



**MONITORING SUHU TUBUH MENGGUNAKAN SENSOR
MLX90614 UNTUK APLIKASI TELEMEDIS**

Proyek Akhir

Oleh:

Nadia Fazira Syafitrie (3232201016)

**Program Studi Teknik Instrumentasi
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2024**

Pernyataan Keaslian Proyek Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Proyek Akhir saya yang berjudul: "Monitoring Suhu Tubuh Sensor MLX90614 Untuk Aplikasi Telemedis" adalah **hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.** Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 30 Juli 2024



Nadia Fazira Syafitrie
NIM: 3232201016

Lembar Pengesahan

Proyek Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Ahli Madya Teknik (AMd.T.)
Di
Politeknik Negeri Batam

Disusun oleh:

Nadla Fazira Syafitrie (3232201016)

Tanggal Sidang : 16 Desember 2024

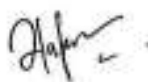
Disetujui oleh:

Nama Penguji 1



Aditya Gautama,
Darmoyono, S.T., M.T
NIK:117180

Nama Pembimbing 1



Dessy Oktani, S.T.,
M.T NIK:110075

Nama Pembimbing 2



Mu' thiana Gusnam,
S.Kom.,M.T NIK:123293

Nama Penguji 2



Muhammad Jaka
wimbang Wicaksono,
S.T.,M.T NIK:122272

Berbasis IoT]

Abstrak

pemantauan suhu tubuh dan saturasi oksigen sebagai parameter kesehatan yang krusial. Suhu tubuh yang normal berkisar antara $36,1^{\circ}\text{C}$ hingga $37,2^{\circ}\text{C}$, dan penyimpangan dari rentang ini dapat mengindikasikan masalah kesehatan serius. Saturasi oksigen (SpO_2) yang normal berkisar antara 95% hingga 100%, dan penurunan di bawah 90% dapat berbahaya. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan alat pemantau kesehatan berbasis IoT yang menggunakan sensor MLX90614 untuk suhu tubuh dan sensor MAX30102 untuk saturasi oksigen, memungkinkan pemantauan secara real-time. Dalam penelitian ini meliputi beberapa tahap penting dalam pengembangan alat pemantauan kesehatan. Pertama, dilakukan studi literatur untuk menyusun kerangka penelitian yang sistematis. Selanjutnya, tahap perancangan mencakup desain elektrik dan mekanikal, serta pengembangan program komunikasi untuk sensor yang digunakan. Setelah perancangan selesai, dilakukan pembuatan alat dengan menghubungkan sensor MLX90614 dan MAX30102 ke mikrokontroler ESP32. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian untuk memastikan keakuratan pengukuran suhu tubuh dan saturasi oksigen. Data yang diperoleh dari pengujian ini kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja alat. MAX30102 digunakan untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah (SpO_2), dilakukan pengambilan data saturasi oksigen sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini memiliki rata-rata persentase error sebesar 1,7%. Sensor MLX90614 adalah sensor suhu inframerah non-kontak yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh. dilakukan pengambilan data suhu tubuh sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini memiliki rata-rata persentase error sebesar 0,47%

Kata kunci: saturasi oksigen, suhu tubuh, *IoT*, telemedis kesehatan

[IOT-Based Early Health Telemedicine]

Abstract

Monitoring body temperature and oxygen saturation is crucial as key health parameters. Normal body temperature ranges between 36.1°C and 37.2°C, and deviations from this range can indicate serious health issues. Normal oxygen saturation (SpO₂) ranges between 95% and 100%, while levels below 90% can be dangerous. This study aims to develop an IoT-based health monitoring device using the MLX90614 sensor for body temperature and the MAX30102 sensor for oxygen saturation, enabling real-time monitoring.

The research involves several key stages in the development of the health monitoring device. First, a literature review was conducted to establish a systematic research framework. Next, the design phase included electrical and mechanical designs, as well as the development of communication programs for the sensors used. After completing the design, the device was built by connecting the MLX90614 and MAX30102 sensors to an ESP32 microcontroller. Once the device was constructed, testing was carried out to ensure the accuracy of the body temperature and oxygen saturation measurements. Data obtained from these tests were analyzed to evaluate the device's performance.

The MAX30102 sensor was used to measure blood oxygen saturation (SpO₂), with data collected through 10 trials. The test results showed that this sensor has an error percentage ranging from 0,63% - 3,28%. The MLX90614 sensor, a non-contact infrared temperature sensor, was used to measure body temperature. Data collection was performed over 10 trials, with results indicating an error percentage ranging from 0.00% to 0,82%

Keywords: oxygen saturation, body temperature, IoT, health telemedicine

Kata Pengantar

Dengan rasa syukur dan keikhlasan, kami ingin menyampaikan kata pengantar ini sebagai bagian dari Tugas Akhir kami. Proyek ini tidak akan terwujud tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi dan dorongan selama proses pengembangannya. Kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing dan dosen penguji atas bimbingan, arahan, dan dukungan yang luar biasa dalam merancang dan menyelesaikan tugas akhir ini. Saya juga ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak/Ibu dosen serta seluruh staf pengajar di prodi teknik instrumentasi atas ilmu dan pengetahuan yang telah dibagikan selama masa studi kami. Tak lupa, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada keluarga, teman-teman, dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral dan semangat dalam perjalanan ini. Semoga hasil dari tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta menjadi kontribusi positif bagi masyarakat. Terima kasih.

Batam, 30 Oktober 2024

Penulis

DAFTAR ISI

Pernyataan Keaslian Proyek Akhir	Error! Bookmark not defined.
Abstract	v
Kata Pengantar	vi
DAFTAR ISI	vii
BAB 1. PENDAHULUAN	9
1.1. Latar Belakang	11
1.2. Rumusan Masalah	12
1.3. Tujuan	12
1.4. Manfaat	12
1.5. Batasan	12
2.1 Landasan Teori	13
2.2 Teknologi Yang Digunakan	14
2.2.1 <i>Teknologi Hardware</i>	14
2.2.2 <i>Teknologi Software</i>	15
BAB 3. METODE PELAKSANAAN	18
3.1 Teknik dan Cara Pelaksanaan	18
3.1.1 <i>Perancangan</i>	18
3.1.2 <i>Cara Kerja Sistem</i>	21
3.1.3 <i>Blok Diagram Sistem</i>	21
3.1.4 <i>Perancangan Desain Elektrikal</i>	21
3.1.4 <i>Perancangan Desain Mekanikal</i>	23
3.1.5 <i>Pembuatan program</i>	23
3.1.6 <i>Pembuatan Aplikasi Android</i>	23
3.1.7 <i>Pembuatan Firebase</i>	23
3.2. Alat dan bahan	25
3.2.1 <i>Tahap Pengujian Produk</i>	18
3.2.2 <i>Pengujian Sensor MAX30102</i>	26

3.12.3 Pengujian Sensor MIX90614	26
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	29
4.1 Data Hasil Pengujian	29
4.1.1 Data Hasil Pengujian Sensor MAX30102	29
4.1.2 Data Hasil Pengujian Sensor MLX90514	29
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
Daftar Pustaka	34

Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Suhu normal dan abnormal	14
Gambar 2. 2 Oksigen normal dan abnormal.....	14
Gambar 2. 3 ESP32	14
Gambar 2. 4 MAX30100	15
Gambar 2. 5 MLX90614.....	15
Gambar 3. 1 Flowchart	19
Gambar 3. 2 Flowchart cara kerja sistem.....	20
Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem	21
Gambar 3. 4 Desain elektrikal.....	22
Gambar 3. 5 Desain Mekanikal	23
Gambar 3. 6 Tampilan Aplikasi	24
Gambar 3. 7 Firebase.....	25

DAFTAR TABEL

Table 1. 1 Work Breakdown Structure	12
Table 2. 1 Penelitian Terdahulu.....	16
Table 3. 1 Alat dan Bahan	25

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Suhu tubuh adalah ukuran tingkat panas dalam tubuh manusia dan dikendalikan oleh pusat pengaturan suhu di otak, yaitu hipotalamus. Suhu tubuh normal pada manusia dewasa berkisar antara 36,1°C hingga 37,2°C, suhu tubuh yang terlalu tinggi (hipertermia) bisa disebabkan oleh infeksi, peradangan, atau paparan suhu panas ekstrem. Kondisi ini dapat mengganggu fungsi tubuh dan, dalam situasi parah, dapat mengancam nyawa.

Saturasi oksigen (SpO₂) adalah persentase hemoglobin dalam darah yang terikat dengan oksigen. Nilai saturasi oksigen normal umumnya berkisar antara 95% hingga 100%. Jika SpO₂ turun di bawah 90%, kondisi ini disebut hipoksemia dan dapat berbahaya.

Suhu tubuh dan saturasi oksigen pada manusia merupakan parameter penting yang digunakan untuk menganalisa kesehatan manusia. (Mulkan Iskandar Nasution 2023) Saturasi oksigen mengidentifikasi seberapa penting oksigen didistribusikan dalam darah, sementara suhu tubuh mencerminkan aktivitas metabolisme dalam tubuh. Dalam beberapa situasi, kondisi yang mempengaruhi satu parameter juga dapat memengaruhi parameter lainnya. Misalnya, infeksi pernapasan yang menyebabkan peningkatan suhu tubuh yang dapat menyebabkan penurunan saturasi oksigen karena gangguan pertukaran gas di paru-paru. (Rini Suwartika Kusumadiarti, 2022).

Pada penelitian ini terdapat beberapa penelitian yang menjadi dasar pengembangan alat pengukur suhu tubuh, detak jantung, saturasi oksigen, dan gula darah berbasis *internet of things*. Pada penelitian ini melakukan studi literatur tentang pemantauan kesehatan, penggunaan sensor, monitoring terintegrasi, serta melakukan penelitian terkait yaitu, pengembangan alat pengukur, metode waterfall pengujian dan hasil, serta potensi dan pengembangan. Perbedaan pada penelitian ini menggunakan sensor MAX30102 untuk mengukur detak jantung, suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614 dan saturasi oksigen menggunakan sensor photodiode, penelitian ini menggunakan pengembangan metode pengembangan waterfall. Sedangkan pada penelitian saya hanya berfokus pada pengukuran suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614 dan saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30102, perbedaan penelitian ini dan penelitian saya adalah pada penelitian diatas menggunakan metode pengembangan alat pengukur, metode waterfall. (Lutfiyah dan yusrida Awalia, 2022.)

Seiring dengan kemajuan teknologi, kami menciptakan alat pemantau saturasi oksigen dan suhu tubuh secara *real-time* menggunakan teknologi mikrokontroler ESP32, memiliki koneksi wi-fi yang memungkinkan komunikasi dengan *Internet of Things (IoT)*. Oleh karena itu, penting memiliki alat pendeteksi saturasi oksigen dan suhu tubuh, penelitian ini mengembangkan alat ukur

saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30100, dan suhu tubuh menggunakan sensor MLX90614. Sensor MLX90614 bekerja dengan memberi cahaya inframerah kedalam jaringan kulit. Sensor MLX90614 bekerja dengan menyerap jaringan infrared yang ada pada kulit.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana cara merancang alat pemantauan suhu tubuh dan saturasi oksigen dengan menggunakan sensor MLX90614 dan MAX30102 yang terhubung dengan ESP32?
2. Bagaimana mengintegritaskan alat pemantauan tersebut dengan aplikasi Android dan *platform web Firebase* sehingga memungkinkan para medis melakukan pemantauan secara *real-time*?

1.3. Tujuan

1. menciptakan perangkat pemantau suhu tubuh dan saturasi oksigen dengan sensor MLX90614 dan sensor MAX30102 yang terhubung ke ESP32.
2. memungkinkan pemantauan kondisi secara *real-time* oleh tenaga medis. sehingga tenaga medis dapat memantau kondisi kapan saja melalui aplikasi.

1.4. Manfaat

1. Manfaat dari menciptakan alat pemantauan suhu tubuh dan saturasi oksigen adalah membantu tenaga medis dengan memungkinkan pemantauan banyaknya pasien secara bersamaan serta Mengurangi resiko keterbatasan ketika kunjungan pasien ke rumah sakit.
2. Memungkinkan pendeteksian dini kondisi pyrexia dan hipoksia berbahaya untuk tindakan segera.

1.5. Batasan

1. Pada penelitian ini hanya menggunakan dua jenis sensor spesifik, yaitu sensor suhu tubuh (MLX90614) dan saturasi oksigen (MAX30102).
2. Pada penelitian ini data pasien melalui aplikasi yang dapat diakses langsung oleh tenaga medis dan pasien.

Table 1. 1 Work Breakdown Structure

No	Nama	Tugas dan Tanggungjawab dalam tim
1	Nadia Fazira Syafitrie	Akuisi data sensor MLX90614 dan Aplikasi android
2	Jaka Susilo Siregar	Akuisi data sensor MAX30102 dan <i>Firebase Realtime Database</i>

BAB 2. TINJAU PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Suhu tubuh adalah ukuran panas pada badan manusia, yang biasanya berkisar antara 36,1°C hingga 37,2°C. Suhu tubuh dapat mempengaruhi beberapa faktor yaitu, demam yang merupakan peringatan suhu tubuh yang diatas batas normal. Sedangkan saturasi oksigen lebih memicu pada presentase homoglobin dalam darah yang berkaitan dengan oksigen. Nilai normal berkisar antara 95% hingga 100%. Jika SpO_2 turun dibawah 90%, kondisi disebut dengan hipoksemia.

Saturasi oksigen dan suhu tubuh yang tidak normal dapat menjadi masalah kesehatan atau dapat menyebabkan berbagai kondisi yang mempengaruhi tubuh manusia. Saturasi oksigen yang rendah atau atau tinggi tidak secara langsung mempengaruhi suhu tubuh. Namun, kondisi yang terkait dengan saturasi oksigen dapat memiliki dampak tidak langsung pada suhu tubuh melalui beberapa mekanisme. (Lutfiyah dan Yusrida Awalia 2022) Namun, tidak cukup dengan memahami landasasan penyakit secara teoritis melainkan perlu adanya pemantauan secara *realtime* terhadap kondisi tubuh. Maka dirancang alat pemantau saturasi oksigen dan suhu tubuh menggunakan ESP32.

Penelitian sebelumnya oleh (Mahesa Bayu Paksi, Rizal Maulana dan Eko Setiawan pada tahun 2020) dengan judul Implementasi *Wearble Device* pada monitoring suhu tubuh, denyut jantung dan saturasi oksigen dalam darah menggunakan *Low Power Mode*. Penelitian ini menggunakan sensor MAX30102 dan MLX90614.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Veby Anassetiya, Mufti muffy dan Purwanto pada tahun 2022) dengan judul monitoring saturasi oksigen dan suhu tubuh menggunakan nodemcu berbasis *wibesite* pada marketing office premier estase 2. Penelitian sebelumnya menggunakan sensor MAX30102, MLX90614.

Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Ary Sulistyio Utomo pada tahun 2019) dengan judul *Monitoring Heart Rate* dan saturasi oksigen Melalui smartphone menggunakan sensor MAX30100 namun masih memiliki kekurangan yaitu, waktu pengiriman dan data pembacaan tidak sama.

Penelitian lainnya yang telah dilakukan oleh (Mohamad Aldi Adrian, Mochhamad Rizky Widiarto dan Rini Suwartika kusumaadiarti pada tahun 2021) dengan judul *Health Monitoring System* dengan indikator suhu tubuh, detak jantung, saturasi oksigen berbasis *Internet Of Things (IoT)*.

Rentang; rerata suhu normal (°C)	Demam (°C)
34,7 – 37,3; 36,4	37,4
35,5 – 37,5; 36,6	37,6
36,6 – 37,9; 37	38
35,7 – 37,5; 36,6	37,6

Gambar 2. 1 Suhu normal dan abnormal

Klasifikasi nilai oksigen dalam darah (Nilai Oksimetri)

Nilai Oksimetri	Kategori
95-100%	Normal
90-95%	Hipoksia ringan sampai sedang
85-90%	Hipoksia sedang sampai berat
<85%	Hipoksia berat mengancam jiwa

*Hipoksia : Kondisi kurangnya pasokan oksigen bagi tubuh untuk menjalankan fungsi normalnya

Gambar 2. 2 Oksigen normal dan abnormal

2.2Teknologi Yang Digunakan

2.2.1Teknologi Hadware

2.2.1.1 ESP32

ESP32 adalah modul mikrokontroler terintegritasi yang memiliki fitur lengkap dan kinerja tinggi. Modul ini merupakan pengembangan modul *WiFi* yang tepat untuk kebutuhan dukungan komunitas yang besar dan dokumentasi yang luas, sehingga memudahkan pengembang untuk mencari referensi. sehingga memungkinkan penyimpanan kode dan data yang cukup besar memerlukan konektivitas jaringan yang baik.



Gambar 2. 3 ESP32

2.2.2.2 MAX30102

MAX30102 adalah sensor *optic* yang dirancang untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah (SpO₂) yang memanfaatkan teknologi fotoplethismografi (PPG), yang bekerja dengan mengirimkan cahaya melalui jaringan tubuh dan mengukur perubahan intensitas cahaya yang diterima setelah melewati darah dan jaringan tubuh.



Gambar 2. 4 MAX30100

2.2.2.3 MLX90614

MLX90614 adalah sensor suhu inframerah non-kontak yang dapat digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Sensor ini bekerja dengan menyerap sinar inframerah yang dipancarkan oleh objek akan berbanding lurus dengan suhunya.



Gambar 2. 5 MLX90614

2.2.2. Teknologi Software

2.2.2.1 Android studio

Perancangan aplikasi *android studio* menggunakan bahasa java digunakan sebagai *monitoring* suhu tubuh dan saturasi oksigen. Serta berbagai alat pengembangan visual yang memudahkan desain antarmuka pengguna aplikasi *android*. Pembuatan aplikasi *android* digunakan sebagai tampilan *output* dari sensor. Pembuatan Aplikasi *android* ini menggunakan *software android studio* yang terhubung ke database *firebase*, yang nantinya aplikasi *android* akan menampilkan data yang masuk ke *database*.

2.2.2.2 *Firestore Realtime Database*

Firestore realtime database adalah layanan NoSQL (*cloud-hosted*) yang disediakan melalui *firebase* SDK. memungkinkan penyimpanan dan sinkronisasi data secara *real-time* ke semua pasien. Bahkan saat aplikasi dalam keadaan offline, *firebase* SDK memungkinkan data tetap tersimpan di perangkat dan secara otomatis menyinkronkannya ketika koneksi internet kembali tersedia.

2.2.2.3 Desain Mekanikal

Perancangan desain mekanikal dibuat menggunakan *software solidworks* dimana letak desain akan dibuat sesuai fitur yang tersedia sebagai wadah untuk pengaplikasian desain elektrikal yang nantinya akan digunakan sebagai penyimpanan komponen-komponen yang dipakai.

2.2.2.4 Desain Elektrikal

Pembuatan desain elektrikal dibuat dengan menggunakan *software easyeda*, *software* ini berfungsi agar dapat mengetahui cara pemasangan antara komponen-komponen yang digunakan yaitu Sensor MAX30102, sensor MLX90614, ESP32, *pushbutton*, *pcb*, dan kabel *jumper*.

2.2.2.5 Penelitian Terdahulu

Peradaban manusia saat ini mengalami kemajuan pesat, khususnya di bidang teknologi. Berbagai alat *portabel*, termasuk yang digunakan untuk pengukuran suhu tubuh dan saturasi oksigen, telah dikembangkan melalui penelitian dengan pemanfaatan teknologi yang beragam.

Table 2. 1 Penelitian Terdahulu

Nama Peneliti	Judul	Persamaan	Perbedaan
Mohamad Aldi Adrian, Mochamad Rizky Widianto, Rini Suwartika Kusumadiarti (2021)	<i>Helt Monitoring System</i> dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak jantung, Saturasi Oksigen Berbasis <i>Interne Of Things (IoT)</i>	Persamaan pada penelitian ini adalah menampilkan <i>database</i> melalui aplikasi android dan menampilkan output melalui layar LCD	Penelitian sebelumnya membangun sebuah alat prototipe pendeteksi detak jantung dan saturasi oksigen menggunakan mikrokontroler Arduino Uno/nano. Sementara, penelitian saat ini membangun sebuah alat deteksi suhu tubuh dan saturasi oksigen menggunakan mikrokontroler ESP-32.

Veby Anassetiya, Mufti muffy dan Purwanto Purwanto (2022)	Monitoring Saturasi Oksigen dan Suhu Tubuh menggunakan Nodemcu Berbasis Wbsite pada Marketing Office Premier Estate 2	alat ini menggunakan jaringan wifi yang memungkinkan pengguna mengakses database dimanapun dan kapanpun tanpa terkendali oleh jarak	Pada penelitian sebelumnya Perbedaan pada rancangan sistem, mikrokontroler dan komponen
Mahesa Bayu Paksi, Rizal Maulana dan Eko Setiawan pada tahun (2020)	Implementasi <i>Wearble Device</i> pada Monitoring Suhu Tubuh, dan Saturasi Oksigen dalam Darah menggunakan <i>Low Power Mode</i>	Perbedaan pada data yang akan dikirimkan arduino sementara pada penelitian saat ini data akan ditampilkan oleh aplikasi android	pada penelitian sebelumnya melakukan perancangan lunak <i>low power</i> yang akan membuat sistem mode <i>slepp</i> , perbedaan pada mikrokontroler
Lutfiyah dan Yusrida Awalia (2022)	Alat Pengukuran Suhu,Saturasi Oksigen,berbasi s internet of things	Penelitian ini memonitor menggunakan aplikasi <i>Android</i>	Pada penelitian sebelumnya menggunakan metode <i>waterfall</i>
Masthura, Mulkan Iskandar Nasution, Rajai Sitorus (2023)	Alat Monitoring Suhu Tubuh dan Jantng Manusia Internet Of things Menggunakan BLYNK	Persamaan pada penelitian ini adalah pengukuran suhu tubuh manusia berbasis IoT	Perbedaan pada penelitian ini adalah perberdaan dalam aplikasi pada pada penelitian sebelumnya menggunakan aplikas Blynk

BAB 3. METODE PELAKSANAAN

3.1 Teknik dan Cara Pelaksanaan

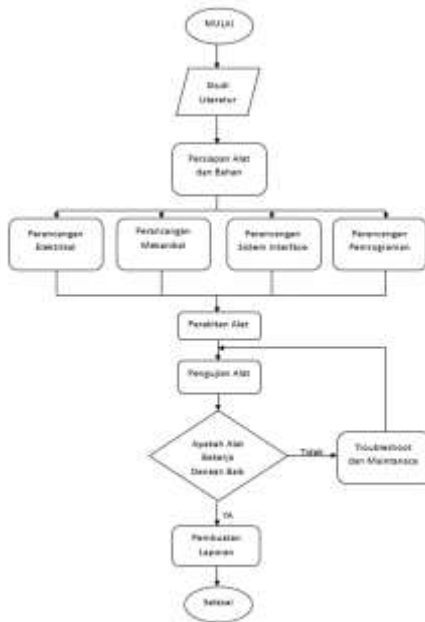
3.2.1 Tahap Pengujian Produk

Ada beberapa tahapan dalam pengujian produk, yaitu:

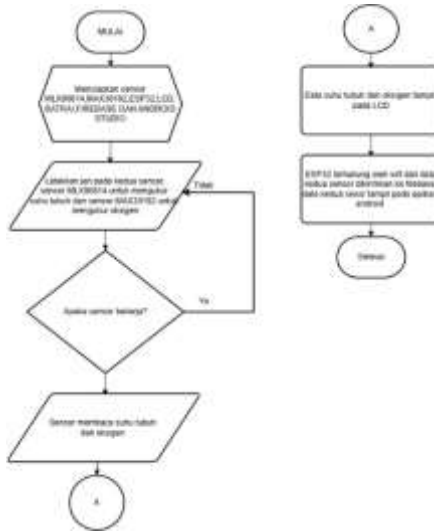
1. Menguji pembacaan sensor MAX30102 dan MLX90614
2. Menguji sistem komunikasi antara ESP32 dengan *android studio*
3. Menguji kerja sinyal wifi yang ada didalam ESP32 dan android.
4. Menguji daya tahan baterai yang disesuaikan dengan kapasitas tegangan.

3.1.1 Perancangan

Tahap perancangan sistem dapat dilihat pada gambar 3.1 yang menjelaskan secara umum urutan pelaksanaan yang akan dilakukan. Tahap perencanaan dimulai dari studi literatur untuk menyusun kerangka penelitian yang sistematis, membantu dalam penulisan laporan penelitian dengan memberikan konteks yang diperlukan dalam tinjauan pustaka, serta menginspirasi ide-ide baru yang mendorong inovasi dan pemikiran kritis. Setelah itu, dilakukan pembuatan desain elektrikal, mekanikal, serta perancangan program komunikasi dan sensor yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan pembuatan dan perbaikan alat di mana sensor yang digunakan dihubungkan ke mikrokontroler sesuai dengan alur desain elektrikal, dan fungsi dari mekanikal yang dibuat sebagai wadah untuk meletakkan sensor agar lebih rapi. Setelah semua alat selesai dibuat, dilanjutkan dengan pengujian alat untuk mengukur suhu dan saturasi oksigen dalam tubuh. Setelah alat diuji, data sensor diambil untuk memastikan keakuratan alat. Terakhir, menyusun laporan dengan menyertakan data-data yang sudah didapatkan.



Gambar 3. 1 Flowchart



Gambar 3. 2 Flowchart cara kerja sistem

Flowchart alur kerja sistem pemantauan suhu tubuh dan saturasi oksigen berbasis IoT. Proses dimulai dengan mempersiapkan semua komponen, seperti sensor MLX90614 untuk pengukuran suhu tubuh, sensor MAX30102 untuk pengukuran saturasi oksigen, mikrokontroler ESP32, layar LCD untuk menampilkan data, baterai, platform Firebase untuk penyimpanan data, dan *software* Android Studio untuk pembuatan aplikasi mobile. Pengguna kemudian meletakkan jarinya pada kedua sensor, di mana sensor MLX90614 akan membaca suhu tubuh, sedangkan sensor MAX30102 akan membaca saturasi oksigen.

Sistem memeriksa apakah sensor berfungsi dengan baik. Jika sensor bekerja, data suhu tubuh dan saturasi oksigen mulai diukur oleh sistem dan diproses oleh ESP32. Hasil pengukuran ditampilkan di layar LCD untuk memberikan informasi langsung kepada pengguna. Selanjutnya, ESP32 yang terhubung ke jaringan Wi-Fi akan mengirimkan data dari kedua sensor ke platform *Firestore*. Data yang tersimpan di *Firestore* ini kemudian dapat diakses oleh aplikasi Android yang dirancang menggunakan Android Studio, memungkinkan pengguna untuk memantau kondisi suhu tubuh dan saturasi oksigen secara real-time melalui ponsel mereka. Setelah semua proses selesai, sistem kembali ke kondisi awal untuk siap digunakan kembali. Alur ini menunjukkan integrasi teknologi untuk mendukung pemantauan kesehatan yang efisien dan *real-time*.

3.1.2 Cara Kerja Sistem

3.1.3 Blok Diagram Sistem



Gambar 3. 3 Blok Diagram Sistem

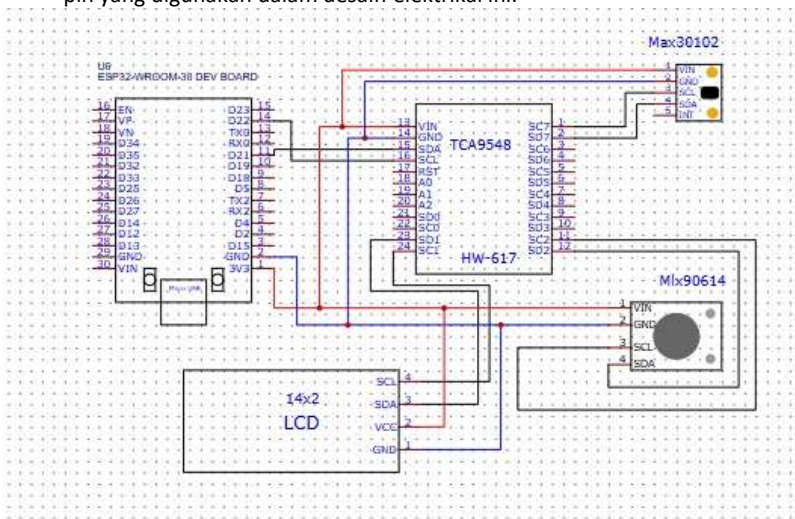
Pada gambar 3.3 merupakan blok diagram yang menggambarkan alur sistem pemantauan kesehatan pasien secara langsung menggunakan teknologi mikrokontroler ESP32 dan wifi. Sistem dimulai dari pasien yang menggunakan sensor MAX30102 untuk mengukur saturasi oksigen yang ada dalam tubuh manusia dan sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh yang ada pada pasien. Data yang diperoleh dari sensor ini kemudian dikirimkan ke mikrokontroler ESP32 yang terhubung dengan wifi, ESP32 ini bertindak sebagai pengirim data pasien ke pelayanan kesehatan melalui *website* yang sudah dibuat menggunakan aplikasi *android studio*.

Dari server web, data tersebut bisa diakses langsung oleh tenaga kesehatan dan keluarga pasien melalui perangkat yang terhubung dengan jaringan internet. Data ini juga bisa ditampilkan pada layer lcd untuk pemantauan lokal. Sistem ini memungkinkan pengawasan kesehatan pasien secara *real-time* dan jarak jauh, memberikan akses cepat dan mudah bagi dokter dan keluarga pasien untuk memonitoring kondisi gejala pasien, serta memastikan data kesehatan tersimpan dengan baik di *server web* untuk analisa selanjutnya.

3.1.4 Perancangan Desain Elektrikal

Pada Gambar 3.4 menunjukkan tahap perancangan elektrikal dengan panduan wiring komponen. Selain itu pada desain elektrikal ini menekankan pentingnya penggunaan pin yang sesuai agar komponen berfungsi maksimal. Pada tahap perancangan elektrikal diperlukan *referensi* untuk dapat melakukan *wiring* pada komponen-komponen yang akan dipakai. Pin yang akan dipakai harus sesuai agar komponen yang digunakan agar dapat berjalan maksimal. Pembuatan desain elektrikal dibuat melalui *software easyeda*, yang dimana komponen-komponen yang digunakan

yaitu ESP32, sensor MAX30102, MLX90614, Jumper, Lcd I2C. Berikut tabel pin yang digunakan dalam desain elektrikal ini:



Gambar 3. 4 Desain Elektrikal

3.1.4 Perancangan Desain Mekanikal

Pada Gambar 3.5 adalah tahap setelah perancangan desain elektrikal yaitu desain mekanikal yang diperlukan untuk membuat sebuah perangkat keras atau sebuah kotak yang digunakan untuk meletakkan komponen yang telah di wiring agar tidak berantakan dan lebih terlihat rapi. Bentuk dari desain mekanikal ukurannya juga harus sesuai dengan total ukuran komponen yang akan dipakai. Untuk membuat perancangan desain mekanikal diperlukan sebuah *software* maka dari itu akan digunakan *software solidworks*. Pada case mekanikal yang digunakan lcd sebagai *interface* untuk menampilkan data suhu dan saturasi oksigen dalam tubuh.

Gambar 3. 5 Desain Mekanikal



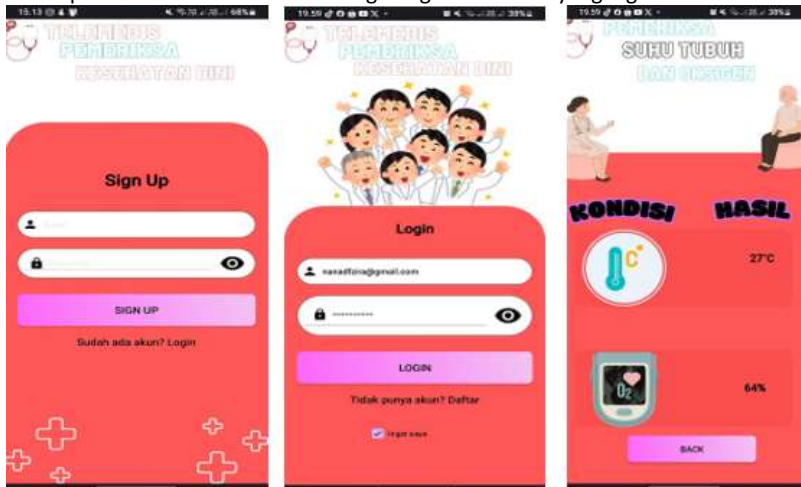
3.1.5 Pembuatan program

Perancangan program pada penelitian ini menggunakan software *arduino ide* yang digunakan untuk memprogram sensor MAX30102 untuk mengukur saturasi oksigen dan sensor MLX90614 untuk mengukur suhu tubuh yang dihubungkan menggunakan *mikrokontroler* ESP32. Kemudian membuat program agar hasil nilai yang dapat diambil dapat ditampilkan ke serial monitor, *lcd* dan *firebase*. Program ini juga harus disesuaikan dengan spesifikasi sensor yang digunakan seperti *library* sensor dan harus memperhatikan penggunaan pin sesuai desain elektrikal.

3.1.6 Pembuatan Aplikasi Android

Saat melakukan pengukuran akan ada data yang akan ditampilkan maka dari itu diperlukan *interface* yang dimana berguna untuk menampilkan data tersebut. *Interface* yang akan digunakan yaitu aplikasi android yang dimana aplikasi tersebut akan lebih memudahkan penggunaannya karena pemakaian aplikasi yang mudah dan tidak membingungkan penggunaannya karena pemakaian aplikasi yang mudah dan tidak membingungkan

penggunaannya. Aplikasi *android* tersebut akan dibuat *software android studio* dan aplikasi tersebut akan terhubung dengan *database* yang digunakan.



Gambar 3. 6 Tampilan Aplikasi

Pada gambar 3.6 ini terdapat beberapa fitur yaitu aplikasi ini memiliki fitur *login* yang meminta pengguna untuk memasukkan *email* dan *password* mereka. Selain itu, pada fitur *register*, pengguna diminta untuk memasukkan alamat *email*, dan *password*, untuk keamanan. Setelah *login* berhasil, tampilan selanjutnya menampilkan nilai suhu dan saturasi oksigen pengguna. Dengan demikian, aplikasi ini memberikan akses yang aman dan memudahkan pengguna untuk memantau nilai suhu tubuh dan saturasi oksigen pada pasien.

3.1.7 Pembuatan *Firebase*

Firebase realtime database adalah layanan *cloud-hosted NoSQL* di bawah *firebase sdk*. Menyediakan penyimpanan data yang dapat disinkronkan *real-time* ke semua klien terhubung. Namun, aplikasi tidak memiliki fitur penyimpanan data *offline*, data tidak tersimpan diperangkat Ketika tidak ada koneksi internet. Ketika internet pasien dalam keadaan *offline*. *Firebase realtime database* akan bergantung pada koneksi internet untuk mengakses dan mempebaharui data pasien secara langsung.



Gambar 3. 7 *Firebase*

Selain aplikasi *android* yang digunakan sebagai *interface*, *firebase* juga akan digunakan sebagai *interface firebase* yang akan terhubung ke sebuah *database* yang menerima data saturasi oksigen dan suhu secara *realtime*. Pada gambar 3.5 merupakan tampilan yang ada pada *realtime firebase* ini yaitu menampilkan nilai suhu dan kemudian menampilkan nilai saturasi oksigen pada pasien. Selain itu juga data pasien yang sudah di daftarkan pada aplikasi android akan muncul dan tersimpan di *firebase*. Kemudian jika dokter memeriksa pasien dan memasukkan email dan password yang sudah didaftarkan juga akan muncul di *firebase* beserta dengan data suhu dan saturasi oksigen pasien tersebut.

3.2. Alat dan bahan

Dalam pelaksanaan pembuatan proyek ini dibutuhkan alat dan bahan yang dibutuhkan dapat dilihat pada table 3.2 sebagai berikut.

Table 3. 1 Alat dan Bahan

No	Bahan dan alat	Bahan dan alat
1.	ESP-WROOM-32	LCD 20X4
2.	Sensor MLX90614	<i>Project Board</i>

3.	Sensor MAX30100	Kabel <i>Jumper</i>
4.	Kabel USB & Mikro	<i>Push Button</i>
5.	Adaptor 5 volt	
6.	Multimeter	
7.	Sollder	

3.2.2 Pengujian Sensor MAX30102

Pengujian pada perangkat sensor MAX30102 ini bertujuan untuk memastikan keakuratan serta ketepatan alat ini dalam mengukur saturasi oksigen pada manusia. Saturasi oksigen pada orang dewasa normalnya berkisar antara 95 hingga 100 spo2. Sebelum memulai pengukuran harus membuat program sensor MAX30102 setelah program sudah selesai lanjut mengambil data pengukuran sebanyak 10 kali dalam satu pengambilan data. nantinya alat ini juga akan dibandingkan dengan alat ukur *spo2* yaitu *pulse oxymeter*. Pada kolom data akan berisi data pengujian Saturasi oksigen dari MAX30102 dan data dari *pulse oxymeter* dan setelah pengujian dilakukan data tersebut akan dicari *persentase error* sebagai nilai seberapa akurat MAX30102 dibandingkan dengan alat *pulse oxymeter*.

umus untuk menghitung presentase eror pada pengambilan data sensor MAX30102

$$ABS = \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai pembanding}}{\text{nilai pembanding}} \times 100\%$$

3.2.3 Pengujian Sensor MIX90614

Pengujian pada perangkat sensor MLX90614 ini bertujuan memastikan keakuratan serta ketepatan alat ini dalam mengukur suhu dan agar sensor ini berfungsi untuk mengukur suhu tubuh manusia harus membuat program Sensor MLX90614 setelah program sudah selesai lanjut mengambil data pengukuran suhu tubuh sebanyak 10 kali percobaan dalam satu pengambilan data. nantinya alat ini juga akan dibandingkan dengan alat ukur suhu tubuh yaitu *thermogun*. Pada kolom data akan berisi data pengujian suhu tubuh dari sensor MLX90614 dan telah pengujian dilakukan data tersebut akan dicari *persentase error* sebagai nilai seberapa akurat MLX90614 dibandingkan dengan alat *thermogun*.

Rumus untuk menghitung presentase eror pada pengambilan data sensor MLX90614

$$ABS = \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai pembanding}}{\text{nilai pembanding}} \times 100\%$$

3.2.4 Tahapan Kalibrasi Sensor MLX90614

1. Persiapkan Alat
 - Sensor MLX90614.
 - Mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP32).
 - Termometer akurat sebagai referensi.
2. Sambungkan Sensor
 - **VCC:** Hubungkan ke sumber daya 3,3V atau 5V.
 - **GND:** Hubungkan ke ground.
 - **SDA dan SCL:** Hubungkan ke pin I2C pada mikrokontroler.
3. Analisis dan Bandingkan Data
 - Catat hasil pengukuran dari kedua perangkat.
 - Perhatikan perbedaan antara pengukuran sensor dan termometer referensi.
4. Uji Stabilitas
 - uji sensor dalam berbagai kondisi (misalnya, suhu yang berbeda) untuk memastikan kalibrasi konsisten dalam berbagai skenario.
5. Kalibrasi Ulang Secara Berkala
 - Lakukan kalibrasi ulang secara berkala untuk mengantisipasi perubahan lingkungan, keausan, atau penyimpangan sensor seiring waktu.

3.2.5 Tahapan Kalibrasi Sensor MAX30102

1. Persiapkan Alat
 - Sensor MAX30102.
 - Mikrokontroler (misalnya Arduino atau ESP32).
 - Pulse oximeter akurat sebagai referensi.
2. Sambungkan Sensor
 - **VCC:** Hubungkan ke sumber daya 3,3V atau 5V.
 - **GND:** Hubungkan ke ground.
 - **SDA dan SCL:** Hubungkan ke pin I2C pada mikrokontroler.
3. Analisis dan Bandingkan Data
 - Catat hasil pengukuran dari kedua perangkat.
 - Perhatikan perbedaan antara pengukuran sensor dan pulse oximeter sebagai referensi.
4. Uji Stabilitas
 - uji sensor dalam berbagai kondisi (misalnya, oksigen yang berbeda) untuk memastikan kalibrasi konsisten.
5. Kalibrasi Ulang Secara Berkala

- Lakukan kalibrasi ulang secara berkala untuk mengantisipasi perubahan lingkungan, keausan, atau penyimpangan sensor seiring waktu.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Pengujian

4.1.1 Data Hasil Pengujian Sensor MAX30102

pengukuran saturasi oksigen (SpO₂) menggunakan Pulse Oximeter dan sensor (per 1), dilakukan 10 kali percobaan Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai eror (%) berkisar antara 0,21% hingga 3.28%

Sensor Max30102					
No	Nama	Percobaan	Pebanding	Rata"	Eror
1	jaka	97.3	95.7	96.5	1.64
2	arnol	95.9	95.7	95.8	0.21
3	kania	95.4	95.7	95.6	0.31
4	abram	96.4	95.7	96.1	0.73
5	Brilian	98.3	95.7	97.0	2.64
6	doni	99.2	95.7	97.5	3.53
7	wilson	96.4	95.7	96.1	0.73
8	sabda	97.4	95.7	96.6	1.75
9	habakuk	99.5	95.7	97.6	3.82
10	aditya	94.5	95.7	95.1	1.27
Rata-Rata Eror					1.71

Tabel 4.1 Data sensor MAX30102

4.1.2 Data Hasil Pengujian Sensor MLX90514

Berdasarkan tabel hasil pengukuran suhu yang dilakukan dengan dua metode, yaitu menggunakan sensor dan thermogun, dilakukan 10 kali percobaan pada individu yang berbeda. Data menunjukkan adanya perbedaan hasil antara kedua metode pengukuran, yang dihitung sebagai eror. Nilai eror diperoleh dari selisih suhu hasil pengukuran sensor dan thermogun. Pada percobaan ini, nilai eror bervariasi antara 0,00 hingga 0,82 derajat celsius. dihitung dengan membandingkan nilai eror terhadap suhu thermogun

Nama	Suhu Sensor	Thermogun	Error
There	36.4	36.4	0.00
Seza	36.2	36.5	0.82
Imel	36.5	36.7	0.54
Kemal	36.3	36.6	0.82
Nadia	36.3	36.6	0.82
Jaka	36.2	36.3	0.28
Bryllian	36.6	36.5	0.27
Haba	36.3	36.5	0.55
ana	36.3	36.5	0.55
rahmat	36.4	36.4	0.00
Rata-Rata Error			0.47

Tabel 4.2 Data Sensor MLX90614

4.1.3 Data kalibrasi Sensor MLX90614

No	MLX90614	THERMOGUN
1	36.2	36.2
2	36.4	36.3
3	36.2	36.2
4	36.1	36.3
5	36.1	36.2
6	36.2	36.3
7	36.3	36.2
8	36.3	36.2
9	36.1	36.2
10	36.1	36.2

No	MLX90614	THERMOGUN
1	36.1	36.3
2	36.1	36.2
3	36.3	36.3
4	36.3	36.2
5	36.3	36.3
6	36.1	36.2
7	36.2	36.3
8	36.1	36.2
9	36.4	36.4
10	36.5	36.5

4.1.4 Data Kalibrasi Sensor MAX30102

No	Max30102	Pulse Oximeter
1	97,3	95,7
2	95,9	97,4
3	95,4	95,5
4	96,4	95,1
5	98,3	97,9
6	99,2	97,3
7	96,4	96,6
8	97,4	97,3
9	99,5	99,4
10	93,1	95,2

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Perancangan dimulai dengan pemilihan sensor MLX90614 untuk suhu tubuh dan MAX30102 untuk saturasi oksigen. Sensor-sensor ini dihubungkan ke mikrokontroler ESP32, yang berfungsi sebagai pengolah data dan penghubung ke jaringan Wi-Fi. Setelah merancang skema elektrikal dan program komunikasi, alat dibuat dan diuji. MAX30102 digunakan untuk mengukur saturasi oksigen dalam darah, dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali percobaan. Hasil menunjukkan akurasi yang baik dengan rata-rata presentasi eror 1,71%. Sensor MLX90614 adalah sensor suhu infrared non-kontak yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh. Dilakukan pengambilan data suhu tubuh sebanyak 10 kali percobaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ini memiliki rata-rata presentase eror sebesar 0,47%
2. Integrasi dilakukan dengan mengembangkan aplikasi Android yang menerima data dari alat pemantauan melalui mikrokontroler ESP32. Data dari sensor MLX90614 dan MAX30102 dikirim ke Firebase, yang berfungsi sebagai database real-time. Aplikasi Android mengakses data ini untuk menampilkan suhu tubuh dan saturasi oksigen pasien secara langsung. Dengan tingkat akurasi 98,29% dan 99,53% Dengan cara ini, tenaga medis dapat memantau kondisi kesehatan pasien secara real-time, meningkatkan efisiensi pemantauan dan memungkinkan deteksi dini masalah kesehatan

5.2 Saran

Adapun saran yang ingin kami sampaikan adalah sebagai berikut:

- a. Kami sangat mengharapkan masukan yang membangun dari pembaca dan praktisi kesehatan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi alat pemantauan kesehatan ini.
- b. Kami menyarankan penelitian lebih lanjut untuk melakukan uji presisi dan akurasi pada hasil pengukuran sensor, termasuk pengujian sensor terhadap kondisi kesehatan yang beragam.
- c. Kami berharap agar seluruh tim proyek, termasuk pengembang, peneliti, dan praktisi kesehatan, dapat lebih memperhatikan peran dan tanggung jawab mereka masing-masing.

Daftar Pustaka

- Anassetiya, V., Mufti, M., & Purwanto, P. (2022). Monitoring Saturasi Oksigen Dan Suhu Tubuh Menggunakan Nodemcu Berbasis Website Pada Marketing Office Premier Estate 2. *SKANIKA: Sistem Komputer dan Teknik Informatika*, 5(2), 216-227.
- Eva Riyanti (2023). Optimasi Kinerja sensor MLX90614 dalam sistem *IoT* untuk pengukuran suhu tubuh studi kasus pada pemantauan Kesehatan pasien dirumah sakit. *Teknik biomedis* 8(3),189-200.
- Fadlilah, S., Rahil, N. H., & Lanni, F. (2020). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Tekanan Darah Dan Saturasi Oksigen Perifer (Spo2). *Jurnal Kesehatan Kusuma Husada*, 21-30.
- Hadi, S., Fadli, M. N., & Switrayana, I. N. (2023). Implementasi Sensor MLX90614 untuk Pengukuran Suhu Tubuh Pada Pasien Puskesmas. *Journal of Millenial Informatics*, 1(2), 53-60.
- Hidayat, M., & Pratama, F. (2022) Impementasi Sensor MAX30102 untuk Monitoring Saturasi Oksigen pada pasien Berbasis web. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*,7(1),98-108.
- Lutfiyah, L., & Awalia, Y. (2022). Alat Pengukur Suhu, Detak Jantung, Saturasi Oksigen, dan Gula Darah Berbasis Internet of Things. *JTET (Jurnal Teknik Elektro Terapan)*, 11(1), 26-31.
- Masthura, Mulkan Iskandar nasution & Raja Sitiorus (2023). Alat Monitoring Suhu Tubuh dan Detak Jantung Manusia Berbasis *Internet Of Things* Menggunakan BLYNK. *Jurnal Fisikia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negri Sumatra Utara*.
- Paksi, M. B., Maulana, R., & Setiawan, E. (2022). Implementasi Wearable Device pada Monitoring Suhu Tubuh, Denyut Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah menggunakan Low Power Mode. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6(2), 856-861.
- Pratama, Y. A., & Sulistyawati, E. (2022). Perubahan Suhu Tubuh, Saturasi Oksigen Dan Frekuensi Nadi Pada Bayi Dengan Berat Badan Lahir Rendah Menggunakan Terapi Nesting. *Ners Muda*, 3(2), 181-186.

Biodata



Nama : Nadia Fazira syafitrie
TTL : Batam, 21/10/2003
Agama : Islam
Alamat : Perum. Permata Rabhayu Blok G 13
Email : faziran218@gmail.com
Riwayat : SMA/SMK : MUHAMMADYAH 1 BATAM
Pendidikan SMP: SMPN 35 BATAM



Nama : Jaka Susilo Siregar
TTL : Batam, 11/08/2002
Agama : Islam
Alamat : Kav Danau Indah Punggur Blok Anggrek IV
No 12
Email : jakasusilosiregar@gmail.com
Riwayat : SMA/SMK : SMKN6 BATAM
Pendidikan SMP : MTS RUHUL QUR'AN
Batam Kota

Lampiran

```
#include <WiFi.h>
#include <FirebaseESP32.h>
#include <Wire.h>
#include "MAX30102_PulseOximeter.h"
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <freertos/FreeRTOS.h>
#include <freertos/semphr.h>

// Wi-Fi credentials
#define WIFI_SSID "iPhone"
#define WIFI_PASSWORD "a1234567890"

// Firebase credentials
#define API_KEY "AlzaSyCg6bu4nQm5i66GFdLMkPL9bPCpRZDvw5Q"
#define DATABASE_URL "https://telemidis-nadia-realtime-default-rtddb.asia-southeast1.firebaseiodatabase.app/"

// Addresses for TCA9548A
#define TCA_ADDRESS 0x70
#define MAX30102_CHANNEL 7
#define MLX90614_CHANNEL 2
#define LCD_CHANNEL 1 // LCD connected to channel 1 of TCA9548A

#define REPORTING_PERIOD_MS 1000

PulseOximeter pox;
Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
FirebaseData fbdo;
FirebaseAuth auth;
FirebaseConfig config;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2); // Adjust to your LCD's I2C address and size

// Task handles and semaphore
TaskHandle_t readSensorTaskHandle = NULL;
TaskHandle_t sendDataTaskHandle = NULL;
SemaphoreHandle_t dataSemaphore;

float spo2 = 0.0;
```

```

float tempC = 0.0;
unsigned long tsLastReport = 0; // Initialize tsLastReport
bool beatDetectedFlag = false; // Flag to store beat detection status

void onBeatDetected() {
    beatDetectedFlag = true; // Set flag when beat is detected
}

// Function to select channel on TCA9548A
void tcaSelect(uint8_t channel) {
    if (channel > 7) return;
    Wire.beginTransmission(TCA_ADDRESS);
    Wire.write(1 << channel);
    Wire.endTransmission();
}

// Wi-Fi and Firebase setup
void setupWiFiAndFirebase() {
    WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
    Serial.print("Connecting to Wi-Fi");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        Serial.print(".");
        delay(300);
    }
    Serial.println("\nConnected with IP: " + WiFi.localIP());

    config.api_key = API_KEY;
    config.database_url = DATABASE_URL;

    Firebase.begin(&config, &auth);
    Firebase.reconnectNetwork(true);

    if (Firebase.signUp(&config, &auth, "", "")) {
        Serial.println("Anonymous authentication successful.");
    } else {
        Serial.printf("Anonymous authentication failed: %s\n",
            config.signer.signupError.message.c_str());
    }
}

// Task to read sensor data
void readSensorData(void* parameter) {

```

```

for (;;) {
    tcaSelect(MAX30102_CHANNEL);
    Wire.setClock(400000);
    pox.update();

    if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
        tsLastReport = millis();
        spo2 = pox.getSpO2();

        // Check if valid SpO2 data is available
        if (spo2 != 0) {
            tcaSelect(MLX90614_CHANNEL);
            Wire.setClock(100000);
            tempC = mlx.readObjectTempC();

            // Signal that data is available for Firebase transmission
            xSemaphoreGive(dataSemaphore); // Signal sendDataTask
        }
    }
    vTaskDelay(100 / portTICK_PERIOD_MS);
}

// Task to send data to Firebase
void sendDataToFirebase(void* parameter) {
    for (;;) {
        if (xSemaphoreTake(dataSemaphore, portMAX_DELAY) == pdTRUE) {
            if (Firebase.setFloat(fbdo, "/SpO2", spo2)) {
                Serial.printf("SpO2 data sent successfully: %.2f %%\n", spo2);
            } else {
                Serial.printf("Failed to send SpO2 data: %s\n", fbdo.errorReason().c_str());
            }

            if (Firebase.setFloat(fbdo, "/Temperature", tempC)) {
                Serial.printf("Temperature data sent successfully: %.2f °C\n", tempC);
            } else {
                Serial.printf("Failed to send Temperature data: %s\n",
fbdo.errorReason().c_str());
            }
        }
    }
    vTaskDelay(500 / portTICK_PERIOD_MS);
}

```

```

}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Wire.begin(21, 22);

  setupWiFiAndFirebase();

  // Select the LCD channel on TCA9548A
  tcaSelect(LCD_CHANNEL);

  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Initializing...");

  tcaSelect(MAX30102_CHANNEL);
  Wire.setClock(400000);
  if (!pox.begin()) {
    Serial.println("Failed to initialize MAX30102!");
    while (1);
  }
  pox.setIRLedCurrent(MAX30102_LED_CURR_7_6MA);
  pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);

  tcaSelect(MLX90614_CHANNEL);
  Wire.setClock(100000);
  if (!Imx.begin()) {
    Serial.println("Error connecting to MLX90614 sensor.");
    while (1);
  }

  dataSemaphore = xSemaphoreCreateBinary();
  xTaskCreatePinnedToCore(readSensorData, "ReadSensorData", 5000, NULL, 1,
&readSensorTaskHandle, 0);
  xTaskCreatePinnedToCore(sendDataToFirebase, "SendDataToFirebase", 8000,
NULL, 1, &sendDataTaskHandle, 1);
}

void loop() {
  // Select the LCD channel on TCA9548A again before writing to the LCD
  tcaSelect(LCD_CHANNEL);

```

```
// Display data on LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.printf("SpO2: %.2f %%", spo2);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.printf("Temp: %.2f C", tempC);
delay(2000); // Update every 2 seconds to prevent display flicker
}
```