

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen Berbasis IoT dengan Integrasi ThingSpeak

Ghina Fadhillah^{1*}, Delsina Faiza²

¹Pendidikan Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

²Departemen Teknik Elektronika, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang, Indonesia

✉ *Corresponding Author: ghinafadhillah02@gmail.com

ABSTRACT

Cardiovascular health issues are a major concern, especially for individuals living far from their families and requiring remote health monitoring. However, the availability of medical devices, such as pulse oximeters, capable of internet connectivity and real-time data transfer remains limited. This study aims to develop a heart rate and oxygen saturation measurement device using the MAX30102 sensor integrated with the ThingSpeak platform, as well as to evaluate its accuracy. The methodology adopted is the waterfall model, a systematic and sequential approach to hardware and software development, where each stage must be completed before proceeding to the next. Testing results indicate that the device functions effectively, displaying user identification and measurement results on an LCD screen and automatically transmitting the data to ThingSpeak for real-time monitoring. The device achieved an accuracy rate of 96.75% for heart rate measurement and 99.12% for blood oxygen saturation. While the heart rate measurement accuracy does not fully comply with the ISO 80601-2-61:2017 standard, which specifies a tolerance of $\pm 3\%$, the oxygen saturation measurements meet the required tolerance of $\pm 2\%$. Overall, the device demonstrates effectiveness in monitoring heart rate and oxygen saturation in real-time, providing convenience through its integration with the ThingSpeak platform.

Keywords: Heart Rate Meter, Blood Oxygen Level, Oximetry, MAX30102, ThingSpeak.

ABSTRAK

Masalah kesehatan jantung dan pembuluh darah menjadi perhatian utama, terutama bagi individu yang berjauhan dari keluarga dan membutuhkan pemantauan kesehatan jarak jauh. Namun, ketersediaan perangkat kesehatan seperti pulse oximeter yang mampu terhubung ke internet dan mentransfer data secara real-time masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pengukur detak jantung dan saturasi oksigen berbasis sensor MAX30102 yang terintegrasi dengan platform ThingSpeak, sekaligus mengevaluasi tingkat akurasi. Metode yang digunakan adalah waterfall, yaitu pendekatan sistematis dan berurutan dalam pengembangan perangkat keras dan perangkat lunak, di mana setiap tahapan harus diselesaikan sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat ini berfungsi dengan baik, ditandai dengan tampilan identitas pengguna dan hasil pengukuran pada layar LCD serta pengiriman data secara otomatis ke ThingSpeak untuk pemantauan real-time. Tingkat akurasi alat dalam mengukur detak jantung mencapai 96,75%, sedangkan akurasi pengukuran saturasi oksigen mencapai 99,12%. Meski akurasi detak jantung belum sepenuhnya memenuhi standar ISO 80601-2-61:2017 dengan toleransi $\pm 3\%$, hasil pengukuran saturasi oksigen telah sesuai dengan standar toleransi $\pm 2\%$. Secara keseluruhan, alat ini terbukti efektif untuk memantau detak jantung dan saturasi oksigen secara real-time, memberikan kemudahan dalam pemantauan kesehatan jarak jauh melalui integrasi dengan platform ThingSpeak.

Kata kunci: Alat Pengukur Detak Jantung, Kadar Oksigen Darah, Oximeter, MAX30102, ThingSpeak.



For all articles published in ELEKTIF, © copyright is retained by the authors.

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

PENDAHULUAN

Jantung berfungsi sebagai pompa utama yang menggerakkan darah ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Darah yang dipompa oleh jantung mengandung oksigen yang diperoleh dari paru-paru, serta berbagai nutrisi penting yang didistribusikan ke organ dan jaringan tubuh untuk mendukung fungsi metabolisme. Kadar oksigen yang cukup dalam darah sangat penting untuk memastikan sel-sel tubuh bekerja secara optimal.

Sistem kardiovaskular terdiri atas jantung, darah, dan pembuluh darah yang berperan dalam mengangkut serta mendistribusikan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh. Gangguan pada sistem ini, seperti disfungsi jantung atau pembuluh darah, menjadi salah satu penyebab utama kematian di Indonesia. Data menunjukkan bahwa penyakit kardiovaskular menyebabkan sekitar 651.481 kematian setiap tahun di Indonesia [1]. Penyakit ini sering berkembang tanpa gejala awal, sehingga seringkali baru terdiagnosis pada stadium lanjut yang berisiko menimbulkan komplikasi serius.

Dua penyebab kematian utama di Indonesia adalah stroke (19,42%) dan penyakit jantung iskemik (14,38%) [2]. Kedua penyakit ini juga menjadi perhatian global, dengan jantung iskemik menyumbang 16,17% kematian di dunia, sedangkan stroke menyumbang 11,59%. Faktor risiko utama meliputi tekanan darah tinggi, gula darah tinggi, merokok, dan obesitas, yang juga masuk dalam lima besar faktor risiko penyebab beban penyakit di Indonesia.

Pulse oximetry adalah alat penting dalam pemantauan kesehatan pasien, khususnya dalam mengukur saturasi oksigen dalam darah arteri. Sebagai metode non-invasif, pulse oximetry menawarkan akurasi tinggi untuk memantau saturasi oksigen pada pasien dengan gangguan kardiovaskular dan pernapasan [3]. Nilai saturasi oksigen normal pada orang dewasa sehat berkisar antara 95% hingga 100%, sedangkan nilai di bawah 90% mengindikasikan kekurangan oksigen.

Dalam beberapa tahun terakhir, perkembangan teknologi di bidang medis di Indonesia telah menunjukkan kemajuan signifikan. Inovasi ini berkontribusi pada peningkatan kualitas pelayanan, aksesibilitas, dan hasil kesehatan masyarakat. Teknologi digital kini dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi layanan kesehatan, seperti konsultasi dokter, layanan perawatan di rumah, pemeriksaan laboratorium, dan pemesanan obat melalui aplikasi seluler yang terintegrasi dengan jasa transportasi daring [4] [5].

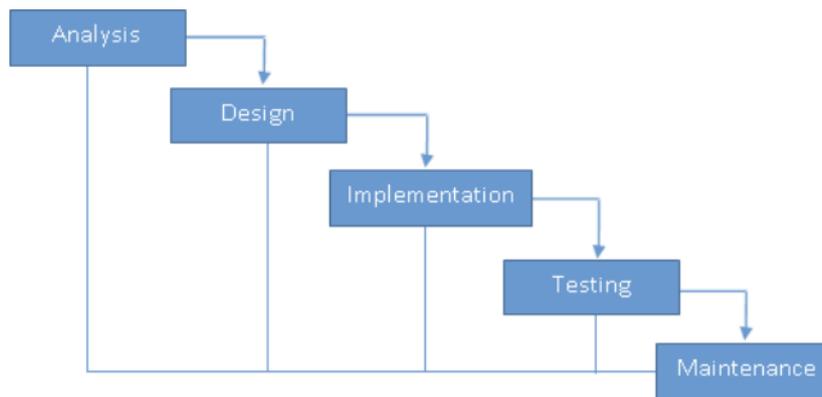
Platform digital seperti ThingSpeak juga telah digunakan secara luas dalam penelitian, memberikan fleksibilitas untuk memantau data secara real-time. ThingSpeak memungkinkan visualisasi data dari berbagai perangkat dengan mudah, sehingga mempermudah analisis dan pengambilan keputusan dalam penelitian maupun aplikasi kesehatan [6] [7].

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang alat pengukur detak jantung dan saturasi oksigen darah menggunakan sensor MAX30102 yang dapat dipantau secara real-time melalui ThingSpeak. Alat ini dilengkapi dengan layar LCD untuk menampilkan identitas pengguna dan hasil pengukuran, serta indikator buzzer untuk memberikan peringatan apabila hasil pengukuran melebihi batas normal. Selain itu, alat ini menggunakan sensor sidik jari untuk memastikan identifikasi pengguna secara tepat. Dengan inovasi ini, diharapkan alat tersebut dapat memberikan

solusi praktis dan efektif untuk memantau kondisi kesehatan, khususnya bagi pasien dengan risiko kardiovaskular.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian Rancang Bangun Alat Pengukur Detak Jantung Dan Kadar Oksigen Darah adalah metode *waterfall*. Metode *waterfall* adalah pendekatan yang sistematis dan sekuensial untuk pengembangan *hardware* dan *software*. Tahapan pada metode *waterfall* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode Waterfall

A. Analysis

Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan untuk sistem pengukuran detak jantung dan kadar oksigen darah yang akan dikembangkan. Hasil dari analisis kebutuhan alat adalah sebagai berikut.

1. Kebutuhan *Hardware* : 1) NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler untuk memproses data dan mengendalikan operasi sistem. 2) Sensor *fingerprnt* sebagai idntifikasi pengguna alat. 3) Sensor MAX30102 untuk mengukur kadar oksigen darah (SpO2) dan detak jantung (BPM) . 4) LCD 16x2 untuk menampilkan hasil data pengukuran secara *offline*. 5) *Buzzer* sebagai peringatan jika hasil data pengukuran berada di luar batas normal.
2. Kebutuhan *Software*: 1) *Website ThingSpeak* sebagai *platform* monitoring hasil data pengukuran. 2) Aplikasi Arduino IDE sebagai perangkat lunak yang digunakan untuk memprogram dan mengunggah kode program ke papan mikrokontroler.

B. Design

Setelah kebutuhan dikumpulkan, tahapan selanjutnya adalah merancang solusi yang memenuhi kebutuhan tersebut, yang mencakup perancangan konseptual dan perancangan pengembangan.

1. Desain Konseptual

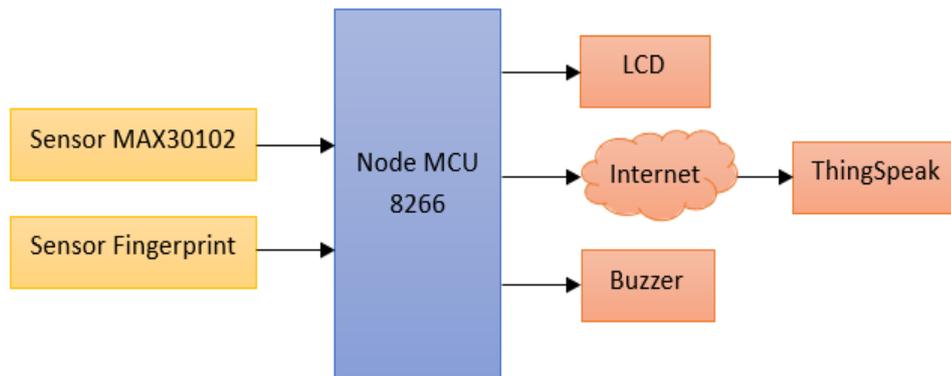
Perancangan alat ini dibuat menggunakan desain dalam bentuk sistem kontrol loop terbuka (*Open-loop Control System*). Sistem kontrol loop terbuka merupakan suatu sistem yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol, sistem kontrol loop terbuka tidak bisa digunakan sebagai umpan balik. [8]



Gambar 2. Sistem Kontrol pada Rancangan

2. Desain Pengembangan

Dari sistem kontrol loop terbuka pada Gambar 2. sistem kontrol dibagi menjadi tiga bagian, yaitu rangkaian blok *input* yang dibentuk dari sensor *fingerprint* dan sensor MAX30102, rangkaian blok kontrol yang dibentuk dari NodeMCU ESP8226, serta rangkaian blok *output* yang dibentuk dari *buzzer*, LCD, dan *ThingSpeak*.



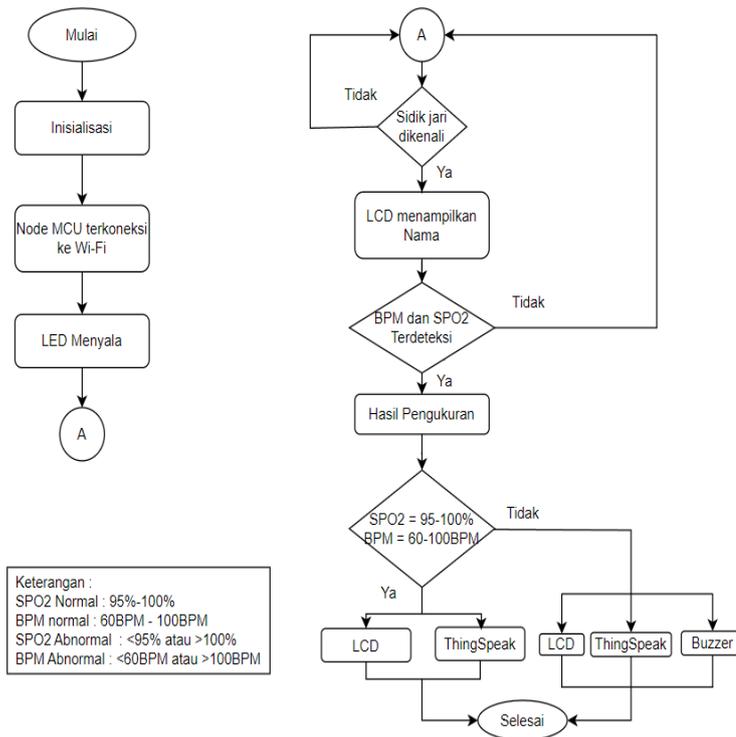
Gambar 3. Blok Diagram

Berdasarkan Gambar 3. Blok diagram terbagi atas blok input, blok kontrol, dan blok output.

- Rangkaian blok *input*, terdiri dari Sensor *Fingerprint* dan Sensor MAX30102, sensor-sensor ini digunakan untuk mendapatkan data yang diperlukan untuk operasi alat, yaitu data sidik jari dan data detak jantung serta saturasi oksigen darah.
- Rangkaian blok kontrol menggunakan NodeMCU ESP8226, dimana ESP8266 akan memproses data dari blok input dan akan meneruskan dan menampilkannya pada blok output.
- Rangkaian blok *output*, terdiri dari LCD, *buzzer*, dan *ThingSpeak*. LCD dan *ThingSpeak* digunakan untuk menampilkan data hasil pengukuran kepada pengguna, Sedangkan *buzzer* digunakan untuk memberikan respon atau peringatan jika hasil pengukuran berada di luar batas normal.

3. Diagram Alur (*Flowchart*)

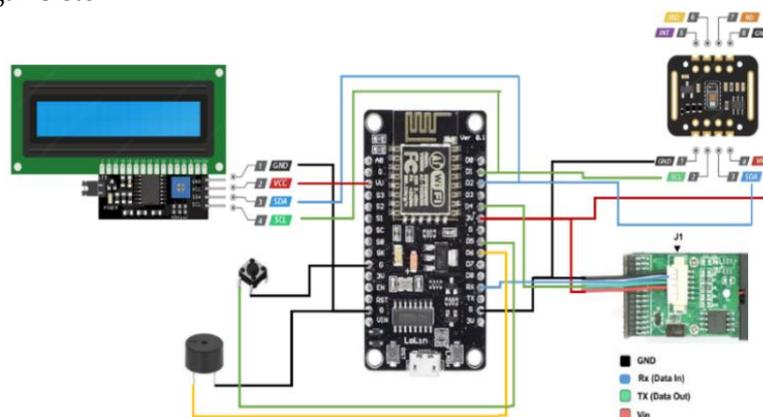
Diagram alur (*Flowchart*) adalah representasi grafis dari algoritma yang menggunakan simbol-simbol untuk menggambarkan langkah-langkah dan aliran proses. *Flowchart* membantu dalam memvisualisasikan dan memahami algoritma dengan lebih mudah.



Gambar 4. Flowchart Sistem

Alat ini bekerja sesuai *Flowchart* yang ada pada Gambar 4. ESP8266 akan dikoneksikan dengan *Wi-Fi*. Kemudian sensor *fingerprnt* akan mendeteksi dan mencocokkan sidik jari yang ditempelkan pada sensor dengan sidik jari yang sudah diinputkan, kemudian nama pengguna akan ditampilkan di LCD 16x2 dan *ThingSpeak* serta buzzer berbunyi. Selanjutnya sensor MAX30102 akan melakukan pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen darah dari jari yang ditempelkan pada sensor. Kemudian hasil perhitungan frekuensi detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen darah (SPO2) akan dikirimkan melalui ESP8266 dan ditampilkan ke LCD 16x2 dan *ThingSpeak*. Jika salah satu atau keduanya dari BPM dan SPO2 menunjukkan jumlah yang tidak normal maka *buzzer* akan berbunyi.

4. Perancangan Sistem



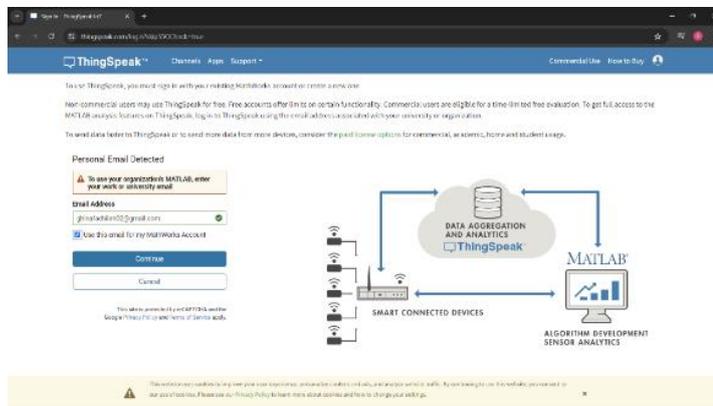
Gambar 5. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem pengukuran detak jantung dan kadar oksigen darah menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler. Pin D1 dan D2 pada ESP8266 berfungsi sebagai komunikasi dengan sensor MAX30102 dan LCD 16x2, pin D4 dan RX pada ESP8266 berfungsi sebagai komunikasi dengan sensor *fingerprint*, pin D6 sebagai penghubung *output* ke *buzzer*, dan pin D5 berfungsi sebagai tombol reset.

C. Implementation

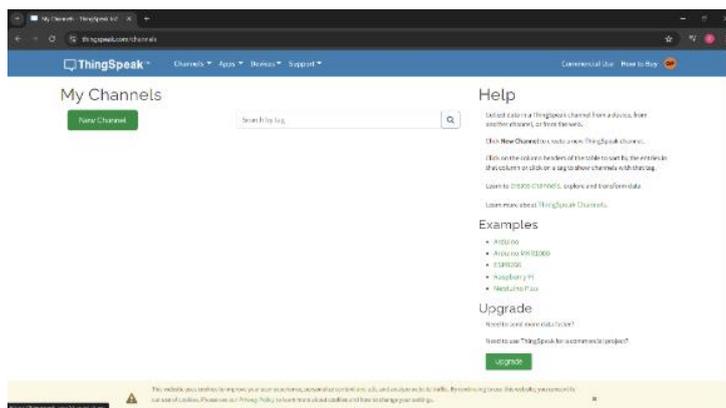
Pada tahapan ini dilakukan pengimplementasian untuk mengubah tahapan desain menjadi sebuah alat agar dapat dijalankan. Aplikasi moitoring pada alat ini menggunakan websit *ThingSpeak* yang digunakan untuk menampilkan data dari hasil perhitungan alat.

1. Kunjungi situs resmi *ThingSpeak*: <https://thingspeak.com/>, lalu masuk ke akun yang sudah ada.



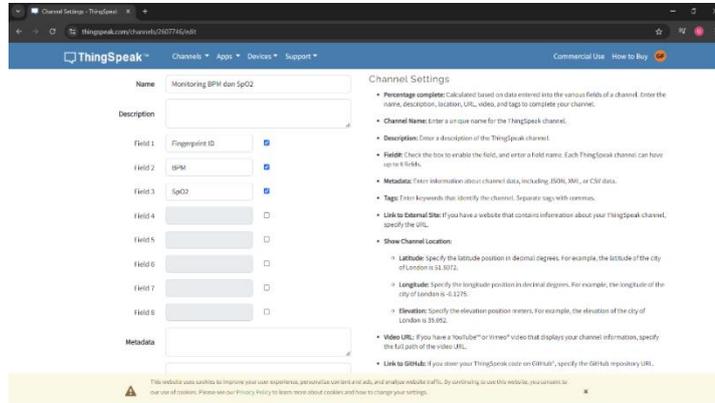
Gambar 6. Halaman Sign In Website ThingSpeak

2. Tahapan selanjutnya membuat *channel* ThingSpeak, pilih *channel* pada menu navigasi atas dan klik *new channel*, seperti Gambar 7.



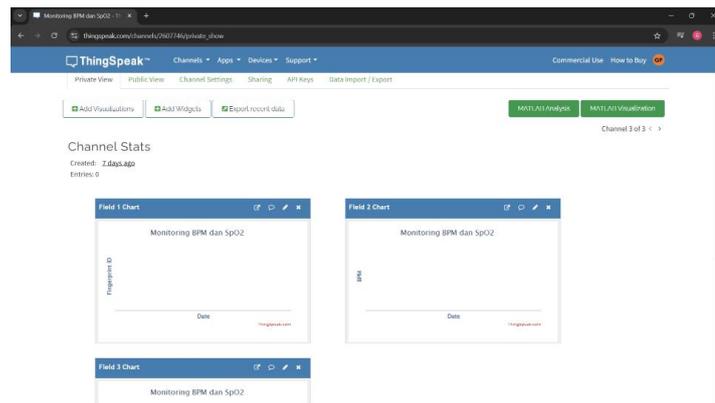
Gambar 7. Halaman Channel pada website ThingSpeak

3. Isi detail *channel* seperti nama, deskripsi, dan *field* (data) yang ingin dikumpulkan lalu klik *save*, seperti Gambar 8.



Gambar 8. Detail Data yang akan Dikumpulkan

4. Pada menu *Private View* akan muncul data yang dikumpulkan, seperti Gambar 9.



Gambar 9. Halaman Private View pada Website ThingSpeak

D. Testing

1. Pengujian Sensor *Fingerprint*

Pengujian sensor *fingerprint* dilakukan dengan cara mencocokkan data sidik jari, apakah sensor bisa membaca sidik jari yang sudah *diinputkan* sebelumnya atau tidak.

2. Pengujian Sensor MAX30102

Pengujian pada sensor MAX30102 dilakukan dengan membandingkan akurasi hasil pengukuran BPM dan SPO2 pada sensor dengan alat medis[9] [10].

3. Pengujian NodeMCU

Pengujian NodeMCU dilakukan untuk memeriksa apakah NodeMCU berfungsi dengan baik, apakah tegangan outputnya sudah sesuai dengan standar.

4. Pengujian *Buzzer*

Pengujian pada *buzzer* dilakukan dengan cara menghubungkannya dengan NodeMCU, *buzzer* akan berbunyi jika salah satu atau keduanya dari hasil BPM dan SPO2 menampilkan hasil abnormal.

5. Pengujian LCD

Pengujian pada LCD dilakukan dengan cara menghubungkannya dengan ESP8266, LCD akan menampilkan hasil pencocokkan sidik jari dari sensor *fingerprint* dan menampilkan nilai hasil pengukuran BPM dan SPO2 dari sensor MAX30102.

6. Pengujian pada alat

Data diambil dari 25 responden. Sebelum dilakukan pengambilan data dengan pengukur detak jantung dan kadar oksigen darah, responden akan diminta untuk mendaftarkan sidik jarinya terlebih dahulu menggunakan sensor *fingerprint*, selanjutnya responden akan melakukan pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen menggunakan alat yang telah dibuat dengan alat medis yang akurat secara serentak. Pengujian alat pengukur detak jantung dan kadar oksigen darah dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahapan pengujian untuk mengukur detak jantung (BPM) dan tahapan pengujian untuk mengukur nilai saturasi oksigen (SpO2). Alat yang dibuat dibandingkan dengan alat standar medis untuk mengetahui nilai akurasi dari pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen [9] [10]. Tipe alat yang digunakan adalah FAMILY Dr. Pulse Oximeter FS10I.

E. Maintenance

Maintenance adalah proses menjaga peralatan dalam kondisi operasionalnya, baik dengan mencegah peralihannya ke kondisi gagal atau mengembalikannya ke kondisi operasional setelah kegagalan [11]. Pemeliharaan dilakukan secara berkala dengan memeriksa kondisi fisik dan fungsional alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Perangkat Keras (*Hardware*)

Pengujian pada perangkat keras bertujuan untuk menguji apakah setiap perangkat keras yang digunakan telah sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan atau belum.

1. Pengujian Rangkaian *Input*

a. Pengujian Sensor *Fingerprint*

Sensor *fingerprint* berfungsi sebagai alat untuk mengidentifikasi pengguna alat. Pengujian sensor *fingerprint* bertujuan untuk melihat sensor berfungsi dengan baik atau tidak saat membaca sidik jari dan mencocokkannya dengan sidik jari yang telah direkam sebelumnya.

Tabel 1. Pengujian Sensor Fingerprint

No	Nama	Waktu (s)	Hasil Pengukuran
1	Responden 1	01.75	Berhasil dalam 1x percobaan
2	Responden 2	04.12	Berhasil dalam 2x percobaan
3	Responden 3	01.73	Berhasil dalam 1x percobaan
4	Responden 4	00.98	Berhasil dalam 1x percobaan
5	Responden 5	04.92	Berhasil dalam 3x percobaan
6.	Responden 6	01.42	Berhasil dalam 1x percobaan
7.	Responden 7	00.72	Berhasil dalam 1x percobaan
8.	Responden 8	04.17	Berhasil dalam 2x percobaan
9.	Responden 9	01.16	Berhasil dalam 1x percobaan
10.	Responden 10	01.10	Berhasil dalam 1x percobaan
Rata-Rata		2.2	

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa rata-rata pengukuran sensor *fingerprint* dalam mencocokkan sidik jari adalah 2.2 detik. Dari Tabel 1. dapat disimpulkan bahwa lamanya waktu pencocokkan ditentukan oleh letak jari saat mendaftarkan sidik jari dan kinerja sensor dalam membaca sidik jari kemudian mencocokkannya dengan sidik jari yang sudah didaftarkan sebelumnya.

b. Pengujian Sensor MAX30102

Pengujian Sensor MAX30102 dibagi menjadi dua tahapan yaitu tahapan pengujian sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung dan tahapan pengujian Sensor MAX30102 untuk mengukur nilai saturasi oksigen (SpO2). Alat ukur yang dibuat dibandingkan dengan alat standar medis untuk mengetahui nilai akurasi dari pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor MAX30102

Responden	Detak Jantung (BPM)			Kadar Oksigen Darah (SPO2)		
	Alat yang Dibuat (BPM)	Pulse Oximetry (BPM)	Akurasi (%)	Alat yang Dibuat (%)	Pulse Oximetry (%)	Akurasi (%)
1	79	80	98.33%	99	99	100.00%
2	75	75	100.00%	98	97	99.31%
3	72	76	94.32%	97	98	99.66%
4	79	76	95.59%	99	98	98.98%
5	80	81	98.77%	99	98	98.98%
6	69	72	95.83%	99	98	99.32%
7	79	82	95.93%	94	98	96.25%
8	69	73	94.52%	99	99	100.00%

9	79	79	99.58%	98	98	100.00%
10	85	89	96.24%	99	98	98.64%
11	82	82	99.60%	99	98	99.66%
12	77	80	96.65%	99	99	100.00%
13	84	84	99.60%	99	99	99.66%
14	58	62	93.05%	99	99	99.66%
15	90	88	97.74%	99	97	97.59%
16	63	64	99.48%	99	99	99.66%
17	84	86	97.68%	98	98	99.66%
18	82	78	95.32%	99	97	97.59%
19	70	72	96.76%	99	99	99.66%
20	56	63	88.83%	98	97	98.62%
21	64	66	97.47%	99	98	99.32%
22	94	93	99.28%	99	97	98.29%
23	77	74	95.95%	98	98	99.66%
24	69	72	95.83%	99	98	99.32%
25	62	64	96.37%	98	99	99.32%
Rata-Rata Akurasi BPM			96.75%	Rata-Rata Akurasi SPO2		99.12%

Hasil pengujian sensor MAX30102 yang ditampilkan pada Tabel 2. Menunjukkan sistem bekerja dengan baik pada nilai normal BPM dan SPO2. Namun ketika nilai detak jantung pada *pulse oximetry* menunjukkan angka di batas normal seperti 62 BPM dan 63 BPM, pada alat menunjukkan nilai di bawah normal yaitu 56 BPM dan 58 BPM. Hal tersebut membuat nilai akurasi alat menjadi turun.

Dari hasil pengukuran, didapatkan nilai rata-rata akurasi detak jantung yang cukup rendah, yaitu sekitar 96,75%, sedangkan nilai rata-rata akurasi kadar oksigen darah cukup tinggi, yaitu 99,12%. Berdasarkan standar internasional untuk *pulse oximetry* (ISO 80601-2-61:2017), akurasi dalam pengukuran detak jantung dapat dikatakan di bawah standar, karena standar akurasi yang ditetapkan ISO adalah ± 3 beats per minute (BPM) atau $\pm 3\%$. Sementara itu, akurasi dalam pengukuran kadar oksigen darah sudah sesuai dengan standar, yaitu $\pm 2\%$. [12]

2. Pengujian Rangkaian Proses

Rangkaian proses yang digunakan pada alat ini adalah komponen NodeMCU ESP8266 yang berperan sebagai *mikrokontroler* fungsinya untuk mengatur semua kerja sistem. Hasil pengujian di tulis pada Tabel 3. di bawah ini.

Tabel 3. Pengujian NodeMCU ESP8266

Pengujian	Tegangan Standar		Pengukuran Voltmeter		Error %	
	Vin	Vout	Vin	Vout	Vin	Vout
1	5	3.3	5	3.4	0	1.09
2	5	5	5	5	0	0

Dari hasil pengukuran tegangan ESP8266 pada Tabel 3. Dapat disimpulkan bahwa tegangan pada ESP8266 terukur normal sesuai standar.

3. Pengujian Rangkaian Output

a. Pengujian LCD 16x2

Pengujian pada LCD dilakukan saat LCD 16x2 menampilkan hasil pencocokan sidik jari yang dilakukan oleh sensor *fingerprint* dan pengujian LCD juga akan dilakukan pada pengukuran dari sensor MAX30102 yang mendeteksi BPM dan SpO2. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4. dan Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Pengujian LCD pada Sensor fingerprint

No.	Sidik Jari Terdeteksi	Output LCD
1.	Ya	Finger ID: Responden 1
2.	Ya	Finger ID: Responden 2
3.	Tidak	Fingerprint Tidak Terdeteksi
4.	Tidak	Fingerprint Tidak Terdeteksi
5.	Ya	Finger ID: Responden 3

Tabel 5. Pengujian LCD pada Sensor MAX30102

No.	Kondisi BPM	Kondisi SpO2	Output LCD
1.	79	99	Responden 1 BPM:79 SPO2:99%
2.	75	98	Responden 2 BPM:75 SPO2:98%
3.	79	99	Responden 3 BPM:79 SPO2:99%
4.	58	99	Responden 4 BPM=58 SPO2=99
5.	79	94	Responden 5 BPM=79 SPO2=94

Berdasarkan pengujian LCD terhadap sensor *fingerprint* dan sensor MAX30102 pada Tabel 4. dan Tabel 5. hasil pengujian LCD bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. LCD dapat menampilkan nama sesuai ID yang diinputkan dan dapat menampilkan nilai BPM dan SPO2 sesuai dengan hasil pengukuran pada sensor MAX30102, serta LCD dapat menampilkan respon sesuai dengan kode program jika hasil pengukuran diluar nilai normal. Hasil output LCD dapat dilihat pada Gambar 10. dan Gambar 11.



Gambar 10. Output LCD saat Deteksi Sidik Jari



Gambar 11. Output LCD saat Deteksi Detak Jantung dan Kadar Oksigen Darah

b. Pengujian *buzzer*

Pengujian *buzzer* dilakukan saat hasil pencocokan sidik jari yang dilakukan oleh sensor *fingerprint* dan pengujian *buzzer* juga dilakukan saat sensor MAX30102 mendeteksi nilai BPM dan SpO2. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 6. dan Tabel 7. berikut.

Tabel 6. Pengujian Buzzer pada Sensor Fingerprint

No.	Sidik Jari Terdeteksi	Buzzer
1.	Ya	Berbunyi
2.	Ya	Berbunyi
3.	Tidak	Tidak Berbunyi
4.	Tidak	Tidak Berbunyi
5.	Ya	Berbunyi

Tabel 7. Pengujian *Buzzer* pada Sensor MAX30102

No.	Kondisi BPM	Kondisi SpO2	Buzzer
1.	79	99	Berbunyi 1x
2.	75	98	Berbunyi 1x
3.	79	99	Berbunyi 1x
4.	58	99	Berbunyi 3x
5.	79	94	Berbunyi 3x

Berdasarkan pengujian *buzzer* terhadap sensor *fingerprint* dan sensor MAX30102 pada Tabel 6. dan Tabel 7. hasil pengujian *buzzer* bekerja dengan baik sesuai yang diharapkan. *Buzzer* dapat menyala jika sensor *fingerprint* berhasil mencocokkan sidik jari dengan data yang sudah ada, dan *buzzer* menyala saat LCD menampilkan nilai BPM dan SPO2 sesuai dengan hasil pengukuran pada sensor MAX30102, serta *buzzer* menyala tiga kali sesuai dengan kode program jika hasil pengukuran BPM atau SpO2 di luar nilai normal.

B. Pengujian Perangkat Lunak

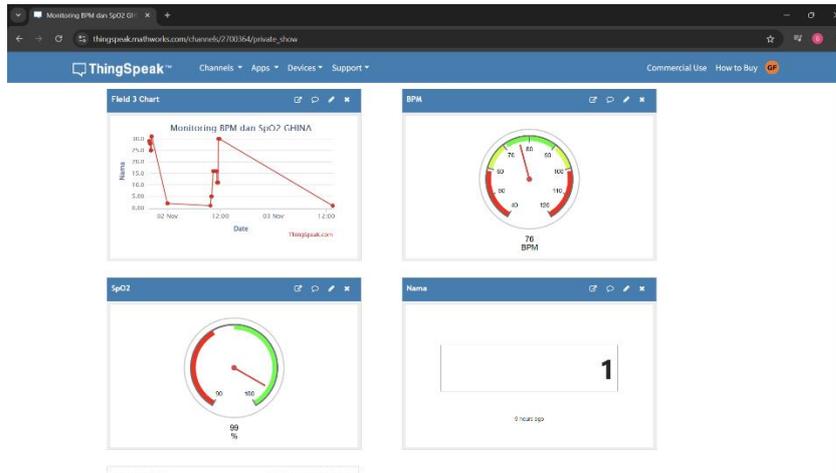
Pada platform *Thingspeak* dilakukan pengujian penerimaan data yang bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi data yang dikirim dari ESP8266 dapat diterima oleh Platform *Thingspeak* dan mengetahui interval atau jeda waktu dalam pengiriman data. Pengujian penerimaan data pada platform *ThingSpeak* dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Pengujian Platform *ThingSpeak*

No	Waktu Pengiriman Data	Waktu <i>ThingSpeak</i> Menampilkan Data	Selisih
1.	9.67	13.62	3.95
2.	9.64	14.7	5.06
3.	9.72	13.1	3.38
4.	9.94	14.01	4.07
5.	9.65	15.33	5.68

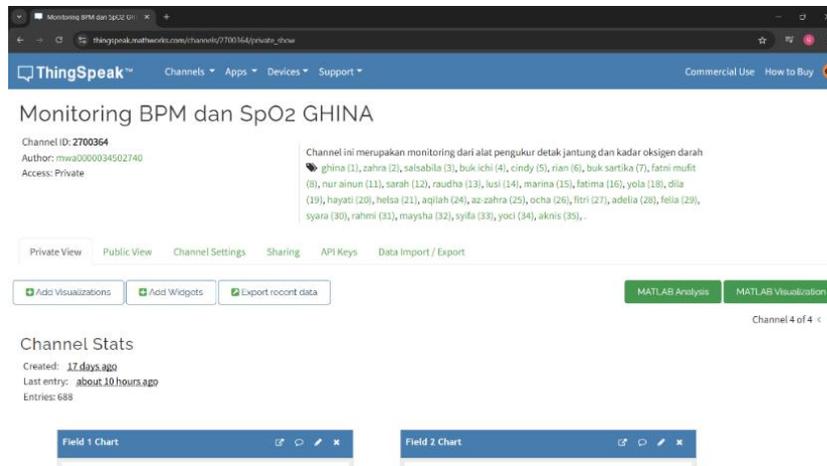
Berdasarkan Tabel 8. terdapat selisih waktu antara saat sistem mengirimkan data dan waktu ketika *ThingSpeak* menerima serta menampilkan data tersebut. Berdasarkan kode program yang telah dirancang, data akan dikirimkan ke *ThingSpeak* setelah LCD menampilkan data selama 9 detik. Pada kolom ke-2, terlihat bahwa sistem dapat mengirimkan data ke *ThingSpeak* dalam waktu kurang dari 1 detik. *ThingSpeak* kemudian membutuhkan waktu sekitar 3 hingga 5 detik untuk menampilkan data setelah menerimanya dari sistem.

Waktu yang dibutuhkan *ThingSpeak* dalam menampilkan data dipengaruhi oleh kecepatan dan kestabilan jaringan internet, serta kapasitas dan kinerja perangkat pengirim (ESP8266). Tampilan pada *ThingSpeak* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan ThingSpeak

Gambar 12. menampilkan hasil pengukuran BPM, SpO₂, dan ID sidik jari pengguna. Widget BPM dan SpO₂ menggunakan gauge dengan warna berbeda untuk memudahkan pengguna dalam melihat apakah hasil pengukuran berada dalam rentang normal atau tidak. Selanjutnya, ID sidik jari ditampilkan menggunakan widget numeric display yang menunjukkan angka sesuai dengan ID sidik jari pengguna. Untuk mengetahui ID sidik jari yang sedang menggunakan alat, informasi tersebut dapat dilihat di bagian paling atas pada tag, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Informasi ID sidik jari yang telah didaftarkan

C. Pengujian Alat Pengukur Detak Jantung dan Kadar Oksigen Darah

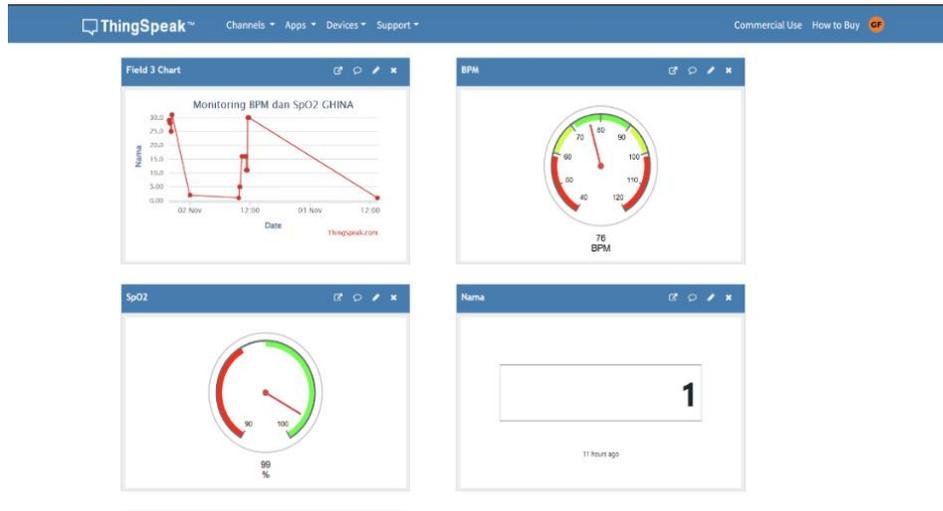
Hasil pengujian alat secara keseluruhan termasuk rangkaian *input* dan *output* akan ditampilkan pada Tabel 9. berikut.

Tabel 9. Pengujian Alat Pengukur Detak Jantung dan Kadar Oksigen Darah

Responden	Tampilan pada Alat		Tampilan <i>Pulse Oximetry</i>		Buzzer	LCD	Thing Speak
	BPM	SPO2 (%)	BPM	SPO2 (%)			
1	79	99	80	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
2	75	98	75	97	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
3	72	97	76	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
4	79	99	76	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
5	80	99	81	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
6	69	98	72	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
7	79	94	82	98	Hidup 3x	SPO2 Tidak Normal	Terkirim
8	69	99	73	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
9	79	98	79	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
10	85	99	89	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
11	82	99	82	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
12	77	99	80	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
13	84	99	84	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
14	58	99	62	99	Hidup 3x	BPM Tidak Normal	Terkirim
15	90	99	88	97	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
16	63	99	64	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
17	84	98	86	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
18	82	99	78	97	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
19	70	99	72	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
20	56	98	63	97	Hidup 3x	BPM Tidak Normal	Terkirim
21	64	99	66	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
22	94	99	93	97	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
23	77	98	74	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
24	69	99	72	98	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim
25	62	98	64	99	Hidup 1x	SPO2 dan BPM Normal	Terkirim

Berdasarkan hasil pengujian alat yang ditampilkan pada Tabel 9. Menunjukkan bahwa sistem bekerja dengan baik secara keseluruhan. Pada awalnya LCD akan menampilkan nama sesuai dengan ID sidik jari yang telah didaftarkan dan *buzzer* akan berbunyi satu kali. Namun jika sidik jari tidak terdeteksi, LCD akan menampilkan “Sidik jari tidak terdeteksi”.

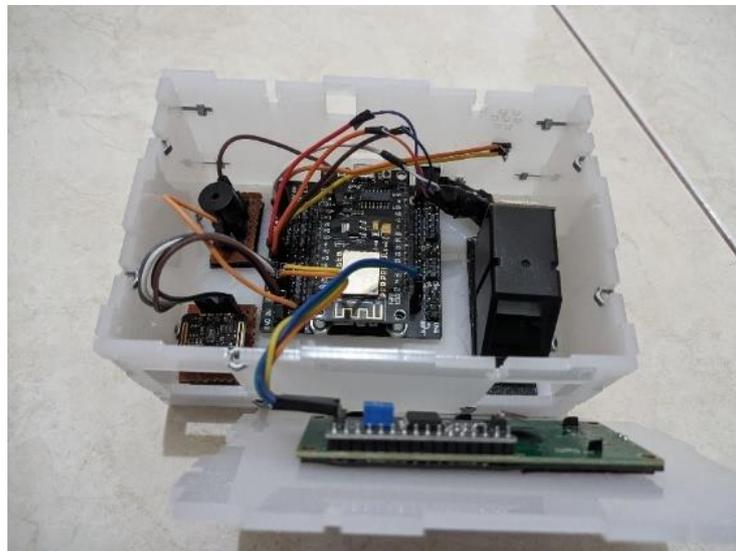
Kemudian LCD akan menampilkan nilai pengukuran detak jantung (BPM) dan kadar oksigen darah (SpO2). Jika nilai BPM dan SpO2 yang diukur dalam batas normal, LCD menampilkan “BPM dan SpO2 Normal” dan *buzzer* akan berbunyi satu kali. Namun jika hasil pengukuran nilai BPM dan SpO2 di luar batas normal, LCD akan menampilkan “BPM dan SpO2 Tidak Normal” atau “BPM Tidak Normal” atau “SpO2 Tidak Normal” sesuai dengan hasil pengukuran mana yang di luar bata normal, dan *buzzer* berbunyi tiga kali. Kemudian hasil dari pengukuran tersebut dikirim dan ditampilkan pada *website ThingSpeak* pada Gambar 14.



Gambar 14. Tampilan pada *ThingSpeak*

D. Bentuk Fisik Alat

Prototype alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen darah ini terdiri dari ESP8266, sensor *fingerprint*, sensor MAX30102, *buzzer*, LCD 16x2, dan *button*. Prototype alat dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Bentuk Fisik Alat

Berdasarkan Gambar 15. alat ini menggunakan akrilik 3mm sebagai *casing* , dimana bagian depan *casing* di dekat sensor *fingerprint* dan sensor MAX30102 dilubangi agar jari dapat masuk untuk melakukan pengukuran, LCD ditempatkan di bagian atas *casing* untuk memudahkan pembacaan hasil. Sedangkan di bagian belakang dilubangi untuk menghubungkan catu daya dan memasang *button*. Di bagian dalam *casing*, setiap komponen dipasangkan *board* dan

dihubungkan dengan *pin header* agar komponen-komponen dapat saling terhubung menggunakan kabel jumper.



Gambar 16. Tampilan saat Pengukuran

KESIMPULAN

Berdasarkan perancangan dan hasil analisis alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen darah, dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah dihasilkan alat pengukur detak jantung dan saturasi oksigen menggunakan sensor max30102 yang memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mendeteksi detak jantung dan kadar oksigen darah dan pengguna dapat melihat hasil pengukuran secara *online* melalui *website ThingSpeak*.
2. Tingkat akurasi alat pengukur detak jantung dan saturasi oksigen menggunakan sensor max30102 apabila dibandingkan dengan *pulse oximetry* menghasilkan tingkat akurat sebesar 96.75% untuk pengukuran detak jantung, dan 99.12% untuk pengukuran kadar oksigen darah.
3. Hasil pengukuran alat pendeteksi detak jantung dan kadar oksigen darah dapat ditampilkan pada *website ThingSpeak* dalam bentuk *gauge* dan grafik. Data dikirim sesuai interval waktu yang telah ditentukan, dan pengguna dapat mengakses data melalui *dashboard thingspeak* dari perangkat lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. F. Mailani, *Gangguan Sistem Kardiovaskular dan Penatalaksanannya*. CV. Eureka Media Aksara, 2023, p. 15018.
- [2] "Penyakit Kardiovaskular Penyebab Kematian Tertinggi di Indonesia," diakses Apr. 24, 2024, dari: <https://dinkes.acehprov.go.id/detailpost/kemenkes-penyakit-kardiovaskular-penyebab-kematian-tertinggi-di-indonesia>.

- [3] W. A. Bowes, B. C. Corke, and J. Hulka, "Pulse oximetry: A review of the theory, accuracy, and clinical applications," *Obstetrics and Gynecology*, vol. 74, no. 3, 1989.
- [4] "Layanan Kesehatan dan Kemajuan Teknologi Digital," diakses Apr. 24, 2024, dari: https://www.kominfo.go.id/content/detail/17698/layanan-kesehatan-dan-kemajuan-teknologi-digital/0/sorotan_media.
- [5] Peran Penting Teknologi Kesehatan dalam Peningkatan Derajat Kesehatan Masyarakat. (2023). Diakses pada tanggal 24 April 2024 dari <https://www.badankebijakan.kemkes.go.id/peran-penting-teknologi-kesehatan-dalam-peningkatan-derajat-kesehatan-masyarakat/>
- [6] Dang, C. Van, Nguyen, K. D., Dao, H., & Nguyen, L. T. (2020). Apply Matlab in Thingspeak Server to build the system measure and analyze data using IoT Gateway technology. *Journal of Mining and Earth Sciences*, 61(5), 88–95. [https://doi.org/10.46326/jmes.2020.61\(5\).10](https://doi.org/10.46326/jmes.2020.61(5).10)
- [7] Sorongan, E., Hidayati, Q., & Priyono, K. (2018). ThingSpeak sebagai Sistem Monitoring Tangki SPBU Berbasis Internet of Things. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 3(2). <https://doi.org/10.31544/jtera.v3.i2.2018.219-224>
- [8] Noer, Z., & Dayana, I. (2021). Buku Sistem Kontrol. Guepedia.
- [9] Muthmainnah, M., & Tabriawan, D. B. (2022). Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 7(3). <https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.3.163-176>
- [10] Rahmawarni, D., & Harmadi, H. (2021). Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor Max30100 Via Telegram Berbasis IoT. *Jurnal Fisika Unand*, 10(3). <https://doi.org/10.25077/jfu.10.3.377-383.2021>
- [11] Misra, K. B. (2008). Maintenance Engineering and Maintainability: An Introduction. In *Handbook of Performability Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-1-84800-131-2_46
- [12] International Organization for Standardization. (2017). ISO 80601-2-61:2017 - Medical electrical equipment – Part 2-61: Particular requirements for basic safety and essential performance of pulse oximeter equipment. Geneva: ISO.