

Naskah Skripsi Fajar Gunawan

by Dinar Mutia

Submission date: 30-Oct-2023 08:34AM (UTC-0500)

Submission ID: 2192283219

File name: Naskah_Skripsi_Fajar_Gunawan.pdf (1.85M)

Word count: 14352

Character count: 89461

**PEMANTAUAN DETAK JANTUNG DAN SATURASI
OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS IOT MENGGUNAKAN
SENSOR MAX30102**

51
SKRIPSI

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)



Disusun Oleh
Fajar Gunawan
NPM.3332170005

28
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Dengan ini saya penulis Skripsi sebagai berikut :

Judul : Pemantauan Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30102

Nama Mahasiswa : Fajar Gunawan

NPM : 3332170005

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulis skripsi tersebut berdasarkan hasil penelitian, pemikiran, hasil karya asli saya sendiri dan merupakan bukan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, dan hasil kerja orang lain. Bila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia diproses atau dituntut melalui hukum yang berlaku. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di institusi ini dan saya bersedia menanggung segala akibat hukum yang saya nyatakan melalui lembar ini

Cilegon 30 Mei 2023



Fajar Gunawan

3332170005

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Dengan ini saya penulis Skripsi sebagai berikut

Judul : Pemantauan Detak Jantung dan Saturasi Oksigen dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30102

Nama Mahasiswa : Fajar Gunawan

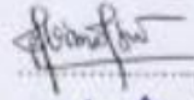
NPM : 3332170005

Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Elektro

Telah diuji dan dipertahankan pada tanggal 30 Mei 2023 melalui Sidang Skripsi di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Cilegon dan dinyatakan LULUS / TIDAK LULUS.

Dewan Penguji

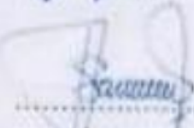
Pembimbing I : Dr. Irma Saraswati, S.Si., M.T.



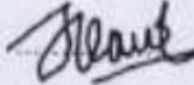
Pembimbing II : Dr. Eng. Rocky Alfariz, S.T., M.Sc.



Penguji I : Dr. Siswo Wardoyo, M.Eng.



Penguji II : Imamul Muttakin, S.T., M.Eng. Ph.D.



Mengetahui,
Ketua Program Studi



Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng.

NIP. 198307032009121006

PRAKATA

Penulis bersyukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan sebagai syarat untuk gelar Sarjana Teknik Elektro (S1) dari Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang memberikan dukungan dan bantuan dalam proses penyusunan skripsi ini. Penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini tidak akan berhasil tanpa bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak., oleh karena itu penulis banyak terimakasih kepada:

1. Kedua orang tercinta yang selama ini telah membantu penulis dalam bentuk perhatian, kasih sayang, semangat dan do'a yang tak henti hentinya mengalir demi kelancaran dan kesuksesan dalam menyelesaikan penulisan skripsi.
2. Dr. Romi Wiryadinata, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
3. Dr.Irma Saraswati, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membantu atas segala bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi.
4. Dr.Eng.Rocky Alfanz, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah membantu atas segala bimbingan, arahan, serta saran yang diberikan kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi.
5. Dina Estining Tyas Lufianawati, S.t., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membantu penulis dalam mengikuti dan menyelesaikan studi selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Akhir kata penulis memohon maaf jika adakekeliruan dalam penulisan skripsi ini. Semoga hasil penelitian memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca secara umum.

Cilegon 15 Februari 2023

Penulis

ABSTRAK

Fajar Gunawan
Teknik Elektro

Kondisi ketika kadar Oksigen dalam Darah (SpO₂) yang tidak normal dapat mengganggu fungsi organ dan jaringan tubuh. Pandemi COVID-19 memperparah kondisi ini karena virus corona menyerang hemoglobin dalam sel darah merah, menyebabkan sesak nafas dan kematian. Untuk mengukur SpO₂ dan BPM, digunakan alat *non-invasif* berbasis *photoplethysmography* yang membantu tenaga kesehatan mendapatkan nilai SpO₂ dan BPM tanpa melukai pasien. Dalam pembuatan alat pengukuran SpO₂ dan BPM, digunakan sensor MAX30102 dengan metode *photoplethysmography Reflectance* dan modul WiFi ESP8266 agar dapat dipantau menggunakan platform Blynk. Penelitian ini, dilakukan pengukuran SpO₂ dan BPM pada 20 orang dengan rentang usia 7 sampai 15 tahun dan 20 sampai 60 tahun, sementara nilai SpO₂ pada usia 7 sampai 15 tahun cenderung stabil. Pengukuran dilakukan dalam keadaan rileks tanpa aktivitas berat. Beberapa faktor yang mempengaruhi nilai SpO₂ dan BPM pada alat ini adalah Gerakan, aktivitas fisik, intensitas cahaya lingkungan, dan noise dari perangkat elektronik lainnya. Skripsi ini berhasil mengembangkan alat pengukuran SpO₂ dan BPM menggunakan sensor dengan metode *photoplethysmography*, yang dapat memudahkan pemantauan pasien.

Kata kunci : SpO₂, BPM, Photoplethysmography *reflectance*, ESP8266, IoT, Blynk

ABSTRACT

Fajar Gunawan
Electrical Engineering

A condition where abnormal levels of oxygen in the blood (SpO₂) can impair the function of organs and tissues. The COVID-19 pandemic exacerbates this condition as the coronavirus attacks hemoglobin in red blood cells, causing shortness of breath and death. To measure SpO₂ and BPM, a non-invasive tool based on photoplethysmography is used which helps health workers get SpO₂ and BPM values without hurting the patient. In making SpO₂ and BPM measurement tools, MAX30102 sensors with Reflectance photoplethysmography method and ESP8266 WiFi module are used so that they can be monitored using the Blynk platform. In this study, SpO₂ and BPM measurements were conducted on 20 people with an age range of 7 to 15 years and 20 to 60 years, while SpO₂ values at the age of 7 to 15 years tended to be stable. Measurements were taken in a relaxed state without strenuous activity. Some of the factors that affect SpO₂ and BPM values on this tool are movement, physical activity, environmental light intensity, and noise from other electronic devices. This thesis successfully developed a SpO₂ and BPM measurement tool using sensors with the photoplethysmography method, which can facilitate patient monitoring.

Keywords : SpO₂, BPM, Photoplethysmography reflectance, ESP8266, IoT, Blynk

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
PRAKATA.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pemantauan Kesehatan.....	6
2.2 SpO2 (Saturasi Oksigen).....	6
2.3 Detak Jantung Per menit (BPM).....	9
2.4 <i>Photoplethysmography</i>	9
2.5 Sensor MAX30102.....	11
2.6 Cara Kerja MAX30102.....	12
2.7 NodeMCU ESP8266.....	13
2.8 IoT(<i>Internet of Things</i>).....	14
2.9 Blynk.....	15
2.10 KajianPustaka.....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Perancangan Penelitian.....	18
3.1.1 Perancangan Alat Penelitian.....	18
3.1.2 Perancangan Catu Daya.....	19
3.1.3 Perancangan MAX30102 dengan ESP8266.....	21
3.1.4 Desain Penyusunan Alat 3D (3 Dimensi).....	22
3.2 Penyusunan Sistem Alat.....	23
3.3 <i>Flowchart</i>	24

3.4	Rangkaian <i>Input</i>	25
3.5	Rangkaian <i>Output</i>	26
3.6	Perancangan Sistem <i>Software</i>	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Perancangan.....	29
4.2.	Penyusunan Komponen.....	30
4.3	Pengujian Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung.....	31
	4.3.1 Pengujian Sensor MAX30102.....	32
	4.3.2 Pengujian Alat Ukur.....	33
	4.3.3 Pengujian BPM.....	34
	4.3.4 Pengujian SpO2.....	36
	4.3.5 Pengujian Platform Blynk.....	37
4.4	Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO2) dan Detak Jantung (BPM).....	39
	4.4.1 Pengukuran BPM Pada Usia 7 Sampai 15 Tahun.....	39
	4.4.2 Pengukuran SpO2 Pada Usia 7 Sampai 15 Tahun.....	41
	4.4.3 Pengukuran BPM Usia 20 Sampai 60 Tahun.....	44
	4.4.4 Pengukuran SpO2 Usia 20 sampai 60 Tahun.....	45
BAB V PENUTUP.....		49
5.1	Kesimpulan.....	49
5.2	Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN.....		56
LAMPIRAN A HASIL PENGUJIAN.....		57
LAMPIRAN B HASIL PENGUKURAN SpO2 dan BPM.....		59
LAMPIRAN C LISTING PROGRAM.....		62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Membandingkan Serapan Hb02 dengan Hb.....	7
Gambar 2.2 Komponen AC dan DC dari sinyal PPG.....	8
Gambar 2.3 Metode Photoelectric.....	10
Gambar 2.4 Sensor MAX30102.....	11
Gambar 2.5 Sistem Kerja MAX30102.....	12
Gambar 2.6 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266.....	13
Gambar 2.7 <i>Internet of Things</i> dalam Konteks <i>Healthcare</i>	14
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pembacaan Nilai SpO2 dan BPM.....	19
Gambar 3.2 Proses Menghubungkan Baterai dengan Mikrokontroler.....	20
Gambar 3.3 Menghubungkan Sensor MAX30102 dengan ESP8266.....	21
Gambar 3.4 Desain Alat.....	22
Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan Alat.....	23
Gambar 3.6 Flowchart Sistem.....	24
Gambar 3.7 Rangkaian <i>Input</i> Mikrokontroler.....	26
Gambar 3.8 Rangkaian <i>Output</i>	27
Gambar 3.9 Perancangan <i>Software</i>	28
Gambar 4.1 Gambar Hasil Perancangan.....	29
Gambar 4.3 Hasil Penyusunan Komponen.....	31
Gambar 4.4 Pengujian Sensor LED Inframerah dan Merah.....	32
Gambar 4.5 Gambar Panjang Gelombang Inframerah dan Merah.....	33
Gambar 4.6 Pengujian Alat yang Sudah dirancang.....	34
Gambar 4.7 Pengujian BPM.....	36
Gambar 4.8 Pengujian SpO2.....	37
Gambar 4.9 Tampilan Blynk.....	38
Gambar 4.10 Pengukuran BPM.....	41
Gambar 4.11 Pengukuran SpO2.....	42
Gambar 4.12 Pengukuran Pemantauan Saturasi Oksigen (SpO2) dan BPM.....	43
Gambar 4.13 Pengukuran BPM.....	45
Gambar 4.14 Pengukuran SpO2 Usia 20 sampai 60.....	47
Gambar 4.15 Pengukuran Sistem Pemantauan Saturasi Oksigen dan BPM.....	48

7
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Detak Jantung Per menit Berdasarkan Usia.....	9
Tabel 4.1 Pengujian Alat Ukur.....	35
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran BPM Usia 7 Sampai 15 Tahun.....	40
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran SpO2 Usia 7 Sampai 15 Tahun.....	42
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran BPM Usia 20 Sampai 60 Tahun.....	44
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran SpO2 Usia 20 Sampai 60 Tahun.....	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tubuh manusia membutuhkan dan mengatur keseimbangan oksigen yang sangat tepat dan spesifik dalam darah. Tingkat saturasi oksigen darah arteri normal pada manusia adalah 90 sampai 100%. Jika kadarnya di bawah 90% dianggap rendah dan disebut hipokseミア. Kadar oksigen darah arteri di bawah 80% dapat mengganggu fungsi organ seperti otak dan jantung, dan kadar oksigen darah arteri di bawah 70% dapat menghilangkan kesadaran, dan harus segera ditangani. Kadar oksigen rendah yang terus-menerus dapat menyebabkan jantung berhenti [1].

Kondisi ketika saturasi oksigen dalam darah manusia tidak dalam batas normal dapat menyebabkan kemampuan organ dan jaringan tubuh untuk menjalankan fungsinya akan terganggu, sehingga dapat menyebabkan sesak napas, kegagalan organ, dan meninggal dunia. Permasalahan ini diperparah dengan pandemi COVID-19. Wenzhong dan Hualan (2020) menyatakan bahwa virus corona Sars-CoV-2 menyerang hemoglobin dalam sel darah merah melalui serangkaian tindakan seluler sehingga tidak mampu mengangkut oksigen. Kekurangan oksigen meningkatkan resiko kematian pada penderita COVID-19 [2].

Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibutuhkan pengecekan saturasi oksigen sebagai parameter dan berdasarkan Organisasi kesehatan dunia WHO (2021) dalam pedoman berjudul *Covid-19 clinical management living guidance* menganjurkan pasien COVID-19 yang sedang melakukan isolasi mandiri untuk memiliki *pulse oximetri* [3]. Penggunaan pulse oximetri dapat membantu dalam memantau pasien COVID-19 di rumah, terutama dalam mengidentifikasi *silent hypoxia* [4]. Mengukur saturasi oksigen dan detak jantung membutuhkan sebuah alat *pulse oximetri*.

Pulse Oximetri adalah alat pengukur kadar oksigen dalam darah dan detak jantung menggunakan metode PPG atau secara *non invasive*, berbiaya rendah, dan portabel yang dapat mengukur detak jantung dan kadar oksigen dalam darah. Dua jenis teknik PPG yang umum digunakan pada saat ini transmisi dan reflektansi yang paling banyak digunakan adalah PPG reflektansi diletakan pada sebuah jari tangan

[5]. Pengembang pulse oximeter yang dapat digunakan secara *bedside* pada tahun 1971 dikembangkan oleh Dr. Takuo Aoyagi [6]. Terkait hal tersebut diperlukan penambahan sistem *monitoring* secara *real time* sehingga memudahkan *monitoring* dan meminimalisir kontak langsung.

Sensor PPG yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan sensor MAX30102. Sensor MAX30102 merupakan keluaran dari Maxim Integrated yang sebelumnya mengeluarkan sensor MAX30100. MAX30102 sensor dengan dua panjang gelombang yaitu panjang gelombang merah 660 nm dan inframerah 880 nm [7]. MAX30102 dilengkapi dengan antarmuka komunikasi standar seperti I2C yang memudahkan integrasinya dengan mikroprosesor, hal ini dapat digunakan dalam berbagai pengaplikasian medis, seperti perangkat medis, kebugaran, kesehatan pribadi dan lain sebagainya. MAX30102 memiliki dukungan pengembangan dari Maxim Integrated berupa dokumentasi teknis, referensi desain. MAX30102 menghilangkan gangguan sinyal PPG sehingga memiliki pengukuran yang akurat. Desain yang kecil memudahkan dalam proses pemasangan pada perangkat medis atau *wearables* [8].

Berdasarkan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia nilai kondisi normal kadar oksigen dalam darah (SpO₂) yaitu antara 95% sampai 100% dan kondisi abnormal yaitu kurang dari 95%, di Indonesia berdasarkan laporan hasil riset kesehatan dasar tahun 2018 menunjukkan peningkatan prevalensi penyakit kardiovaskular seperti hipertensi dari 25,8% (2013) menjadi 34,1% (2018), stroke 12,1% (2013) menjadi 10,9% (2018) penyakit jantung koroner 1,5% selama tahun 2013-2018, penyakit gagal ginjal kronis, dari 0,2 % (2013) menjadi 0,38% pada tahun (2018) [9]. Berdasarkan Riskesdas Provinsi Banten 2018, Kota Cilegon sendiri menempati urutan ketiga setelah kota tangerang dan kota serang yaitu sebesar 8.68 %[10].

Alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung yang tersedia saat ini tidak dapat dipantau dari jarak jauh untuk mendapatkan informasi tersebut diperlukan sistem yang dapat merekam informasi saturasi oksigen. Perkembangan teknologi elektronika berkembang hingga merambat pada bidang elektronika medis elektronika medis dibuat berbagai macam tujuan diantaranya *monitoring instrument, diagnostic instrument, therapeutic instrument, dan assistive devices*.

Diagnostic instrument digunakan untuk memperoleh informasi rekam medis pasien dan menampilkan data melalui media display. Salah satu contoh *monitoring instrument* adalah alat saturasi oksigen (SpO2) [11].

Penelitian penelitian sebelumnya telah membuat alat pengukuran saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30100 [12][13]. Penelitian lainnya yang pernah dilakukan dengan tujuan mempermudah memantau saturasi oksigen dan detak jantung bayi menggunakan ThingSpeak [14].

Perawatan pasien cerdas berbasis IoT telah banyak digunakan sebagai teknologi kesehatan, untuk mengatasi masalah sumberdaya. Sistem perawatan kesehatan berbasis IoT menghubungkan semua ketersediaan seperti mendiagnosis, memantau, dan pengoprasian secara jarak jauh yang menghubungkan antara pasien, perawat, dokter, dan keluarga pasien, dengan database yang terpusat. Saat ini banyak perangkat dan sistem perawatan kesehatan pintar berbasis IoT telah tersedia secara komersial sebagai perangkat kesehatan dalam memantau pasien, mengurangi kontak langsung dengan dokter, dan meningkatkan kinerja perawatan [15].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, alat yang akan dirancang bertujuan untuk mengukur kadar oksigen dalam darah (SpO2) dan detak jantung (BPM) menggunakan sensor MAX30102 yang berbasis IoT (*Internet of Things*). Alat ini akan memberikan tampilan visual dari nilai SpO2 dan BPM yang dapat dipantau. Dengan adanya alat ini, kita dapat melihat nilai SpO2 dan BPM tanpa perlu kontak langsung dengan pasien. Hal ini memudahkan pemantauan kondisi pasien secara jarak jauh, meningkatkan efisiensi waktu, dan memungkinkan tindakan yang cepat jika ada perubahan yang signifikan dalam sinyal tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang alat pengukur kadar oksigen dalam darah dan detak jantung secara *non-invasif* menggunakan sensor MAX30102 yang dapat dipantau melalui sistem *Internet of Things* (IoT)

2. Bagaimana ³⁶ mengukur kadar oksigen dalam darah dan detak jantung menggunakan metode *photoplethysmography* (PPG) reflektansi melalui jari tangan.
3. Bagaimana mengetahui faktor faktor yang mempengaruhi keakuratan alat dan pembacaan SpO2 dan BPM.

⁴¹ 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian berdasarkan rumusan masalah yang telah dijabarkan adalah sebagai berikut

1. Merancang alat ⁶³ kadar oksigen dalam darah dan detak jantung berbasis *internet of things* (IoT) yang dapat dipantau menggunakan sistem (IoT) menggunakan sensor MAX30102.
2. Mengetahui cara mengukur kadar oksigen dan detak jantung menggunakan metode PPG reflektansi melalui jari tangan.
3. Mengetahui keakuratan alat pengukuran SpO2 dan BPM dengan metode *Photoplethysmography*, dengan cara membandingkan hasil pengukuran alat dengan Oximeter SO811.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Mengetahui nilai deteksi detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah ³ tanpa melukai tubuh pasien
2. Mengetahui nilai saturasi oksigen dalam darah yang bisa dipantau melalui *smartphone*

⁵⁹ 1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini diantaranya ialah :

1. Pengukuran dilakukan pada jari tangan ⁵
2. Penelitian ini hanya menampilkan nilai saturasi oksigen (SpO2) dan detak jantung per menit (BPM)
3. Penelitian ini melibatkan volunteer dengan usia 7 sampai 15 dan 20 sampai 60 tahun sebagai pengambilan sampel data untuk saturasi oksigen dan BPM
4. Metode yang digunakan *Photoplethysmography* reflektansi

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan urutan garis besar penulisan skripsi. Berikut ini dituliskan pokok bahasan untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai susunan materi yang dibahas dari tiap bab.

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai latar belakang masalah, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan tentang konsep dasar perangkat yang digunakan untuk membuat alat pemantauan saturasi oksigen dan detak jantung serta penjelasan dasar mengenai pemantauan saturasi oksigen dan detak jantung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang proses perancangan alat, cara kerja alat, perangkat dan spesifikasi alat yang digunakan dalam pembuatan alat baik perangkat keras maupun perangkat lunak.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil penelitian dan pembahasan yang disampaikan berupa penjelasan dari hasil pengujian yang telah didapat dari pembuatan alat dan pengolahan data penelitian mengenai pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang menguraikan rangkuman yang disimpulkan dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan serta saran untuk pengembangan penelitian lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pemantauan Kesehatan

Sistem pemantauan kesehatan jarak jauh dalam *telemedicine* mengacu pada sumber daya, strategi, metode dan instalasi yang memungkinkan dokter atau profesional medis lainnya bekerja dari jarak jauh [16]. *Monitoring* kesehatan atayang biasa disebut *medical check up*, kegiatan pengecekan tanda- tanda vital manusia yang meliputi frekuensi pernapasan atau kadar oksigen dalam darah, suhu tubuh dan tekanan darah. Melalui pemeriksaan yang diharapkan suatu gangguan kesehatan dapat dideteksi sejak dini, pengecekan ini untuk merencanakan metode penanganan dan pengobatan yang tepat sebelum penyakit berkembang.

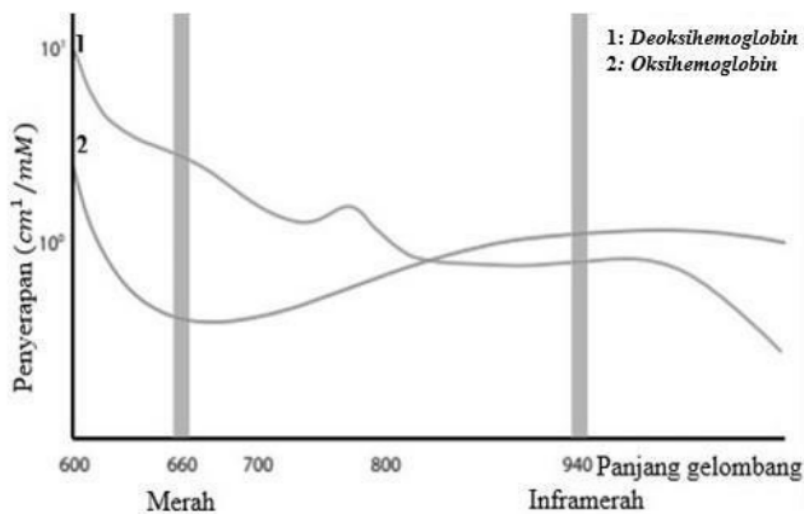
2.2 SpO2 (Saturasi Oksigen)

Pengukuran SpO2 secara *non invasive* didasarkan pada prinsip bahwa darah arteri menyerap cahaya saat denyut arteri berubah, dan keadaan denyut gelombang nadi direfleksikan oleh perubahan jumlah penyerapan cahaya, menurut Hukum Beer Lambert, pada saat pulsasi arteri, perubahan volum akan membuat jalur transmisi cahaya berubah, dan penyerapan cahaya darah arteri berubah, mengakibatkan perubahan intensitas cahaya yang diterima oleh fotodioda [17]. Saturasi oksigen merupakan ukuran persentase dari hemoglobin yang mengikat oksigen dalam arteri [18]. Saturasi oksigen normal 95 sampai 100% jika kurang dari 95% dianggap rendah dan di sebut hipoksemia [19]. Bahasa kedokteran menyebut SpO2. Hemoglobin merupakan molekul protein di dalam darah yang berfungsi untuk mengikat oksigen, karena saturasi oksigen bisa menunjukkan apakah hemoglobin bisa mengikat oksigen atau tidak. Sehingga kekurangan oksigen yang dapat mengakibatkan rusaknya organ organ yang penting dalam tubuh ditanggulangi, saturasi oksigen didefinisikan perbandinganoleh oxyhemoglobin dan deoxyhemoglobin. Perbandingan tersebut ditunjukan pada Persamaan (2.1.)

$$O_2 = \frac{O_2}{O_2 + \text{deoxyHb}} \times 100 \quad (2.1)$$

Berdasarkan Persamaan (2.1) ϵ_2 merupakan hemoglobin yang teroksigenasi dan ϵ_1 merupakan hemoglobin yang tidak teroksigenasi, dengan Persamaan (2.1) perkiraan jumlah oksigen dalam darah, digambarkan sebagai persentase jumlah oksigen hemoglobin yang teroksigenasi (ϵ_2) dibagi terhadap total hemoglobin ($\epsilon_1 + \epsilon_2$) yang dijumlahkan dengan (ϵ_1)

Oxyhemoglobin (Hb 2) adalah hemoglobin yang sepenuhnya mengikat oksigen sedangkan deoxyhemoglobin (Hb 1) adalah hemoglobin yang tidak sepenuhnya mengikat oksigen, untuk membandingkan serapan Hb 2 dengan Hb 1 ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Membandingkan Serapan Hb₂ dengan Hb₁ [20].

Gambar 2.1 menunjukkan serapan dalam kisaran merah ke inframerah, baik Hb 2 maupun Hb₁, dapat dilihat bahwa pada 660 nm ter deoksigenasi. Hb menyerap lebih banyak cahaya daripada hemoglobin teroksigenasi Hb 2 sedangkan pada inframerah sebaliknya. Hukum Beer-Lambert memungkinkan penentuan konsentrasi zat penyerap cahaya dalam larutan ketika intensitas dan panjang gelombang cahaya yang datang, panjang jalur transmisi dan karakteristik absorpsi zat tersebut diketahui [21]. *Pulse oximetry* dapat beroperasi baik dalam mode transmisi atau refleksi dimana penyerapan diukur dengan jumlah cahaya yang ditransmisikan melalui jaringan atau jumlah cahaya yang dipantulkan kembali.

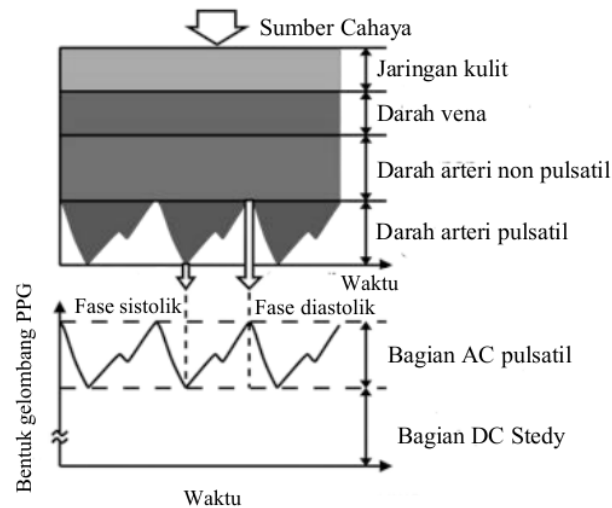
Saturasi oksigen dihitung menggunakan rumus yang disediakan sample Maxim Integrated™ [22] yang ditunjukkan pada Persamaan (2.2) dan Persamaan (2.3).

$$= \frac{AC_{Red} \div DC_{Red}}{AC_{IR} \div DC_{IR}} \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) Rasio (R) didapatkan membagi komponen hasil dari bagi komponen dibagi dengan SpO2 dihitung menggunakan rumus Maxim Integrated seperti yang ditunjukkan pada Persamaan (2.3).

$$2 = 2 + + \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) menunjukkan nilai R atau rasio didapatkan oleh Persamaan (2.2). a, b, dan c merupakan koefisien kalibrasi. Berikut merupakan gambaran komponen AC dan DC dari sinyal PPG dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Komponen AC dan DC dari sinyal PPG [23].

Gambar 2.2 menunjukkan deteksi PPG berbentuk gelombang transmisi yang memiliki arus searah DC dan arus bolak balik AC, komponen DC dari bentuk gelombang PPG sesuai dengan yang ditransmisikan atau sinyal optik tercermin dari jaringan tergantung pada struktur jaringan volume rata rata darah arteri dan vena, komponen DC berubah secara perlahan sedangkan komponen AC berfluktuasi sesuai dengan perubahan volume darah yang terjadi antara siklus sistolik dan diastolik jantung [23].

2.3 Detak Jantung Per menit (BPM)

Detak jantung merupakan suatu proses yang terjadi dalam tubuh manusia yang bertugas mengalirkan darah keseluruh tubuh. Jantung memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah arteri yang menyebabkan pembuluh darah arteri mengalami kontraksi atau pada pembuluh meregang dan mengecil. Sehingga untuk mengukur detak jantung dapat dilakukan pada pembuluh darah arteri dengan menggunakan *photoplethysmography*.

Detak jantung normal saat istirahat pada bayi adalah 100 sampai 180 BPM, pada balita 100 sampai 130 BPM, pada anak-anak 80 sampai 100 BPM, dan pada remaja adalah 60 sampai 100 BPM. BPM adalah satuan dalam pengukuran detak jantung dalam satu menit. Penelitian lain menunjukkan bahwa detak jantung cenderung menurun seiring bertambahnya usia [24]. Berikut merupakan jumlah detak jantung per menit terhadap usia pasien dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Detak Jantung Per menit Berdasarkan Usia [24].

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

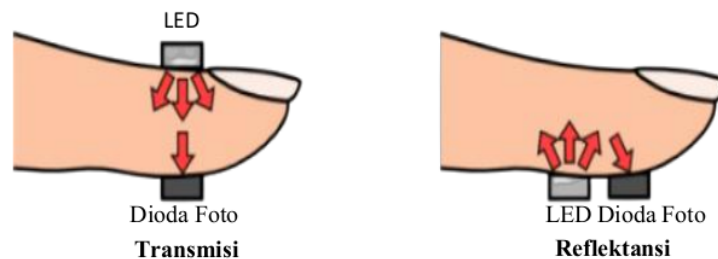
Tabel 2.1 menunjukkan detak jantung per menit berdasarkan usia, dimulai dari baru lahir sampai usia dewasa. Sinyal PPG adalah intensitas cahaya yang terdeteksi berubah karena sistolik dan siklus jantung diastolik, atau juga dikenal sebagai perubahan detak jantung. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan salah satu siklus ini dikenal sebagai variabilitas detak jantung.

2.4 *Photoplethysmography*

Photoplethysmography merupakan metode untuk mengukur jumlah cahaya yang diserap atau dipantulkan oleh pembuluh darah dalam jaringan hidup. Jumlah penyerapan atau pemantulan optik bergantung pada jumlah darah yang ada di jalur optik. Pengukuran yang berbasis optik yang dapat digunakan untuk mendeteksi

perubahan volume darah serta dapat mendeteksi perubahan cahaya yang diserap dalam darah, memanfaatkan dua buah LED berwarna merah dan inframerah serta dioda foto [25]. Dioda foto berguna sebagai mengukur intensitas cahaya yang berhubungan dengan perubahan volume darah dan cahaya yang terserap oleh darah. Perangkat PPG yang menggunakan cahaya yang berbeda, panjang gelombang dan intensitas berdasarkan dioda pemancar cahaya. Panjang gelombang cahaya yang lebih pendek sangat diserap oleh melanin [26].

Darah menyerap cahaya lebih banyak didaerah ultraviolet dan inframerah namun lampu merah dan cahaya inframerah dekat dan mudah ditransmisikan hasilnya. Panjang gelombang inframerah telah digunakan sebagai sumber cahaya untuk sensor PPG. Pengukuran PPG mempunyai dua metode yaitu transmisi dan reflektansi, dioda foto diletakan diantara jari serta transmisi LED dioda foto diletakan sejajar seperti yang ditunjukkan Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Metode Photoelectric a. Transmisib. Reflektansi.

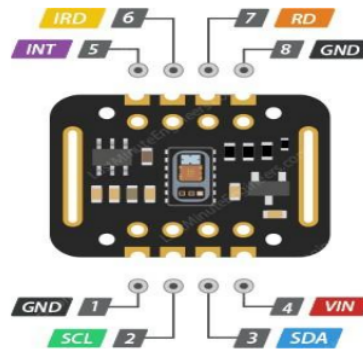
Gambar 2.3 dalam mode transmisi cahaya yang ditransmisikan melalui media terdeteksi oleh dioda foto yang berlawanan dengan sumber LED, sedangkan dalam mode reflektansi dioda foto mendeteksi cahaya yang diserap atau dipantulkan dari jaringan, tulang, maupun pembuluh darah. Metode yang digunakan pada *Photoplethysmography* baik reflektansi maupun transmisi membutuhkan penggunaan sumber cahaya dan sumber pendeteksi cahaya *Light Emitting Diode* (LED) dan fotodetektor yang sangat sensitif biasa digunakan, perbedaan antara kedua mode adalah pada pengaturan sensor.

Mode transmisi mampu mendapatkan sinyal yang relatif lebih baik, namun lokasi pengukuran terbatas, agar efektif sensor dapat ditempatkan pada bagian

tubuh yang dimana cahaya ditransmisikan dengan mudah dideteksi, seperti ujung jari, hidung, dan daun telinga [26]. Mode reflektansi mudah digunakan dan berbagai tempat pengukuran mudah ditempatkan namun mode reflektansi terpengaruh oleh gerakan dan gangguan tekanan, setiap aktivitas fisik dapat merubah gerakan yang merubah sinyal PPG.

2.5 Sensor MAX30102

Sensor MAX30102 digunakan sebagai modul untuk mengukur detak jantung dan konsentrasi oksigen dalam darah yang berisi LED merah, LED inframerah, dan dioda foto yang dapat mengubah energi cahaya menjadi arus listrik serta amplifier yang dapat memperkuat sinyal yang dihasilkan oleh dioda foto. Sensor ini menggunakan komunikasi I2C, driver bus I2C bersifat *open drain* dan membutuhkan resistor *pull-up* pada I2C SDA dan SCL agar data keluaran sensor dapat terbaca pada saat sinyal *low* 0 volt dan sinyal *high* [27]. Pengukuran tersebut kemudian diproses, sensor MAX30102 yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



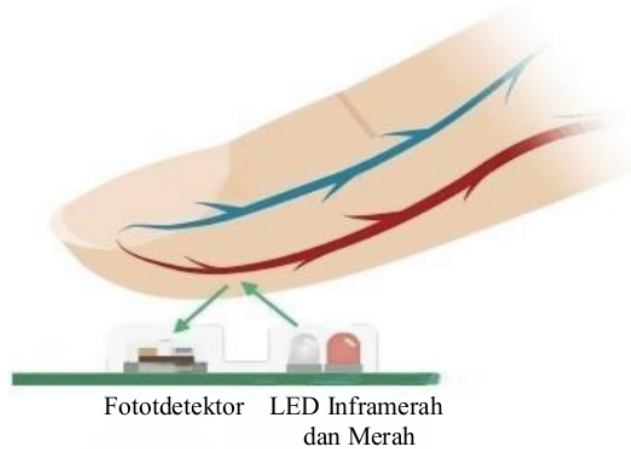
Gambar 2.4 Sensor MAX30102 [28].

Gambar 2.4 merupakan gambaran sensor MAX30102 yang memiliki koneksi pin VIN adalah pin daya yang dihubungkan pada mikrokontroler yang beroperasi pada catu daya 1,8V untuk IC dan catu daya 3,3V untuk LED merah dan inframerah terpisah untuk LED internal. SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) adalah pin untuk protokol I2C sebagai pengirim maupun penerima data. INT dapat digunakan sebagai intrupsi untuk setiap pulsa, saluran ini terbuka *drain*, sehingga ditarik *high* oleh resistor pada *onboard*, ketika intrupsi terjadi INT menjadi *low*. IR berfungsi

mengintegrasikan *driver* LED untuk menggerakkan pulsa LED untuk pengukuran SpO₂ dan BPM, digunakan jika ingin menggerakkan LED inframerah sendiri. RD digunakan untuk menggerakkan LED merah. Sensor MAX30102 memiliki kelebihan dibandingkan dengan sensor lain memiliki ukuran kecil dan ringan serta memiliki daya tahan yang baik terhadap interferensi elektromagnetik.

2.6 Cara Kerja MAX30102

MAX30102 terdiri dari sepasang LED dan fotodetektor yang memiliki panjang gelombang masing masing adalah 660 nm untuk merah dan 880 nm untuk inframerah. MAX30102 bekerja dengan LED menyinari jari dan mengukur jumlah cahaya yang dipantulkan menggunakan fotodetektor [29]. fotodetektor pada sensor MAX30102 terhubung dengan amplifier digunakan untuk mendeteksi pulsa pembuluh darah yang terjadi saat detak jantung, fotodetektor menangkap cahaya yang dipancarkan oleh pembuluh darah yang terpapar oleh sensor kemudian mengubahnya menjadi sinyal elektrik. Metode deteksi pulsa melalui cahaya ini sering disebut *photoplethysmogram*. Gambar 2.5 adalah sistem kerja MAX30102.



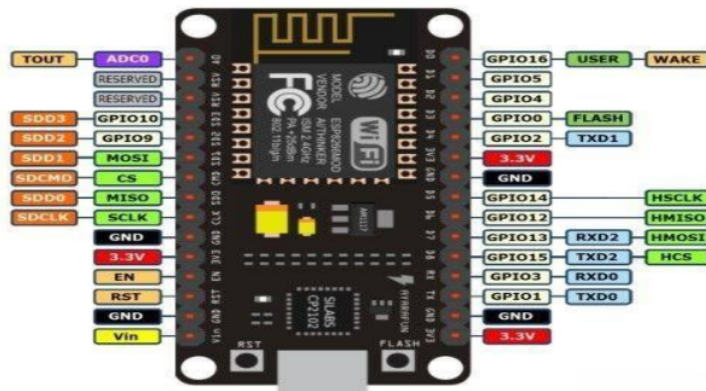
Gambar 2.5 Sistem Kerja MAX30102

Gambar 2.5 memvisualkan sebuah sensor MAX30102 yang terdiri dari fotodetektor dan LED inframerah dan merah. LED inframerah dan merah akan menyinari jaringan kulit pada jari dan mengukur jumlah cahaya yang dipantulkan menggunakan fotodetektor. Sensor MAX30102 terdapat LED merah digunakan

untuk mendeteksi pulsasi pada saat detak jantung bekerja, pulsasi pembuluh darah yang terjadi pada saat detak jantung bekerja akan menyebabkan perubahan pada intensitas cahaya yang dipancarkan kembali oleh jaringan tubuh, dan LED inframerah mengukur perubahan intensitas cahaya yang dipancarkan kembali oleh jaringan tubuh pasien yang disebabkan oleh oksigen dalam darah. Kegunaan MAX30102 dibagi menjadi dua bagian untuk mengukur *Beats Per Minute*(BPM) dan SpO2. Hemoglobin teroksigenasi dalam darah arteri memiliki karakteristik menyerap sinar IR, semakin tinggi hemoglobin maka semakin banyak sinar IR yang diserap. Saat darah dipompa melalui jari dengan setiap detak jantung, jumlah cahaya yang dipantulkan berubah, menciptakan bentuk gelombang yang berubah pada *output* fotodetektor.

2.7 NodeMCU ESP8266

NodeMCUESP8266 merupakan mikrokontroler ESP8266 buatan Espressif System terdiri dari perangkat keras dengan format ESP8266 *on-chip* yang terintegrasi dengan Wi-Fi, Bluetooth dan berbagai *periferal*, dapat memudahkan dalam pengembangan sistem *Internet of Things* yang memerlukan koneksi *wireless*, format ESP8266 dan menggunakan bahasa pemrograman Lua, ESP8266 NodeMCU membutuhkan tegangan operasi 2,5V hingga 3,6V, ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 2,6.

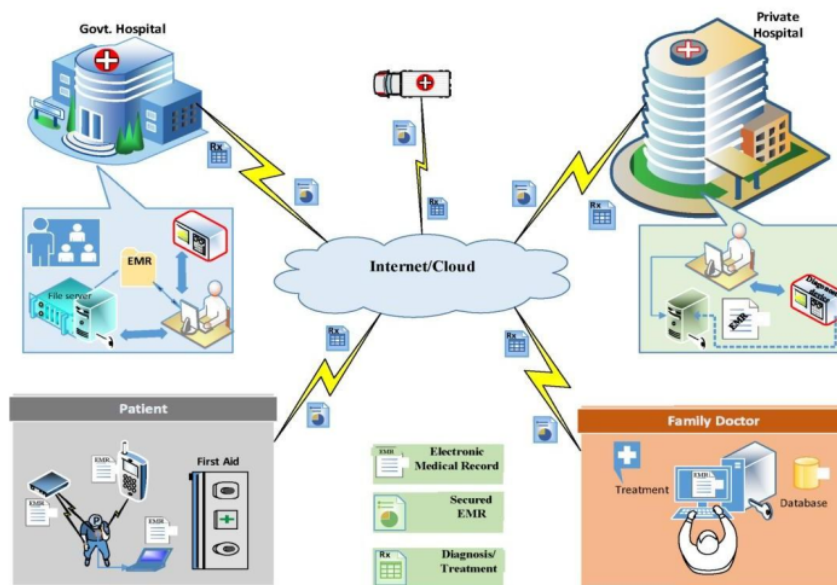


Gambar 2.6 Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 [30].

Gambar 2.6 memvisualkan tampilan dari ESP8266 modul WiFi yang berfungsi sebagai perangkat tambahan mikrokontroler agar dapat terhubung dengan WiFi dan membuat koneksi TCP/IP, modul Wifi ini berbasis *Single on Sircuit* yang dapat digunakan tanpa bantuan mikrokontroler lain. ESP8266 memiliki total 30 *pin*, dengan *pin* GPIO sebanyak 17 *pin* yang dapat diberi fungsi berbeda dengan memprogram register yang sesuai.

2.8 IoT(Internet of Things)

Internet of things adalah sebuah konsep yang terhubung dengan koneksi *wireless* maupun *wired* yang dapat berinteraksi satu sama lain dan objek lain untuk menciptakan sesuatu yang baru baik berupa layanan aplikasi untuk menciptakan lingkungan yang cerdas yang membuat energi, transportasi kota, kesehatan, menjadi lebih mudah diakses dimana saja [31]. *Internet of Things* memanfaatkan sinergi yang dihasilkan oleh konvergensi internet konsumen bisnis dan industri yang menghubungkan orang, data, dan berbagai hal lainnya yang memanfaatkan *cloud* untuk menciptakan layanan yang luas. Sistem *Internet of Things* yang ditunjukkan Gambar 2.7.



Gambar 2.7 *Internet of Things* dalam Konteks *Healthcare* [32].

Gambar 2.7 merupakan contoh *Internet of Things* pada bidang kesehatan, dengan terhubungnya mobil penjemputan pasien, rumah sakit, pasien, keluarga pasien, dan juga dokter seperti ditunjukkan gambar 2.7 memudahkan pelayanan kesehatan dan penanganan pasien yang terhubung dengan internet atau *cloud* dapat digunakan sebagai perangkat pemantauan kesehatan pasien yang memerlukan perhatian khusus menggunakan pemantauan berbasis IoT ini, untuk menganalisis dan menyimpan informasi menganalisis data secara nirkabel. Kelebihan dari penggunaan IoT dalam dunia kesehatan memungkinkan pelayanan dapat dilakukan lebih efisien.

2.9 Blynk

Aplikasi Blynk pada ponsel cerdas menyediakan sebuah *graphical user interface* (GUI), sebuah monitor dan laporan [33]. Platform IoT digunakan sebagai media untuk menyimpan data *monitoring* dan juga memberikan notifikasi. *Internet of things* merupakan perkembangan keilmuan yang sangat menjanjikan untuk mengoptimalkan kehidupan berdasarkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang bekerjasama melalui jaringan internet. *Internet of things* adalah struktur dimana objek orang disediakan identitas eksklusif dan kemampuan untuk pindah data melalui data melalui jaringan tanpa memerlukan dua arah atau manusia ke manusia yaitu sumber ke tujuan atau interaksi manusia ke komputer. Aplikasi Blynk digunakan untuk mendukung aplikasi IoT dalam pemantauan kesehatan.

Blynk adalah aplikasi untuk iOS dan OS Android untuk mengendalikan Arduino, NodeMCU, Raspberry Pi dan sejenisnya melalui internet. Aplikasi ini dapat digunakan untuk mengendalikan perangkat *hardware*, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dalam penelitian ini Blynk digunakan untuk mendukung aplikasi IoT dalam sistem pemantauan kesehatan, yang memungkinkan pengguna dapat menyimpan data detak jantung dan kadar oksigen dalam darah berupa data informasi, khususnya data pasien. Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama yaitu aplikasi, *serve*, dan *libraries*. Blynk *server* berfungsi untuk menangani semua komunikasi diantara *smartphone* Android dan *hardware*. Widget yang tersedia pada Blynk diantaranya adalah *Button*, *Value Display*, *History Graph*, *Twitter* dan *Email*, Blynk merupakan wadah kreatifitas untuk membuat antarmuka

grafis untuk proyek yang ingin diimplementasikan dengan metode *Drag and Drop Widget*, pengendalian jarak jauh dapat dilakukan dengan aplikasi *platform* aplikasi Blynk, dimanapun selama terhubung dengan internet dengan koneksi yang stabil.

2.10 Kajian Pustaka

Beberapa penelitian telah membuat penelitian berupa pengukuran SpO₂ dan BPM. Penelitian sebelumnya membahas tentang perancangan sistem *monitoring* saturasi oksigen dan denyut nadi menggunakan sensor MAX30100 berbasis IoT dengan Telegram sebagai penyampaian informasi terhadap pasien yang dipantau, dengan persentase kesalahan pada saturasi oksigen sebesar 0,96% dan denyut nadi 1,63% [34].

Penelitian selanjutnya membahas kekurangan oksigen pada tubuh yang dapat menyebabkan tubuh merasa mudah kelelahan, maka dibuatlah alat yang dapat mendiagnosa tubuh seseorang kekurangan oksigen yaitu oximetri dengan menggunakan sensor MAX30100 dengan mikrokontroler arduino nano yang dilengkapi dengan modul *bluetooth* HC-05 [35]. Metode penelitian ini menggunakan PPG reflektansi dan mencoba membandingkan dengan metode transmisi. Penelitian ini mendapatkan kesimpulan metode reflektansi lebih stabil dibandingkan menggunakan metode transmisi dengan keakuratan 95% pada pengukuran menggunakan sensor MAX30100 dengan tambahan dua resistor sebagai *pull-up*.

Penelitian selanjutnya merancang alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung yang dapat ditampilkan pada GUI, menggunakan arduino nano dengan cara menghubungkan hasil pembacaan sensor menggunakan USB [36]. Pengukuran yang diperoleh dari penelitian ini adalah pengukuran SpO₂ dan BPM menggunakan sensor MAX30100 dengan tampilan menggunakan desktop *Graphic User Interface* (GUI) dengan rata rata *error* 0.84% untuk SpO₂ dan 1,6 BPM.

Penelitian ini mencoba melakukan pengukuran kejenuhan kadar oksigen dalam darah berbasis Android [37]. Pengukuran yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler Raspberry Pi. Pengukuran yang diperoleh penelitian ini adalah pengukuran SpO₂ dengan rata rata persentase *error* sebesar 1,378% dan BPM sebesar 2,34%. Pengukuran yang dilakukan menggunakan sensor MAX30100

Penelitian berikutnya merancang sebuah alat pendeteksi ¹³ gejala hipoksia menggunakan metode *decision tree* berdasarkan detak jantung dan kadar oksigen. Penelitian ini menggunakan metode *decision tree* untuk mendapatkan nilai klasifikasi hipoksia atau normal, dengan prototipe alat MAX30100 sebagai sensor untuk mengukur SpO₂, LCD sebagai *output*, dan Arduino sebagai pengolah dan pengklasifikasian data. Hasil pengukuran dari penelitian ini didapatkan 97,66% keakuratan detak jantung, dan 98,75% untuk keakuratan saturasi oksigen [38].

Berdasarkan referensi yang didapatkan, pengukuran SpO₂ dan BPM akan dilakukan menggunakan sensor MAX30102. Sensor ini memiliki akurasi yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah dibandingkan dengan sensor MAX30100. MAX30102 juga memiliki kinerja deteksi sinyal yang lebih baik dan kapasitas penyimpanan buffer FIFO yang lebih besar, yaitu 32 sampel dibandingkan dengan 16 sampel pada MAX30100. Penelitian ini akan menggunakan sistem IoT dengan aplikasi Blynk untuk memantau kondisi kesehatan seseorang, termasuk SpO₂ dan BPM. Selain itu, penelitian ini menggunakan baterai Litium yang dapat diisi ulang, sehingga tidak perlu mengganti baterai dan mudah untuk pengisian daya saat baterai habis.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Penelitian

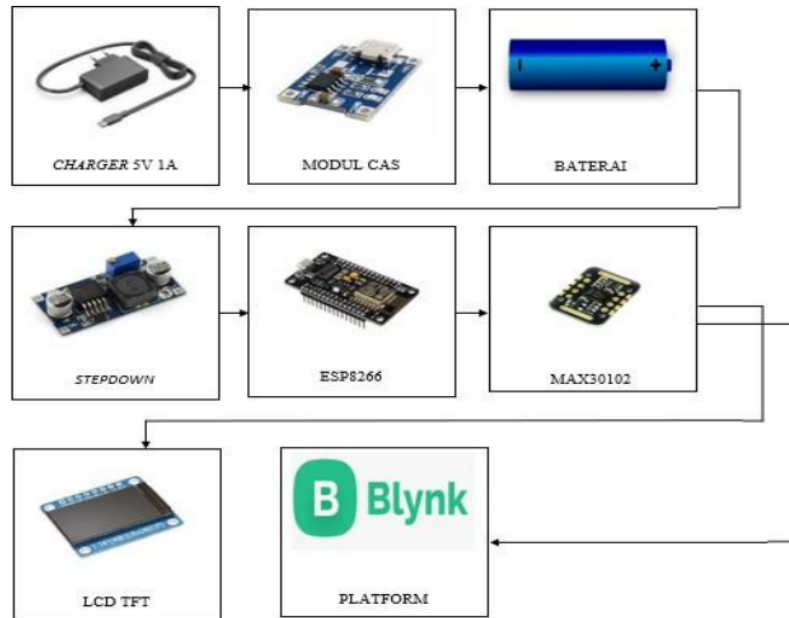
Perancangan pengukuran saturasi oksigen (SpO₂) dan detak jantung (BPM) berbasis IoT merupakan tahapan penting dalam penelitian ini untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat bekerja secara optimal. Rancang bangun penelitian *monitoring* saturasi oksigen dan detak jantung melibatkan beberapa aspek, termasuk pemantauan dan catu daya yang mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Aspek pemantauan, dirancang suatu sistem yang mampu secara terus-menerus memantau dan merekam data saturasi oksigen dan detak jantung pada subjek yang sedang diuji, hal ini melibatkan penggunaan sensor khusus seperti sensor SpO₂ untuk mengukur tingkat oksigen dalam darah dan sensor detak jantung untuk mengukur frekuensi detak jantung. Data yang tercatat kemudian dapat disimpan atau dikirim secara nirkabel ke *server* atau aplikasi untuk analisis lebih lanjut.

Perancangan catu daya juga menjadi bagian penting dalam rancang bangun penelitian ini. Penyediaan daya yang stabil dan andal diperlukan untuk menjaga kinerja sistem secara kontinu, ini melibatkan pemilihan sumber daya seperti baterai atau adaptor daya yang sesuai dengan kebutuhan alat serta desain rangkaian yang efisien untuk mengatur dan mengelola aliran daya secara optimal. Perancangan pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung berbasis IoT melibatkan berbagai aspek penting seperti pemantauan, catu daya, perangkat keras, dan perangkat lunak, hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang dikembangkan dapat bekerja dengan baik dan memberikan data yang akurat dan handal.

3.1.1 Perancangan Alat Penelitian

Perancangan alat penelitian pendeteksi kadar oksigen dalam darah dan detak jantung dengan metode *Photoplethysmography* menggunakan sensor MAX30102 berbasis IoT. Perancangan alat penelitian meliputi catu daya, ESP8266, MAX30102, OLED, dan mencakup pembacaan SpO₂, pembacaan BPM dengan

48
 aplikasi IoT. Struktur komponen yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



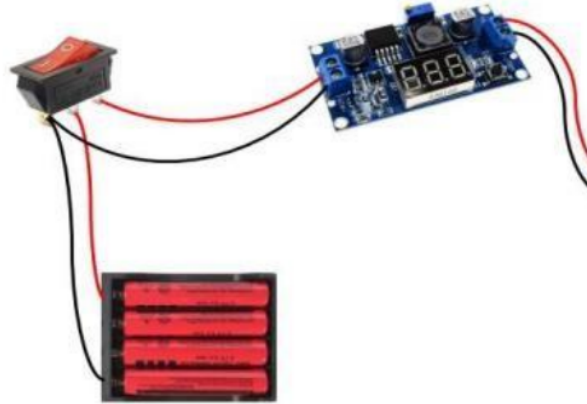
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem Pembacaan Nilai SpO2 dan BPM

3
 Gambar 3.1 merupakan diagram blok dari sebuah sistem yang akan bekerja dari sebuah alat yang akan dibuat. Diagram blok sistem pembacaan nilai SpO2 dan BPM terdiri dari beberapa komponen yaitu baterai, modul *Step Down* DC, ESP8266 dan MAX30102. Sistem ini bekerja ketika jari tangan ditempelkan pada sensor MAX30102 maka ESP8266 akan mendapatkan perintah untuk mendapatkan nilai SpO2 dan BPM.

3.1.2 Perancangan Catu Daya

Proses perakitan alat dimulai dengan tahapan yang pertama, yaitu menghubungkan baterai sebagai sumber tegangan utama. Tahap ini, dilakukan penyambungan baterai ke dalam rangkaian alat dengan menggunakan regulator *step down*. Regulator *step down* berfungsi untuk menurunkan tegangan dari baterai sesuai dengan kebutuhan alat. Setelah melalui regulator *step down*, tegangan tersebut kemudian dialirkan ke beban yang ada dalam alat, untuk menjaga

keamanan dan mengendalikan aliran listrik, *switch on-off* juga diterapkan dalam rangkaian. *Switch* ini berfungsi sebagai pemutus dan penghubung arus listrik, sehingga dapat digunakan untuk menghidupkan atau mematikan alat sesuai kebutuhan. Keberadaan *switch* ini penting dalam memastikan keselamatan pengguna dan mencegah terjadinya kebocoran arus yang tidak diinginkan. Salah menghubungkan baterai sebagai sumber tegangan dapat dilihat pada Gambar 3.2.

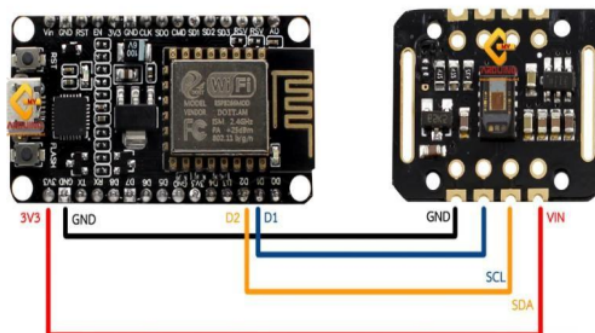


Gambar 3.2 Proses Menghubungkan Baterai dengan Mikrokontroler.

Proses menghubungkan baterai dengan mikrokontroler pada Gambar 3.2 menggunakan baterai Lithium Ion 18650, salah satu jenis baterai yang banyak digunakan, jenis baterai ini dapat dicas ulang biasa digunakan sebagai elektronik portabel yang membutuhkan tenaga besar dan tahan lama, besar tegangan pada baterai Lithium Ion 18650 yang digunakan sebesar 3,6V sampai 4,2V dengan menggunakan dua buah baterai untuk menjalankan sebuah mikrokontroler dengan bertegangan sebesar 5V, pada pengoprasian alat baterai dapat digunakan secara terus menerus selama 10 jam dengan buah baterai yang diseri, maka baterai menjadi 8,4V dan memerlukan sebuah penurun tegangan untuk menghidupkan sebuah mikrokontroler sebesar 5V, penurun tegangan yang digunakan adalah LM2596 keunggulan menggunakan *step down* LM2596 adalah besar tegangan *output* stabil walaupun tegangan *input* naik turun, *output* dapat diatur menggunakan potensiometer.

3.1.3 Perancangan MAX30102 dengan ESP8266

Proses menghubungkan sensor MAX30102 dengan ESP8266 merupakan tahap krusial dalam perancangan alat untuk mendeteksi kadar oksigen dalam darah (SpO₂) dan detak jantung (BPM). Sensor MAX30102 bertindak sebagai komponen utama yang akan mengambil sampel data dari subjek yang sedang diukur. terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan. Pertama, koneksi fisik antara sensor MAX30102 dengan *pin* yang tersedia pada ESP8266, hal ini melibatkan penyusunan kabel penghubung yang tepat, memastikan bahwa setiap *pin* pada MAX30102 terhubung *pin* yang sesuai pada ESP8266, selanjutnya perlu dilakukan pengaturan komunikasi antara sensor dan mikrokontroler, dalam kasus ini, protokol komunikasi yang umum digunakan adalah I²C (*Inter-Integrated Circuit*). Pengaturan ini melibatkan program yang tepat pada mikrokontroler untuk menginisialisasi komunikasi dengan MAX30102 dan membaca data yang diperoleh dari sensor. Penghubungan sensor MAX30102 dengan ESP8266 ditunjukkan pada Gambar 3.3.



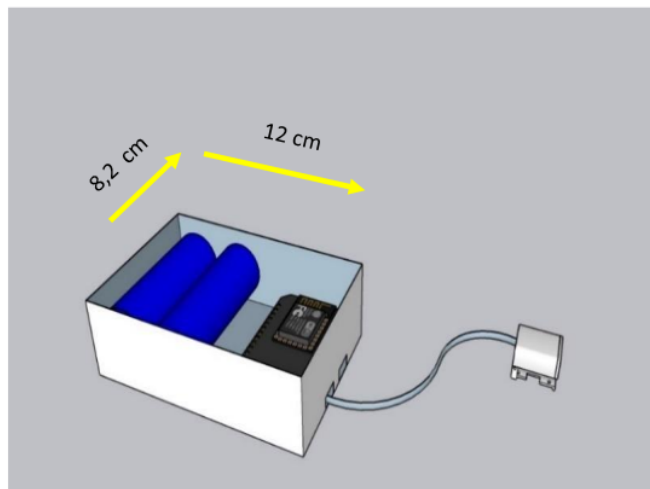
Gambar 3.3 Menghubungkan Sensor MAX30102 dengan ESP8266

Gambar 3.3 merupakan konfigurasi yang diperlukan untuk menghubungkan antara sensor dan ESP8266. ESP8266 *pin output* 3,3V dihubungkan dengan *pin* Vcc pada sensor, bertujuan untuk memberikan pasokan tegangan 3,3V yang stabil dari ESP8266 ke sensor, selanjutnya *pin output ground* pada ESP8266 dihubungkan dengan *pin Ground* pada sensor, selain itu, untuk mengatur komunikasi data antara ESP8266 dan sensor, diperlukan penghubungan khusus pada *pin* SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*). *Pin* D2 pada ESP8266 dihubungkan dengan *pin*

SCL pada sensor. Koneksi ini menghubungkan jalur *clock* yang akan mengatur waktu pengiriman data antara kedua perangkat. Kemudian, *pin* D1 pada ESP8266 dihubungkan dengan *pin* SDA pada sensor. Koneksi ini bertanggung jawab untuk mentransfer data secara serial antara ESP8266 dan sensor. Konfigurasi *pin* yang disebutkan di atas, yaitu *pin input* 3,3V, *ground*, SCL, dan SDA pada ESP8266 yang dihubungkan *pin* Vcc, *ground*, SCL, dan SDA pada sensor MAX30102, yang merupakan langkah penting dalam proses penghubungan antara kedua perangkat tersebut. Konfigurasi ini memungkinkan aliran tegangan, arus, dan komunikasi data yang tepat antara ESP8266 dan sensor, yang merupakan bagian integral dari sistem pengukuran SpO2 dan BPM yang diimplementasikan.

3.1.4 Desain Penyusunan Alat 3D (3 Dimensi)

Desain alat 3D digunakan untuk memvisualisasikan sebelum dibuat secara fisik, dengan menggunakan desain 3D untuk memastikan alat dapat dibentuk sesuai dengan apa yang telah dirancang sebelumnya. Desain 3D berfungsi sebagai menampilkan tampilan secara keseluruhan alat yang telah dibuat. Desain alat 3D dapat dilihat pada Gambar 3.4.



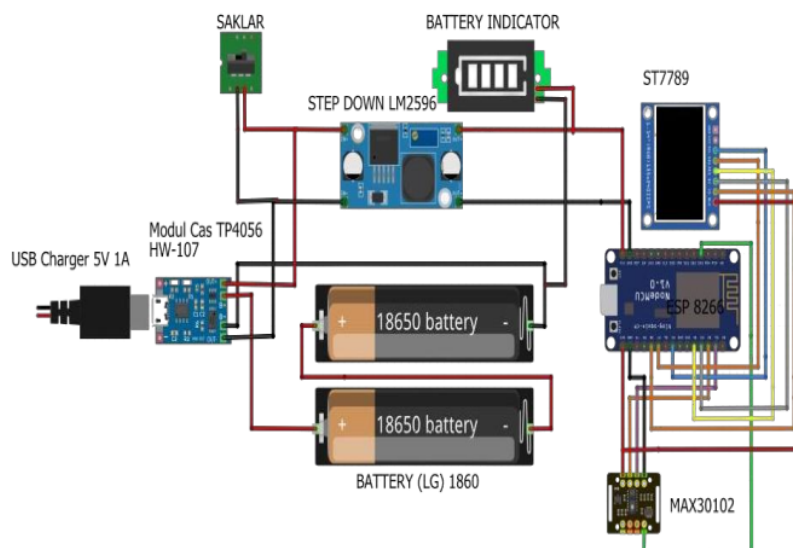
Gambar 3.4 Desain Alat

Gambar 3.4 pada gambar di atas menunjukkan tampilan keseluruhan alat terdapat tempat sensor MAX30102 yang berguna untuk menempelkan jari pada sensor. Komponen yang terletak pada *box* proyek meliputi ESP8266, baterai,

stepdown, dan modul cas. Panjang alat yang dibuat dengan panjang 12 cm dan lebar 8,2 cm, merupakan kotak sebagai penutup dari komponen.

3.2 Penyusunan Sistem Alat

Penyusunan sistem kerja alat merupakan tahap penting dalam memastikan bahwa semua komponen terhubung dengan baik dan membentuk suatu sistem yang efektif untuk digunakan dalam penelitian. Perancangan sistem ini mencakup beberapa aspek, yaitu perancangan *input*, perancangan *output*, dan pemantauan. Perancangan *input*, dilakukan penentuan jenis *input* yang akan diterima oleh alat, seperti data yang diperoleh dari sensor atau interaksi dengan pengguna melalui tombol atau tampilan, hal ini melibatkan pemilihan sensor yang sesuai dengan tujuan pengukuran serta pemrograman untuk menerima dan memproses data *input* tersebut. Perancangan *output* berkaitan dengan cara penyampaian informasi atau hasil pengukuran kepada pengguna atau perangkat lainnya. Ini melibatkan pemilihan jenis *output* yang sesuai, seperti tampilan visual melalui layar atau perangkat lain yang dapat mengirimkan sinyal atau data. Penyusunan sistem alat ditunjukkan Gambar 3.5.



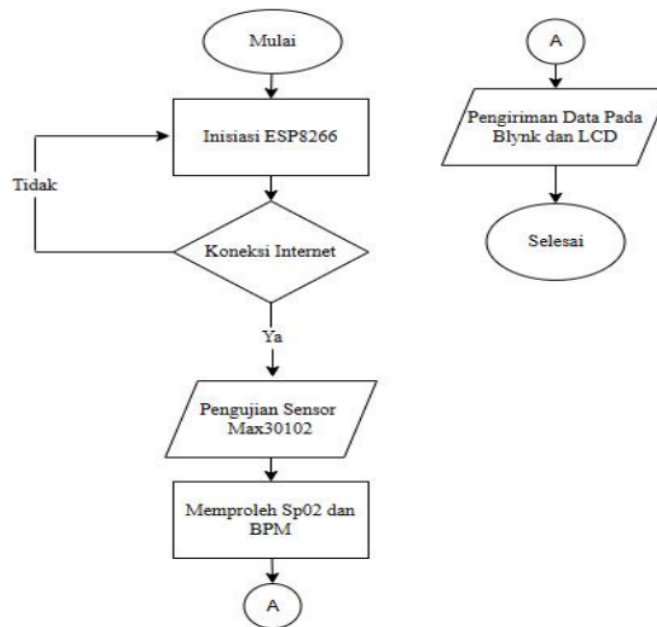
58

Gambar 3.5 Rangkaian Keseluruhan Alat

Gambar 3.5 merupakan rangkaian kerja alat yang berfungsi untuk mengetahui perancangan dari keseluruhan komponen yang digunakan. Penelitian ini menggunakan beberapa komponen seperti LCD TFT, baterai, sensor MAX30102, mikrokontroler ESP8266, modul cas baterai dan *step down* yang terhubung dengan mikrokontroler ESP8266. Cara rangkaian kerja alat dimulai dari saklar yang dihidupkan akan menghidupkan *step down* yang sebelumnya telah dialiri arus dari baterai, *step down* akan menghasilkan 5V untuk menghidupkan ESP8266 yang menjadi pengolah data untuk melakukan pengukuran dan menghidupkan sensor MAX30102 yang akan ditampilkan pada LCD TFT.

3.3 Flowchart

Flowchart ini memberikan gambaran dari satu proses ke proses lainnya. Sehingga alur dapat mudah dipahami. Flowchart berperan penting dalam memutuskan sebuah langkah dari sebuah pembuatan proyek yang melibatkan banyak komponen, selain sebagai menentukan sebuah langkah fungsi dari flowchart adalah untuk menyederhanakan sebuah rangkaian. Flowchart sistem monitoring BPM dan SpO2 dapat dilihat pada Gambar 3.6.



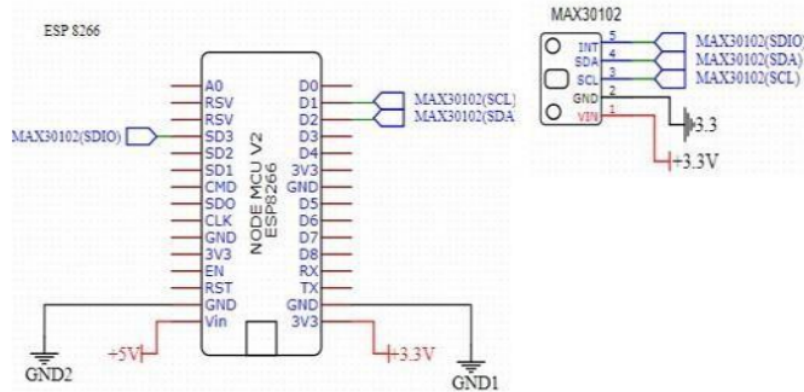
Gambar 3.6 Flowchart Sistem

Gambar 3.6 secara rinci menggambarkan proses program atau prosedur yang berjalan secara logika. Proses dimulai ketika alat dinyalakan dan sistem diinisialisasi. Tahap awal, ESP8266 diaktifkan sebagai mikrokontroler utama, kemudian terhubung dengan koneksi internet untuk memastikan aksesibilitas ke *web server* Blynk. Setelah koneksi terjalin, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian pada sensor MAX30102, sensor ini akan menerima *input* berupa ujung jari yang ditempatkan pada sensor. Melalui mikrokontroler yang telah diprogram sebelumnya, sensor akan membaca nilai BPM (*beats per minute*) dan SpO2 (saturasi oksigen dalam darah). Jika nilai BPM dan SpO2 berhasil didapatkan dengan menampilkan ujung jari pada sensor, maka langkah selanjutnya akan dilakukan.

Nilai BPM dan SpO2 yang telah diukur akan ditampilkan secara *real-time* pada *dashboard* Blynk, yang memungkinkan pengguna untuk memantau dan mengamati parameter vital tersebut, selain itu, nilai BPM dan SpO2 juga akan ditampilkan pada layar LCD, memberikan tampilan visual yang jelas dan mudah dibaca. Penghitungan nilai BPM dan SpO2 akan terus berjalan selama jari pengguna masih berada pada sensor, namun, ketika jari dilepaskan dari sensor oleh pengguna, penghitungan BPM dan SpO2 akan berhenti dan akan memulai melakukan pemrosesan kembali ketika akan melakukan pengukuran.

3.4 Rangkaian Input

Rangkaian *input* ini didesain dengan menggunakan komponen sensor MAX30102 sebagai komponen utama yang berperan penting dalam fungsi dan operasi keseluruhan rangkaian. Sensor MAX30102 digunakan untuk mendeteksi dan mengukur berbagai parameter vital seperti detak jantung dan saturasi oksigen dalam darah. Rangkaian *input* ini dirancang secara detail dan kompleks agar dapat mengintegrasikan sensor MAX30102 dengan sistem lainnya. Rangkaian *input* yang terdiri dari sensor MAX30102 dan mikrokontroler ESP8266, akan dihubungkan sesuai dengan konfigurasi yang telah ditetapkan, agar sensor dapat bekerja dengan baik dan optimal. Rangkaian *input* ditunjukkan pada Gambar 3.7.

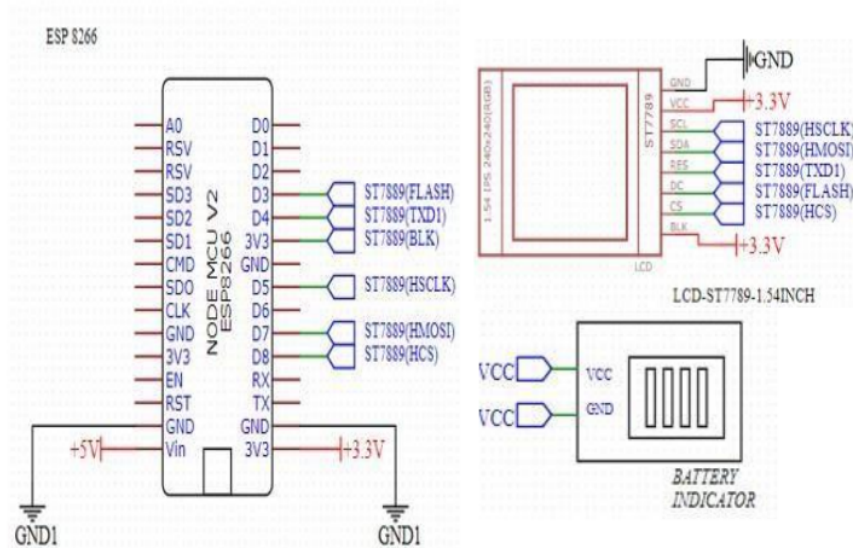


Gambar 3.7 Rangkaian *Input* Mikrokontroler

Gambar 3.7 menunjukkan rangkaian yang terdiri dari *pin input* pada mikrokontroler. Rangkaian ini berfungsi untuk mengendalikan dan berinteraksi dengan sensor MAX30102. Proses interaksi dimulai dengan memberikan perintah pada sensor MAX30102, yang telah dikonfigurasi sebelumnya, untuk menggunakan alamat yang terhubung melalui protokol I2C (*Inter Integrated Circuit*). Alamat ini memastikan bahwa mikrokontroler dapat berkomunikasi secara langsung dengan sensor yang tepat.

3.5 Rangkaian *Output*

Rangkaian *output* dari sebuah mikrokontroler yang terintegrasi dengan sensor MAX30102 memiliki komponen yang cukup kompleks. Rangkaian *output* tersebut terdiri dari sebuah tampilan LCD (*liquid Crystal Display*) TFT yang telah terhubung dengan I2C (*Inter Integrated Circuit*). Tampilan LCD TFT tersebut digunakan untuk menampilkan data yang diperoleh dari sensor MAX30102, yaitu nilai BPM (*beats per minute*) dan SpO2 (saturasi oksigen dalam darah). Pengguna dapat melihat informasi vital yang dihasilkan oleh sensor melalui layar LCD TFT tersebut. Rangkaian *output* juga menampilkan baterai indikator sebagai pemberitahuan kapasitas batrai yang tersedia pada alat. Rangkaian *output* ini secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 3.8.

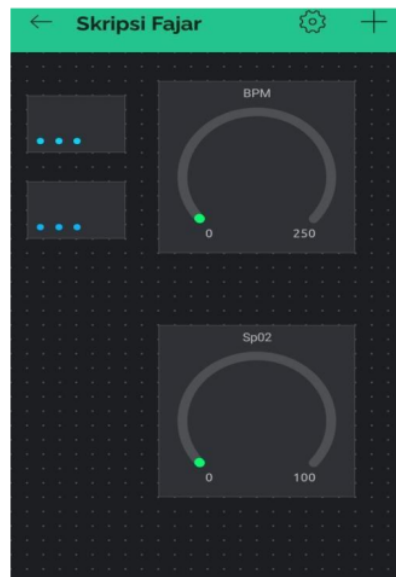


Gambar 3.8 Rangkaian Output

Gambar 3.8 rangkaian *output* mikrokontroler yang terhubung dengan LCD TFT melalui komunikasi I2C. LCD pada alat ini berfungsi sebagai pemantauan secara langsung *output* dari sensor MAX30102. *Output* dari sebuah mikrokontroler terhadap sensor MAX30102 berupa pengukuran detak jantung, mikrokontroler mengeluarkan *output* berupa angka yang menunjukkan jumlah detak jantung per menit dan saturasi oksigen dalam darah berupa persentase. Modul indikator baterai digunakan untuk mengetahui kapasitas baterai yang tersedia dari alat ini. ESP8266 sebagai mikrokontroler yang terhubung dengan koneksi internet dapat mengirimkan data untuk menampilkan pada *platform* Blynk.

3.6 Perancangan Sistem Software

Sistem pemantauan mencakup perancangan *dashboard* dari keseluruhan *widget* yang digunakan pada *platform* Blynk, sebuah perangkat lunak yang memiliki fungsi untuk menampilkan nilai pembacaan sensor berupa persentase saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung per menit. Perancangan sistem *software* ditunjukkan pada Gambar 3.9



Gambar 3.9 Perancangan Software

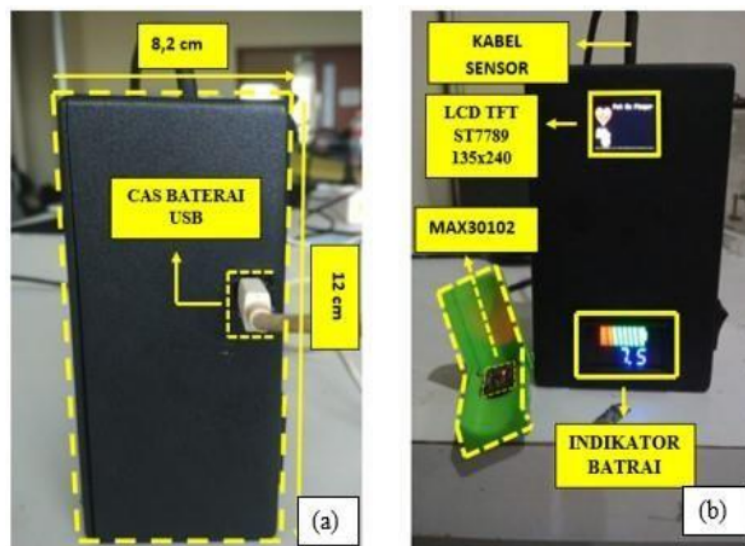
Gambar 3.9 merupakan desain tampilan pemantauan saturasi oksigen dan detak jantung. Platform Blynk tersebut memungkinkan menghubungkan berbagai hal ke internet. Perancangan tampilan pemantauan dimulai dari mengatur susunan *dashboard*, sensor yang diamati berbentuk angka maupun grafik sesuai dengan variabel yang dimasukan. Gambar 3.9 bertujuan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor dari sensor MAX30102, yaitu menggunakan aplikasi Blynk. Blynk adalah *platform* IoT sebagai pemantauan yang digunakan melalui internet. Aplikasi ini digunakan untuk membuat grafis antarmuka dengan menyusun *widget* yang tersedia.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Perancangan

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur detak jantung dan saturasi oksigen menggunakan sensor MAX30102. Perancangan alat, terdapat beberapa tahap yang harus dilalui, termasuk perancangan komponen elektrik dan pemrograman sistem. Proses perancangan elektrik melibatkan pemilihan dan penempatan komponen yang sesuai, termasuk sensor MAX30102, yang akan bertanggung jawab dalam mengukur detak jantung per menit dan saturasi oksigen dalam darah. Pada tahap pemrograman, kode dan logika program dikembangkan untuk memproses data dari sensor dan menghasilkan informasi yang diperlukan. Setelah melalui tahap perancangan, hasil desain yang telah dicapai diuji dan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja monitor detak jantung dan saturasi oksigen. Pengujian dilakukan dengan membandingkan nilai detak jantung dan saturasi oksigen yang dihasilkan oleh alat dengan nilai yang dianggap sebagai referensi. Analisis dilakukan untuk menentukan sejauh mana alat mampu memberikan pengukuran yang akurat dan dapat diandalkan. Hasil dari perancangan alat ditunjukkan dalam Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Hasil Perancangan (a) Tampak Samping (b) Tampak depan.

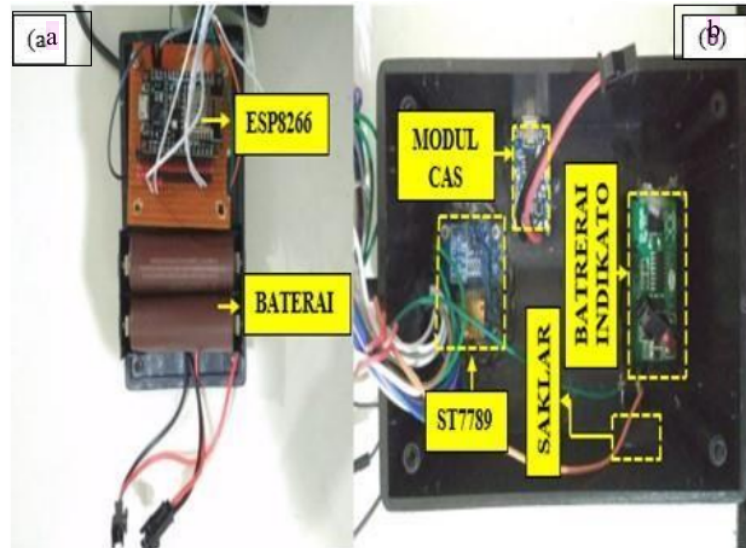
Gambar 4.1 merupakan hasil dari perancangan alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung. Pembuatan alat terdiri dari desain mekanik dan elektrik, sebagai pengoptimalan kinerja alat. Alat yang dipasang pada alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung memiliki komponen yang saling terhubung dalam papan PCB. Alat ini memiliki fungsi sebagai alat ukur saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung, komponen yang digunakan untuk menampilkan secara langsung nilai saturasi oksigen dan detak jantung yang telah diukur yaitu LCD TFT ST7789 135x240 yang terintegrasi dengan I2C, alat ini digunakan dengan cara menempelkan jari pada sensor MAX30102 yang didalamnya terdiri dari LED inframerah dan merah serta dioda foto.

Gambar 4.1 menunjukkan terdapat *box* dan klip, *box* sebagai tempat PCB yang sudah dirangkai dan terpasang dengan komponen yaitu ESP8266, baterai, modul cas, *stepdown*, sedangkan klip sebagai tempat sensor MAX30102. Fungsi bingkai agar mudah untuk melakukan pengukuran. Pada alat yang sudah dirancang dilengkapi dengan modul cas yang dapat digunakan sebagai pengisian ulang baterai yang dapat memudahkan dalam pengisian baterai tanpa harus mengganti baterai, pada alat ini juga dilengkapi dengan indikator baterai untuk menunjukkan baterai jika dalam keadaan *low* sehingga alat membutuhkan pengisian ulang baterai. Alat yang sudah dirancang dilengkapi dengan IoT sebagai sistem pemantauan saturasi oksigen dan detak jantung yang dapat diakses melalui *smartphone*, *platform* yang digunakan pada penelitian ini adalah Blynk sebagai aplikasi IoT.

4.2. Penyusunan Komponen

Penyusunan komponen merupakan tahapan krusial dalam perancangan alat pengukur saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung pada penelitian ini. Tahap ini melibatkan pengaturan dan penghubungan beberapa bagian komponen yang esensial dalam alat tersebut. Pada penyusunan komponen, terdapat beberapa bagian yang harus dipasang dan dihubungkan dengan baik. Bagian-bagian tersebut meliputi komponen catu daya yang bertujuan untuk menyediakan pasokan daya yang diperlukan, modul cas yang bertanggung jawab untuk pengisian baterai, ESP8266 yang berperan sebagai mikrokontroler, ST7789 yang merupakan layar tampilan, saklar yang berfungsi untuk mengendalikan aliran daya, dan baterai

indikator yang memberikan informasi tentang tingkat daya yang tersisa pada baterai. Proses penyusunan komponen ini ditunjukkan dalam Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hasil Penyusunan Komponen (a) Sisi Belakang (b) Sisi Depan

Gambar 4.2 merupakan hasil dari penyusunan komponen alat pengukur saturasi oksigen dalam darah dan detak jantung. Pembuatan alat elektronik membutuhkan penyusunan komponen, jika dalam penyusunan komponen tidak sesuai akan mengakibatkan kinerja alat tidak menjadi optimal. Komponen yang dipasang tersebut memiliki beberapa komponen dan sensor yang saling terhubung dalam sebuah papan PCB. Bagian (a) merupakan sisi belakang pada alat yang terdapat ESP8266, baterai, (b) sisi depan dan merupakan bagian dari output pada alat meliputi saklar, modul cas, ST7789 LCD, dan indikator baterai.

4.3 Pengujian Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung

Pengujian alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung dilakukan dengan menguji keseluruhan alat pada pengukuran saturasi oksigen dan detak jantung, pengujian ini berfungsi untuk mengetahui apakah komponen-komponen dari alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung bekerja dengan baik. Selain itu pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keluaran sensor saat melakukan pengukuran detak jantung dan saturasi oksigen. Pengujian alat ukur saturasi oksigen dan detak jantung

meliputi pengujian sensor MAX30102, pengujian alat ukur, pengujian BPM, pengujian SpO2 dan pengujian *patform* Blynk.

4.3.1 Pengujian Sensor MAX30102

Keluaran pada sensor yang masih dalam data mentah dapat dibaca melalui data FIFO. Data yang dibaca oleh ESP8266 dan yang ditampilkan pada arduino IDE dibagi jadi dua data LED inframerah (IR) dan data LED merah (R). Data ditunjukkan pada Gambar 4.3.

```

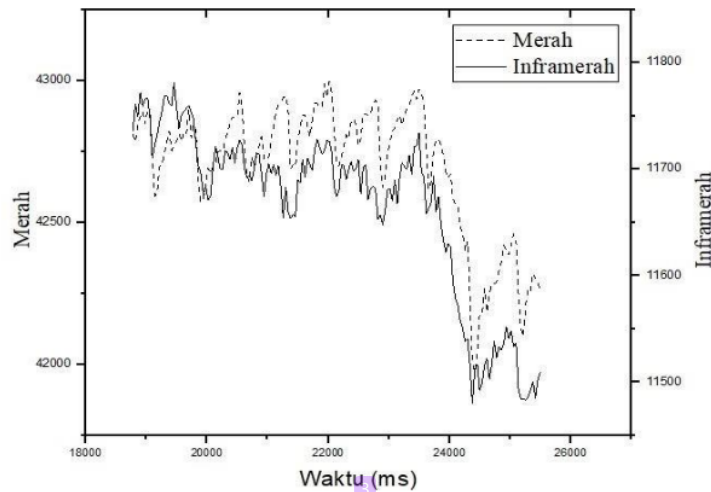
R[36067]IR[13194]WAKTU[10464]
R[36107]IR[13176]WAKTU[10524]
R[36169]IR[13240]WAKTU[10564]
R[36284]IR[13317]WAKTU[10604]
R[36556]IR[13470]WAKTU[10644]
R[36914]IR[13633]WAKTU[10684]
R[37318]IR[13749]WAKTU[10724]
R[37458]IR[13792]WAKTU[10764]
R[37673]IR[13842]WAKTU[10803]
R[37756]IR[13866]WAKTU[10843]
R[37816]IR[13944]WAKTU[10883]
R[38052]IR[14023]WAKTU[10923]
R[38196]IR[14070]WAKTU[10963]
R[38371]IR[14111]WAKTU[11003]
R[38265]IR[14056]WAKTU[11043]
R[38290]IR[14112]WAKTU[11083]
R[38430]IR[14147]WAKTU[11123]
R[38438]IR[14147]WAKTU[11163]
R[38423]IR[14159]WAKTU[11203]
R[38548]IR[14212]WAKTU[11243]
R[38461]IR[14184]WAKTU[11283]

```

Gambar 4.3 Pengujian Sensor LED Inframerah dan Merah

Gambar 4.3 merupakan hasil dari pembacaan sensor MAX30102 yang terdiri dari inframerah dan merah merupakan data mentah yang didapatkan dari register pada sensor MAX30102, register ini memuat ADC dari pembacaan intensitas cahaya inframerah dan merah. Pengujian hasil pembacaan sensor MAX30102 ini berfungsi untuk mengetahui nilai mentah yang diperoleh inframerah dan merah pada jaringan tubuh. Pengujian sensor MAX30102 yang terdiri dari inframerah dan

merah menghasilkan sebuah nilai panjang gelombang yang didapatkan ketika jari ditempelkan pada sensor dan nilai panjang gelombang pada inframerah dan merah ditampilkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Panjang Gelombang LED inframerah dan LED merah

Gambar 4.4 didapatkan bentuk gelombang dari hasil percobaan pembacaan sinyal inframerah dan merah melalui jari yang ditempelkan pada sensor. Garis putus putus menunjukkan panjang gelombang merah dan garis hitam normal adalah inframerah pada pengamatan gambar tersebut nilai mentah yang didapatkan belum diolah menjadi nilai SpO2 dan BPM yang sesuai. Nilai mentah tersebut harus diolah terlebih dahulu menggunakan algoritma yang sesuai untuk mendapatkan hasil pengukuran SpO2 dan BPM yang akurat.

4.3.2 Pengujian Alat Ukur

Pengujian ini dilakukan untuk melihat keakuratan alat dalam mengukur saturasi oksigen (SpO2) dan detak jantung (BPM) mengetahui apakah komponen komponen pada alat dapat berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan mengukur alat yang sudah dirancang dengan *oximeter* yang sudah banyak dikenal oleh masyarakat dan memiliki akurasi yang tinggi, dengan dilakukannya pengujian alat ukur diharapkan alat yang sudah dibuat memiliki keakuratan yang tinggi pada saat proses pengukuran. Pengujian pada alat dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Pengujian Alat yang Sudah dirancang (a) *Pulse Oximeter* SO811 (b)

Gambar 4.5 menunjukkan pengujian alat yang sudah dibuat, dilakukan pengujian untuk melihat seberapa akurat alat yang sudah dirancang. Gambar menunjukkan jari telunjuk diletakan pada alat yang sudah dirancang dan jari tengah diletakan pada SO811, pengukuran dengan jari telunjuk dan jari tengah pada satu lengan yang sama dilakukan karena meminimalisir terjadinya perbedaan nilai yang didapatkan karena sensor sangat sensitif terhadap sebuah gerakan, maka diletakan pada bagian lengan yang sama. Pada pengukurannya alat ukur yang sudah dirancang dengan alat ukur SO811 memiliki pembacaan BPM yang sama yaitu 83 untuk SO811 dan untuk Alat ukur yang sudah di rancang sebesar 83 untuk saturasi oksigen dalam darah (SpO₂) memiliki pembacaan yang tidak berbeda jauh yaitu 98 % untuk SO811 dan juga 99 % untuk alat ukur yang sudah dirancang pada penelitian ini.

4.3.3 Pengujian BPM

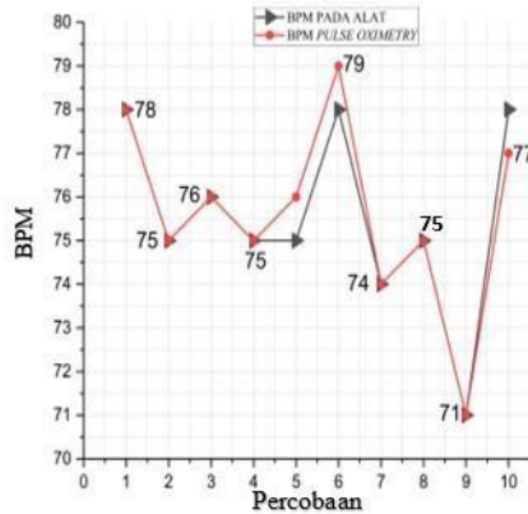
Pengujian pengukuran BPM yang dihasilkan dari alat yang telah dibuat dilakukan untuk mengetahui apakah BPM yang didapatkan pada alat sudah akurat.

Pengujian pengukuran BPM dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada satu orang setelah beraktivitas ringan, untuk melihat apakah BPM yang didapatkan stabil dan akurat. Berikut merupakan BPM yang didapatkan pada pengujian alat ukur dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Pengujian Alat Ukur

No	Oximeter S0811		Alat		Error % (BPM)	Error % (SpO2)
	BPM	SpO2	BPM	SpO2		
1	78	98	78	99	0	0,01
2	75	99	75	99	0	0
3	76	99	76	99	0	0
4	75	98	75	99	0	0,01
5	75	98	76	99	0	0,01
6	78	98	79	99	0,01	0,01
7	74	98	74	98	0	0
8	75	98	75	98	0	0
9	71	98	71	98	0	0
10	78	98	77	98	0,01	0
Jumlah:					0,02%	0,04%

Tabel 4.1 menunjukkan data hasil pengujian pengukuran yang didapatkan pada penelitian ini, dilakukan pengujian pengukuran detak jantung (BPM) menggunakan alat pengukuran yang telah dirancang khusus. Pengujian dilakukan dengan mengukur detak jantung subjek sebanyak 10 kali percobaan. Setiap pengukuran dilakukan dengan rentang waktu jeda 5 menit setelah pengukuran sebelumnya. Hal ini dilakukan untuk memastikan konsistensi dan stabilitas hasil pengukuran. Hasil pengujian pengukuran detak jantung menunjukkan bahwa nilai BPM yang diukur menggunakan alat tersebut cukup stabil. Pengujian dilakukan secara berulang untuk mengurangi kemungkinan adanya faktor-faktor gangguan eksternal yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran. Dengan melakukan pengujian sebanyak 10 kali percobaan, data yang diperoleh menjadi lebih akurat dan dapat memberikan gambaran yang lebih representatif tentang detak jantung subjek, hasil pengujian menunjukkan persentase *error* yang didapatkan dari hasil pengujian sebesar 0,2% dengan selisih satu persen pada pengukuran ke 6 dan 10. Grafik hasil pengujian detak jantung yang diperoleh dari pengujian alat pengukur tersebut dapat ditunjukkan pada Gambar 4.6.



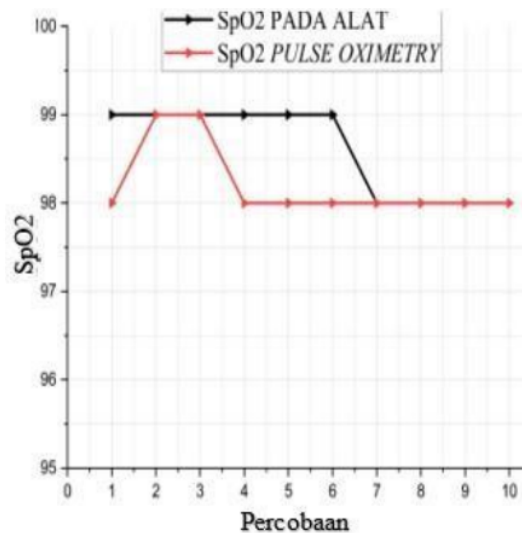
Gambar 4.6 Pengujian BPM

Berdasarkan Gambar 4.6 hasil pengamatan grafik pengujian, menunjukkan pengukuran BPM yang dilakukan memiliki kesalahan yang sangat kecil dari 10 kali percobaan. garis merah menunjukkan BPM yang didapatkan pada *pulse oximetry* SO811 dan garis hitam menunjukkan pengukuran BPM yang didapatkan pada alat Pengujian yang dilakukan sebanyak 7 percobaan yang memiliki nilai BPM yang sama yaitu 78 pada percobaan pertama, 75 pada percobaan kedua 76 percobaan ketiga, 75 percobaan keempat, 74 percobaan ketujuh, 75 pada percobaan kedelapan dan 71 pada percobaan kesembilan. 3 percobaan memiliki selisih pengukuran yang relatif kecil yaitu pada percobaan kelima BPM pada alat yang sudah dirancang sebesar 75, dan untuk BPM *pulse oximetry* 76, percobaan 6, BPM pada alat yang sudah dirancang sebesar 78 dan untuk BPM *pulse oximetry* 79, percobaan kesepuluh BPM pada alat 77 dan BPM *pulse oximetry* 78.

4.3.4 Pengujian SpO2

Pengujian SpO2 dilakukan untuk mengukur keakuratan saturasi oksigen yang didapatkan dari hasil pengujian saturasi oksigen yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada satu orang, untuk melihat kestabilan dan keakuratan pengukuran saturasi oksigen yang didapatkan. Pengujian dilakukan dengan cara melakukan pengukuran secara bersamaan menggunakan alat yang sudah dibuat dan

pengukuran menggunakan *pulse oximetry* SO811. Hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.7.



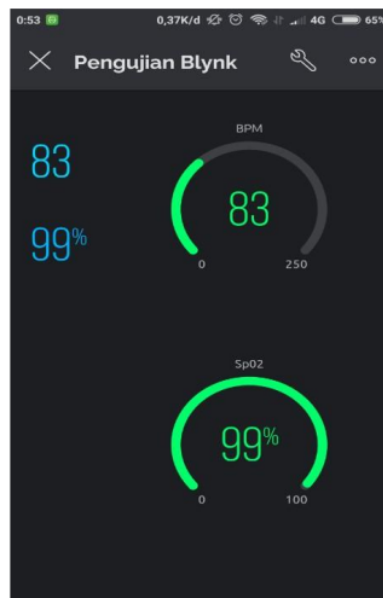
Gambar 4.7 Pengujian SpO2

Gambar 4.7 menggambarkan hasil pengujian Saturasi oksigen (SpO2) yang dilakukan sebanyak 10 kali percobaan pada alat ukur, didapatkan, SpO2 yang memiliki kesalahan yang sangat kecil, berdasarkan pengamatan grafik pada gambar di atas menunjukkan garis hitam merupakan SpO2 pada hasil pengukuran yang didapatkan oleh alat dan garis merah adalah SpO2 yang didapatkan dari *pulse oximetry* S0811. Pengukuran saturasi oksigen yang didapatkan rata rata dalam pengukuran SpO2 yang didapatkan adalah sebesar 98% dan hanya memiliki selisih satu angka pada perbedaan pengukuran SpO2 yaitu pada percobaan pertama, percobaan empat, percobaan lima dan percobaan enam. SpO2 yang didapatkan pada alat hasil perancangan sebesar 99%, dan hasil *pulse oximetry* sebesar 98%. Pengujian dilakukan setiap 5 menit sekali untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimal.

4.3.5 Pengujian Platform Blynk

Pengujian Blynk yang dilakukan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja sistem pemantauan pada platform tersebut. Tujuan utama

pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa sistem pemantauan yang diimplementasikan menggunakan Blynk dapat berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan pengecekan terhadap koneksi antara NodeMCU ESP8266 dan platform Blynk dapat terdeteksi apakah koneksi tersebut berhasil terhubung atau tidak melalui penggunaan *smartphone*. Hal ini penting untuk memastikan bahwa perangkat terhubung dengan Blynk secara efektif, sehingga data yang dihasilkan dari alat dapat diakses dan ditampilkan melalui aplikasi Blynk di *smartphone*. Pemantauan Blynk pada alat ini memiliki fungsi utama untuk memberikan informasi mengenai nilai saturasi oksigen dan detak jantung seseorang. Informasi tersebut dapat diakses dan dilihat melalui aplikasi Blynk yang terpasang pada *smartphone*. Dengan demikian, pengguna dapat memonitor nilai-nilai tersebut dengan mudah dan praktis menggunakan perangkat yang dimiliki. Hasil dari pengujian platform Blynk tersebut ditampilkan dalam Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Tampilan Blynk

Gambar 4.8 memberikan gambaran tentang tampilan antarmuka Blynk yang menampilkan data saturasi oksigen dan detak jantung yang dikumpulkan oleh alat. Melalui gambar tersebut, lingkaran hijau sebelah kanan menunjukkan BPM dan SpO2 yang tertampil dari hasil pengukuran yang dilakukan, selama proses pengukuran berlangsung pengguna dapat melihat bagaimana informasi tersebut

ditampilkan secara visual dalam aplikasi Blynk, sehingga memudahkan pengguna dalam memantau dan menginterpretasikan data yang diperoleh dari alat tersebut. Hasil pengujian yang diperoleh pada Gambar 4.8 menunjukkan *platform* Blynk berjalan dengan baik, *delay* waktu antara hasil yang ditampilkan oleh *dashboard* blynk dengan oximeter SO811 selama 18 detik sampai 1 menit yang dipengaruhi oleh jaringan dan *noise* dari gerakan pada saat pengukuran dimana *dashboard* dapat menampilkan data yang telah dikirimkan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266.

4.4 Pengukuran Saturasi Oksigen (SpO2) dan Detak Jantung (BPM)

Pada penelitian ini, dilakukan pengambilan data menggunakan alat ukur untuk memeriksa keakuratan dalam mengukur saturasi oksigen dan detak jantung pada subjek yang menjadi objek penelitian. Tujuan utama dari pengambilan data ini adalah untuk mengevaluasi performa alat ukur dan melakukan pemeriksaan terhadap nilai saturasi oksigen dan detak jantung seseorang. Hasil yang diperoleh selama pengambilan data akan menjadi indikator keberhasilan alat dalam mencapai tujuan tersebut. Selain memastikan bahwa alat bekerja sesuai dengan harapan pengambilan data juga bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan alat ukur yang digunakan. Pengambilan data terdapat dua kategori subjek yang diikutsertakan. Pertama, pengambilan nilai saturasi oksigen (SpO2) dan detak jantung per menit (BPM) dilakukan pada anak-anak dengan rentang usia antara 7 hingga 15 tahun. Kedua, pengambilan data dilakukan pada kategori orang dewasa dengan rentang usia 20 hingga 60 tahun.

4.4.1 Pengukuran BPM Pada Usia 7 Sampai 15 Tahun

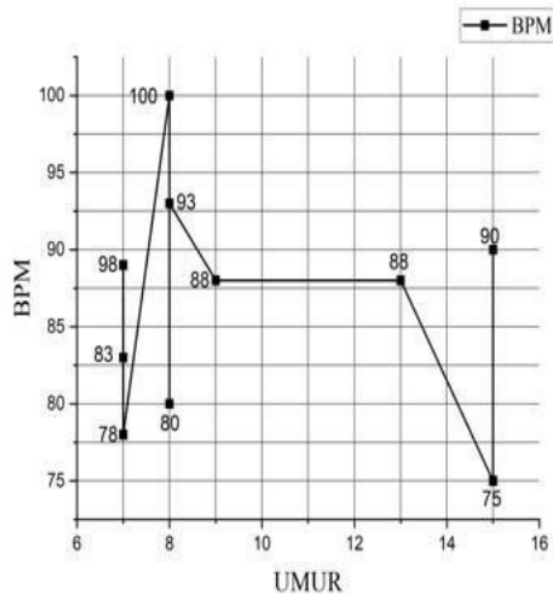
Penelitian ini, dilakukan pengambilan data pada anak dengan rentang usia 7 hingga 15 tahun untuk mengetahui nilai saturasi oksigen (SpO2) dan detak jantung. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan pengukuran SpO2 dan detak jantung pada subjek yang berada dalam rentang usia tersebut. Nilai detak jantung per menit (BPM) yang diukur dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti aktivitas fisik dan kondisi kesehatan umum subjek. BPM merupakan indikator dari kecepatan detak jantung, yang dapat berfluktuasi tergantung pada aktivitas dan

kondisi tubuh. Pengukuran detak jantung pada anak-anak usia 7 hingga 15 tahun bertujuan untuk memperoleh pemahaman lebih lanjut tentang tingkat aktivitas dan fungsi kardiovaskular pada kelompok usia tersebut. Hasil pengukuran SpO₂ dan detak jantung pada rentang usia tersebut dapat ditemukan dalam Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran BPM Usia 7 Sampai 15 Tahun

No	Nama	Umur	Alat BPM	Keterangan
1	Ahmad Sahal	7	83	Normal
2	Razka Adha M.	7	89	Normal
3	Aqila	7	78	Normal
4	A Zein Al-Fatih	8	100	Normal
5	M. Aqil Musyafa	8	80	Normal
6	Fatimatuzahra	8	93	Normal
7	Bilal	9	88	Normal
8	Nabil	13	88	Normal
9	Soraya	15	75	Normal
10	Fada	15	90	Normal

Berdasarkan Tabel 4.2, hasil pengukuran BPM pada usia 7 sampai 15 tahun menunjukkan bahwa kondisi BPM pada rentang usia tersebut masih berada dalam batas normal. Rentang hasil pengukuran yang diamati adalah antara 75 hingga 100 BPM. Pengukuran ini dilakukan saat subjek sedang beraktivitas ringan. Hal ini menunjukkan bahwa dalam kondisi aktivitas yang tidak terlalu intens, BPM pada usia 7 sampai 15 tahun tetap berada dalam kisaran yang dianggap normal karena tidak kurang dari 60 dimana jika kurang 60 bisa dikategorikan dalam bradikardia atau detak jantung berdetak lebih lambat dari biasanya. Tabel ini menyajikan data-data hasil pengukuran yang diambil pada subjek-subjek dalam kelompok usiayang ditentukan. Data ini dapat digunakan untuk menganalisis dan membandingkan nilai SpO₂ dan detak jantung antara anak-anak usia 7 hingga 15 tahun dalam kondisi tertentu. Menggunakan tabel ini, dapat dilakukan pemahaman lebih lanjut tentang distribusi dan karakteristik pengukuran SpO₂ dan detak jantung pada kelompok usia tersebut. Grafik mengenai hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Pengukuran BPM

Gambar 4.9 merupakan hasil pengambilan data BPM pada anak dengan usia 7 sampai 15 tahun menggunakan alat penelitian yang sudah dibuat. Berdasarkan pengamatan grafik pada gambar di atas, nilai BPM yang didapatkan pada pengukuran menggunakan alat didapatkan BPM dalam kondisi normal pada anak 7 sampai 15 tahun sebesar 70 sampai 100 BPM dengan BPM tertinggi yang didapatkan pada anak usia 8 tahun. BPM pada anak masih dalam batas normal.

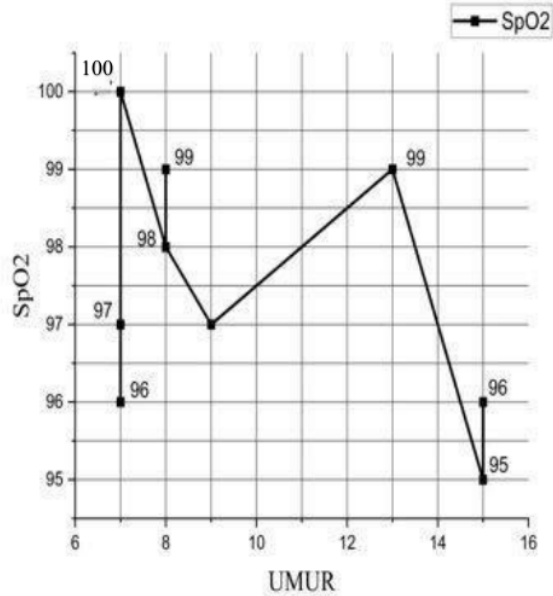
4.4.2 Pengukuran SpO2 Pada Usia 7 Sampai 15 Tahun

Dilakukan pengukuran saturasi oksigen pada 10 anak yang berusia 7 sampai 15 tahun untuk mengetahui kondisi oksigen dalam darah. Kondisi normal, tingkat saturasi oksigen yang diharapkan adalah antara 95 hingga 100 persen. Namun, penting untuk dicatat bahwa terdapat variasi yang mungkin terjadi pada setiap individu. Saturasi oksigen yang kurang dari 95 persen dapat mengindikasikan adanya masalah pernapasan atau sirkulasi darah yang perlu diperhatikan. Hasil pengukuran saturasi oksigen dari 10 anak tersebut dapat ditemukan dalam Tabel 4.3, yang memberikan gambaran lebih rinci mengenai kondisi oksigenasi pada masing-masing anak.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran SpO2 Usia 7 Sampai 15

No	Nama	Umur	Alat	Keterangan
			SpO2	
1	Ahmad Sahal	7	96	Normal
2	Razka Adha M.	7	97	Normal
3	Aqila	7	100	Normal
4	A Zein Al-Fatih	8	98	Normal
5	M. Aqil Musyafa	8	99	Normal
6	Fatimatuzahra	8	98	Normal
7	Bilal	9	97	Normal
8	Nabil	13	99	Normal
9	Soraya	15	95	Normal
10	Fada	15	96	Normal

Berdasarkan hasil pengukuran yang ditunjukkan dalam tabel 4.3, pengukuran SpO2 pada rentang usia 7 sampai 15 tahun menunjukkan variasi antara individu satu dengan yang lainnya, meskipun terdapat variasi, hasil pengukuran tersebut tetap berada dalam batas normal yang ditetapkan. Pengukuran dilakukan dalam kondisi tidak sedang beraktivitas atau dalam keadaan sedang istirahat, hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa pengukuran dilakukan dalam kondisi yang relatif stabil dan dapat menghasilkan data yang akurat. Grafik hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Pengukuran SpO2

Gambar 4.10 menunjukkan hasil pengukuran saturasi oksigen pada 10 orang anak yang berusia antara 7 hingga 15 tahun. Melalui pengukuran tersebut didapatkan saturasi oksigen pada anak usia 7 sampai 15 tahun berada dalam batas normal, yaitu sebesar 95 hingga 100 persen, dengan pengukuran SpO₂ tertinggi didapatkan sebesar 100% dan yang paling terendah adalah 95%. Dengan demikian dapat disimpulkan hasil pengukuran saturasi oksigen masih dalam kisaran normal. Kisaran normal untuk saturasi oksigen adalah 95 sampai 100 persen. Sistem pemantauan saturasi oksigen melalui aplikasi Blynk dapat ditunjukkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Pengukuran Sistem Pemantauan Saturasi Oksigen (SpO₂) dan Detak Jantung (BPM) (a) Pada Blynk dan (b) Alat Penelitian.

Gambar 4.11 menggambarkan hasil pengukuran dari sistem pemantauan SpO₂ dan detak jantung. Gambar tersebut menunjukkan adanya perbedaan hasil yang sedikit antara data yang diperoleh ditampilkan pada LCD dan pada platform Blynk. Perbedaan hasil SpO₂ yang ditampilkan alat dan pada tampilan Blynk dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhinya, faktor-faktor tersebut termasuk keterlambatan dalam menampilkan data, jarak fisik antara perangkat pemantau dengan server atau cloud yang digunakan, kemacetan jaringan yang dapat mempengaruhi transmisi data, serta adanya *noise* atau gangguan saat proses pengukuran. Selain itu, gerakan kecil yang terjadi saat pengukuran juga dapat berdampak pada nilai pembacaan yang diperoleh serta keterlambatan dalam

mendapatkan hasil akhir. Meskipun demikian, tidak ada perbedaan yang terlihat pada pembacaan BPM pada alat dengan sistem pemantauan Blynk.

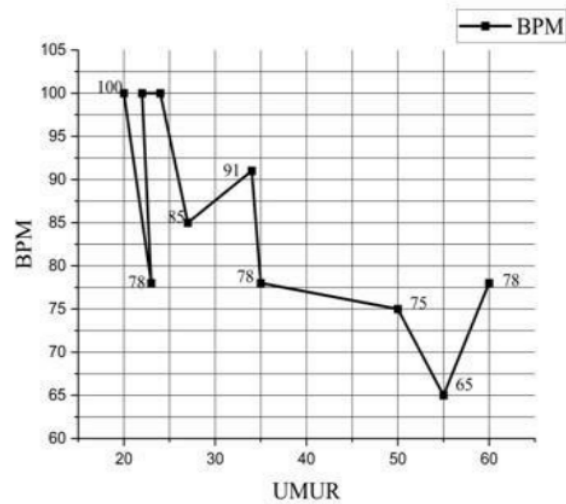
4.4.3 Pengukuran BPM Usia 20 Sampai 60 Tahun

Pengukuran detak jantung per menit (BPM) normal pada usia dewasa memiliki rentang antara 60 hingga 100 denyut per menit, namun nilai BPM dapat bervariasi antara individu satu dengan yang lainnya, tergantung pada kondisi fisik dan tingkat aktivitas yang sedang dilakukan. Selain itu, faktor usia juga berpengaruh terhadap pengukuran BPM yang diperoleh. Pada pengukuran BPM, hasil yang diperoleh ditampilkan dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran BPM Usia 20 Sampai 60

No	Nama	Umur	Alat BPM	Keterangan
1	Rizki	20	100	Normal
2	Aqbal	23	78	Normal
3	Shela	22	100	Normal
4	Dik dik	24	100	Normal
5	Yayat	27	85	Normal
6	Uci	34	91	Normal
7	Desi	35	78	Normal
8	Meli	50	75	Normal
9	Yumaroh	55	65	Normal
10	Enah Hermawati	60	78	Normal

Hasil pengukuran yang terdokumentasikan dalam Tabel 4.4 menunjukkan variasi hasil pengukuran detak jantung per menit (BPM) yang diperoleh dari populasi orang dewasa dengan rentang usia antara 20 hingga 60 tahun. Data yang disajikan dalam tabel menunjukkan adanya perbedaan nilai BPM antara individu-individu dalam rentang usia tersebut. Pengukuran dilakukan dalam kondisi dimana subjek tidak sedang beraktivitas agar dapat memperoleh hasil yang lebih akurat dan representatif. Data tersebut dapat memberikan gambaran mengenai variasi BPM yang mungkin terjadi pada berbagai kelompok usia dan kondisi fisik. Grafik yang menggambarkan hasil pengukuran BPM yang telah diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Pengukuran BPM

Gambar 4.12 merupakan hasil pengukuran BPM pada populasi orang dewasa dengan rentang usia antara 20 hingga 60 tahun. Data tersebut dikumpulkan dari 10 individu yang menjadi subjek penelitian. Melalui pengamatan grafik pada Gambar 4.12, ditemukan bahwa nilai detak jantung per menit pada populasi tersebut dapat dikategorikan sebagai normal. Secara umum, batas normal untuk detak jantung per menit pada orang dewasa adalah antara 60 hingga 100 BPM. Pada pengukuran yang dilakukan, ditemukan bahwa nilai BPM terendah terjadi pada usia 55 tahun, dengan pengukuran yang diperoleh sebesar 65 BPM. Hasil pengukuran ini menunjukkan adanya pengaruh faktor usia terhadap nilai BPM yang didapatkan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa detak jantung per menit pada orang dewasa cenderung beragam dan dipengaruhi oleh faktor usia.

4.4.4 Pengukuran SpO2 Usia 20 sampai 60 Tahun

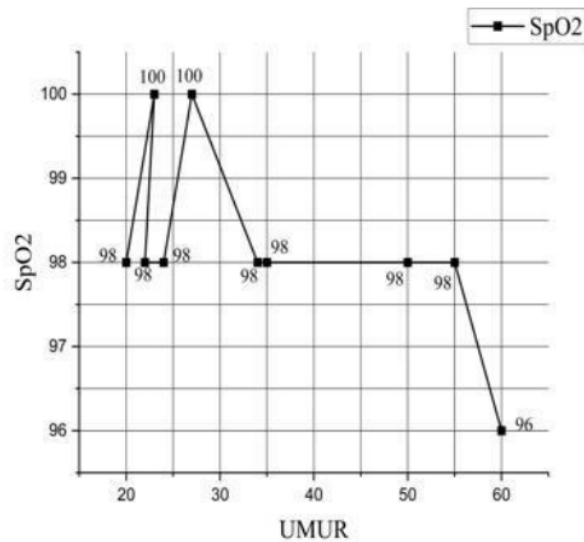
Penelitian ini melakukan pengukuran saturasi oksigen pada sejumlah 10 orang subjek yang memiliki rentang usia antara 20 hingga 60 tahun. Pengukuran ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh data mengenai tingkat saturasi oksigen dalam darah pada populasi dewasa pada usia yang menjadi fokus penelitian. Tingkat saturasi oksigen normal yang dijadikan acuan dalam pengukuran adalah sebesar 95 % hingga 100 %. Namun, apabila nilai saturasi oksigen berada di bawah

95 %, hal ini dapat mengindikasikan adanya masalah pernapasan atau kondisi medis lainnya yang perlu mendapatkan perhatian lebih lanjut. Hasil dari pengukuran saturasi oksigen (SpO₂) ditampilkan secara rinci pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran SpO₂ Usia 20 Sampai 60

No	Nama	Umur	Alat SpO ₂ %	Keterangan
1	Rizki	20	98	Normal
2	Aqbal	23	100	Normal
3	Shela	22	98	Normal
4	Dik dik	24	98	Normal
5	Yayat	27	100	Normal
6	Uci	34	98	Normal
7	Desi	35	98	Normal
8	Meli	50	98	Normal
9	Yumaroh	55	98	Normal
10	Enah Hermawati	60	96	Normal

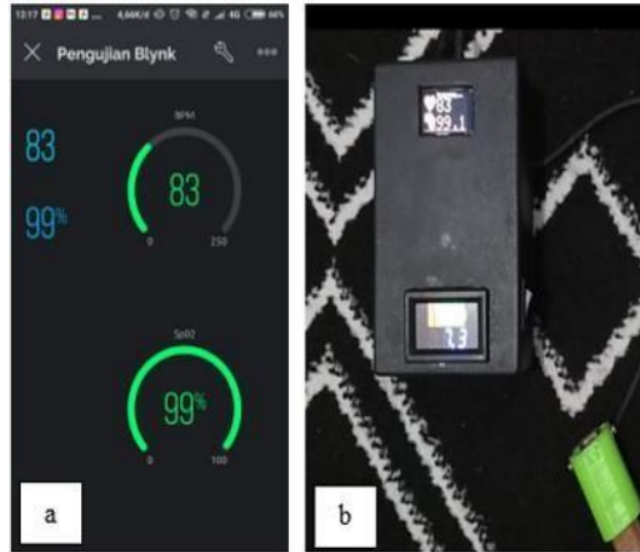
Tabel 4.5 hasil pengukuran SpO₂ usia 20 sampai 60 tahun, menunjukkan bahwa nilai SpO₂ yang diperoleh bervariasi, dengan nilai SpO₂ tertinggi sebesar 100 % yang diukur pada usia 23 dan 27 dan nilai SpO₂ yang paling terkecil didapatkan dari hasil pengukuran pada usia 60 dengan SpO₂ sebesar 96 %, namun dari subjek-subjek tersebut masih berada dalam rentang yang dianggap normal. Rentang normal untuk SpO₂ umumnya berkisar antara 95 % hingga 100 % persen. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat oksigen dalam darah subjek-subjek tersebut berada pada tingkat yang sehat dan optimal. Adanya hasil yang berada dalam rentang normal ini memberikan indikasi bahwa subjek-subjek dalam penelitian ini memiliki fungsi pernapasan yang baik dan kesehatan yang optimal. Pengukuran SpO₂ dilakukan dalam kondisi di mana subjek sedang tidak melakukan aktivitas atau sedang beristirahat. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa pengukuran dilakukan dalam keadaan yang stabil dan tenang, sehingga data yang diperoleh dapat menjadi lebih akurat tidak adanya faktor faktor yang dapat mempengaruhi nilai pembacaan pada saat pengukuran berlangsung. Grafik hasil pengukuran SpO₂ ditampilkan dalam Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Pengukuran SpO2 Usia 20 sampai 60

Gambar 4.13 menggambarkan dari hasil pengukuran yang melibatkan 10 orang subjek dengan rentang usia antara 20 hingga 60 tahun. Melalui pengukuran ini, ditemukan bahwa terdapat variasi dalam tingkat saturasi oksigen dalam darah pada berbagai rentang usia. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa saturasi oksigen terendah tercatat pada usia 60 tahun, dengan nilai sebesar 96 persen, hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya usia, terdapat kecenderungan adanya penurunan tingkat saturasi oksigen dalam darah. Pengukuran yang dilakukan, juga terdapat beberapa nilai saturasi oksigen tertinggi yang dicatat pada rentang usia muda, pada pengukuran usia 22 dan 23 tahun, ditemukan nilai saturasi oksigen mencapai 100 persen, hal ini mengindikasikan bahwa pada usia muda, individu individu tersebut memiliki tingkat saturasi oksigen yang sangat baik.

Secara keseluruhan, hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata nilai saturasi oksigen yang diperoleh adalah sebesar 98 %, dengan rentang usia 20 hingga 50 tahun, ini menunjukkan bahwa populasi dewasa pada rentang usia tersebut umumnya memiliki tingkat saturasi oksigen dalam darah yang baik dan stabil, Selain itu, dalam penelitian ini juga dilakukan pemantauan saturasi oksigen melalui aplikasi Blynk. Sistem pemantauan ini dapat dilihat dalam Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Pengukuran Sistem Pemantauan Saturasi Oksigen dan Detak Jantung (a) Pada Blynk (b) Alat Penelitian

Gambar 4.14 menunjukkan sistem pemantauan menggunakan aplikasi Blynk untuk saturasi oksigen dan detak jantung. Dari hasil pengukuran dengan sistem pemantauan menggunakan Blynk didapatkan selisih yang tidak jauh berbeda, yaitu selisih pada saturasi oksigen yang ditampilkan oleh alat menunjukkan 99 untuk saturasi oksigen yang ditampilkan Blynk, dan 99,1 yang diperoleh alat pengukuran, sedangkan untuk detak jantung hasil pengukuran alat dan tampilan Blynk menunjukkan hasil pengukuran yang sama, hal tersebut dikarenakan adanya faktor keterlambatan pengiriman data pada Blynk yang membutuhkan koneksi internet yang stabil dan cepat untuk memaksimalkan penggunaannya. Penggunaan aplikasi Blynk sebagai alat pemantauan memberikan kemudahan akses dan tampilan informasi yang lebih interaktif bagi pengguna. Melalui aplikasi Blynk, pengguna dapat dengan mudah memonitor dan melacak tingkat saturasi oksigen dalam darah dengan lebih praktis dan efisien.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini membahas tentang pengukuran saturasi oksigen (SpO₂) dan detak jantung (BPM) menggunakan sensor MAX30102 berbasis *Internet of Things* (IoT). Hasil dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil dibuat alat pengukuran saturasi oksigen dalam darah (SpO₂) dan detak jantung berbasis IoT menggunakan sensor MAX30102 secara *non-invasive*, tidak beresiko infeksi pada saat pengukuran karena tidak kontak dengan darah dan cairan tubuh lainnya. Keberhasilan ditunjukkan dengan keakuratan alat yang didapatkan dari hasil pengujian memiliki selisih hanya 0,2% dan SpO₂ sebesar 0,4% dibandingkan dengan oximeter SO811. Alat ini dapat menampilkan hasil pengukuran melalui aplikasi Blynk sebagai sistem pemantauan.
2. Pengukuran SpO₂ dan BPM dilakukan dengan metode *photoplethysmography* menggunakan mode reflektansi. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan jari pada sensor pengukuran SpO₂ dan BPM. Metode PPG reflektansi ini tidak hanya mudah digunakan, tetapi juga dapat digunakan untuk pengukuran berkelanjutan.
3. Alat yang dibuat memiliki keakuratan dengan selisih 0,2% untuk BPM dan 0,4% untuk SpO₂ jika dibandingkan dengan oximeter yang sudah ada. Ini menunjukkan tingkat keakuratan sebesar 99,8% untuk BPM dan 99,6% untuk SpO₂.

5.2 Saran

Penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk analisis sistem, perancangan dan pengujian, tentu hasil yang didapatkan pada penelitian ini tidak lepas dari adanya kekurangan. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat lebih baik dan optimal dalam perbaikan maupun pengembangan. Berikut merupakan beberapa saran pada penelitian ini :

1. Pengembangan pada alat ini diperlukan karena masih terdapat sedikit perbedaan data sensor pada alat standar terutama program dan sistem kerja alat agar merespon lebih cepat dalam pembacaan SpO2 dan BPM.
2. Pengembangan pada *hardware* terutama pada casing sensor untuk kenyamanan dalam pengambilan data dan juga meminimalisir gerakan jari pada saat pengukuran.
3. Kecepatan *platform* IoT dalam merespon pengukuran sangat diperlukan dalam sistem pemantauan untuk memudahkan dalam pemantauan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aprilia, A and T. S. Sollu, "SISTEM MONITORING REALTIME DETAK JANTUNG DAN KADAR OKSIGEN DALAM DARAH PADA MANUSIA BERBASIS IoT (INTERNET of THINGS)," Jurnal Ilmiah Foristek, vol. 10, no. 2, 2020.
- [2] Wenzhong, L and L. Hualan, "COVID-19: the CaMKII-like system of S protein drives membrane fusion and induces syncytial multinucleated giant cells," Immunologic Research., Dec. 2021, doi:10.1007/s12026-021-09224-1
- [3] Anonim, Clinical management Living guidance COVID-19, Geneva: World Health Organization, 25 January 2021.
- [4] Luks, A. M., and E. R., Swenson "Pulse oximetry for monitoring patients with COVID-19 at home potential pitfalls and practical guidance," Annals of the American Thoracic Society, vol. 17, no. 9, 2020, <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.202006-701LE>.
- [5] Bradke, B and B. Everman, "Investigation of photoplethysmography behind the ear for pulse oximetry in hypoxic conditions with a novel device (SPYDR)," Biosensors, 4 April 2020, doi:10.3390/bios10040034
- [6] Miyasaka, K., K. Shelley, S. Takahashi, H. Kubota, K. Ito, I. Yoshiya, A. Yamanishi, J. Cooper, D. Steward, H. Nishida, J. Kiani, H. Ogino, Y. Sata, R. Kopotic, K. Jenkin, A.
- [7] Longmore, S., B. Jalaludin, P. Breen and G. Gargiulo "Comparison of Bi-Wavelength and Tri-Wavelength Photoplethysmography Sensors Placed on the Forehead," 2019 Proceeding of International Conference on Electrical Engineering Research and Practice, 2019.
- [8] Habibzadeh, H., K. Dinesh, O. R. Shishvan, A. B. Dandry, G. Sharma and T. Soyata "A Survey of Healthcare Internet of Things (HIoT): A Clinical Perspective," IEEE Internet of Things Journal (HIoT)., vol. 7, no. 1, pp.53–71, January 2020.
- [9] Anonim, Laporan Nasioanl RISKEDAS, Jakarta: Jl. Percetakan Negara No. 23, Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan,

2018.

- [10] Anonim, Laporan Provinsi Banten RISKESDAS 2018, Jakarta : Jl. Percetakan Negara No. 23, Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan. Kesehatan, 2018.
- [11] Thilakarathne, N.N., M. K. Kagita, T. R. Gadekallu, "The Role of the Internet of Things in Health Care: A Systematic and Comprehensive Study," *International Journal of Engineering and Management Research*, vol. 10, no. 4, August 2020, <https://doi.org/10.31033/ijemr.10.4.22>
- [12] Pratama, R.A., I. A. Bangsa, dan R. Rahmadewi "Implementasi Sensor Detak Jantung MAX30100 dan Sensor Konduktansi Kulit GSR menggunakan Mikrokontroler Arduino Pada Alat Pendeteksi Tingkat Stress," *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 7, no. 1, Januari 2021.
- [13] Sugiarto, R. Herdiansyah, "Perancangan Alat Ukur Saturasi Oksigen dan Detak Jantung Berbasis Arduino dengan Menggunakan Sensor MAX30100 dan LCD," *Scientia Sacra :Jurnal Sains Teknologi dan Masyarakat*, vol. 2, no. 4, Desember 2022.
- [14] Mulyanto, I. Syafrudin and S. Metere "Telemedicine Denyut Jantung dan Saturasi Oksigen pada Bayi Baru Lahir Menggunakan Thingspeak," *Journal Hospital Technology and Mechatronics*, vol. 2, no. 2, 2 September 2021.
- [15] Yin, Y "The internet of things in healthcare: An overview," *Journal of Industrial Information Integration.*, vol. 1, pp. 3–13, March 2016.
- [16] Mohammed. K.I, A.A. Zaidan, B. B.Zaidan, O.S. Albahri, M.A. Alsalem, A.S. Albahri, A. Hadi, M. Hashim "Real-Time Remote-Health Monitoring Systems: a Review on Patients Prioritisation for Multiple-Chronic Diseases, Taxonomy Analysis, Concerns and Solution Procedure," *Journal of Medical Systems*, 11 June 2019.
- [17] Wan, J., Y. Zou, Y. L. J. Wang "Reflective type blood oxygen saturation detection system based on MAX30100," 2017 proceeding of International Conference on Security, Pattern Analysis, and Cybernetics (SPAC)., 1 March 2018, doi: 10.1109/SPAC.2017.8304350.
- [18] Aditya, L dan R. Wahyuni "Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100," *Jurnal Ilmiah*

Elektrokrisna., vol. 8, no. 3, Juni 2020.

- [19] Cameron. M. H, L.G. Monroe, "PHYSICAL REHABILITATION" St.Louis, Missouri 63146 :Sounders Elsevier, 2007.
- [20] Metcalfe, B., P. Iravani, J. G. H. Cater, R. Bowman, J. Stirling, and P. Wilson "A Cost-Effective Pulse Oximeter Designed in Response to the COVID-19 Pandemic," Journal of Open Hardware., vol. 5, no.1, 2021, <https://openhardware.metajnl.com/articles/10.5334/joh.26>
- [21] Joshi, L.R "Principles, Utility and Limitations of Pulse Oximetry in Management of COVID-19," Journal of Lumbini Medical College., vol. 8, no. 1, 2020.
- [22] Anonim "GUIDELINES FOR SPO2 MEASUREMENT USING THE MAXIM MAX32664 SENSOR HUB." California: Maxim Integrated Products, 2014.
- [23] Tamura, T. "Current progress of photoplethysmography and SPO2 for health monitoring," Biomedical Engineering Letters, 18 February 2019, <https://doi.org/10.1007/s13534-019-00097-w>
- [24] Hermansyah, A., R. Hardiyanti, dan A. P. P. Prasetyo "Sistem Perekam Detak Jantung Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Menggunakan Pulse Heart Rate Sensor," JTEV Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional, vol. 8, no. 2, 2022.
- [25] Elgendi, M., R. Fletcher, Y. Liang, N. Howard, H. Lovell, D. Abbott K. Lim, R. Ward "The use of photoplethysmography for assessing hypertension," Nature Partner Journal Digital Medicine, 2019.
- [26] Tamura, T., Y. Maeda, M. Sekine, and M. Yoshida, "Wearable photoplethysmographic sensors—past and present," Electronics, vol. 3, no. 2014.
- [27] Adrian, M. A., M. R. Widiarto and R. S. Kusumadiarti, "Health Monitoring System dengan Indikator Suhu Tubuh, Detak Jantung dan Saturasi Oksigen Berbasis Internet of Things (IoT)," Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi, vol. 7, no. 2, 2021.
- [28] Dhruva. A. R., K. N.Alam., Md. S.Khan, S. Bourouis, M. M. Khan, "Development of an IoT-Based Sleep Apnea Monitoring System

- forHealthcare Applications,” Computational and Mathematical Methods in Medicine, 2021.
- [29] Patil. A dan S. Hulwan “Heart-Rate Variability Estimation Using Photoplethysmography Signal,” International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology, vol. 9, no. 2, September 2020.
- [30] Nugroho. P. A., Kontrol Lampu Gedung Melalui Wifi ESP8266 dengan WEB Server Lokal, Jurnal Elektro dan Informatika, vol. 1, no. 2, Juli 2021.
- [31] Vermesan, O., P. Friess "Internet of Things From Research and Innovation to Market Deployment," Niels Jernes Vej 10 9220 Aalborg Ø: River Publishers, 2014.
- [32] Kaw, J. A., S. Gull, and S. A. Parah “SVIoT: A Secure Visual-IoT Framework for Smart Healthcare,” Sensors, vol. 22, no. 5, 24 February 2022, <https://doi.org/10.3390/s22051773>
- [33] Hong, W.C., Y.S. Seng, W.N.A.M. Idris, T.C. Yee, T.H. Mun, Z. Tukiran “Development of IoT-based Health Monitoring System using Blynk,” Evolution of Information, Communication and Computing Systems (EICCS), 2020.
- [34] Rahmawarni, D., Harmadi, “Sistem Monitoring Saturasi Oksigen dan Denyut Nadi dalam Darah Menggunakan Sensor MAX30100 Via Telegram Berbasis IoT,” Jurnal Fisika Unand (JFU), vol. 10, no. 3, hal. 377–383, Juli 2021.
- [35] Nugroho, C.R., E. Yuniarti, and A. Hartono, “Alat Pengukur Saturasi Oksigen Dalam Darah Menggunakan Metode Photoplethysmograph Reflectance,” Al-Fiziya Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics, vol. 3, no. 2, 2020.
- [36] Kemalasari and M. Rochmad, “DETEKSI KADAR SATURASI OKSIGEN DARAH (SpO2) DAN DETAK JANTUNG SECARA NON-INVASIF DENGAN SENSOR CHIP MAX30100,” Jurnal Nasional Teknologi Terapan (JNTT), vol. 4, no. Mei 2022.
- [37] Rosiana, E.,S. Dinata, R. C. Saputra, “PENGUKUR KEJENUHAN OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS ANDROID,” EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control,) vol. 3, no. 2, hal. 148–156,

2020.

- [38] Agustina, E, E. R. Windasari. D. Syauqy, “Sistem Deteksi Hipoksia Menggunakan Metode Decision Tree Berdasarkan Detak Jantung dan Kadar Oksigen,” Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 7, No. 1, hal. 252-257, Januari 2023.

LAMPIRAN

LAMPIRAN A HASIL PENGUJIAN

Tabel Lampiran A 1 Hasil Pengujian Sensor

WAKTU (ms)	Inframerah	Merah
18780	11736	42811
18820	11761	42784
18860	11749	42847
18900	11772	42873
18940	11759	42891
18980	11766	42847
19020	11767	42892
19060	11748	42880
19100	11711	42723
19140	11723	42592
19180	11732	42605
19220	11745	42698
19260	11755	42704
19300	11769	42746
19340	11769	42782
19380	11762	42821
19420	11760	42752
19460	11781	42773
19500	11758	42787
19540	11738	42811
19580	11751	42786
19620	11754	42817
19660	11757	42810
19700	11760	42896
19740	11754	42798
19780	11747	42845
19820	11723	42821
19860	11703	42639
19900	11696	19940
42581	11676	19980
42638	11684	20020
42691	11671	20060
42672	11675	20100
42697	11702	

Tabel Lampiran A 2 Hasil Pengujian Alat

No	Oximeter S0811		Alat		Error %	Error %
	BPM	SpO2	BPM	SpO2	(BPM)	(SpO2)
1	78	98	78	99	0	0,01
2	75	99	75	99	0	0
3	76	99	76	99	0	0
4	75	98	75	99	0	0,01
5	75	98	76	99	0	0,01
6	78	98	79	99	0,01	0,01
7	74	98	74	98	0	0
8	75	98	75	98	0	0
9	71	98	71	98	0	0
10	78	98	77	98	0,1	0

LAMPIRAN B HASIL PENGUKURAN SpO2 dan BPM

Tabel Lampiran B 1 Hasil Pengukuran Usia 7 Sampai 15

No	Nama	Umur	Alat		Pulse Oximetri		Keterangan
			BPM	SpO2	BPM	SpO2	
1	Ahmad Sahal	7	83	96	83	97	Normal
2	Razka Adha M.	7	89	97	89	97	Normal
3	Aqila	7	78	100	78	99	Normal
4	A Zein Al-Fatih	8	100	98	100	98	Normal
5	M. Aqil Musyafa	8	80	99	80	99	Normal
6	Fatimatusahra	8	93	98	93	96	Normal
7	Bilal	9	88	97	88	99	Normal
8	Nabil	13	88	99	88	99	Normal
9	Soraya	15	75	95	75	95	Normal
10	Fada	15	90	96	90	95	Normal

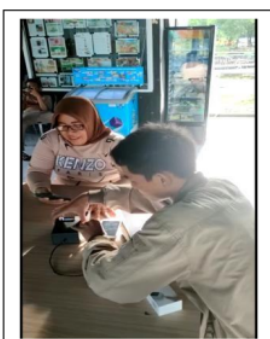
Tabel Lampiran B 2 Hasil Pengukuran Usia 20 Sampai 60

No	Nama	Umur	Alat		Pulse Oximetri		Keterangan
			BPM	SpO2	BPM	SpO2	
1	Rizki	20	100	98	100	98	Normal
2	Aqbal	23	78	100	78	100	Normal
3	Shela	22	100	98	100	99	Normal
4	Dik dik	24	100	98	100	98	Normal
5	Yayat	27	85	100	85	99	Normal
6	Uci	34	91	98	91	98	Normal
7	Desi	35	78	98	78	98	Normal
8	Meli	50	75	98	75	98	Normal
9	Yumaroh	55	65	98	65	98	Normal
10	Enah Hermawati	60	78	96	78	97	Normal

Tabel Lampiran B 3 Spesifikasi SO811

MODEL	SO811
Measurement method	Finger Clif Type
Measurement Range	70% - 99%
SpO2 Accuracy	±2%±3% (70%-100%)
SpO2 Alarm range	70% - 99%
Pulse rate range	30 bpm-250 bpm
Pulse Rate Accuracy	30 bpm-250 bpm
Data update cycle	0,25s-2s
SpO2 pr AVERAGE	8s
Peak Wavelength range	500 nm-100 nm
Display specification	LCD
Power Supply dc	3V (AAA*2)
Size	57,8*31,3*35,9mm
weight	29g

Dokumentasi



LAMPIRANC *LISTING* PROGRAM

```
#include <Arduino_GFX_Library.h>
Arduino_DataBus *bus = new Arduino_ESP8266SPI(0 /* DC */, 15 /* CS */);
Arduino_ST7789 *gfx = new Arduino_ST7789(bus, 2 /* RST */, 5 /* rotation */, true
    /* IPS */, 135 /* width */, 240 /* height */, 53 /* col offset 1 */, 40 /*
    row offset 1 */, 52 /* col offset 2 */, 40 /* row offset 2 */);

#include <Arduino.h>
#include <Wire.h>
#include "algorithm_by_RF.h"
#include "max30102.h"
// uncomment below line if cannot calculate readings
#define REVERSE_LED

//XZIcon
#include "heartrate.h"
#include "oxygen.h"

// Interrupt pin
const byte oxiInt = 10; // pin connected to MAX30102 INT
uint32_t elapsedTime, timeStart;
uint32_t aun_ir, aun_red;
uint32_t aun_ir_buffer[BUFFER_SIZE]; //infrared LED sensor data
uint32_t aun_red_buffer[BUFFER_SIZE]; //red LED sensor data
float old_n_spo2; // Previous SPO2 value
uint8_t uch_dummy;

void setup()
{
    pinMode(10, INPUT); //pin D10 connects to the interrupt output pin of the
        MAX30102

    Wire.begin();
    Serial.begin(115200);
```

```

gfx->begin();
gfx->fillScreen(BLACK);
  gfx>draw16bitRGBBitmap(0,7,(uint16_t*)heartrate.pixel_data,heartrate.W
  idth,heartrate.height);
gfx>draw16bitRGBBitmap(0,71,(uint16_t*)oxygen.pixel_data,oxygen.width,
  oxygen.height);

Serial.println("Initializing");
gfx->setTextColor(WHITE, BLACK);
gfx->setTextSize(2 /* x scale */, 2 /* y scale */);
gfx->setCursor(72, 0);
gfx->print("Initializing");

maxim_max30102_reset(); //resets the MAX30102
delay(0);

maxim_max30102_read_reg(REG_INTR_STATUS_1, &uch_dummy); //Reads/clears
  the interrupt status register
maxim_max30102_init();//initialize the MAX30102
old_n_spo2 = 0.0;

Serial.println(F("Time[s]\tSpO2\tHR\tRatio\tCorr"));

timeStart = millis();
}
void loop()
{
  float n_spo2, ratio, correl; //SPO2 value
  int8_t ch_spo2_valid;//indicator to show if the SPO2 calculation is valid
  int32_t n_heartrate; //heart rate value
  int8_t ch_hr_valid;//indicator to show if the heart rate calculation is
  valid
  int32_t i;

  //buffer length of BUFFER_SIZE stores ST seconds of samples running at FS
  sps

```

```

//read BUFFER_SIZE samples, and determine the signal range
for (i = 0; i < BUFFER_SIZE; i++)
{
while (digitalRead(10) == HIGH);
yield();//wait until the interrupt pin asserts
#ifdef REVERSE_LED
maxim_max30102_read_fifo(&aun_ir, &aun_red); //read from MAX30102 FIFO
#else
maxim_max30102_read_fifo(&aun_red, &aun_ir); //read from MAX30102 FIFO
#endif
if (aun_ir < 5000)
{
break;
}
if (i == 0)
{
gfx->setTextColor(WHITE, BLACK);
gfx->setTextSize(2 /* x scale */, 2 /* y scale */);
gfx->setCursor(72, 0);
gfx->print("Measuring... ");
}
*(aun_ir_buffer + i) = aun_ir;
*(aun_red_buffer + i) = aun_red;
}

if (aun_ir < 5000)
{
gfx->setTextColor(WHITE, BLACK);
gfx->setTextSize(2 /* x scale */, 2 /* y scale */);
gfx->setCursor(72, 0);
gfx->print("Put On Finger");
}
else
{
//calculate heart rate and SpO2 after 2 BUFFER_SIZE samples (ST seconds of
samples) using Robert's method

```

```

rf_heart_rate_and_oxygen_saturation(aun_ir_buffer, BUFFER_SIZE,
    aun_red_buffer, &n_spo2, &ch_spo2_valid, &n_heartrate, &ch_hr_valid,
    &ratio, &correl);
elapsedTime = millis() - timeStart;
elapsedTime /= 1000; // Time in seconds

if (ch_hr_valid && ch_spo2_valid)
{ Serial.print(elapsedTime);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(n_spo2);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(n_heartrate, DEC);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(ratio);
  Serial.print("\t");
  Serial.print(correl);
  Serial.println("");
  gfx->setTextSize(7 /* x scale */, 7 /* y scale */, 2 /* pixel_margin*/);
  gfx->setTextColor(GREEN, BLACK);
  gfx->setCursor(72, 20);
  gfx->printf("%d ", n_heartrate);
  gfx->setTextColor(ORANGE, BLACK);
  gfx->setCursor(72, 84);
  gfx->printf("%.1f", n_spo2);

  old_n_spo2 = n_spo2;
}

}

```

Naskah Skripsi Fajar Gunawan

ORIGINALITY REPORT

19%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

9%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	mbkm.unila.ac.id Internet Source	1%
2	forum.arduino.cc Internet Source	1%
3	dspace.uii.ac.id Internet Source	1%
4	media.neliti.com Internet Source	1%
5	e-journal.hamzanwadi.ac.id Internet Source	1%
6	jfu.fmipa.unand.ac.id Internet Source	1%
7	www.scribd.com Internet Source	1%
8	eprints.itn.ac.id Internet Source	<1%
9	eprints.walisongo.ac.id Internet Source	<1%

10	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	<1 %
11	humaniora.journal.ugm.ac.id Internet Source	<1 %
12	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source	<1 %
13	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
14	Submitted to Yonkers High School Student Paper	<1 %
15	kc.umn.ac.id Internet Source	<1 %
16	journal.institutpendidikan.ac.id Internet Source	<1 %
17	jurnal.teknikunkris.ac.id Internet Source	<1 %
18	www.repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
19	repository.unib.ac.id Internet Source	<1 %
20	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
21	promkes.kemkes.go.id Internet Source	<1 %

22	repository.pnb.ac.id Internet Source	<1 %
23	id.123dok.com Internet Source	<1 %
24	repository.unimar-amni.ac.id Internet Source	<1 %
25	Titoriski Romadhoni, Endang Dian Setioningsih, M. Prastawa Assalim T. Putra. "Photoplethysmograph Portable", Jurnal Teknokes, 2019 Publication	<1 %
26	repositori.usu.ac.id Internet Source	<1 %
27	repository.umy.ac.id Internet Source	<1 %
28	www.coursehero.com Internet Source	<1 %
29	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
30	core.ac.uk Internet Source	<1 %
31	eprints.uny.ac.id Internet Source	<1 %
32	www.nyebarilmu.com Internet Source	<1 %

33	scholar.unand.ac.id Internet Source	<1 %
34	elibrary.unikom.ac.id Internet Source	<1 %
35	thousands-passed.xyz Internet Source	<1 %
36	e-journal.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
37	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
38	eprints.upj.ac.id Internet Source	<1 %
39	repository.uin-suska.ac.id Internet Source	<1 %
40	Submitted to Universitas Trunojoyo Student Paper	<1 %
41	adityawahyupramana1510952003.blogspot.com Internet Source	<1 %
42	de.scribd.com Internet Source	<1 %
43	eprints.unsri.ac.id Internet Source	<1 %
44	repository.unj.ac.id Internet Source	<1 %

45	thesis.umi.ac.id Internet Source	<1 %
46	Submitted to Universitas Islam Majapahit Student Paper	<1 %
47	jurnal.poltekba.ac.id Internet Source	<1 %
48	pdfslide.net Internet Source	<1 %
49	repository.uinjkt.ac.id Internet Source	<1 %
50	repository.unjaya.ac.id Internet Source	<1 %
51	elektro.untirta.ac.id Internet Source	<1 %
52	journal.umg.ac.id Internet Source	<1 %
53	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper	<1 %
54	Vinny Briggita Mua, Elsje Pauline Manginsela, Jenny ., Baroleh. "FAKTOR-FAKTOR PENYEBAB PUTUS SEKOLAH DARI ANAK PETANI DAN NON-PETANI DI DESA SEA DAN DESA WAREMBUNGAN KECAMATAN PINELENG KABUPATEN MINAHASA", AGRI-SOSIOEKONOMI, 2017	<1 %

55	dokumen.tips Internet Source	<1 %
56	idoc.tips Internet Source	<1 %
57	library.polmed.ac.id Internet Source	<1 %
58	Submitted to Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Student Paper	<1 %
59	e-journal.uajy.ac.id Internet Source	<1 %
60	ejurnal.stmik-budidarma.ac.id Internet Source	<1 %
61	eprints.unwahas.ac.id Internet Source	<1 %
62	repository.stikes-kartrasa.ac.id Internet Source	<1 %
63	Submitted to Universitas Khairun Student Paper	<1 %
64	Submitted to Universitas Maritim Raja Ali Haji Student Paper	<1 %
65	Submitted to Universitas Pendidikan Indonesia Student Paper	<1 %

66	documents.mx Internet Source	<1 %
67	ejournal.uin-suka.ac.id Internet Source	<1 %
68	eprints.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
69	fauziaislamiah.blogspot.com Internet Source	<1 %
70	inspiration-homecare.co.uk Internet Source	<1 %
71	ojs.unikom.ac.id Internet Source	<1 %
72	openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id Internet Source	<1 %
73	repository.unej.ac.id Internet Source	<1 %
74	repository.unhas.ac.id Internet Source	<1 %
75	repository.unmuhjember.ac.id Internet Source	<1 %
76	Kuni Nadliroh, Elsanda Merita Indrawati. "Rancang Bangun Kendali Perangkat Elektronik Dan Monitoring Daya Listrik	<1 %

Berbasis Bluetooth", Jurnal Mesin Nusantara, 2020

Publication

77	ejurnal.provisi.ac.id Internet Source	<1 %
78	eprints.perbanas.ac.id Internet Source	<1 %
79	gatutagungpriandoko.wordpress.com Internet Source	<1 %
80	lib.ui.ac.id Internet Source	<1 %
81	library.universitaspertamina.ac.id Internet Source	<1 %
82	nanopdf.com Internet Source	<1 %
83	ojs.serambimekkah.ac.id Internet Source	<1 %
84	repositori.utu.ac.id Internet Source	<1 %
85	repositorio.unibague.edu.co Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography On