

**RANCANG BANGUN ALAT *PULSE OXIMETRY*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Tugas Akhir
Dalam Rangka Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Elektro-medis
Program Sarjana Terapan



Disusun Oleh :

FAIZATUSY SYAUQI
2019050005

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS DAN KESEHATAN
PKU MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2023

LEMBAR PERSETUJUAN

Penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat *Pulse Oximetry* Berbasis *Internet of Things* (IoT)”, telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Elektro-medis Program Sarjana Terapan Fakultas Sains dan Teknologi ITS PKU Muhammadiyah Surakarta



Nama Pembimbing

Tanda Tangan

Tanggal

Wahyu Priyono, S.T., M.Eng
NIDN. 0617119203

18/9 23

Kuat Supriyadi, BE,SE,ST,MM,MT
NIDK. 8901500020

18/9 23

LEMBAR PENGESAHAN

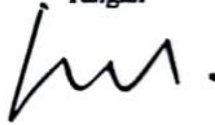

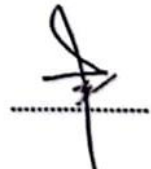
**RANCANG BANGUN ALAT PULSE OXIMETRY
BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)**

Disusun Oleh:

FAIZATUSY SYAUQI
2019050005

Pada tanggal 11 September 2023 :

Susunan Tim Penguji :

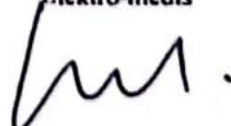
No.	Nama	Jabatan dalam tim	Tanda Tangan
1.	<u>Ipin Prasojo, S.Pd.T., M.Kom</u> NIDN. 0614128002	Ketua Penguji	
2.	<u>Wahyu Priyono, S.T., M.Eng</u> NIDN. 0617119203	Penguji 1	
3.	<u>Kuat Supriyadi, B.E., S.E., S.T., M.M., M.T</u> N IDK. 8901500020	Penguji 2	

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi


Dr. Ida Untari, S.K.M., M.Kes.
NIDN. 0629037604

Ka. Prodi Teknologi Rekayasa
Elektro-medis


Ipin Prasojo, S.Pd.T., M.Kom.
NIDN. 0614128002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Penulis menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian
sebagai tugas akhir dengan judul :

RANCANG BANGUN ALAT *PULSE OXIMETRY* BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)*

Merupakan asli karya penulis sendiri. Isi dalam penelitian ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain atau kelompok lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu Institusi Pendidikan, dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain atau kelompok lain, kecuali yang secara tertulis dituangkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Surakarta, 8 September 2023

Materai
Rp 10.000,00

Faizatusy Syauqi

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan inayah-Nya serta sholawat kepada Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun umatnya dari masa jahiliyah hingga masa depan yang terang, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul “Rancang Bangun Alat *Pulse Oximetry* Berbasis *Internet of Things* (IoT)”.

Penelitian ini penulis susun dengan semaksimal mungkin serta dengan bantuan dari dosen pembimbing, dosen program studi elektromedis dan beberapa pihak sehingga bisa memperlancar penelitian ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari bahwa penelitian masih memiliki kekurangan dan tidak sempurna baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasa. Oleh karena itu, penulis terbuka untuk menerima segala saran dan kritik yang bersifat membangun dari pembaca sehingga penulis bisa melakukan perbaikan pada penelitian agar menjadi penelitian yang baik dan benar. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Ibu Weni Hastuti, S.Kep., M.Kes., Ph.D selaku rektor ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
2. Ibu Dr. Ida Untari, SKM., M.Kep, selaku dekan fakultas sains dan teknologi ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Ipin Prasajo, S.Pd.T., M. Kom, selaku ketua Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Wahyu Priyono S.T., M.Eng, selaku dosen pembimbing 1 pada penelitian ini Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
5. Bapak Kuat Supriyadi, B.E., S.E., S.T., M.M., M.T, selaku dosen pembimbing 2 pada penelitian ini Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.

6. Kepada seluruh dosen dan staff ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
7. Kepada kedua orang tua tercinta, Abu Saeri dan Lailatul Hasanah yang selalu mendoakan, memberi dukungan materi dan batin serta motivasi.
8. Kepada kakak saya Laili Asy Syifa' Usy Syauqi yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
9. Kepada nenek saya Susilowati dan Rukimah yang selalu mendoakan.
10. Kepada tante saya Faridlotul Ma'rifah yang memberi dukungan dan arahan untuk menempuh pendidikan di ITS PKU Muhammadiyah Surakarta.
11. Kepada seluruh keluarga besar yang telah mendoakan dan memberikan dukungan.
12. Kepada teman – teman yang telah membantu menyelesaikan penelitian ini.
13. Kepada seluruh responden yang telah menjadi probandus penelitian ini.
14. Kepada seluruh teman sejawat dan seperjuangan.
15. Kepada Alifia Farah Azzahra yang telah memberi dukungan dan sebagai support system.

**RANCANG BANGUN ALAT *PULSE OXIMETRY*
BERBASIS *INTERNET OF THINGS (IOT)***

Faizatusy Syauqi¹, Wahyu Priyono, S.T., M. Eng², Kuart Supriyadi, B.E., S.E., S.T.,
M.M., M.T³

Program Studi DIV Teknologi Rekayasa Elektro-medis ITS PKU Muhammadiyah
Surakarta

Email : faizatusy@students.itspku.ac.id

ABSTRAK

Hipoksemia merupakan kondisi di mana saturasi oksigen di dalam darah menurun. Gejala yang terjadi pada penderita *hipoksemia* adalah sesak nafas, jantung berdetak cepat, batuk – batuk dan penurunan kesadaran. Ketika jantung tidak mampu memompa darah dengan efisien, detak jantung akan meningkat agar suplai oksigen pada tubuh terpenuhi sehingga menyebabkan *tachycardia*. Salah satu alat yang dapat menjadi pendeteksi dini pencegahan *hipoksemia* dan *tachycardia* adalah *pulse oximetry*. Prototipe *pulse oximetry* diaplikasikan penambahan fitur yang berguna untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikan alat yaitu *Internet of Things (IoT)*, sehingga hasil pembacaan dapat diakses pada web secara real-time. Metode research and development digunakan untuk mengetahui keefektifan prototipe. Prototipe dapat menampilkan hasil pembacaan sensor MAX30100 pada *web server* dengan tingkat faktor error BPM sebesar 1,12% dan SpO2 sebesar 0,36%. Sensor MAX30100 yang digunakan dapat membaca saturasi oksigen dan detak jantung dengan error keakuratan di bawah 2%.

Kata Kunci : *hipoksemia*, sensor MAX30100, *Internet of Things*.

DESIGNING A PULSE OXIMETRY DEVICE

INTERNET OF THINGS (IOT) BASED

Faizatusy Syauqi1, Wahyu Priyono, S.T., M. Eng2, Kuart Supriyadi, B.E., S.E., S.T.,
M.M., M.T3

*DIV Study Program Electro-medical Engineering Technology ITS PKU Muhammadiyah
Surakarta*

Email : faizatusy@students.itspku.ac.id

ABSTRACT

Hypoxemia is a condition in which oxygen saturation in the blood decreases. Symptoms that occur in patients with hypoxemia are shortness of breath, rapid heart beat, coughing and loss of consciousness. When the heart is unable to pump blood efficiently, the heart rate will increase so that the oxygen supply to the body is fulfilled, causing tachycardia. One tool that can be an early detection of hypoxemia and tachycardia prevention is pulse oximetry. The pulse oximetry prototype is applied to add useful features to make it easier for users to operate the tool, namely the Internet of Things (IoT), so that the reading results can be accessed on the web in real-time. Research and development methods are used to determine the effectiveness of prototypes. The prototype can display the readings of MAX30100 sensors on the web server with BPM error factor levels of 1.12% and SpO2 of 0.36%. The MAX30100 sensor used can read oxygen saturation and heart rate with an accuracy error below 2%.

Keywords: hypoxemia, MAX30100 sensor, Internet of Things.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Penelitian Yang Relevan.....	6
B. Dasar Teori.....	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Perancangan Penelitian	17
B. Alat dan Bahan Penelitian	20
C. Tempat dan Waktu Penelitian	21
D. Teknik Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
A. Hasil Pembuatan Alat	22
B. Pengujian Alat	27
C. Pembahasan.....	35
D. Keterbatasan.....	47
BAB V PENUTUP.....	48
A. Kesimpulan	48
B. Saran	48

DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	52
Lampiran 1 coding	52
Lampiran 2 spesifikasi	59
Lampiran 3 dokumentasi	60

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Uji Rangkaian Baterai	35
Tabel 4. 2 Uji Rangkaian Sensor MAX30100.....	36
Tabel 4. 3 Uji Rangkaian OLED	38
Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran BPM.....	40
Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran SpO2	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Hemoglobin	8
Gambar 2. 2 Persentase Hemoglobin	8
Gambar 2. 3 Prinsip Dasar Pulse Oximetry	9
Gambar 2. 4 Sensor MAX30100	10
Gambar 2. 5 Grafik penyerapan cahaya merah dan infrared MAX30100	10
Gambar 2. 6 Modul ESP32	11
Gambar 2. 7 OLED Display	12
Gambar 2. 8 Software Arduino IDE	13
Gambar 2. 9 Fitur Arduino IDE	15
Gambar 2. 10 Modul Charger	16
Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian	17
Gambar 3. 2 Flowchart Sistem	19
Gambar 3. 3 Tabel Waktu Penelitian	21
Gambar 4. 1 Rangkaian Alat	22
Gambar 4. 2 Skema rangkaian alat	23
Gambar 4. 3 Hasil alat	24
Gambar 4. 4 Tekan tombol saklar	24
Gambar 4. 5 tampilan pada OLED display	25
Gambar 4. 6 ssid dan password	25
Gambar 4. 7 Akses web menggunakan alamat IP	25
Gambar 4. 8 Peletakkan jari pada probe alat	26
Gambar 4. 9 Hasil pembacaan alat	26
Gambar 4. 10 Pengujian tegangan baterai	27
Gambar 4. 11 Pengujian tegangan ESP32	28
Gambar 4. 12 Pengujian tegangan sensor MAX30100	29
Gambar 4. 13 Pengujian tegangan OLED display	30
Gambar 4. 14 Pulse oximetry fingertip	34
Gambar 4. 15 Grafik hasil pengujian tegangan baterai	35
Gambar 4. 16 Grafik pengukuran tegangan sensor MAX30100	37
Gambar 4. 17 Grafik pengujian tegangan OLED display	38

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Coding	44
Lampiran 2 Spesifikasi.....	51
Lampiran 3 Dokumentasi.....	52

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Hipoksemia merupakan kondisi di mana saturasi oksigen di dalam darah menurun. Saturasi oksigen adalah persentase hemoglobin yang mengikat oksigen. *Hipoksemia* menyebabkan kurangnya oksigen pada sel – sel di dalam tubuh meskipun terdapat oksigen di dalam darah atau disebut dengan *hipoksia*(Suhendar & Sahrudi, 2022). Gejala yang terjadi pada penderita *hipoksemia* adalah sesak nafas, jantung berdetak cepat, batuk – batuk dan penurunan kesadaran(Yudha et al., 2022).

Hipoksemia berkaitan dengan detak jantung dikarenakan kurangnya oksigen di dalam darah mengakibatkan kurangnya kinerja organ seperti jantung. Jantung berfungsi untuk memompa darah di dalam tubuh. Ketika jantung tidak mampu memompa darah dengan efisien, detak jantung akan meningkat agar suplai oksigen pada tubuh terpenuhi. Detak jantung normal berkisar antara 60 – 100 kali per menit(Jarot Dian, Fujiama Diapoldo Silalahi, 2021). Namun pada kondisi jantung tidak bekerja efektif detak jantung akan meningkat hingga lebih dari 100 kali per menit atau disebut *tachycardia*.

Salah satu alat yang dapat menjadi pendeteksi dini pencegahan *hipoksemia* dan *tachycardia* adalah *pulse oximetry*. *Pulse oximetry* adalah metode non-invasif untuk memonitor detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah(Saraswati, 2021). Alat ini dapat menghitung kadar oksigen di dalam darah dengan menggunakan cahaya merah dan infra red yang dikeluarkan oleh transmisi menembus kulit ke dalam pembuluh

darah kapiler dan balik pada jari. Cahaya ini kemudian ditangkap oleh sensor deteksi yang nantinya akan diolah sehingga dapat diketahui berapa jumlah kadar oksigen dalam tubuh.

Alat *pulse oximetry* diaplikasikan penambahan fitur yang berguna untuk mempermudah pengguna dalam mengoperasikan alat. Perkembangan teknologi yang terjadi sangat pesat menghadirkan fitur yang akan ditambahkan pada alat *pulse oximetry* yaitu *Internet of Things* (IoT). *Internet of Things* (IoT) merupakan suatu jaringan yang dapat menghubungkan berbagai objek yang memiliki identitas seperti alamat IP (Weber & Weber, 2016). Alat *pulse oximetry* yang akan diberi fitur *Internet of Things* (IoT) membuat data hasil pemeriksaan dapat dimonitor dan dilihat pada *smartphone*, laptop maupun komputer. Hasil pemeriksaan atau monitoring saturasi oksigen bisa dipantau dari jarak jauh secara *real-time*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, terdapat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana cara merancang alat *pulse oximetry* berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana proses monitoring alat *pulse oximetry* berbasis *Internet of Things* (IoT)?
3. Bagaimana cara validasi alat *pulse oximetry* berbasis *Internet of Things*?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Merancang alat *pulse oximetry* yang berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Memonitoring saturasi oksigen dan detak jantung melalui *smartphone*, laptop atau komputer menggunakan alamat IP.
3. Memvalidasi alat *pulse oximetry* berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan membandingkan alat *pulse oximetry* yang ada di pasaran.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mempermudah pengguna dalam mengoperasikan alat *pulse oximetry*.
2. Sebagai bentuk pengaplikasian perkembangan teknologi.
3. Sebagai bentuk pengembangan alat dari penelitian terdahulu.

E. Keaslian Penelitian

Judul Penelitian: Rancang Bangun Alat *Pulse Oximetry* Berbasis *Internet of Things* (IoT)

No	Keaslian Penelitian
1.	<p>Nama Peneliti / Tahun : Khairunnisa, dkk / 2018.</p> <p>Judul : Rancang Bangun <i>Pulse Oximeter</i> Berbasis IoT (<i>Internet of Things</i>).</p> <p>Desain dan Variabel Penelitian :</p> <p>Hasil : Hasil penelitian ini datanya dapat dilihat melalui <i>web server ThingSpeak</i> menggunakan internet dan akun agar dapat berkomunikasi antar sesama pengguna.</p>

-
- Persamaan : Menggunakan prinsip kerja *Internet of Things* agar data dapat diakses melalui *web server*.
- Perbedaan : Peneliti menggunakan *access point* agar hasil data dapat diakses di *smartphone* dan *web* menggunakan alamat IP.
2. Nama Peneliti / Tahun : Laili, dkk / 2019
- Judul : Rancang Bangun *Pulse Oximetry* dengan Sistem *Monitoring Internet of Thing (IoT)*.
- Desain dan Variabel Penelitian :
- Hasil : Hasil dari penelitian memonitor pasien dari mana saja menggunakan sistem IoT dengan aplikasi *cayenne* dari *smartphone*.
- Persamaan : Menggunakan prinsip kerja *Internet of Things* agar data dapat diakses melalui *access point*.
- Perbedaan : Peneliti menggunakan aplikasi *cayenne*.
3. Nama Peneliti / Tahun : Miron, dkk / 2020.
- Judul : IoT *Pulse Oximetry Status Monitoring for Home Quarantined Covid-19 Patients*.
- Desain dan Variabel Penelitian :
- Hasil : Prototipe dapat memonitor saturasi oksigen dan *heart rate* pasien dari mana saja menggunakan prinsip kerja IoT.
- Persamaan : Peneliti menggunakan prinsip kerja IoT.
- Perbedaan : Peneliti menggunakan *web server ThingSpeak*.
4. Nama Peneliti / Tahun : Rahmawarni / 2021
- Judul : Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor Max30100 Via Telegram Berbasis IoT
- Hasil : Alat ini dapat menampilkan hasil data pada layar LCD dan pada aplikasi Telegram.
-

		Menggunakan <i>buzzer</i> apabila hasil di bawah normal
Persamaan	:	Menggunakan prinsip kerja Internet of Things (IoT).
Perbedaan	:	Menggunakan aplikasi Telegram sebagai penampil data melalui IoT.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Yang Relevan

Penulisan penelitian ini akan coba penulis kaitkan dengan karya ilmiah terdahulu. Adapun karya ilmiah yang penulis maksud adalah sebagai berikut:

1. Penelitian pada Jurnal Teknik Elektro yang disusun (Khairunnisa et al., 2018) dengan judul: Rancang Bangun *Pulse Oximeter* Berbasis IoT (*Internet of Things*). Penelitian ini membahas tentang perancangan alat *pulse oximetry* berbasis IoT yang datanya dapat dilihat melalui *web server ThingSpeak* menggunakan internet dan akun agar dapat berkomunikasi antar sesama pengguna.
2. Penelitian pada Jurnal Teknik Elektro yang disusun oleh (Laili et al., 2019) dengan judul: Rancang Bangun *Pulse Oximetry* dengan Sistem Monitoring *Internet of Thing* (IoT). Penelitian ini berisi tentang pembuatan alat untuk memonitor pasien dari mana saja menggunakan sistem IoT dengan aplikasi *cayenne* dari *smartphone*.
3. Penelitian pada Jurnal Sains dan Seni yang disusun oleh (MIRON- ALEXE, 2020) dengan judul: *IoT Pulse Oximetry Status Monitoring for Home Quarantined Covid-19 Patients*. Penelitian ini membahas tentang perancangan bangun alat *pulse oximetry* dengan menggunakan teknologi IoT yang digunakan untuk memonitoring status pasien pengidap Covid-19 yang dirawat di rumah.
4. Penelitian pada Jurnal Fisika disusun oleh (Rahmawarni, 2021) dengan judul: Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Via Telegram Berbasis IoT. Penelitian ini

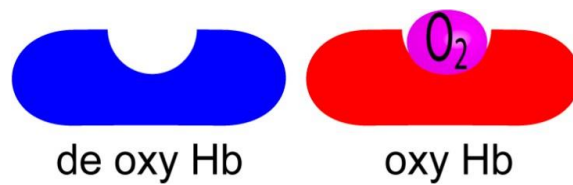
berisi tentang rancang dan bangun alat untuk mengukur saturasi oksigen dan denyut nadi yang kemudian hasilnya dapat dilihat dari tampilan layar LCD dan notifikasi aplikasi telegram. Hasil persentase kesalahan pengukuran saturasi oksigen sebesar 0,96%, sedangkan pada denyut nadi sebesar 1,63%. *Buzzer* berbunyi apabila hasil abnormal.

5. Penelitian pada Jurnal Teknik Elektro yang disusun oleh (Muthmainnah& Tabriawan, 2022) dengan judul: Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor Max30102 Berbasis *Internet of Things* (IoT) ESP8266 dan Blynk. Penelitian ini berisi tentang rancang dan bangun alat *pulse oximetry* dengan menerapkan prinsip PGG. Hasil pemeriksaan dapat diakses dengan *smartphone* menggunakan koneksi internet.

B. Dasar Teori

1. Pulse Oximetry

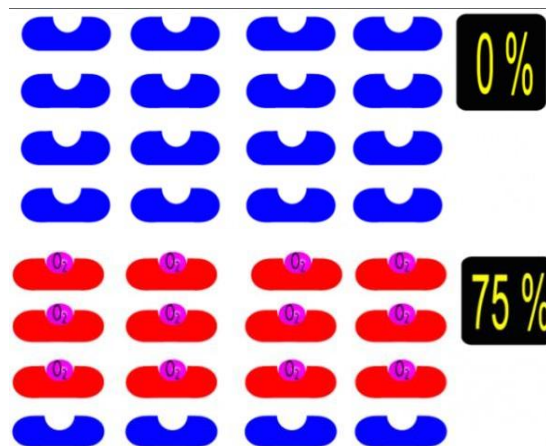
Pulse oximetry adalah metode non-invasive untuk memonitor oksigen saturasi dalam darah. Oksigen masuk ke paru – paru kemudian diteruskan ke dalam darah. Darah yang membawa oksigen kemudian beredar ke seluruh tubuh melalui hemoglobin. Hemoglobin yang tidak membawa oksigen disebut deoksigenasi (deoxy Hb). Hemoglobin yang membawa oksigen disebut dengan hemoglobin teroksigenasi (oxy Hb). Saturasi oksigen adalah persentase jumlah hemoglobin yang mengandung dan mengangkut oksigen.



Gambar 2. 1 Jenis Hemoglobin

(sumber:<https://electroclinic.com>)

Sebagai contoh lihat pada gambar 2.2, terdapat 16 unit hemoglobin yang tidak membawa oksigen. Maka saturasi oksigen dapat dikatakan sebesar 0%. Kemudian tiga perempat dari unit hemoglobin membawa oksigen. Maka saturasi oksigen dapat dikatakan sebesar 75%. Dan jika seluruh unit hemoglobin membawa oksigen maka persentase saturasi oksigen adalah 100%.



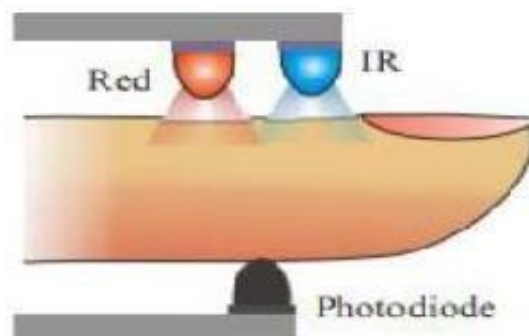
Gambar 2. 2 Persentase Hemoglobin

(sumber:<https://electroclinic.com>)

Prinsip kerja *pulse oximetry* didasarkan pada adanya perbedaan penyerapan panjang gelombang cahaya oleh hemoglobin (terdeoksigenasi dan teroksigenasi) sebagai pembawa oksigen. Kemudian, perbedaan ini akan diproses melalui algoritme di dalam alat untuk menampilkan nilai saturasi oksigen seseorang. Kemampuan *pulse oximetry* untuk

mendeteksi saturasi oksigen berdasarkan pada aliran darah arteri. Hal ini karena jumlah cahaya merah dan near-infrared yang diserap berfluktuasi sesuai dengan siklus jantung (kemenkes, 2022).

Prinsip dasar *pulse oximetry* adalah sensor menggunakan cahaya dalam analisis spektral untuk pengukuran saturasi oksigen, yaitu deteksi dan kuantifikasi komponen (hemoglobin) dalam larutan. *Pulse oximetry* menggabungkan *spektrofotometri* dan *plethysmography* optik (mengukur denyut perubahan volume darah di arteri). Sensor *pulse oximetry* terdiri dari dua LED yang masing-masing memancarkan panjang gelombang cahaya. Probe umumnya ditempatkan pada jari. Fotodetektor pada satu sisi mengukur intensitas cahaya yang berasal dari transmisi sumber cahaya yang menembus jari. Alat *pulse oximetry* menggunakan LED merah dan inframerah bersamaan dengan fotodetektor untuk mengatur arus di dalam rangkaian bagi penyerapan cahaya melalui jari.



Gambar 2. 3 Prinsip Dasar *Pulse Oximetry*

(sumber: <https://quora.com>)

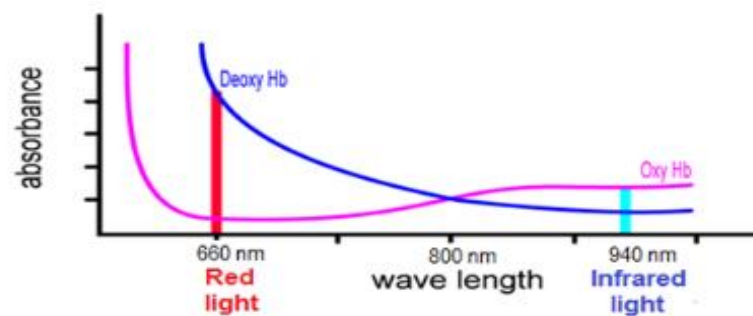
2. Sensor MAX30100



Gambar 2. 4 Sensor MAX30100

(sumber : <https://embeddednesia.com>)

Sensor MAX30100 adalah sensor yang dapat mengukur kadar oksigen di dalam darah dan detak jantung (Harianto et al., 2021). Sensor ini terdiri dari dua buah LED (infrared dan merah) dan fotodetektor. Sensor ini bekerja pada tegangan 1,8V dan 3,3V dan dapat dimatikan melalui perangkat lunak (Maxim Integrated, 2014). Berikut blok diagram dari sensor MAX30100:

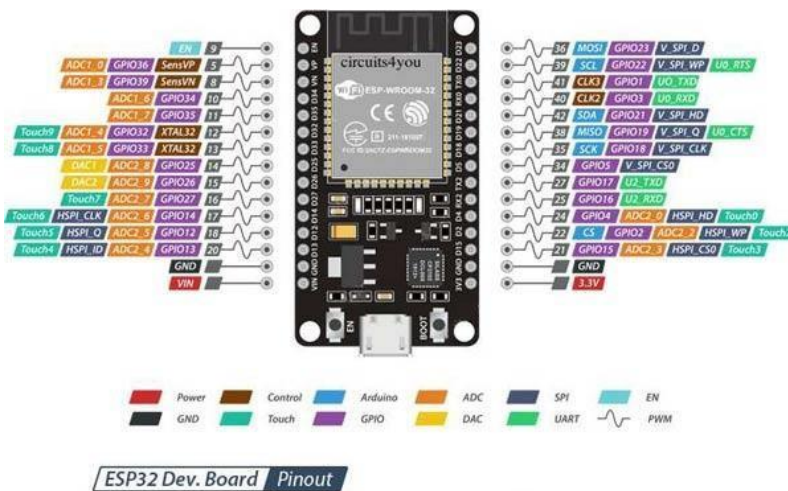


Gambar 2. 5 Grafik penyerapan cahaya merah dan infrared

(Sumber : Kemalasari & Rochmad, 2022)

Sensor MAX30100 memiliki dua buah LED, yaitu *infrared* untuk mengukur pulsa detak jantung dan LED merah untuk menentukan kadar SpO2 berdasarkan penyerapan cahaya. Pembacaan data berdasarkan penyerapan cahaya oleh *photodetector*. Pada *photodetector* terjadi proses pengolahan sinyal ADC dan filter serta dikomunikasikan menggunakan I2C. I2C adalah protokol serial antarmuka dengan dua kabel untuk menghubungkan perangkat berkecepatan rendah seperti pengendali mikro, konverter A/D dan D/A, antarmuka I/O dan EEPROM(Abdurrohman et al., n.d.).

3. Modul ESP32



Gambar 2. 6 Modul ESP32

(sumber : www.ardutech.com)

Modul ESP32 adalah sebuah *board* elektronik yang berbasis *chip* dengan kemampuan menjalankan fungsi *mikrokontroler* dan juga koneksi internet (WiFi) (Imran & Rasul, 2020). Terdapat beberapa pin I/O sehingga dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi *monitoring* maupun *controlling* pada proyek IOT. Bentuk fisik dari Modul ESP32, terdapat *port* USB (mini USB) sehingga akan memudahkan dalam pemrogramannya.

Spesifikasi ESP32 :

- a. Microprosesor Xtensa Dual-Core 32 Bit LX6
- b. Freq Clock up to 240 MHz
- c. SRAM 520 kB
- d. Flash Memory 4 MB
- e. 11b/g/n WiFi transceiver
- f. Bluetooth 4.2/BLE
- g. 48 pin GPIO
- h. 15 pin channel ADC (Analog to Digital Converter)
- i. 25 pin PWM (Pulse With Modulation)
- j. 2 pin channel DAC (Digital to Analog Converter)

4. OLED Display



Gambar 2. 7 OLED Display

(sumber: <http://id.szks-kuongshun.com/>)

OLED (*Organic Light-Emitting Diode*) adalah *Light-Emitting Diode* (LED) dimana lapisan *emissive electroluminescent* merupakan lembaran senyawa organik yang akan memancarkan cahaya bila dialiri arus elektrik (Setyawan, 2017).

Fitur-fitur yang disediakan sebagai berikut:

- a. Resolusi tinggi: 128x64
- b. Sudut pandang: >160
- c. Mendukung chip kontrol; arduino, seri 51, seri MSP430, STM32/2, IC CSR
- d. Tegangan: 3V ~ 5V DC
- e. IC Driver: SSD1306

5. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak yang digunakan untuk membuat pemrograman dari rangkaian. IDE adalah kependekan dari *Integrated Development Environment* (Ismail Setiawan, 2022). Perangkat lunak ini dapat digunakan untuk memprogram bermacam – macam *board* seperti *board* arduino UNO, arduino nano, arduino genio, mappi32, nodeMCU, dan sejenisnya. Arduino IDE berfungsi untuk mengedit, membuat, mengunggah ke *board* yang telah dipilih, dan membuat program tertentu. Pengaplikasian *coding* menggunakan bahasa pemrograman JAVA yang dilengkapi dengan *library* C/C++ (wiring).

```
1 void setup() {  
2   // put your setup code here, to run once:  
3  
4 }  
5  
6 void loop() {  
7   // put your main code here, to run repeatedly:  
8  
9 }
```

Gambar 2. 8 Software Arduino IDE

(sumber:<https://kmtech.id>)

Setiap program arduino memiliki dua buah fungsi yang harus ada dalam program yaitu *Void Setup* dan *Void Loop*. *Void setup* merupakan fungsi yang hanya menjalankan program yang ada di dalam kurung kurawal sebanyak 1 kali. Dan *void loop* akan dijalankan setelah fungsi dari void setup selesai, setelah dijalankan 1 kali, fungsi akan dijalankan secara terus menerus sampai catu daya dilepaskan.

Software Arduino IDE memiliki beberapa fitur sebagai berikut :

- a. Verify
Verify digunakan untuk mengkompilasi atau memverifikasi *sketch coding* apakah terdapat kesalahan atau tidak. Jika masih terdapat kesalahan akan muncul keterangan di box hitam bawah yaitu *error*. Pada intinya fitur ini digunakan untuk memeriksa apakah program yang dibuat dapat dijalankan atau tidak.
- b. Upload
Upload digunakan untuk mengirimkan program ke dalam *board* yang ditentukan.
- c. New Sketch
New digunakan untuk membuat projek baru.
- d. Open Sketch
Open digunakan untuk membuka projek yang telah dibuat dan disimpan.
- e. Save Sketch
Save digunakan untuk menyimpan projek atau *sketch* yang sudah dibuat.
- f. Serial Monitor
Serial monitor digunakan untuk menampilkan data yang telah dibuat setelah projek dikirim ke dalam *board* yang ditentukan, kemudian ketika program dijalankan dapat dilihat

dari *serial monitor*.



Gambar 2. 9 Fitur Arduino IDE

(sumber:<https://kmtech.id>)

6. Web Server

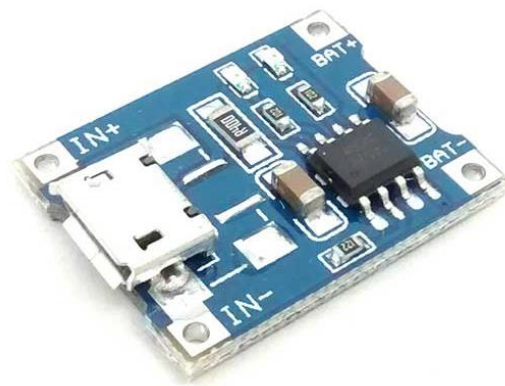
Web server adalah sebuah *software* yang memberikan layanan berbasis data dengan menggunakan protokol HTTP atau HTTPS dari *client* menggunakan *web browser* untuk *request* data (Hasibuan & Elhanafi, 2022). *Server* mengirim data pada halaman *web* yang berbentuk halaman HTML. Halaman *web* bisa berisi teks, video dan gambar. *Web server* digunakan untuk mengirim berkas permintaan pengguna melalui protokol komunikasi yang telah ditentukan.

Prinsip kerja *web server* adalah untuk menerima permintaan dari *client* dan mengirimkan kembali berkas yang diminta. Perangkat lunak *web server* terdapat pada komputer *server* dan komputer *server* harus terhubung dengan jaringan internet agar dapat diakses oleh *client*. Data permintaan *client* disebut HTTP *request* yang diproses oleh *web server* di dalam

komputer *server*. Data permintaan akan dikemas dalam TCP dan dikirim ke *web* untuk ditampilkan. Data yang dikirim dari *server* ke *web* disebut *HTTP response*.

7. Modul *Charger kit power bank*

Modul *powerbank* adalah perangkat keras yang dapat menyimpan daya pada baterai dan dilengkapi dengan *discharge protection*.



Gambar 2. 10 Modul Charger

(sumber: <https://ecadio.com>)

Spesifikasi :

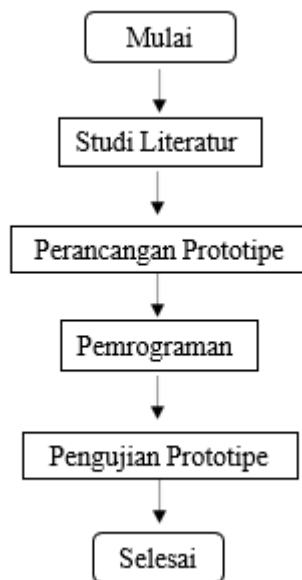
- a. Input: micro USB.
- b. Tegangan input : 4,5V-5,5V.
- c. Perlindungan over-discharge : 2,5V.
- d. Ukuran : 2,6 x 1,7cm.
- e. Indikator lampu : merah (pengisian) dan biru (penuh).
- f. Arus pengisian : 1 Ampere (adjustable).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Perancangan Penelitian

Metode *research and development* (penelitian dan pengembangan) adalah metode yang digunakan pada penelitian ini. Metode ini digunakan untuk membuat suatu produk pengembangan dari alat yang telah ada dan diuji keefektifan serta validasi dari hasil produk tersebut. Untuk mengetahui kadar oksigen dalam darah (SpO_2) menggunakan persamaan dari perbandingan antara jumlah hemoglobin yang mengandung oksigen (HbO_2) dengan total jumlah nilai hemoglobin (Hb) pada arteri.

Berdasarkan perancangan penelitian yang dijabarkan di atas maka penulis akan menggambarkan dalam bentuk *flowchart* alur penelitian seperti gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Flowchart Alur Penelitian

Pada tahap perancangan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap. Adapun tahapan tersebut antara lain:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mendapatkan dan mengumpulkan data dengan membaca buku, jurnal dan artikel berkaitan dengan permasalahan pada penelitian ini.

2. Perancangan Prototipe

Perancangan prototipe yaitu membuat rangkaian model alat yang akan dibuat dengan mempertimbangkan berbagai faktor permasalahan dan kebutuhan yang sudah ditentukan. Langkah selanjutnya adalah menyediakan alat dan bahan untuk membuat alat pulse oximetry pendeteksi saturasi oksigen, detak jantung dan tekanan darah berbasis IoT.

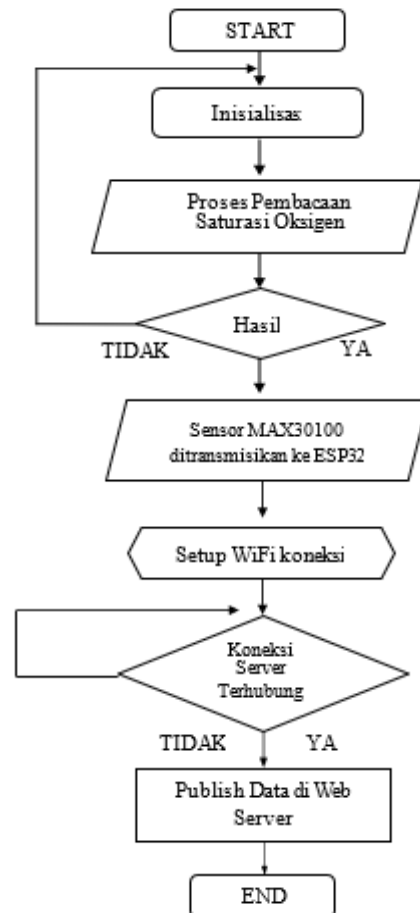
3. Pemrograman

Software yang digunakan dalam melakukan pembuatan program adalah Arduino IDE, Software ini berfungsi untuk membuat, mengedit, dan meng-upload program ke board ESP32 agar dapat melakukan pembacaan ke sensor MAX30100, mengatur koneksi Wifi agar data yang didapat dari sensor MAX30100 dapat diterima oleh server ESP32 dan dapat ditampilkan datanya ke smartphone, ada juga output yang ditampilkan dari board ESP32 ke OLED Display, sehingga user dapat melihat hasil pemeriksaan secara manual.

4. Pengujian Prototipe

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai desain rancangan yang telah dibuat, mulai dari pengukuran melalui sensor hingga penampilan data hasil pengukuran yang diberikan oleh prototipe tersebut. Pengujian dilakukan pada responden alat *pulse oximeter*.

Kemudian untuk mengetahui jalannya sistem pada prototipe yang akan dibuat, maka penulis menjelaskannya dalam bentuk *flowchart* sistem seperti berikut.



Gambar 3. 2 Flowchart Sistem

Ketika alat dihidupkan sistem akan melakukan inisialisasi sensor MAX30100. Selanjutnya ketika sensor MAX30100 stabil akan melakukan pembacaan saturasi oksigen pada jari. Jika hasil terbaca (YA) maka hasil pembacaan akan ditransmisikan ke modul ESP32. Modul ESP32 akan mengaktifkan fitur *hotspotnya* sebagai *host* agar dapat diakses oleh *smartphone*, laptop atau komputer menggunakan alamat IP. Ketika data pembacaan sudah ditransfer ke *web server* ESP32 (YA) maka hasil akan dapat dibaca pada *web server* pada *gadget* yang digunakan untuk mengakses data.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Pada penelitian ini penulis akan membuat sebuah prototipe *alat pulse oximetry* menggunakan sensor MAX30100 yang dilengkapi modul ESP32 sebagai *mikrokontroler*. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini ada 2 jenis yaitu perangkat keras dan perangkat lunak.

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

No	Keterangan	Alat atau Bahan	Jumlah
1.	Alat	Solder	1
		Timah Solder	1
		Kikir	1
		Obeng	1
		Penggaris	1
		Tang potong	1
		Bor	1
		Multimeter	1
2.	Bahan	Sensor MAX30100	1
		ESP32	1
		Box X3	1
		Baut	4
		Kabel	1
		OLED display	1
		Modul Charging	1
		Modul Step Up	1
		PCB Board	1
		Kerangka pulse oximeter	1
Kabel DB9 RS232	1		

C. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan sejak bulan Januari hingga bulan September 2023. Untuk pengerjaannya dilakukan di kota Surakarta.

No	Kegiatan	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	Pengumpulan judul penelitian	■								
2	Studi pendahuluan									
3	Bimbingan proposal		■							
4	Seminar proposal									
5	Revisi proposal			■	■					
6	Pembuatan prototipe					■	■	■	■	
7	Bimbingan penelitian						■	■	■	
8	Pengambilan data penelitian							■	■	
9	Bimbingan penyusunan laporan hasil penelitian								■	
10	Seminar hasil penelitian									■
11	Revisi hasil penelitian dan pengumpulan penelitian									■

Gambar 3. 3 Tabel Waktu Penelitian

D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengukur tingkat error prototipe dan rata – rata tingkat error data keseluruhan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Rata – rata

$$x = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

2. Nilai Error

$$\text{Error/penyimpangan} = \frac{\text{nilai uji} - \text{nilai standart}}{\text{nilai uji}} \times 100\%$$

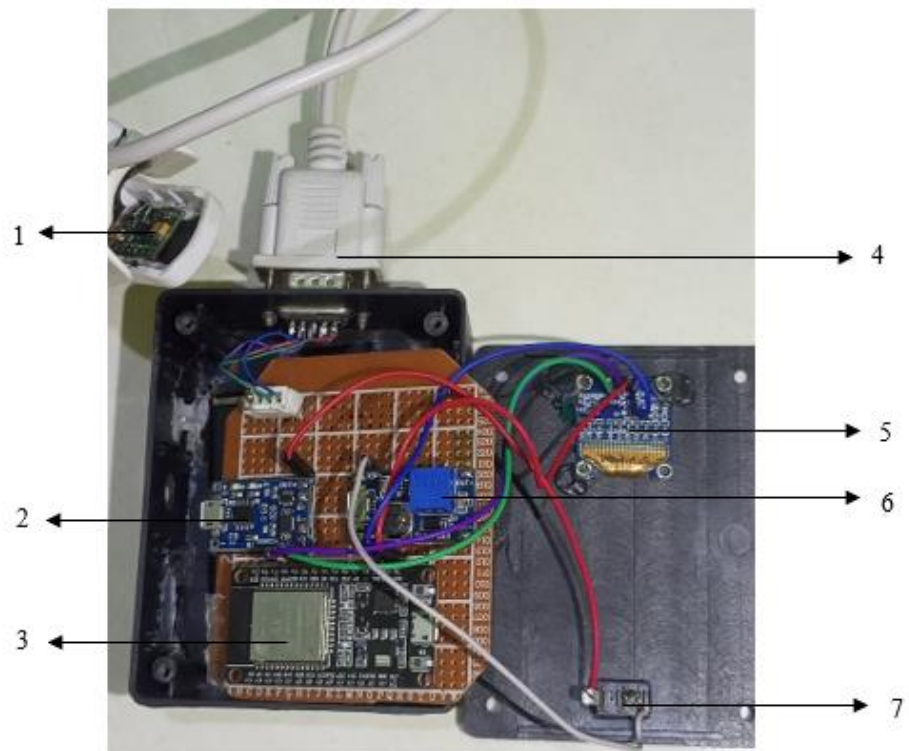
(Sumber : (Maharani & Kholis, 2020))

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Alat

1. Prototipe Alat

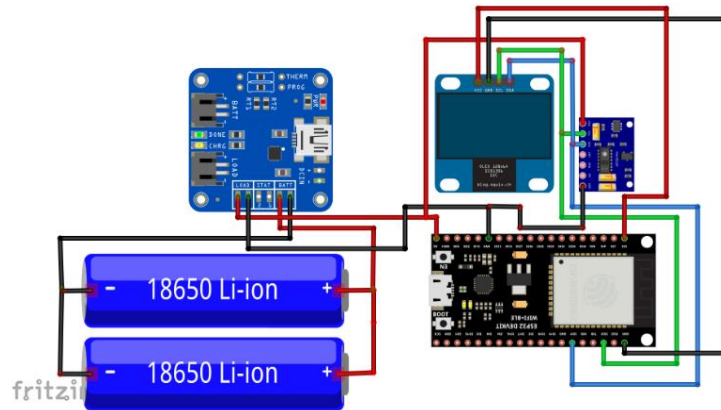
a. Perakitan Alat



Gambar 4. 1 Rangkaian Alat

Keterangan :

1. Sensor MAX30100, digunakan untuk membaca saturasi oksigen dan detak jantung.
2. Modul charger, digunakan untuk melakukan pengisian ulang baterai.
3. Board ESP32, digunakan sebagai pengendali dan koneksi wifi.
4. Kabel DB9 RS232, digunakan untuk mengirim data pembacaan sensor.
5. OLED display, digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan alat.
6. Modul step up, digunakan untuk menaikkan tegangan dari baterai ke rangkaian.
7. Saklar, digunakan untuk menyambungkan dan memutuskan daya.

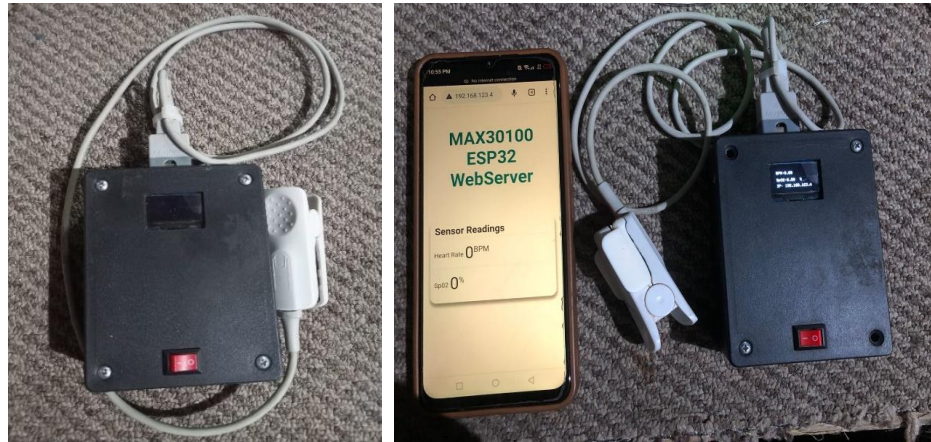


Gambar 4. 2 Skema rangkaian alat

Gambar 4.2 merupakan skema rangkaian alat secara keseluruhan. Berikut penjelasan skema rangkaian :

- 1) Rangkaian baterai
Memberikan tegangan ke seluruh rangkaian.
- 2) Modul charger
Digunakan untuk pengisian ulang baterai dari input *micro* USB. Modul dilengkapi step up yang dapat diatur tegangannya.
- 3) Sensor MAX30100
Sensor yang berfungsi untuk membaca saturasi oksigen.
- 4) ESP32
Board yang berfungsi sebagai pengendali rangkaian.
- 5) OLED display
Layar yang digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan dari sensor berupa parameter SpO2 dan BPM.

b. Hasil Alat



Gambar 4. 3 Hasil alat

Hasil dari alat adalah sensor MAX30100 dapat membaca saturasi oksigen dan hasil pembacaan sensor dapat dilihat pada layar OLED dan *web* yang diakses menggunakan *access point*.

2. Spesifikasi Alat

- a. Tegangan input : 4,7 Volt.
- b. Tegangan output : 5 Volt.
- c. Jenis layar : OLED 0.96 inch.
- d. Kapasitas baterai : 3600 mAh.
- e. Konektivitas : *access point*.

3. Langkah Penggunaan Alat

- a. Nyalakan alat menggunakan saklar.



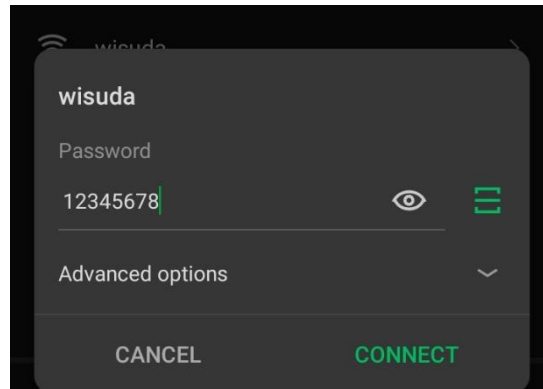
Gambar 4. 4 Tekan tombol saklar

- b. Tunggu proses inialisasi alat hingga muncul parameter dan alamat IP pada OLED display alat.



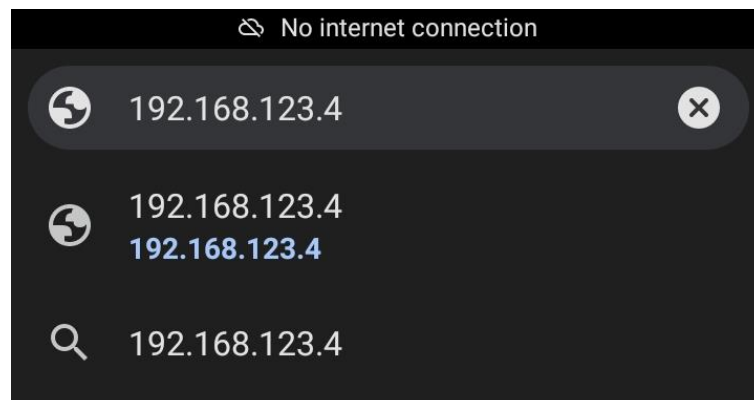
Gambar 4. 5 tampilan pada OLED display

- c. Sambungkan *smartphone/laptop* dengan *hotspot* alat bernama “wisuda” dengan *password* “12345678”.



Gambar 4. 6 ssid dan password

- d. Ketik alamat IP yang tertera di layar OLED pada *smartphone/laptop*.



Gambar 4. 7 Akses web menggunakan alamat IP

- e. Letakkan jari pada probe alat.



Gambar 4. 8 Peletakkan jari pada probe alat

- f. Tunggu hingga hasil pengukuran terbaca.
g. Hasil pembacaan akan tampil pada *OLED display* alat dan *web server* pada *smartphone/laptop*.



Gambar 4. 9 Hasil pembacaan alat

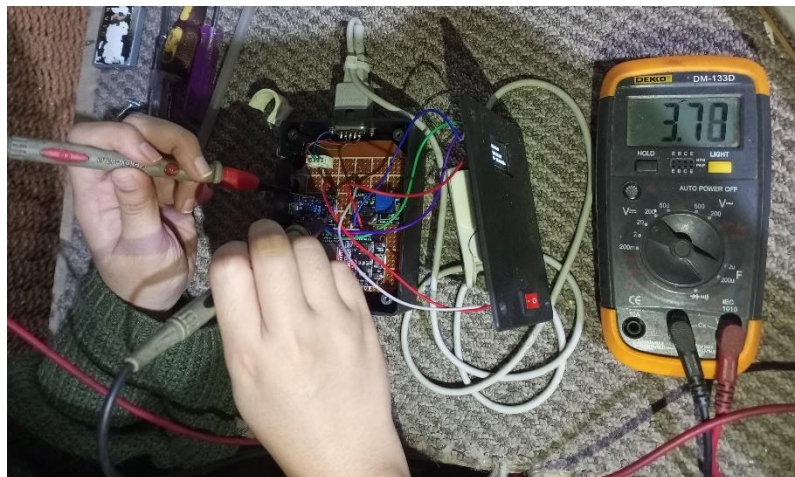
B. Pengujian Alat

1. Hasil Pengujian Perangkat Keras

Pengujian perangkat keras dilakukan untuk mengetahui kinerja rangkaian pada alat. Pengujian dilakukan pada rangkaian dengan mengukur tegangan input dan tegangan output. Berikut adalah tahap – tahap pengujian yang dilakukan :

a. Pengujian Tegangan Baterai

Untuk jenis catu daya yang digunakan adalah baterai Lithium polimer dengan tegangan 4,7V. Pengujian dilakukan untuk mengukur tegangan output dari baterai. Proses pengujian rangkaian yang dilakukan ditunjukkan oleh Gambar 4.10.



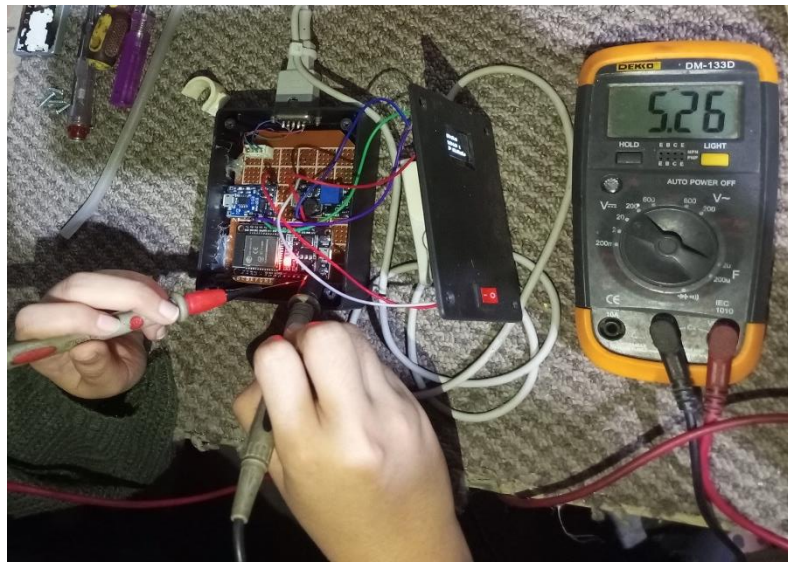
Gambar 4. 10 Pengujian tegangan baterai

Adapun mekanisme pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Menghidupkan multimeter digital.
- 2) Mengarahkan selektor multimeter digital ke skala VDC.
- 3) Menghubungkan probe merah multimeter ke output tegangan (+) baterai.
- 4) Menghubungkan probe hitam multimeter ke output tegangan (-) baterai.
- 5) Mengamati nilai tegangan yang muncul pada layar multimeter digital.

b. Pengujian Tegangan Board ESP32

Board ESP32 menerima tegangan dari baterai pada pin Vin. Sebelum menerima tegangan dari baterai tegangan dinaikkan terlebih dahulu menggunakan modul step up sehingga tegangan dapat mencapai 5V sesuai yang dibutuhkan board ESP32 untuk dapat bekerja. Proses pengujian tegangan output pada board ESP32 ditunjukkan pada Gambar 4.11.



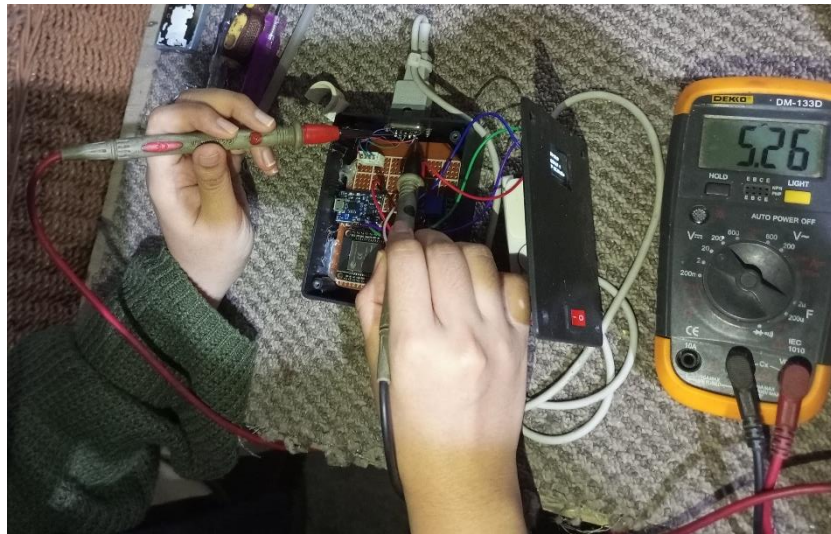
Gambar 4. 11 Pengujian tegangan ESP32

Adapun mekanisme pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Menghidupkan multimeter digital.
- 2) Mengarahkan selektor multimeter digital ke skala VDC.
- 3) Menghubungkan probe merah multimeter ke output tegangan (+) board ESP32.
- 4) Menghubungkan probe hitam multimeter ke output tegangan (-) board ESP32.
- 5) Mengamati nilai tegangan yang muncul pada layar multimeter digital.

c. Pengujian Tegangan Sensor MAX30100

Sensor MAX30100 bekerja dengan tegangan 5V dari pin VCC board ESP32 yang telah dinaikkan tegangannya oleh modul step up. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan output pada sensor MAX30100. Proses pengujian tegangan output pada sensor MAX30100 ditunjukkan pada Gambar 4.12.



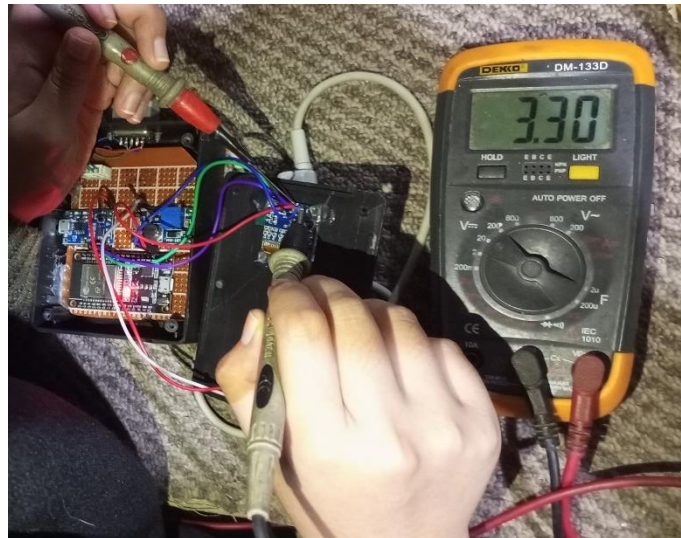
Gambar 4. 12 Pengujian tegangan sensor MAX30100

Adapun mekanisme pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Menghidupkan multimeter digital.
- 2) Mengarahkan selektor multimeter digital ke skala VDC.
- 3) Menghubungkan probe merah multimeter ke output tegangan (+) sensor MAX30100.
- 4) Menghubungkan probe hitam multimeter ke output tegangan (-) sensor MAX30100.
- 5) Mengamati nilai tegangan yang muncul pada layar multimeter digital.

d. Pengujian Tegangan OLED display

OLED display bekerja pada tegangan 3.3V dari pin VCC board ESP32. Pengujian dilakukan dengan mengukur tegangan output pada OLED display. Proses pengujian tegangan output pada OLED display ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Pengujian tegangan OLED display

Adapun mekanisme pengujian dilakukan dengan menggunakan multimeter digital dengan tahapan sebagai berikut :

- 1) Menghidupkan multimeter digital.
- 2) Mengarahkan selektor multimeter digital ke skala VDC.
- 3) Menghubungkan probe merah multimeter ke output tegangan (+) OLED display.
- 4) Menghubungkan probe hitam multimeter ke output tegangan (-) OLED display.
- 5) Mengamati nilai tegangan yang muncul pada layar multimeter digital.

2. Hasil Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian perangkat lunak dilakukan untuk menguji kinerja rangkaian bila dijalankan dengan program. Pengujian dilakukan pada rangkaian *board* ESP32, sensor MAX30100 dan OLED *display*. Proses pengujian program dibagi dalam beberapa tahap pengujian di antaranya sebagai berikut :

a. Pengujian board ESP32

```
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  void loop() {
    Serial.println("Send all LEDs a 255 and wait 2 seconds.");
    delay(2000);
    Serial.println("Starting color fade loop.");
    delay(100);
```

Hasil dari pengujian coding ini adalah LED pada board ESP32 menyala setelah 2 detik dinyalakan dan meredup setelah 1 detik.

b. Pengujian sensor MAX30100

```
#include <Wire.h>
#include "MAX30100.h"

MAX30100 sensor;
void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.print("Initializing MAX30100..");
  if (!sensor.begin()) {
    Serial.print("FAILED: ");
    uint8_t partId = sensor.getPartId();
    if (partId == 0xff) {
      Serial.println("I2C error");
    } else {
      Serial.print("wrong part ID 0x");
      Serial.print(partId, HEX);
      Serial.print(" (expected: 0x");
      Serial.println(EXPECTED_PART_ID, HEX);
    }
  }
  // Stop here
```

```

    for(;;);
  } else {
    Serial.println("Success");
  }
  Serial.print("Enabling HR/SPO2 mode..");
  sensor.setMode(MAX30100_MODE_SPO2_HR);
  Serial.println("done.");

  Serial.print("Configuring LEDs biases to 50mA..");
  sensor.setLedsCurrent(MAX30100_LED_CURR_50MA,
    MAX30100_LED_CURR_50MA);
  Serial.println("done.");

  delay(1000);

  Serial.print("Lowering the current to 7.6mA..");
  sensor.setLedsCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA,
    MAX30100_LED_CURR_7_6MA);
  Serial.println("done.");
  delay(1000);

  Serial.print("Shutting down..");
  sensor.shutdown();
  Serial.println("done.");
  delay(1000);

  Serial.print("Resuming normal operation..");
  sensor.resume();
  delay(500);
  Serial.println("done.");

  uint32_t tsTempSampStart = millis();
  Serial.print("Sampling die temperature..");
  sensor.startTemperatureSampling();
  while(!sensor.isTemperatureReady()) {
    if (millis() - tsTempSampStart > 1000) {
      Serial.println("ERROR: timeout");
      // Stop here
      for(;;);
    }
  }
  float temperature = sensor.retrieveTemperature();
  Serial.print("done, temp=");
  Serial.print(temperature);
  Serial.println("C");

```

```

    if (temperature < 5) {
        Serial.println("WARNING: Temperature probe reported
an odd value");
    } else {
        Serial.println("All test pass.");
    }
    Serial.println();
    Serial.println("Press any key to go into sampling loop
mode");
    while (!Serial.available());
    sensor.resetFifo();
}
void loop()
{
    uint16_t ir, red;

    sensor.update();

    while (sensor.getRawValues(&ir, &red)) {
        Serial.print("IR=");
        Serial.print(ir);
        Serial.print(" RED=");
        Serial.println(red);
    }
}

```

Hasil dari coding pemrograman di atas adalah LED dari sensor MAX30100 dapat menyala sehingga dapat digunakan sebagai pengukur saturasi oksigen di dalam darah.

c. Pengujian Program OLED display

```

#include "Wire.h"
#include "Adafruit_GFX.h"
#include "OakOLED.h"

OakOLED oled;

void setup() {
    Serial.begin(115200);
    oled.begin();

    oled.setTextSize(1);
    oled.setTextColor(1);
    oled.setCursor(0, 0);

```

```

oled.println("hello, world!");
oled.display();
}
void loop() {
}

```

Hasil dari coding pemrograman di atas adalah OLED display dapat menampilkan kalimat “hello, world!” sesuai dengan perintah.

3. Hasil Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan pengujian yang dilakukan setelah melakukan pengujian perangkat keras dan perangkat lunak pada rangkaian. Pengujian dilakukan dengan *Pulse Oximetry* sebagai pembanding. Untuk menguji hasil pembacaan dari prototype yang telah dibuat mengambil sebanyak 30 orang menggunakan *pulse oximetry* yang telah terkalibrasi dan hasil pembacaan dibandingkan dengan hasil pembacaan prototype tugas akhir. Berikut spesifikasi alat pembanding yang digunakan :



Gambar 4. 14 Pulse oximetry fingertip

Merek : Pulse Oximeter Fingertip
SpO2 : 75-100%
BPM : 25-250 BPM
Baterai : 3 Volt DC (2*AAA)

C. Pembahasan

1. Pembahasan Pengujian Rangkaian

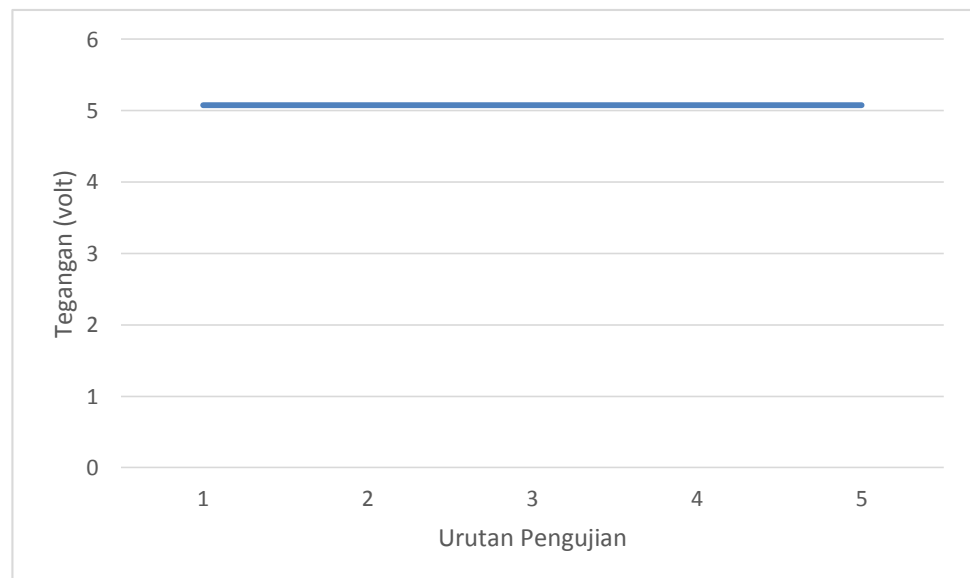
a. Pembahasan Uji Rangkaian Baterai sebagai Catu Daya

Setelah dilakukan proses pengujian rangkaian baterai maka diperoleh hasil pengukuran pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Uji Rangkaian Baterai

No	Subjek Pengujian	Indikator Pencapaian	Hasil Ukur	Keterangan
1	Uji Tegangan Baterai sebagai Catu Daya	Rentang Tegangan 0.0 – 6.00 volt	5.08	sesuai
2			5.08	sesuai
3			5.08	sesuai
4			5.08	sesuai
5			5.08	sesuai

Tabel 4.1 merupakan data hasil pengujian pengukuran tegangan keluaran baterai. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata tegangan yang stabil. Dari hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.1 maka diperoleh hasil tegangan dengan rentang tegangan 0.0 – 6.00 volt adalah 5.08 volt sesuai dengan yang dibutuhkan *board* ESP32 untuk beroperasi. Hasil pengukuran tegangan baterai apabila disajikan dalam bentuk grafik maka diperoleh grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Grafik hasil pengujian tegangan baterai

Untuk menghitung nilai rata – rata tegangan keluaran baterai, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata}(\bar{X}) &= \frac{\sum X_i}{n} \\ \text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) &= \frac{(5,08 + 5,08 + 5,08 + 5,08 + 5,08)}{5} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) &= \frac{(25,4)}{5} \\ \text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) &= 5,08 \text{ volt} \end{aligned}$$

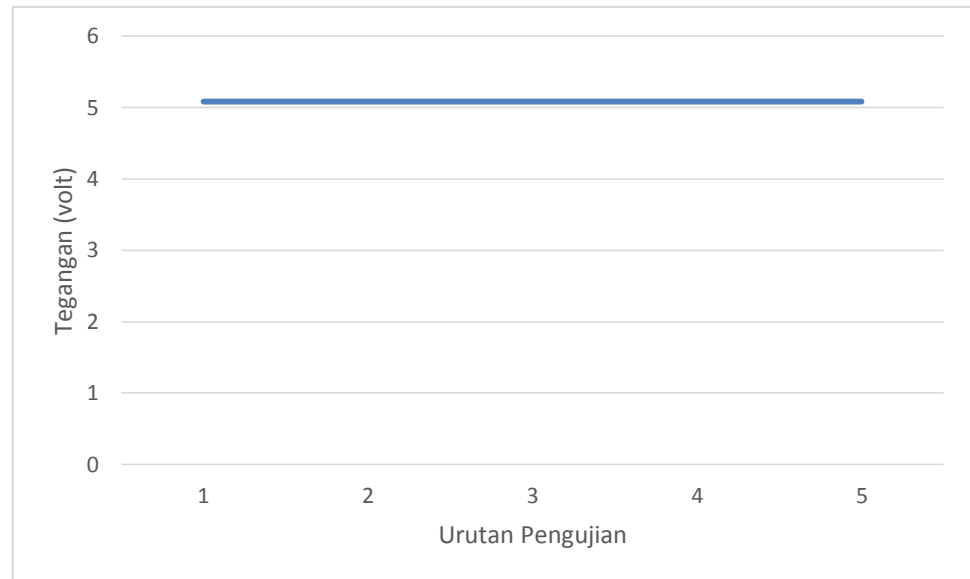
b. Pembahasan Uji Rangkaian Sensor MAX30100

Setelah dilakukan proses pengujian rangkaian sensor MAX30100 maka diperoleh hasil pengukuran pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Uji Rangkaian Sensor MAX30100

No	Subjek Pengujian	Indikator Pencapaian	Hasil Ukur	Keterangan
1	Uji Tegangan Sensor MAX30100	Rentang Tegangan 0.0 – 6.00 volt	5.08	sesuai
2			5.08	sesuai
3			5.08	sesuai
4			5.08	sesuai
5			5.08	sesuai

Tabel 4.2 merupakan data hasil pengujian pengukuran tegangan keluaran sensor MAX30100. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata tegangan yang stabil. Dari hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.2 maka diperoleh hasil tegangan dengan rentang tegangan 0.0 – 6.00 volt adalah 5,08 volt sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan sensor MAX30100 untuk beroperasi membaca saturasi oksigen. Hasil pengukuran tegangan sensor MAX30100 apabila disajikan dalam bentuk grafik maka diperoleh grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Grafik pengukuran tegangan sensor MAX30100

Untuk menghitung nilai rata – rata tegangan keluaran baterai, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Rata – rata}(\bar{X}) &= \frac{\sum X_i}{n} \\
 \text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) & \\
 &= \frac{(5,08 + 5,08 + 5,08 + 5,08 + 5,08)}{5}
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) = \frac{(25,4)}{5}$$

$$\text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) = 5,08 \text{ volt}$$

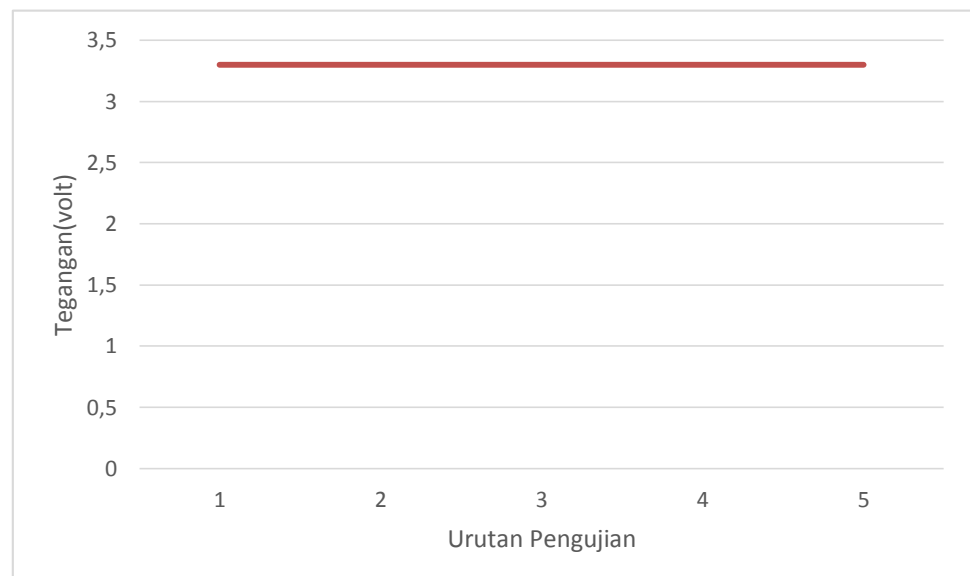
c. Pembahasan Uji Rangkaian OLED display

Setelah dilakukan proses pengujian rangkaian OLED display maka diperoleh hasil pengukuran pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Uji Rangkaian OLED

No	Subjek Pengujian	Indikator Pencapaian	Hasil Ukur	Keterangan
1	Uji Tegangan OLED display	Rentang Tegangan 0.0 – 3.50 volt	3.30	sesuai
2			3.30	sesuai
3			3.30	sesuai
4			3.30	sesuai
5			3.30	sesuai

Tabel 4.3 merupakan data hasil pengujian pengukuran tegangan keluaran OLED display. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan untuk mendapatkan nilai rata – rata tegangan yang stabil. Dari hasil pengujian yang disajikan pada Tabel 4.2 maka diperoleh hasil tegangan dengan rentang tegangan 0.0 – 3.50 volt adalah 3.30 volt sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan OLED display untuk menampilkan hasil pembacaan sensor MAX30100. Hasil pengukuran tegangan OLED display apabila disajikan dalam bentuk grafik maka diperoleh grafik seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Grafik pengujian tegangan OLED display

Untuk menghitung nilai rata – rata tegangan keluaran baterai, digunakan persamaan 3.1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Rata – rata}(\bar{X}) &= \frac{\sum X_i}{n} \\ \text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) &= \frac{(3,30 + 3,30 + 3,30 + 3,30 + 3,30)}{5} \end{aligned}$$

$$\text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) = \frac{(16,5)}{5}$$

$$\text{Rata – rata output baterai}(\bar{X}) = 3,30 \text{ volt}$$

2. Pembahasan Pengujian Prototype

a. Hasil Pengukuran Alat

Pengukuran alat dilakukan pada responden berjumlah 30 orang. Berikut tabel perbandingan pengukuran BPM alat pasaran dan prototipe :

Tabel 4. 4 Hasil Pengukuran BPM

No.	Nama	Prototype	Pulse Oximeter Fingertip	Selisih Pengukuran	Factor Error (%)
		BPM	BPM		
1.	Yusuf Abdullah	94,10	92	2,10	0,23
		94,32	94	0,32	
		95,06	96	1,06	
		96,24	97	0,76	
		96,18	98	1,82	
2.	Nyimas Riza	93,54	94	0,56	0,63
		94,84	93	1,84	
		95,16	94	1,16	
		97,01	99	1,99	
		93,44	91	2,44	
3.	Farda Masyta	96,89	95	1,89	0,86
		90,97	90	0,97	
		96,73	96	0,73	
		92,48	92	0,48	
		99,03	99	0,03	
4.	Putri Meilani	81,67	82	0,33	0,67
		88,12	89	0,88	
		88,12	89	0,88	
		88,10	89	0,90	
		84,05	84	0,05	
5.	Eka Nurul	95,31	94	1,31	1,72
		95,29	94	1,29	
		95,29	94	1,29	
		90,94	89	1,94	
		93,14	91	2,14	
6.	Feby Wulandari	106,10	105	1,10	1,38
		105,70	104	1,70	
		105,76	104	1,76	
		104,49	103	1,49	
		104,13	103	1,13	
7.	Indah Febriyanti	99,15	98	1,15	1,50
		99,77	98	1,77	
		99,78	99	0,78	
		98,64	97	1,64	
		94,98	93	1,98	

8.	Fitria Ayu	81,14 81,20 82,89 83,71 84,60	82 82 83 83 84	0,86 0,80 0,11 0,71 0,60	0,1
9.	Nur Amalina	117,11 116,43 117,13 116,90 116,67	116 115 116 115 116	1,11 1,43 1,13 1,90 0,67	1,07
10.	Alifia Nur	89,78 89,56 90,77 92,23 90,18	89 88 89 91 90	0,78 1,56 1,77 1,23 0,18	1,23
11.	Fitri Anggraini	82,87 82,35 83,46 84,35 84,35	82 83 83 84 85	0,87 1,35 0,46 0,35 0,65	0,09
12.	Niar	82,89 84,30 84,00 85,31 85,54	82 83 83 85 85	0,89 1,30 1,00 0,31 0,54	0,96
13.	Asa Sekar	101,07 101,07 101,43 100,98 100,90	102 102 102 101 101	0,93 0,93 0,57 0,02 0,10	0,50
14.	Handika Putri	92,77 90,56 93,85 94,85 93,89	91 89 92 93 93	1,77 1,56 1,85 1,85 0,89	1,72
15.	Descy Rifki	79,64 78,85 78,85 77,63 77,64	78 77 77 77 76	1,64 1,85 1,85 0,63 1,64	1,97
16.	Muhammad Fikri	95,90 95,89 99,11 100,02 97,00	96 96 99 98 96	1,90 1,89 0,11 2,02 1,00	0,60
17.	Muhammad Subkhan	89,92 92,36 92,42 96,42 91,09	91 91 92 97 90	1,08 1,36 0,42 0,58 1,09	0,26
18.	Rizki Bagus	97,00 98,87 98,67 98,67 98,50	99 97 96 96 97	2,00 1,87 2,67 2,67 1,50	1,38

19.	Deni Setya	99,00 100,01 95,87 94,98 93,75	98 99 94 93 92	1,00 1,01 1,87 1,98 1,75	1,59
20.	Muhammad Lutfi	98,00 92,00 92,09 94,40 90,80	98 90 91 93 89	0 2,00 1,09 1,40 1,80	1,36
21.	Andrarista	75,21 80,00 80,01 86,98 84,64	74 78 82 85 84	1,21 2,00 2,00 1,98 0,64	0,95
22.	Faiza Naresti	78,55 73,05 73,05 71,45 71,85	79 71 71 69 69	0,45 2,05 2,05 2,55 2,15	2,49
23.	Wulandari	84,00 82,13 90,87 93,45 93,34	87 85 88 95 94	3,00 3,87 2,87 1,55 1,66	1,16
24.	Nunik Rahayu	69,33 70,15 71,65 72,60 72,60	71 71 71 72 72	1,67 0,85 0,65 0,60 0,60	0,18
25.	Izzatun Nafsi	81,08 82,32 83,39 79,67 83,72	81 83 83 79 83	0,08 0,68 0,39 0,67 0,72	0,28
26.	Syafira Aqila	75,00 79,54 79,95 71,48 72,12	76 79 79 68 71	1,00 0,54 0,95 3,48 1,12	1,34
27.	Sesilia Novianti	96,68 94,54 92,84 91,95 98,00	95 93 91 91 100	1,68 1,54 1,84 0,95 2,00	0,85
28.	Cahaya Sinta	69,20 65,40 65,40 65,76 65,89	68 64 63 63 64	1,20 1,40 2,40 2,76 1,89	2,99
29.	Dedi Wahyudi	92,00 93,02 96,67 91,18 98,80	91 91 94 88 97	1,00 2,02 2,67 3,18 1,80	2,31

30.	Wahyu Pria	81,00	79	2,00	1,40
		79,80	77	1,80	
		76,44	77	0,56	
		76,44	77	0,56	
		79,76	78	1,76	
Rata-rata faktor error					1,12

Nilai normal detak jantung adalah 60 – 100 kali per menit (Engineering et al., 2023). Hasil pembacaan prototipe pada parameter menunjukkan 30 responden memiliki detak jantung normal. Untuk faktor error alat dapat diketahui dari rumus berikut :

$$\text{Tingkat error} = \frac{\text{Nilai Uji Alat} - \text{Nilai Standard}}{\text{Nilai Uji Alat}} \times 100\%$$

Dari data hasil pengukuran BPM yang telah didapat setelah dirata – rata menggunakan rumus nilai faktor error sebesar 1,12%.

Berikut tabel perbandingan pengukuran Saturasi Oksigen alat pasaran dan prototipe :

Tabel 4. 5 Hasil Pengukuran SpO2

No.	Nama	Pulse Oximeter Fingertip	Prototype	Selisih Pengukuran	Factor Error (%)
		SpO2	SpO2		
1.	Yusuf Abdullah	98	98	0	0,20
		97	98	1	
		98	98	0	
		98	98	0	
		98	98	0	
2.	Nyimas Riza	98	98	0	0,00
		98	98	0	
		98	98	0	
		98	98	0	
		98	98	0	
3.	Farda Masyta	98	98	0	0,00
		98	98	0	
		98	98	0	
		97	97	0	
		98	98	0	

4.	Putri Meilani	98 98 98 98 97	98 98 98 98 97	0 0 0 0 0	0,00
5.	Eka Nurul	99 98 98 98 98	98 98 98 98 98	1 0 0 0 0	0,20
6.	Feby Wulandari	99 99 99 98 98	98 98 98 98 98	1 1 1 0 0	0,60
7.	Indah Febriyanti	97 97 98 98 97	97 97 98 97 96	0 0 0 1 1	0,41
8.	Fitria Ayu	99 99 99 98 98	98 98 98 98 98	1 1 1 0 0	0,60
9.	Nur Amalina	99 99 98 98 98	98 98 98 98 98	1 1 0 0 0	0,40
10.	Alifia Nur	99 99 98 98 99	98 98 98 98 98	0 1 1 1 0	0,60
11.	Fitri Anggraini	98 98 98 98 98	98 98 98 98 98	0 0 0 0 0	0,00
12.	Niar	98 98 98 98 98	98 98 98 98 98	0 0 0 0 0	0,00
13.	Asa Sekar	98 98 98 98 98	97 97 97 98 98	1 1 1 0 0	0,61
14.	Handika Putri	98 98 98 98 99	98 98 98 98 98	1 1 1 1 0	0,20

15.	Descy Rifki	98 98 98 98 98	97 97 97 97 97	1 1 1 1 1	1,02
16.	Muhammad Fikri	98 97 98 98 98	97 97 98 98 98	1 1 0 0 0	0,20
17.	Muhammad Subkhan	98 98 98 99 98	97 98 98 98 98	1 0 0 1 0	0,40
18.	Rizki Bagus	97 98 98 98 98	98 98 98 98 98	1 0 0 0 0	0,20
19.	Deni Setya	98 98 98 98 98	98 98 98 98 98	0 0 0 0 0	0,00
20.	Muhammad Lutfi	98 99 99 97 98	98 98 98 97 97	0 1 1 0 1	0,61
21.	Andrarista	98 98 98 99 98	97 97 97 98 98	1 1 1 1 0	0,81
22.	Faiza Naresti	96 97 95 95 95	97 96 96 96 96	1 1 1 1 1	0,62
23.	Wulandari	97 98 98 98 98	99 98 97 98 98	2 0 1 0 0	0,20
24.	Nunik Rahayu	98 98 98 98 98	97 97 98 97 97	1 1 0 1 1	0,81
25.	Izzatun Nafsi	97 97 98 98 98	97 97 98 98 98	0 0 0 0 0	0,00

26.	Syafira Aqila	98 98 98 99 99	97 97 96 97 98	1 1 2 2 1	1,42
27.	Sesilia Novianti	97 98 98 98 97	97 97 97 97 96	0 1 1 1 1	0,81
28.	Cahya Sinta	94 93 94 94 94	94 93 94 94 94	0 0 0 0 0	0,00
29.	Dedi Wahyudi	97 96 96 97 96	98 96 96 96 96	1 0 0 1 0	0,00
30.	Wahyu Pria	97 97 98 98 98	96 97 97 98 97	1 0 1 0 1	0,61
Rata-rata faktor error					0,36

Tingkat saturasi oksigen normal pada tubuh adalah 95 – 100%(Agreta et al., 2023). Tabel hasil pembacaan kadar SpO2 menunjukkan seluruh responden memiliki tingkat saturasi oksigen yang normal. Untuk nilai faktor error alat dapat diketahui dengan rumus berikut :

$$\text{Tingkat error} = \frac{\text{Nilai Uji Alat} - \text{Nilai Standard}}{\text{Nilai Uji Alat}} \times 100\%$$

Data hasil penelitian pembacaan SpO2 pada prototipe menunjukkan rata – rata faktor error sebesar 0,36%. Batas toleransi untuk pengukuran saturasi oksigen dikatakan akurat adalah sebesar $\pm 2\%$ (Higgins, 2005). Jika pembacaan faktor error lebih dari 2% maka alat dapat dikatakan tidak akurat.

D. Keterbatasan

Dari penelitian rancang bangun alat ini telah diuji bahwa keterbatasan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Jarak akses hasil pembacaan pada *gadget* di *web* maksimal 40 – 50 meter, tergantung komposisi bangunan dikarenakan menggunakan sistem *access point*.
2. Tidak adanya fitur penyimpanan data hasil pembacaan pada *web server*.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan perancangan alat pulse oximetry dengan menggunakan sensor MAX30100 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan alat *pulse oximetry* menggunakan sensor MAX30100 dapat membaca saturasi oksigen dan detak jantung. Hasil pembacaan ditransmisikan ke *board* ESP32 agar dapat diakses pada *web*.
2. Monitoring alat dapat dilakukan dengan melihat hasil pembacaan sensor MAX30100 pada OLED *display* dan *web* alamat IP yang telah diakses.
3. Alat *pulse oximetry* telah tervalidasi dengan membandingkan hasil pembacaan saturasi oksigen pada alat *pulse oximetry* yang ada di pasaran dengan tingkat error pembacaan parameter BPM sebesar 1,12% dan parameter SpO2 sebesar 0,36%.

B. Saran

Hasil dari pembacaan detak jantung (BPM) dan saturasi oksigen (SpO2) hanya dapat diakses pada *web* tanpa adanya fitur penyimpanan data. Penambahan fitur penyimpanan data agar menjadi pengembangan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohman, R. M., Barriyah, K., & Nursuciliyat, K. (n.d.). *Prototipe Monitoring Suhu Dan Kelembapan Secara Realtime*. 4(2), 29–36.
- Agreta, S. M. N., Purwati, N. H., Rayasari, F., & Azzam, R. (2023). Penerapan pronasi dan semi fowler terhadap peningkatan saturasi oksigen pada pasien covid-19. *Jurnal Keperawatan Silampiri*, 6(2), 1000–1015.
- Engineering, I., Program, S., Semarang, P. N., Engineering, C., Study, T., Semarang, P. N., & Teknikal, U. (2023). *Heart Rate and Body Temperature Tracking Application Based on Fuzzy Logic*. 6(1), 24–35.
- Harianto, B., Hidayat, A., & Hulu, F. N. (2021). ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR MAX30100 PADA SISTEM PENDETEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS IoT BLYNK. *Seminar Nasional Teknologi, 2021(SemanTECH)*, 238–245.
- Hasibuan, M., & Elhanafi, A. M. (2022). Penetration Testing Sistem Jaringan Komputer Menggunakan Kali Linux untuk Mengetahui Kerentanan Keamanan Server dengan Metode Black Box. *Sudo Jurnal Teknik Informatika*, 1(4), 171–177. <https://doi.org/10.56211/sudo.v1i4.160>
- Higgins, D. (2005). Pulse oximetry. *Nursing Times*, 101(6), 34–35. <https://doi.org/10.1093/med/9780190659110.003.0015>
- Jarot Dian, Fujiama Diapoldo Silalahi, N. D. S. (2021). Sistem Monitoring Detak Jantung Untuk Mendeteksi Tingkat Kesehatan Jantung Berbasis Internet Of Things Menggunakan Android. *JUPITER (Jurnal Penelitian Ilmu Dan Teknologi Komputer)*, 13(2), 69–75. <https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/jupiter/article/view/3669>
- Kemalasari, & Rochmad, M. (2022). DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100. *Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT)*, 4(1), 35–50. <https://doi.org/10.22146/jntt.v4i1.4804>
- Maharani, S. H., & Kholis, N. (2020). Studi Literatur: Pengaruh Penggunaan Sensor Gas Terhadap Presentase Nilai Error Karbonmonoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) Pada Prototipe Vehicle Gas Detector (VGD). *Jurnal Teknik Elektro*, 09(x), 569–578.
- Maxim Integrated. (2014). Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health. *Lecture Notes in Energy*, 38, 1–29. www.maximintegrated.com
- Saraswati, P. M. I. (2021). Hubungan Kadar Hemoglobin (HB) Dengan Prestasi Pada Siswa Menengah Atas (SMA) Atau Sederajat. *Jurnal Medika Utama*, 02(04), 1187–1191.
- Suhendar, A., & Sahrudi, S. (2022). Efektivitas Pemberian Oksigen Posisi Semi Fowler dan Fowler Terhadap Perubahan Saturasi pada Pasien Tuberculosis di

- IGD RSUD Cileungsi. *Malahayati Nursing Journal*, 4(3), 576–590.
<https://doi.org/10.33024/mnj.v4i3.6043>
- Weber, R. H., & Weber, R. (2016). Internet of Things Archives | Internet of Things. *Cisco*, 2019(July 2016), 1–45.
<https://www.gsma.com/iot/search/internet-of-things/>
- Yudha, S. S. E. P., Kasrani, M. W., & Rahman, A. F. S. (2022). Pembuatan Prototipe Sistem Pemantauan Gejala Aritmia dan Hipoksemia Berbasis IoT. *Jurnal Teknik Elektro Uniba (JTE UNIBA)*, 7(1), 284–289.
<https://doi.org/10.36277/jteuniba.v7i1.147>
- Berlianti, R., & Fibriyanti, F. (2020). Perancangan Alat Pengontrolan Beban Listrik Satu Fasa Jarak Jauh Menggunakan Aplikasi Blynk Berbasis Arduino Mega. *SainETIn*, 5(1), 17–26.
<http://journal.unilak.ac.id/index.php/SainETIn/article/view/6398>
- Harianto, B., Hidayat, A., & Hulu, F. N. (2021). ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR MAX30100 PADA SISTEM PENDETEKSI DETAK JANTUNG BERBASIS IoT BLYNK. Seminar Nasional Teknologi, 2021(SemanTECH), 238–245.
- Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100.
<https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- Ismail Setiawan. (2022). Komparasi Kinerja Integrated Development Environment (IDE) Dalam Mengeksekusi Perintah Python. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi Dan Sistem Informasi*, 2(1), 52–59.
<https://doi.org/10.54259/satesi.v2i1.784>
- Khairunnisa, S., Gede, I. D., Wisana, H., Priyambada, I., Nugraha, C., & Elektromedik, J. T. (2018). Rancang Bangun Pulse Oximeter Berbasis Iot (Internet of Things). *E-Journal Poltekes Kemenkes Surabaya*, 1–9.
- Laili, B. N., Destyningtias, B., Eng, M., & Heranurweni, S. (2019). Rancang Bangun Pulse Oximetry Dengan Sistem Monitoring Internet of Thing (Iot). *Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, 1–9.
- MIRON-ALEXE, V. (2020). IoT PULSE OXIMETRY STATUS MONITORING FOR HOME QUARANTINED COVID-19 PATIENTS. *Journal of Science and Arts*, 20(4), 1029–1036. <https://doi.org/10.46939/j.sci.arts-20.4-c04>
- 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), 163–176. <https://doi.org/10.14421/jiska.2022.7.3.163-176>
- Polii, T. R., Rumampuk, J., & Lintong, F. (2017). Perbandingan Saturasi Oksigen pada Perokok dan Bukan Perokok di Dataran Tinggi Tomohon dan Dataran Rendah Manado. *Jurnal E-Biomedik*, 5(2).
<https://doi.org/10.35790/ebm.5.2.2017.18311>
- Rahmawarni, D. (2021). Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi

dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Via Telegram Berbasis IoT. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 10(3), 377–383.

Saraswati, P. M. I. (2021). Hubungan Kadar Hemoglobin (HB) Dengan Prestasi Pada Siswa Menengah Atas (SMA) Atau Sederajat. *Jurnal Medika Utama*, 02(04), 1187–1191.

Setyawan, L. B. (2017). Prinsip Kerja dan Teknologi OLED. *Techné : Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 16(02), 121–132.
<https://doi.org/10.31358/techne.v16i02.165>

LAMPIRAN

Lampiran 1 coding

```
#include <WiFi.h>
#include <WebServer.h>
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

const int lebar=128;
const int tinggi=64;
const int reset=4;

Adafruit_SSD1306
oled(lebar,tinggi,&Wire,reset);

#define REPORTING_PERIOD_MS 1500
float BPM, SpO2;

/*Put your SSID & Password*/
const char* ssid = "wisuda"; // SSID yang
dipancarkan
const char* password = "12345678"; //password
minimal 8 karakter

PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 300;
IPAddress local_ip(192, 168, 123, 4); //ip address
untuk akses ESP32
IPAddress gateway(192, 168, 123, 1); //gateway
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0); //subnet
WebServer server(80); // port untuk akses HTTP
```

```

void onBeatDetected()
{
  Serial.println("Beat Detected!");
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  pinMode(19, OUTPUT);
  delay(100);
  WiFi.softAP(ssid, password);
  WiFi.softAPConfig(local_ip, gateway, subnet);
  Serial.println("Terhubung ke Akses point");
  Serial.println(ssid);
  server.on("/", handle_OnConnect);
  server.onNotFound(handle_NotFound);
  server.begin();
  Serial.println("Memulai protocol HTTP");
  delay(100);

  if (!pox.begin()) {
    Serial.println("FAILED");
    for (;;)
  } else {
    Serial.println("SUCCESS");
  }

  pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA);

  pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
  // Register a callback for the beat detection

```

```

oled.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC,0x3C);
  oled.clearDisplay();
}
void loop() {
  server.handleClient();
  pox.update();
  BPM = pox.getHeartRate();
  SpO2 = pox.getSpO2();
  if (millis() - tsLastReport >
REPORTING_PERIOD_MS)
  {
    oled.clearDisplay();
    oled.setTextSize(1.5);
    oled.setTextColor(WHITE);

    Serial.print("BPM: ");
    Serial.println(BPM);
    oled.setCursor(12,15);
    oled.print("BPM:");
    oled.println(BPM);

    Serial.print("SpO2: ");
    Serial.print(SpO2);
    oled.setCursor(12,33);
    oled.print("SpO2:");
    oled.println(SpO2);
    oled.setCursor(80,33);
    oled.print("%");
    oled.setCursor(12,48);
    oled.print("IP:");
    Serial.println("%");
    oled.display();
  }
}

```

```

Serial.println("*****");
    Serial.println();
    tsLastReport = millis();
}

}

void handle_OnConnect() {

    server.send(200, "text/html", SendHTML(BPM,
SpO2));
}

void handle_NotFound() {
    server.send(404, "text/plain", "Not found");
}

String SendHTML(float BPM, float SpO2) {
    String ptr = "<!DOCTYPE html>";
    ptr += "<html>";
    ptr += "<head>";
    ptr += "<title>Pulse Oximeter ESP32
WebServer</title>";
    ptr += "<meta name='viewport'
content='width=device-width, initial-scale=1.0'>";
    ptr += "<link rel='stylesheet'
href='https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-
awesome/5.7.2/css/all.min.css'>";
    ptr += "<link rel='stylesheet' type='text/css'
href='styles.css'>";
    ptr += "<style>";
    ptr += "body { background-color: #fff; font-
family: sans-serif; color: #333333; font: 14px
Helvetica, sans-serif box-sizing: border-box; }";
    ptr += "#page { margin: 20px; background-
color: #fff; }";
}

```

```

    ptr += ".container { height: inherit; padding-
bottom: 20px;}";

    ptr += ".header { padding: 20px;}";

    ptr += ".header h1 { padding-bottom: 0.3em;
color: #008080; font-size: 45px; font-weight: bold;
font-family: Garmond, 'sans-serif'; text-align:
center;}";

    ptr += "h2 { padding-bottom: 0.2em; border-
bottom: 1px solid #eee; margin: 2px; text-align:
left;}";

    ptr += ".header h3 { font-weight: bold; font-
family: Arial, 'sans-serif'; font-size: 17px; color:
#b6b6b6; text-align: center;}";

    ptr += ".box-full { padding: 20px; border 1px
solid #ddd; border-radius: 1em 1em 1em 1em; box-
shadow: 1px 7px 7px 1px rgba(0,0,0,0.4);
background: #fff; margin: 20px; width: 300px;}";

    ptr += "@media (max-width: 494px) { #page {
width: inherit; margin: 5px auto; } #content {
padding: 1px;} .box-full { margin: 8px 8px 12px
8px; padding: 10px; width: inherit;; float: none; } }";

    ptr += "@media (min-width: 494px) and (max-
width: 980px) { #page { width: 465px; margin 0
auto; } .box-full { width: 380px; } }";

    ptr += "@media (min-width: 980px) { #page {
width: 930px; margin: auto; } }";

    ptr += ".sensor { margin: 12px 0px; font-size:
2.5rem;}";

    ptr += ".sensor-labels { font-size: 1rem; vertical-
align: middle; padding-bottom: 15px;}";

    ptr += ".units { font-size: 1.2rem;}";

    ptr += "hr { height: 1px; color: #eee;
background-color: #eee; border: none;}";

    ptr += "</style>";

//Ajax Code Start
ptr += "<script>\n";
ptr += "setInterval(loadDoc,1000);\n";
ptr += "function loadDoc() {\n";

```

```

ptr += "var xhttp = new XMLHttpRequest();\n";
ptr += "xhttp.onreadystatechange = function()
{\n";
ptr += "if (this.readyState == 4 && this.status
== 200) {\n";
ptr += "document.body.innerHTML
=this.responseText}\n";
ptr += "};\n";
ptr += "xhttp.open(\"GET\", \"/\", true);\n";
ptr += "xhttp.send();\n";
ptr += "}\n";
ptr += "</script>\n";
//Ajax Code END

ptr += "</head>";
ptr += "<body>";
ptr += "<div id='page'>";
ptr += "<div class='header'>";
ptr += "    <h1>MAX30100    ESP32
WebServer</h1>";
ptr += "    <h3><a
href='https://iotprojectsideas.com'>https://theiotproj
ects.com</a></h3>";
ptr += "</div>";
ptr += "<div id='content' align='center'>";
ptr += "<div class='box-full' align='left'>";
ptr += "<h2>Sensor Readings</h2>";
ptr += "<div class='sensors-container'>

//For Heart Rate
ptr += "<p class='sensor'>";
ptr += "    <i    class='fas    fa-heartbeat'
style='color:#cc3300'></i>";
ptr += "<span class='sensor-labels'> Heart Rate
</span>";

```

```

ptr += (int)BPM;
ptr += "<sup class='units'>BPM</sup>";
ptr += "</p>";
ptr += "<hr>";

//For SpO2
ptr += "<p class='sensor'>";
ptr += "<i class='fas fa-burn'";
ptr += "style='color:#f7347a'></i>";
ptr += "<span class='sensor-labels'> SpO2";
ptr += "</span>";
ptr += (int)SpO2;
ptr += "<sup class='units'>%</sup>";
ptr += "</p>";

ptr += "</div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</div>";
ptr += "</body>";
ptr += "</html>";
return ptr;
}

```

Lampiran 2 spesifikasi

a. ESP32

Spesifikasi dari ESP32 sebagai berikut:

- a. Single/Dual Core 32-bit LX6 Mikroprosesor.
- b. Dengan tegangan operasi 5 volt.
- c. Menggunakan 18 buah pin 12-bit ADC.
- d. Menggunakan 2 buah pin 8-bit DAC.
- e. Supports 802.11 b/g/n Wi-Fi connectivity dengan kecepatan >150 Mbps.
- f. Supports Classic Bluetooth v4.2 dan BLE specifications.
- g. Dengan 34 program GPIOs.
- h. Dengan *flash memory* 128 KB.
- i. Dengan SRAM 320 KB.
- j. Dengan ROM 448 KB.
- k. Menggunakan clock speed 240 MHz.
- l. Dengan ukuran PXL 58,6 X 29 mm.

b. OLED 0.96 INCH

Untuk spesifikasi OLED 0.96 INCH sebagai berikut:

- a. Tegangan input 5 VDC.
- b. Ukuran PCB 38 X 29 mm (1.5" x 1")
- c. Ukuran display OLED 25 X 14 mm.
- d. Menggunakan arus listrik 20 mA.
- e. Dilengkapi dengan komunikasi I2C 7-bit address (0X3C hingga 0X3D).

c. Sensor MAX30100

- a. Catu daya 1.8V – 3.3V.
- b. Tegangan input 20mA.
- c. Suhu maksimal operasi 85°C.
- d. Suhu minimal operasi -40°C.
- e. Menggunakan 14 pin.

Lampiran 3 dokumentasi





