensor GPS NEO-6	Pengujian Lapangan	Hasil Nilai Perbedaan Jarak Menggunakan Haversine
	Lat, Long	Lat, Long	
1	-7.643748,112.699432	-7.643783,112.699623	0.02
2	-7.648305,112.695523	-7.648242,112.695457	0.01
3	-7.644246,112.689672	-7.644242,112.689949	0.03
4	-7.649637,112.688609	-7.649647,112.688606	0.00
5	-7.658239,112.689526	-7.658282,112.689644	0.01
6	-7.665370,112.697008	-7.665376,112.698044	0.11
7	-7.658999,112.697010	-7.658499,112.696854	0.06
8	-7.653725,112.697564	-7.653770,112.697304	0.03
9	-7.650685,112.701943	-7.650676,112.701843	0.01
10	-7.646122,112.698466	-7.646121,112.698456	0.00
Rata-rata			0.028

Dari 10 data pengujian yang telah dilakukan, hasilnya menunjukkan rata-rata selisih jarak sebesar 0.028 kilometer atau setara dengan 28 meter antara data sensor GPS NEO-6 dengan data dari Google Maps. dengan rata-rata selisih jarak yang kecil antara data sensor dan data Google Maps.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pengujian sistem menunjukkan bahwa semua komponen berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian blackbox mengonfirmasi bahwa sistem berhasil terhubung ke database, dan sensor GPS serta Max30102 mampu mengirimkan data secara akurat. Alat yang diuji pada pengguna berusia 65 tahun berhasil merekam data kesehatan dan lokasi dengan baik, menunjukkan kinerja sensor GPS dan Max30102 dalam batas yang memuaskan. Sensor Max30102 menunjukkan akurasi yang baik dengan rata-rata 91.97% untuk BPM dan 93.64% untuk SpO2, sementara pengujian metode geofency menunjukkan selisih jarak rata-rata hanya 28 meter dibandingkan dengan Google Maps. Namun, untuk meningkatkan keandalan alat, disarankan agar dilakukan evaluasi lebih lanjut terkait akurasi dalam berbagai kondisi lingkungan dan penggunaan, serta memperhatikan masukan pengguna untuk perbaikan fitur. Studi lanjutan juga diperlukan untuk mengoptimalkan akurasi sensor, terutama dalam pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen darah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Bako Tabriawan, "Prototipe sistem monitoring detak jantung dan suhu tubuh berbasis internet of things (IoT) menggunakan Nodemcu ESP8266," Malang, Jun. 2022. Accessed: Mar. 29, 2024. [Online]. Available: <http://etheses.uin-malang.ac.id/id/eprint/36856>
- [2] A. Wahyu Nugraha, I. Prasetyo, and Taryudi, "Alat Monitoring Detak Jantung, Kadar Oksigen Dalam Darah Dan Suhu Tubuh Berbasis Internet of Things. Autocracy," Jakarta, Jun. 2020. doi: <https://doi.org/10.21009/autocracy.071.7>.
- [3] W. Sofyan, H. Ferdiansyah, N. Zulkifli, Y. Ekawaty, and Hariani, "Sistem Pengontrolan Kendaraan Bermotor Jarak Jauh Berbasis GPS Tracker dan Mikrokontroler Pada Platform Android," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 3, pp. 195–203, Jun. 2022, doi: <https://doi.org/10.55123/insologi.v1i3.381>.
- [4] D. Eka Savitri, "Gelang Pengukur Detak Jantung dan Suhu Tubuh Manusia Berbasis Internet of Things (IoT)," Jakarta, Jan. 2020. Accessed: Mar. 29, 2024. [Online]. Available: <http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/50374>
- [5] N. Asih, Djamaludin, and V. Septiana Windyasari, "Perancangan Sistem Monitoring Keberadaan Objek Menggunakan GPS Tracker Dengan Interface Berbasis Aplikasi Telepon Pintar," *Jurnal Teknik Informatika Unis*, vol. 10, no. 1, pp. 2252–5351, Apr. 2022, doi: <https://doi.org/10.33592/jutis.v10i1.1746>.

- [6] F. Gunawan, "Pemantauan Detak Jantung Dan Saturasi Oksigen Dalam Darah Berbasis Iot Menggunakan Sensor Max30102," Banten, Oct. 2023. Accessed: Mar. 30, 2024. [Online]. Available: <https://eprints.untirta.ac.id/id/eprint/30726>
- [7] S. Maureta Nabella, M. Orisa, and Y. Agus Pranoto, "Implementasi Metode Geofency Pada Sistem Keamanan Kendaraan," Malang, Feb. 2022. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4598>.
- [8] Y. A. Saputra, S. A. Wibowo, and Y. A. Pranoto, "Rancang Bangun Sistem Quality Control Pada Pos Penampungan Susu Sapi Menggunakan Rfid Berbasis Iot," Malang, Aug. 2023. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i4.7550>.
- [9] M. B. Ulum, M. Lutfi, and A. Faizin, "Otomatisasi Pompa Air Menggunakan Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet of Things (Iot)," Malang, Feb. 2022. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4583>.
- [10] S. Wati, J. Dedy Irawan, and Y. A. Pranoto, "Rancang Bangun Pembibitan Kelapa Sawit Berbasis Iot(Internet Of Things)," Malang, Feb. 2022. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i1.4509>.
- [11] G. Heru Sandi and Y. Fatma, "Pemanfaatan Teknologi Internet of Things (Iot) Pada Bidang Pertanian," Pekanbaru, Feb. 2023. doi: <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.5892>.