



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN GELANG *PULSE OXIMETER* BERBASIS
MIKROKONTROLLER SEEDUINO**

TESIS

RAHMALISA SUHARTINA

1906434445

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI BIOMEDIS

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JULI 2021



UNIVERSITAS INDONESIA

**RANCANG BANGUN GELANG *PULSE OXIMETER* BERBASIS
MIKROKONTROLLER SEEDUINO**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

RAHMALISA SUHARTINA

1906434445

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI BIOMEDIS

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO

DEPOK

JULI 2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Rahmalisa Suhartina

NPM : 1906434445

Tanda Tangan:



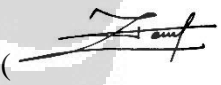
Tanggal : 12 Juli 2021

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Rahmalisa Suhartina
NPM : 1906434445
Program Studi : Magister Teknologi Biomedis
Judul Skripsi : Rancang Bangun Gelang *Pulse Oximeter* Berbasis Mikrokontroler Seeeduino

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknologi Biomedis, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Tomy Abuzairi, S.T., M.Sc., M.T., Ph.D ()

Penguji : Dr. Basari, S.T., M.Eng ()

Penguji : Siti Fauziyah Rahman, S.T., M.Eng., Ph.D ()

Penguji : Dr. Ir. Retno Wigajatri Purnamaningsih, M.T ()

Ditetapkan di : Fakultas Teknik

Tanggal : 12 Juli 2021

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan tesis ini. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknologi Biomedis Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, selesainya tesis ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- (1) Allah subhanahu wa ta'ala, mudah-mudahan apa yang saya tulis dalam menuntut ilmu bermanfaat untuk saya dan lainnya. Semoga shalawat serta salam dilimpahkan kepada Rasulullah ﷺ, keluarganya, para sahabat dan orang-orang yang mengikuti jejak mereka sampai hari kiamat.
- (2) Dr. Ir. Tomy Abuzairi, S.T., M.Sc., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan tesis ini.
- (3) Orang tua serta seluruh keluarga penulis yang selalu mendukung, memberikan doa dan semangat kepada penulis.
- (4) Teman-teman Teknologi Biomedis UI yang selalu memberikan semangat, informasi dan membantu penulis dalam segala hal untuk penyusunan tesis ini, semoga Allah selalu melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Akhir kata, semoga tesis ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu selanjutnya. Aamiin ya robbal aalamin.

Depok, 12 Juli 2021

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan
dibawah ini :

Nama : Rahmalisa Suhartina

NPM : 1906434445

Program Studi : Magister Teknologi Biomedis

Fakultas : Teknik

Jenis karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada
Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-
Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Gelang *Pulse Oximeter* Berbasis Mikrokontroler Seedeuino

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan,
mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*),
merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama
saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 12 Juli 2021

Yang menyatakan



(Rahmalisa Suhartina)

ABSTRAK

Nama : Rahmalisa Suhartina
Program Studi : Magister Teknologi Biomedis
Judul : Rancang Bangun Gelang *Pulse Oximeter* Berbasis Mikrokontroller Seeeduino
Pembimbing : Dr. Ir. Tomy Abuzairi, S.T., M.Sc., M.T., Ph.D

Meningkatnya kasus positif COVID-19 membuat pentingnya memantau nilai saturasi oksigen di dalam darah (SPO₂). Tujuannya agar mencegah terjadinya silent hypoxia yang dapat menurunkan kadar oksigen dalam darah tanpa disertai gejala. Silent hypoxia menyebabkan kerusakan jaringan pada tubuh serta dapat memicu terjadinya komplikasi seperti gagal nafas atau kematian mendadak. Pada umumnya alat pulse oximeter konvensional berbentuk klip yang dijepit pada jari untuk mengukur nilai SPO₂ dan detak jantung (HR). Pada penelitian ini bertujuan untuk merancang alat *pulse oximeter* berbentuk gelang untuk membantu mempermudah pemantauan nilai SPO₂ dan HR. Pada rancangan ini menggunakan mikrokontroller seeeduino xiao, modul sensor max 30100, OLED display dan BLE HM-11. Metode pengambilan data pada 10 relawan dengan menggunakan *pulse oximeter* konvensional sebagai referensi dan prototipe untuk mengukur kadar SPO₂ dan HR. Dilakukan pengambilan data sebanyak 10 kali pada masing-masing relawan. Hasil dari rata-rata pengukuran pada prototipe dibandingkan dengan *pulse oximeter* konvensional didapatkan keakurasian pengukuran rata-rata SPO₂ 98.8 % dan HR 97% . Sehingga gelang *pulse oximeter* dapat melakukan pengambilan data akurasi yang cukup baik.

Kata kunci : COVID-19, Saturasi oksigen, Seeeduino, Max 30100, BLE HM-11

ABSTRACT

Name : Rahmalisa Suhartina
Study Program : Graduate of Biomedical Engineering
Title : Design of Pulse Oximeter Bracelet Based on Seeeduino Microcontroller
Counsellor : Dr. Ir. Tomy Abuzairi, S.T., M.Sc., M.T., Ph.D

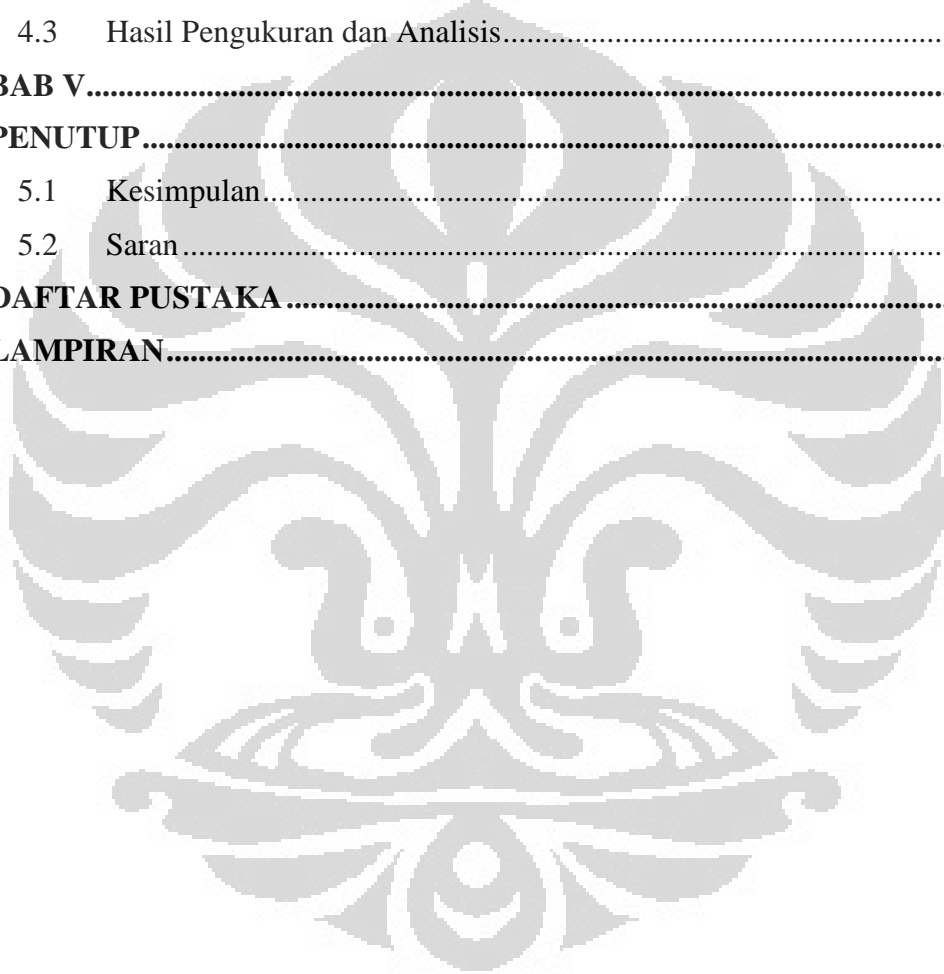
The increase in positive cases of COVID-19 makes it important to monitor the value of oxygen saturation in the blood (SPO₂). The goal is to prevent silent hypoxia which can reduce oxygen levels in the blood without being accompanied by symptoms. Silent hypoxia causes tissue damage in the body and can lead to complications such as respiratory failure or sudden death. In general, the conventional pulse oximeter is in the form of a clamped clip on the finger to measure the SPO₂ value and heart rate (HR). This research aims to design a pulse oximeter in the form of a bracelet to help monitor of SPO₂ and HR values. This design uses a seeduino xiao microcontroller, max 30100 sensor module, OLED display and BLE HM-11. Methods of collecting data on ten volunteers using a conventional pulse oximeter as a reference and a prototype to measure SPO₂ and HR levels. Data were collected ten times for each volunteer. The results of the average measurements on the prototype compared with conventional pulse oximeters obtained an average measurement accuracy of 98.8% SPO₂ and 97% HR so that the pulse oximeter bracelet can perform data collection with fairly good accuracy.

Keyword : COVID-19, Oxygen saturation, Seeeduino, Max30100, BLE HM-11

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	1
DAFTAR ISI.....	2
DAFTAR GAMBAR.....	4
DAFTAR TABEL	5
BAB I.....	6
PENDAHULUAN.....	6
1.1 Latar Belakang	6
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Batasan Masalah.....	8
1.5 Sistematika Penulisan.....	8
BAB II DASAR TEORI.....	9
2.1 State of The Art	9
2.2 Hemoglobin	11
2.3 Pulse Oximeter	11
2.4 Seeeduino Xiao.....	13
2.5 Modul Max 30100.....	14
2.6 OLED <i>Display</i>	15
2.7 Modul BLE HM-11	16
2.8 Baterai	17
2.9 Arduino IDE	17
2.10 Serial Bluetooth Terminal	19
BAB III.....	20
METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20

3.2	Metode Penelitian.....	20
3.3	Rancang Bangun Alat.....	20
3.4	Metode Pengambilan Data	27
3.5	Metode Pengolahan Data.....	27
BAB IV	.....	29
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	29
4.1	Desain Alat.....	29
4.2	Pengujian dan Pengukuran Alat	31
4.3	Hasil Pengukuran dan Analisis.....	34
BAB V	.....	38
PENUTUP	.....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA	.....	40
LAMPIRAN	.....	43

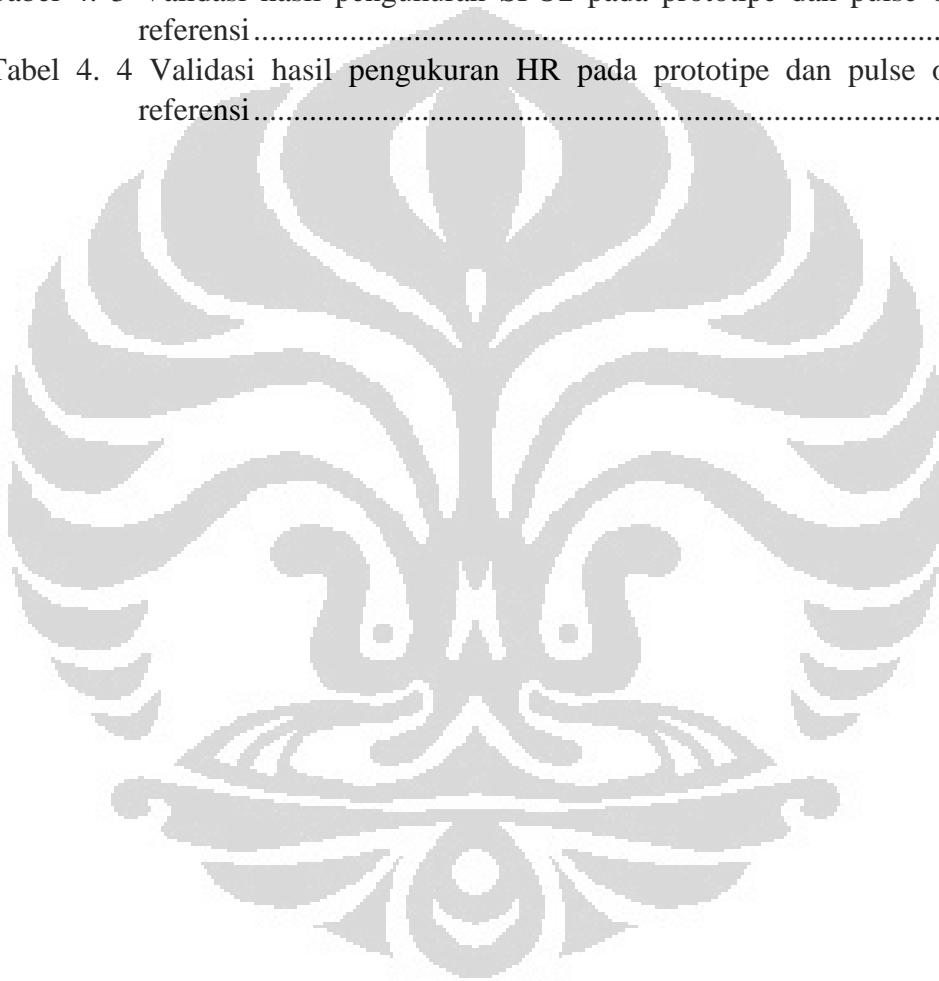


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penyerapan spektrum cahaya hemoglobin	12
Gambar 2. 2 Seeeduino Xiao mikrokontroler[11]	13
Gambar 2. 3 Modul sensor Max 30100.....	14
Gambar 2. 4 Sistem kerja modul sensor Max 30100[22].....	15
Gambar 2. 5 OLED display[23]	15
Gambar 2. 6 Modul BLE HM-11	16
Gambar 2. 7 Baterai lithium-ion	17
Gambar 2. 8 Tampilan awal Arduino IDE	18
Gambar 2. 9 Tampilan aplikasi serial Bluetooth terminal	19
Gambar 3. 1 Blok Diagram prototipe.....	21
Gambar 3. 2 Wiring diagram prototipe	21
Gambar 3. 3 Layout prototipe	22
Gambar 3. 4 Tampak atas (kiri) dan bawah (kanan) desain PCB prototipe.....	23
Gambar 3. 5 Library manager seeeduino xiao pada Arduino IDE.....	23
Gambar 3. 6 Library manager sensor modul max 30100.....	24
Gambar 3. 7 Library source code prototipe	24
Gambar 3. 8 Source code inisialisasi program prototipe	25
Gambar 3. 9 Source code nilai SPO2 dan HR	25
Gambar 3. 10 Flowchart sistem prototipe.....	26
Gambar 4. 1 Desain prototipe gelang pulse oximeter berbasis mikrokontroler seeeduino	30
Gambar 4. 2 Grafik validasi rata-rata pengukuran SPO2	36
Gambar 4. 3 Grafik validasi rata-rata pengukuran HR	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Penelitian terkait perkembangan rancang bangun pulse oximeter.....	9
Tabel 4. 1 Deskripsi prototipe gelang pulse oximeter.....	30
Tabel 4. 2 Data Pengukuran SPO2 dan HR	31
Tabel 4. 3 Validasi hasil pengukuran SPO2 pada prototipe dan pulse oximeter referensi	34
Tabel 4. 4 Validasi hasil pengukuran HR pada prototipe dan pulse oximeter referensi	35



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Corona Virus Diseases (COVID-19) ditetapkan menjadi pandemi global oleh WHO sejak awal Maret 2020. Terkait pandemi COVID-19 yang terjadi di Indonesia, Kementerian Kesehatan memberlakukan karantina mandiri sebagai bentuk pengendalian dan pencegahan.

Analisis data pandemi dari Satuan Tugas Penanganan COVID-19 per 14 Maret 2021 jumlah kasus pasien positif mengalami peningkatan sebanyak 4.714 orang[1]. Berdasarkan pedoman pencegahan dan pengendalian COVID-19 oleh Kementerian Kesehatan RI, karantina mandiri diterapkan pada penderita dengan status orang tanpa gejala (OTG) dan orang dalam pamanataun (ODP)[2]. Pada pasien positif COVID-19 perlu dilakukan kegiatan pemantauan untuk menghindari penurunan kondisi dan gejala.

Kegiatan pemantauan yang dilakukan untuk penderita COVID-19 yaitu, salah satunya pemeriksaan berkala kadar saturasi oksigen didalam darah (SPO₂) dan detak jantung (HR). Pemantauan dan pengukuran pada penderita COVID-19 sangat penting, untuk menghindari terjadinya *silent hypoxia*.

Silent hypoxia mengakibatkan terjadinya penurunan kadar oksigen dalam darah tanpa disertai gejala, menyebabkan kerusakan jaringan, dan dapat memicu komplikasi didalam tubuh. *Silent hypoxia* mengakibatkan gagal nafas atau kematian mendadak jika tidak ditangani dengan tepat[3][4].

Perkembangan teknologi khususnya dibidang alat Kesehatan meningkat setiap tahunnya, salah satu yang dibutuhkan saat pandemi COVID-19 adalah *Pulse Oximeter*. *Pulse Oximeter* dapat melakukan pengukuran SPO₂ dan HR[5][6][7].

Mengingat perkembangan alat *pulse oximeter* memiliki model yang beragam mulai dari yang dijepit pada ujung jari (*fingertip*), telinga, cincin [8] dan yang terbaru dalam bentuk gelang. Namun beberapa model *pulse oximeter* tersebut apabila digunakan untuk pemantauan secara terus menerus dapat mengurangi kenyamanan pada penggunaanya[5][9].

Pada beberapa penelitian sebelumnya prototipe *pulse oximeter* menggunakan arduino Uno, arduino Nano, ESP 32 Node MCU, ESP 8266 Node MCU *wireless* memiliki ukuran alat yang besar. Ukuran prototipe tersebut dapat mengurangi kenyamanan pada penderita selama proses pemantauan[10][6]. Sampai dengan saat ini belum ada penggunaan mikrokontroler Seeeduino Xiao pada prototipe *pulse oximeter*. Seeeduino xiao memiliki bentuk yang kecil dan dapat meminimalisir ukuran akhir prototipe yang *compact* dan *portable*[11].

Dari beberapa referensi diatas, penulis memiliki tujuan membuat rancang bangun gelang *pulse oximeter* berbasis mikrokontroler seeeduino. Desain prototipe berbentuk gelang diharapkan dapat memberikan kenyamanan dalam pemantauan kadar SPO2 dan HR secara *real time*. Pada penelitian ini penulis menggunakan mikrokontroler seeeduino sebagai *controller*, sensor Max30100, OLED 0,96” dan komunikasi serial *bluetooth* HM-11.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dikemukakan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat *pulse oximeter* untuk mendeteksi kadar saturasi oksigen dalam darah (SPO2) dan detak jantung (HR) menggunakan mikrokontroler seeeduino xiao.
2. Bagaimana membuat prototipe berbentuk gelang dengan menambahkan *bluetooth* sebagai tambahan untuk melihat data hasil menggunakan android serial *bluetooth*.
3. Bagaimana kinerja pengukuran dari sistem gelang monitoring terhadap pasien dibandingkan menggunakan *pulse oximeter* pada ujung jari (*Fingertip*).

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Dapat merancang dan membangun alat *pulse oximeter* berbentuk gelang yang *compact* dan *portable*.
2. Dapat merancang sistem *pulse oximeter* dengan menggunakan arduino mikrokontroler seeeduino xiao.

3. Dapat menguji hasil pengukuran SPO2 dan HR dengan ditampilkan pada OLED dan tambahan koneksi *bluetooth*.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel pada 10 relawan perempuan dan laki-laki secara acak.
2. Menggunakan arduino mikrokontroller seeeduino xiao, sensor max 30100, OLED 0,96", dan koneksi serial *bluetooth* HM-11.
3. Pengambilan sampel dibandingkan dengan menggunakan *pulse oximeter* konvensional yang dijepit pada ujung jari (*Fingertip*).

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun penulisan tesis ini disusun dalam beberapa bab sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang yang melandasi penulisan tesis ini, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas teori-teori dasar dan pendukung yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tahapan penelitian, studi literatur dan perancangan alat.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi hasil dan pembahasan pada penelitian ini, analisis hasil data dan metode pengambilan data.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran pengembangan alat prototipe selanjutnya.

BAB II DASAR TEORI

2.1 State of The Art

Beberapa referensi penelitian terkait perkembangan rancang bangun *pulse oximeter* sampai dengan saat ini dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 1. 1 Penelitian terkait perkembangan rancang bangun pulse oximeter

No	Penulis	Judul Penelitian	Keterangan
1	Rekha Chandra R, Safeer K P, Srividya P (2015)	<i>Design and Development of Miniaturized Pulse Oximeter for continuous Spo2 and HR Monitoring with Wireless Technology</i>	Desain <i>pulse oximeter</i> menggunakan 8 bit atmel mikrokontroller dengan menggunakan <i>display</i> PC untuk menampilkan hasil pengukuran yang dikirimkan menggunakan <i>bluetooth</i> .
2	Rifki Yanuardhi, dkk (2016)	Rancang bangun <i>pulse oximetry</i> digital berbasis mikrokontroller atmega 16	Menggunakan mikrokontroller atmega 16, IR LED dan PD dengan tampilan hasil SPO2 pada LCD
3	Mohamad Ikhsan Dwiyono (2017)	Rancang Bangun Spo2 Non Invasive Dilengkapi Alarm Untuk Diagnosa Abnormal Berbasis Arduino Atmega 328	Menggunakan mikrokontroller atmega 328 (Arduino uno), memantau kadar SPO2 yang dilengkapi dengan alarm <i>diagnose abnormal</i> .
4	Septia Khairunnisa, dkk (2018)	Rancang Bangun Pulse Oximeter Berbasis Iot (Internet Of Things)	Menghasilkan presentase nilai SPO2 yang kemudian dikirimkan ke Internet menggunakan ESP8266 Node Mcu dan ditampilkan ke <i>Web Internet of Things</i> (IoT) ThingSpeak
6	Reginaldo Caesar Nada (2018)	Rancang Bangun SpO2 Berbasis Android	Menggunakan modul ESP8266 dan max30100 untuk menampilkan nilai spo2 pada LCD dan android

7	Adha Nur Qahar (2018)	Desain Alat Ukur Denyut Jantung Dan Saturasi Oksigen Pada Anak Menggunakan Satu Sensor	Menggunakan arduino uno, max30100 untuk mengukur nilai SPO2 dan HR
8	Chanda Rizki Nugroho (2019)	Alat pengukur saturasi oksigen dalam darah menggunakan metode PPG <i>reflectance</i> pada sensor max30100	Menggunakan arduino nano, max30100, <i>bluetooth</i> HC-05 dan LCD serta <i>handphone</i> untuk menampilkan hasil SPO2 android
9	Umi Salamah, dkk (2020)	Validasi Pulse Oximeter dalam Penentuan Kadar Oksigen dalam Darah	Validasi perbandingan hasil spo2 menggunakan mikrokontroler arduino uno dengan pulse oximeter komersial
10	Lukman Aditya, dkk (2020)	Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max30100	Menggunakan Arduino uno, max30100 dan menggunakan output LCD.
11	Zain Hassan Naeem, et al.	Design and Development of a Low Cost Pulse Oximeter	Desain pulse oximeter menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560, LCD, <i>pulse sensor</i> , LED dan <i>photodetector</i> .

Pada tabel 4.1 terdapat beberapa penelitian rancang bangun pulse oximeter yang dijadikan penulis sebagai referensi untuk melakukan penelitian ini. Dilihat dari ringkasan penelitian tersebut beberapa peneliti lainnya menggunakan mikrokontroler atmega 16, arduino uno, arduino nano, ESP8266, arduino mega dan lainnya[12]. Pemilihan mikrokontroler dan komponen menjadi perhatian untuk dapat mendesain prototipe *pulse oximeter* agar memiliki bentuk yang portable dan nyaman digunakan saat dilakukan pengukuran[13]. Beberapa smartband atau smartwatch yang mengklaim dapat melakukan pengukuran HR menjadi suatu kemudahan untuk memantau nilai HR. Disamping itu menjadi salah satu peluang perkembangan teknologi alat kesehatan khususnya pulse oximeter yang dapat didesain berbentuk gelang.

2.2 Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan salah satu jenis protein yang terdapat didalam darah dan memiliki nilai zat besi tinggi yang berperan sebagai pengangkut oksigen[14]. Hb mampu mengikat molekul oksigen satu dengan lainnya dan membentuk *oxyhemoglobin* didalam darah, sehingga darah dapat membawa oksigen dan didistribusikan ke seluruh tubuh yang berawal dari paru-paru.

Hb dipompa oleh jantung dan diedarkan ke seluruh tubuh melaluri arteri. Setiap kali jantung memompa akan tercipta suatu gelombang pada arteri yang disebut denyut nadi.

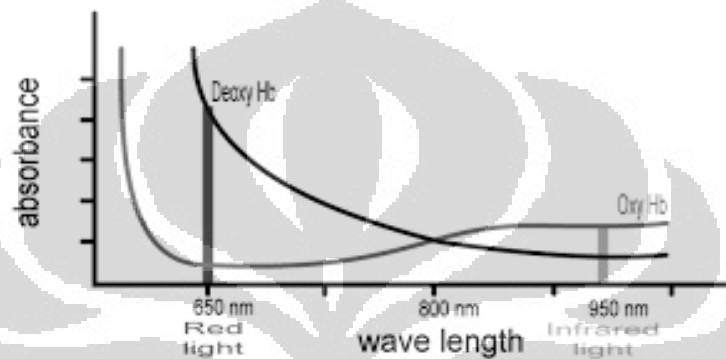
Fungsi Hb dalam sel darah merah sangat penting pada tubuh manusia, dikarenakan jika terdapat kelebihan dapat terjadinya penyumbatan pada pembuluh darah dan apabila kekurangan maka dapat menyebabkan tubuh menjadi lemas karena tidak mendapatkan oksigen[15]. Berdasarkan kandungan oksigen didalamnya, Hb terbagi menjadi 2 jenis yaitu *oxyhemoglobin* dan *deoxyhemoglobin*. *Oxyhemoglobin* yaitu kondisi dimana Hb mengikat molekul oksigen. *Deoxyhemoglobin* yaitu kondisi dimana Hb yang tidak mengandung molekul oksigen[15].

Pada kondisi *oxyhemoglobin* dan *deoxyhemoglobin* jika diberi cahaya merah dan inframerah akan menyerap panjang gelombang cahaya yang berbeda , jumlah penyerapan tersebut dapat menunjukkan tingkat oksigen dalam darah.

2.3 Pulse Oximeter

Pulse oximeter adalah alat kesehatan untuk mengukur nilai saturasi oksigen dalam darah (SPO2) dan detak jantung (HR) dengan metode *non invasive*. Saturasi oksigen adalah presentasi total Hb yang berikatan dengan oksigen dalam darah. Nilai saturasi oksigen normal pada manusia umumnya antara 95 – 100% [16][17]. Teknik yang digunakan pada *pulse oximeter* yaitu teknik optik *non invasive* dengan penyerapan spektrum cahaya dari panjang gelombang yang berbeda (dari 660nm sampai dengan 940nm) pada *oxyhemoglobin* dan *deoxyhemoglobin*[5][12].

Pada *pulse oximeter* memiliki sensor pendeteksi cahaya untuk mengukur saturasi oksigen dan detak jantung, dengan cara menggabungkan dua teknologi yaitu spektrofotometri dan *plethysmography* (PPG)[16]. Pada dasarnya *pulse oximeter* menggunakan LED (biasanya cahaya merah dan infra merah) yang akan dipancarkan dan diserap oleh darah kemudian dideteksi oleh *photodetector* (PD)[6][7]. Nilai pada *pulse oximeter* bergantung pada karakteristik penyerapan cahaya Hb jenuh untuk memberikan indikasi kejenuhan oksigen.



Gambar 2. 1 Penyerapan spektrum cahaya hemoglobin

Pada gambar 2.1 menggambarkan titik pertemuan penyerapan cahaya pada Hb, dimana LED cahaya merah lebih banyak diserap oleh *deoxyhemoglobin* dan cahaya Inframerah lebih banyak diserap oleh *oxyhemoglobin*.

Ketika mengukur saturasi oksigen menggunakan sinyal oksimetri maka perbandingannya adalah seperti pada persamaan dibawah ini :

$$SPO_2 = \frac{[HbO_2]}{[HbO_2]+[Hb]} \quad (2.1)$$

Untuk hasil kadar oksigen dalam darah dihitung dengan menghitung rasio perbedaan penyerapan cahaya merah (r_1) dan cahaya inframerah (r_2) [18][19] yaitu pada perhitungan dibawah ini :

$$R = r_1/r_2 \quad (2.2)$$

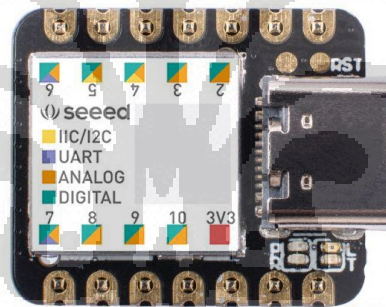
Nilai SPO2 dapat dihitung yaitu dengan memasukkan nilai R pada persamaan berikut :

$$SPO_2 = 110 - 25 \times R \quad (2.3)$$

Pada umumnya *pulse oximeter* menggunakan teknologi PPG yang memiliki dua mode yaitu transmisi dan reflektansi. Mode tersebut memiliki perbedaan pada lokasi sensor yaitu LED dan PD. Pada mode transmisi lokasi LED dan PD berhadapan dimana cahaya LED menembus jaringan lalu ditransmisikan dan dideteksi intensitas cahayanya oleh PD. Sedangkan pada mode reflektansi LED dan PD bersebelahan, keduanya memiliki cara kerja yang sama dengan memancarkan cahaya pada gelombang tertentu dan menembus jaringan selanjutnya PD akan mendeteksi intensitas cahaya tersebut[6][20].

Pulse oximeter hanya menganalisis darah arteri dan mengabaikan jaringan lain disekitar darah. Pada jari manusia yang berdenyut hanya darah arteri dan segala sesuatu yang lain tidak berdenyut. Oleh karena itu, setiap perubahan penyerapan harus disebabkan oleh darah arteri.

2.4 Seeeduno Xiao



Gambar 2. 2 Seeeduno Xiao mikrokontroller[11]

Seeeduno xiao merupakan salah satu mikrokontroller arduino terkecil pada keluarga seeeduno dengan menggunakan *microchip* SAMD21. Seeeduno xiao memiliki performa yang baik pada pemrosesan dan hanya membutuhkan daya yang kecil. Seeeduno kompatibel dengan Arduino IDE dan karena bentuknya yang kecil banyak digunakan untuk prototipe *project wearable device*. Bentuk mikrokontroller seeeduno xiao lihat pada gambar 2.2 dan berikut spesifikasinya [11] :

- Tegangan Kerja: 3.3V
- MCU: SAMD21G18 ARM Cortex-M0+ @ 48 MHz

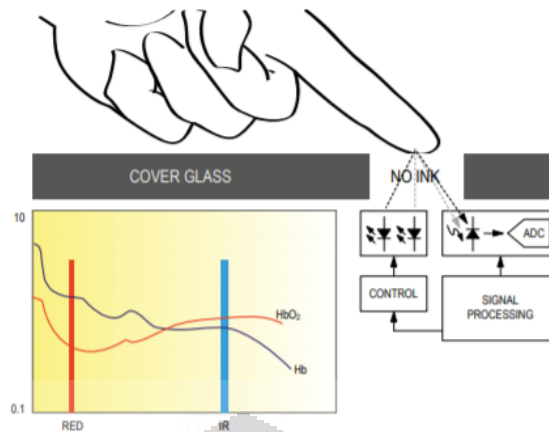
- Memori: 256 KB Flash, 32 KB SRAM
- I/O: 14 GPIO, 11 analog, 11 digital, 1 DAC output
- Antarmuka: I2C, UART, SPI
- Jalur Catu Daya dan Download Data: USB Type-C
- LED: 1x user LED, 1x power LED, 2x LED untuk *serial port downloading*
- Tombol reset : 2 pintasan tombol reset
- Power Pads: Untuk catu daya melalui baterai
- *Software*: Arduino IDE
- Proteksi: cover untuk melindungi rangkaian elektronika
- Dimensi: 20 x 17.5 x 3.5 mm

2.5 Modul Max 30100



Gambar 2. 3 Modul sensor Max 30100

Modul sensor Max 30100 adalah sensor pulse oximeter yang terintegrasi menghitung SPO2 dan HR secara *noninvasive*. Sensor ini terdiri dari LED merah dan inframerah serta *photodetector*[21] lihat pada gambar 2.3. Sensor tersebut terletak pada bagian tengah modul dan berfungsi mengeluarkan cahaya merah dan inframerah pada panjang gelombang tertentu.



Gambar 2. 4 Sistem kerja modul sensor Max 30100[22]

Berdasarkan gambar 2.4 prinsip kerja modul sensor Max 30100 yaitu ketika cahaya dari LED merah dipancarkan dengan panjang gelombang 650nm akan diserap oleh Hb, sedangkan cahaya inframerah dengan panjang gelombang 950nm akan diserap oleh HbO₂[21]. Jumlah setiap panjang gelombang cahaya yang ditangkap oleh PD dapat menunjukkan tingkat oksigen dalam darah.

Modul sensor Max 30100 membutuhkan tegangan input *power supply* $\pm 3,3V$ (Maksimum 5V), pin SCA dan pin SDL sebagai I2C *clock* data input serta ground[22].

2.6 OLED Display



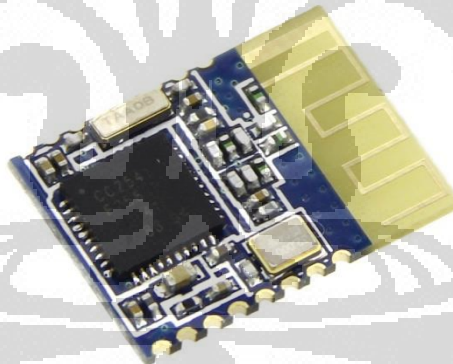
Gambar 2. 5 OLED display[23]

Pada gambar 2.5 merupakan bentuk tampilan OLED yang memiliki ukuran 0,96". OLED (*Organic Light Emitting Diode*) terdiri dari semikonduktor sebagai pemancar cahaya yang terbuat dari lapisan *electrominuscent* dalam merespon arus listrik[24]. OLED digunakan dalam teknologi *electrominuscent* sebagai tampilan

layar atau *display*. OLED diciptakan sebagai teknologi alternatif untuk memperoleh tampilan layar sebelumnya, seperti tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD). OLED memiliki beberapa kelebihan yaitu diantaranya [23] :

- Bentuk tampilan yang menarik dan kecil sekitar 0,96" (Tipe : SSD 1306) yang terbuat dari gabungan warna dalam kaca transparan sangat tipis sehingga OLED tersebut ringan dan fleksibel
- OLED dapat bekerja pada tegangan DC 2,7 – 6 Volt
- Konsumsi daya yang rendah dan terbuat dari bahan organik menjadikan OLED sebagai teknologi ramah lingkungan
- Tidak memerlukan lampu latar karena *pixel* OLED dapat bercahaya secara langsung
- Memiliki sudut visual maksimum 160°
- OLED dapat dioperasikan dalam batasan suhu yang lebih lebar yaitu sekitar -30 ~ 70° C

2.7 Modul BLE HM-11



Gambar 2. 6 Modul BLE HM-11

Modul *Bluetooth Low Energy* (BLE) merupakan perangkat yang dapat mengirim dan menerima perintah atau dat dari jarak tertentu yaitu sekitar 30 meter[25]. Pada gambar 2.6 menunjukkan bentuk fisik modul BLE HM-11 versi 4.0 dengan bentuk yang kecil dan ringkas. BLE HM-11 memiliki konsumsi daya yang rendah, berikut spesifikasinya :

- *Microprocessor* : CC2541
- Catu daya : 3.3 V DC dengan maksimum 3,6 V

- Dimensi : 13,5mm x 18,5mm x 2,3mm
- *Resources* : Mendukung perintah AT, pengguna dapat menyesuaikan dengan kebutuhan (master, master slave) dan *baud rate serial*
- Protokol komunikasi: Uart (3,3 V)
- IO : 2
- Suhu kerja : -40 ~ 65° C

2.8 Baterai



Gambar 2. 7 Baterai *lithium-ion*

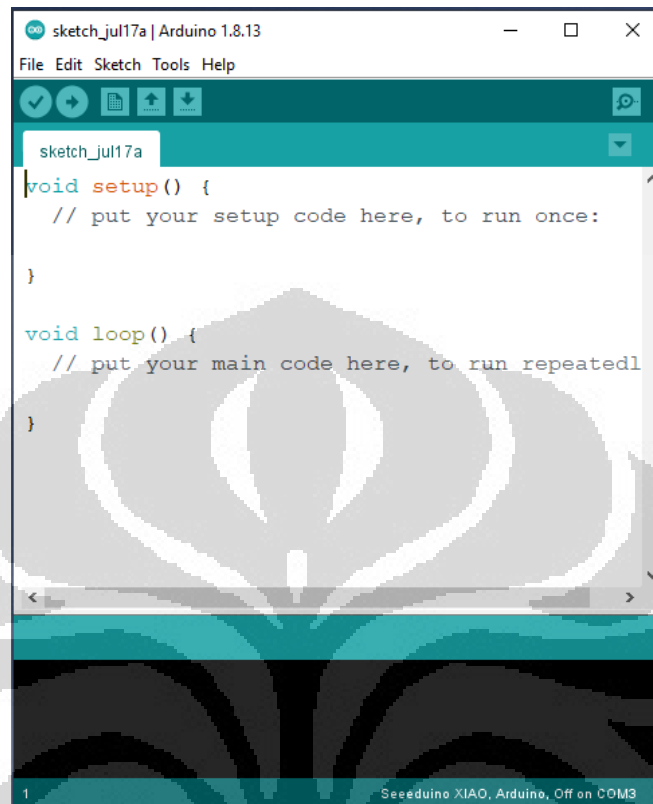
Baterai adalah suatu elektrokimia yang mengubah energi kimia menjadi listrik yang terdiri dari elektroda negatif, elektroda positif, elektrolit dan separator. Baterai lithium-ion merupakan jenis baterai yang dapat diisi ulang dan diketahui sebagai baterai yang ramah lingkungan[26].

Pada gambar 2.7 memperlihatkan salah satu baterai lithium-ion yang digunakan pada penelitian ini, dengan kapasitas 150mAh dan tegangan 3,7V. Baterai lithium-ion ini memiliki daya yang bervariasi serta bobot yang ringan dan dapat digunakan berkali-kali, sehingga banyak produsen *wearable device* menggunakan tipe baterai ini sebagai sumber tenaga alat elektroniknya[27].

2.9 Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah *software* bawaan dari arduino yang digunakan untuk membuat, mengedit, menambahkan *library* dan membuka *source code* pada mikrokontroler arduino[28][29]. *Software* Arduino IDE merupakan platform *open source* terintegrasi yang dapat dioperasikan pada komputer dan memungkinkan pengguna dapat dengan mudah

menulis program, menghapus *code* dan diprogram ulang menggunakan bahasa C atau C++.



Gambar 2. 8 Tampilan awal Arduino IDE

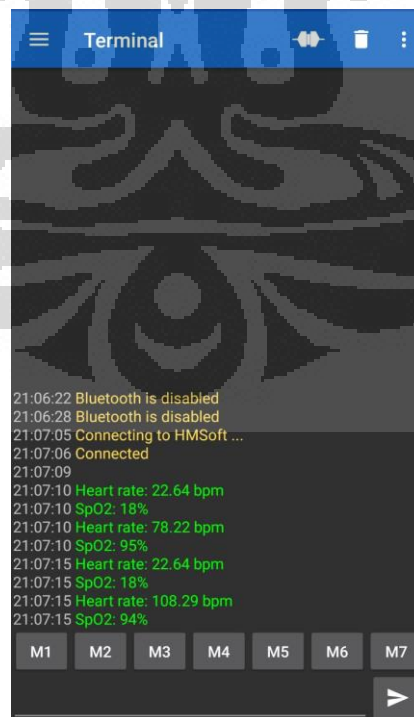
Pada gambar 2.8 terlihat tampilan awal *software* Arduino IDE, dari gambar tersebut terdiri dari beberapa bagian dan fungsi yang tersedia sebagai berikut :

- *Text editor* : Berfungsi membuat dan mengedit *code* menggunakan bahasa C pemograman.
- *Message area* : Berfungsi menampilkan error atau kesalahan penulisan *code* dan memberikan feedback saat menyimpan *code* dan mengekspor *code*.
- *Console bar* : Terdiri dari berbagai pilihan tombol *verify*, *upload*, *new*, *open*, *save* dan *serial monitor*.
- Tombol *verify* berfungsi untuk memverifikasi apakah masih ada program yang salah atau *error*.
- Tombol *upload* berfungsi untuk mengupload source *code* ke arduino *board* mikrokontroler.

- Tombol *new* untuk membuka jendela baru dan membuat source code baru.
- Tombol *open* berfungsi untuk membuka jendela baru source code yang sudah pernah dibuat sebelumnya.
- Tombol *save* berfungsi untuk menyimpan file source code yang diinginkan dengan ekstensi file *.ino*.
- Tombol *serial monitor* berfungsi untuk menampilkan *interface* untuk komunikasi *serial*.

2.10 Serial Bluetooth Terminal

Serial bluetooth terminal merupakan sebuah aplikasi yang tersedia pada android dan IOS. Pada aplikasi *serial bluetooth terminal* membutuhkan koneksi pada modul atau perangkat yang diinginkan untuk dapat melihat dan memberikan perintah. Pada gambar 2.9 terdapat tampilan aplikasi serial bluetooth terminal dan indikator pembacaan dari salah satu modul sensor yang terkoneksi menggunakan bluetooth. Pada aplikasi ini terdapat indikator pesan untuk pemasangan dan pemutusan konektivitas bluetooth pada modul atau perangkat, hasil pembacaan dan perintah dari aplikasi ini dapat disimpan dalam bentuk txt.



Gambar 2. 9 Tampilan aplikasi serial Bluetooth terminal

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara mandiri dirumah selama semester genap 2021. Untuk pengujian alat dilakukan dengan dibandingkan dengan alat *pulse oximeter* konvensional (Merk : Yobekan). Alat referensi tersebut sudah dikalibrasi dan memiliki kondisi laik untuk digunakan, sehingga penulis menjadikannya sebagai alat pembanding pada penelitian prototipe ini.

3.2 Metode Penelitian

Adapun metodologi penelitian yang penulis gunakan dalam penelitian dan penulisan tesis ini yaitu :

3.3.1 Studi Literatur

Pada metode studi literatur ini, penulis melakukan pencarian sumber informasi, paper dan karya ilmiah lainnya mengenai pulse oximeter dan teori-teori pendukung lain yang berkaitan dengan topik penelitian ini.

3.3.2 Persiapan Alat dan Bahan

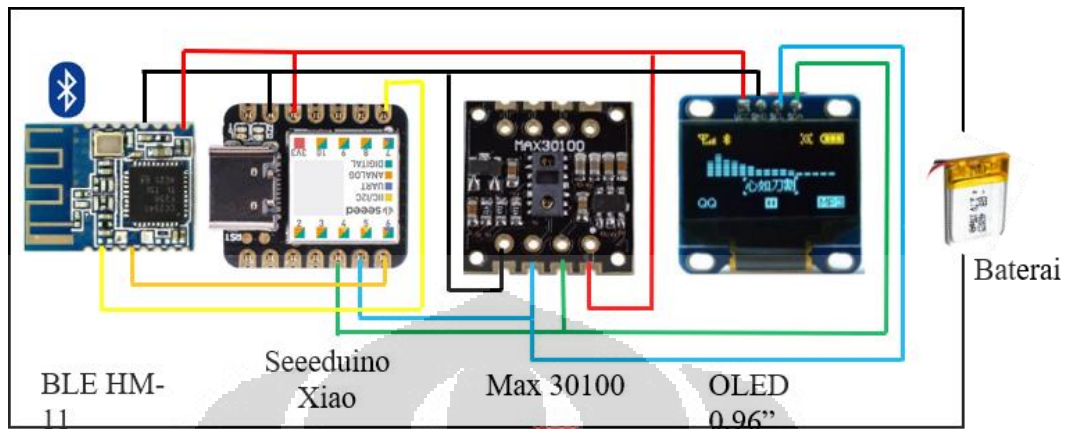
Pada tahap persiapan penulis perlu mempersiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan untuk perancangan alat. Alat yang dibutuhkan yaitu Laptop untuk mendesain wiring dan desain PCB (*Printed circuit board*) prototipe dengan menggunakan EasyEDA dan *source code* program menggunakan Arduino IDE. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : seeeduno xiao, modul sensor Max30100, OLED 0,96", baterai dan BLE HM-11.

3.3 Rancang Bangun Alat

3.3.3 Perancangan *Hardware*

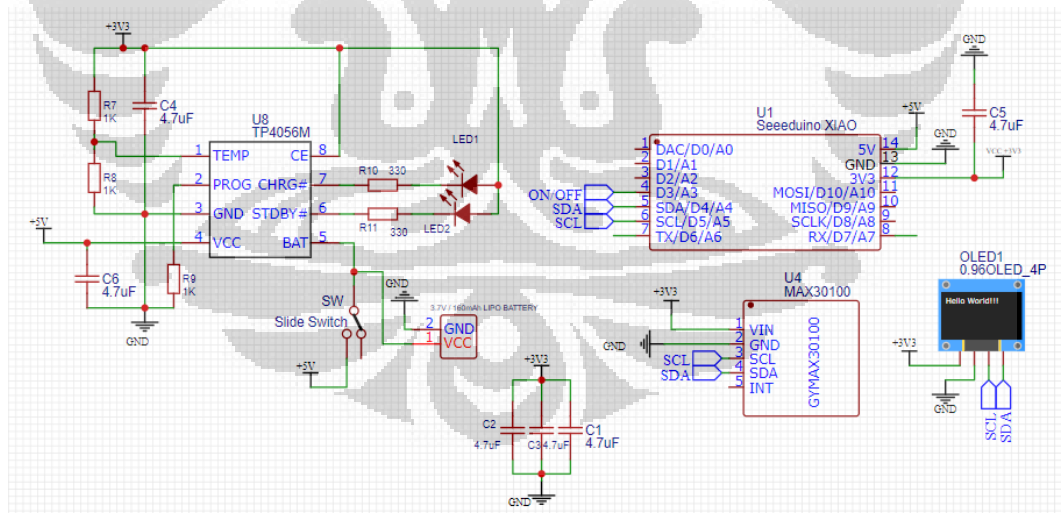
Desain perancangan *hardware* dalam pembuatan prototipe terlihat pada blok diagram gambar 3.1. Penyusunan prototipe menggunakan mikrokontroller seeeduno xiao yang akan mengolah hasil pembacaan hasil SPO2 dan HR dari modul sensor max30100. Hasil akan ditampilkan pada OLED *display*, untuk bisa melihat tampilan hasil tersebut pada *bluetooth* serial maka digunakan BLE HM-11

dan dikoneksikan pada android. Prototipe alat menggunakan baterai lithium-ion sebagai sumber tegangan yang diberikan keseluruhan rangkaian.



Gambar 3. 1 Blok Diagram prototipe

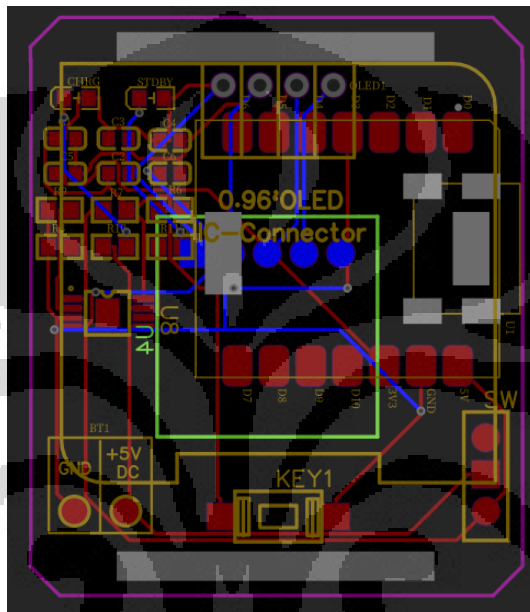
Pada perancangan prototipe, tahapan yang dilakukan berikutnya adalah desain wiring. Penulis menggunakan portal EasyEDA untuk mendesain *wiring* dan *layout* untuk mencetak PCB.



Gambar 3. 2 Wiring diagram prototipe

Pada gambar 3.2 terdapat *wiring* prototipe yang terdiri dari komponen yang dibutuhkan. Mikrokontroler seeduino xiao sebagai sistem kendali dan memberi tegangan keseluruhan rangkaian. Sensor max 30100 bekerja secara otomatis saat mendapatkan tegangan. *Port I/O* yang digunakan sebagai serial komunikasi I2C

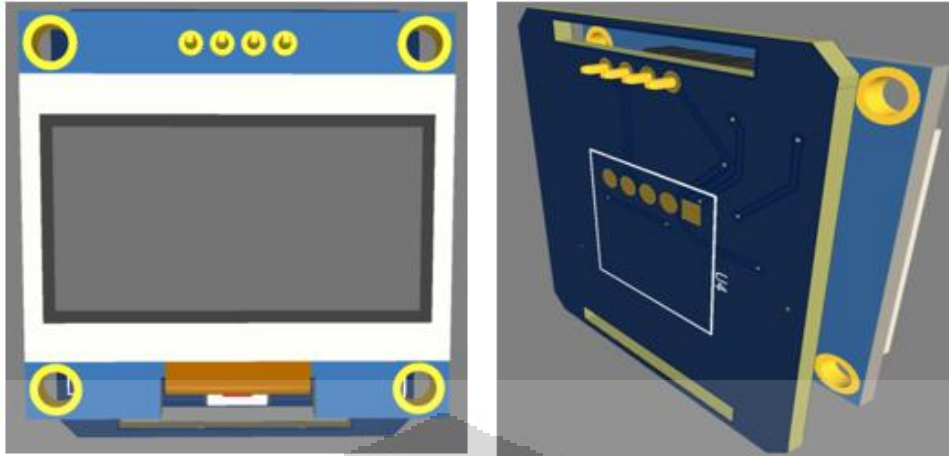
dari sensor dan OLED pada mikrokontroller yaitu *port* SDA dan SCL. Rangkaian pengisi daya baterai (*charger*) lithium-ion terdiri dari komponen IC TP4056 yang dilengkapi 2 indikator LED, yaitu LED merah untuk indikator dan LED kuning untuk indikator *standby*. Indikator LED tersebut dapat memberikan informasi penggunaan baterai saat prototipe digunakan. Prototipe dilengkapi selektor yang berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan. Selanjutnya dilakukan proses pembuatan jalur (*routing*) pada rangkaian prototipe.



Gambar 3. 3 Layout prototipe

Pada gambar 3.3 menampilkan hasil *routing* yang berupa *layout*/jalur yang menghubungkan komponen dari seluruh rangkaian. *Layout* prototipe menggunakan sistem *double layer*. Pada bagian *top layer* terdapat komponen mikrokontroller seeeduno xiao, rangkaian *charger*, selektor dan OLED *display*. Pada bagian *bottom layer* terdapat komponen sensor max30100, posisi peletakan sensor tersebut berfungsi untuk memudahkan pembacaan nilai SPO2 dan HR yang didesain menyerupai gelang.

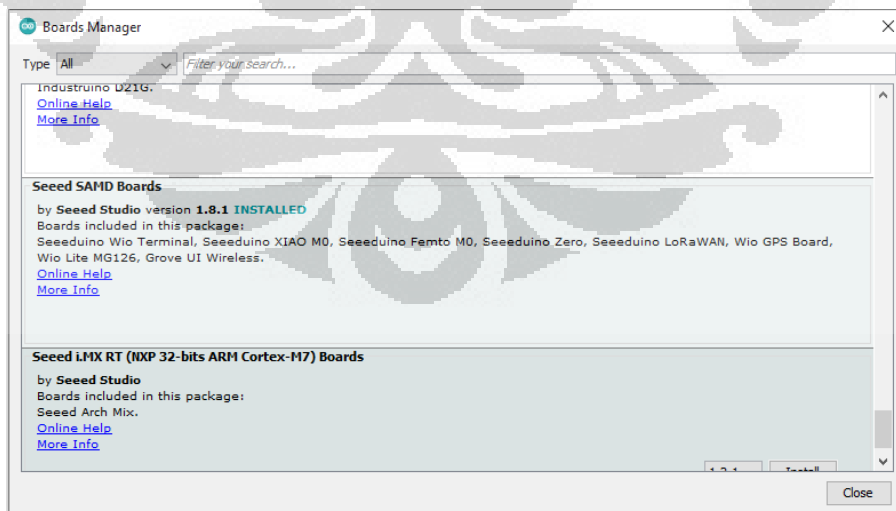
Pada gambar 3.4 menampilkan tampak atas dan bawah PCB prototipe. Pada desain PCB tersebut disediakan ruang untuk memasang tali pengikat agar dapat diaplikasikan seperti gelang saat digunakan.



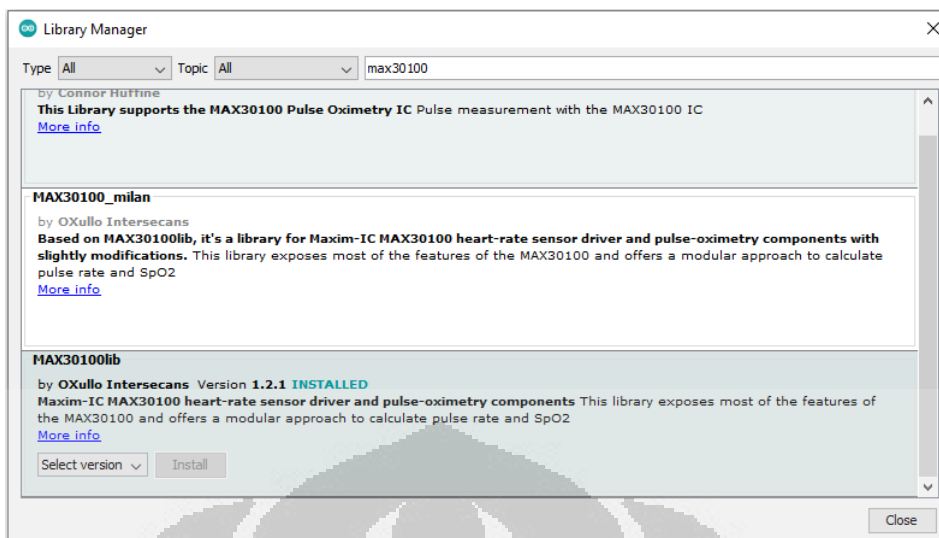
Gambar 3. 4 Tampak atas (kiri) dan bawah (kanan) desain PCB prototipe

3.3.4 Perancangan *Software*

Setelah melakukan pencetakan PCB dilanjutkan dengan pemasangan komponen sesuai dengan penempatan jalur yang sudah didesain. Selanjutnya dilakukan perancangan *software* pada prototipe dengan menggunakan *software* Arduino IDE. Arduino mikrokontroler sebagai penerima hasil pembacaan modul sensor Max 30100 dengan mengisi program berupa *source code*. Sebelum memasukkan *source code* penulis memastikan instalasi *board* mikrokontroler yang digunakan lihat pada gambar 3.5 dan instalasi modul sensor yang digunakan lihat pada gambar 3.6.



Gambar 3. 5 Library manager seeeduino xiao pada Arduino IDE



Gambar 3. 6 Library manager sensor modul max 30100

Tahapan berikutnya yaitu dengan memasukkan *library* modul yang digunakan pada *source code*. *Library* modul terdiri dari mikrokontroller seeduino xiao, OLED display, sensor max 30100 dan BLE HM-11 dapat dilihat pada *source code* Gambar 3.7.

```

#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <Arduino.h>
#include <U8x8lib.h>
#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#define REPORTING_PERIOD_MS 5000

U8X8_SH1106_128X64_NONAME_HW_I2C u8x8( /* reset=*/ U8X8_PIN_NONE);

String sdata=""; // Initialised to nothing.

PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;

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

```

Gambar 3. 7 Library source code prototipe

```

void setup() {

    u8x8.begin();
    u8x8.setPowerSave(0);
    u8x8.clearDisplay();
    u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r);
    u8x8.drawString(0,0,"Gelang Pulse Oximeter");

    SerialUSB.begin(115200);
    Serial1.begin(9600);
    // while (!Serial);
    // while (!SerialUSB);

    delay(2000);
    if (!pox.begin()) {
        u8x8.drawString(0,1,"pox init: FAILED");
    } else {
        u8x8.drawString(0,1,"pox init: SUCCESS");
    }
    // delay(2000);
    pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}

```

Gambar 3. 8 Source code inialisasi program prototipe

Program insialisasi selama 2 detik untuk tampilan nama prototipe dan dilanjutkan dengan informasi *success* atau *failed* dari sensor max 30100 serta *bluetooth* dapat dilihat pada gambar 3.8.

```

float Sum1=0;
float Sum2=0;
int readingindex;
float heartrate;
int spO2;
void loop() {
    pox.update();

    if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {

        Sum1+=pox.getHeartRate();
        Sum2+=pox.getSpO2();
        readingindex++;

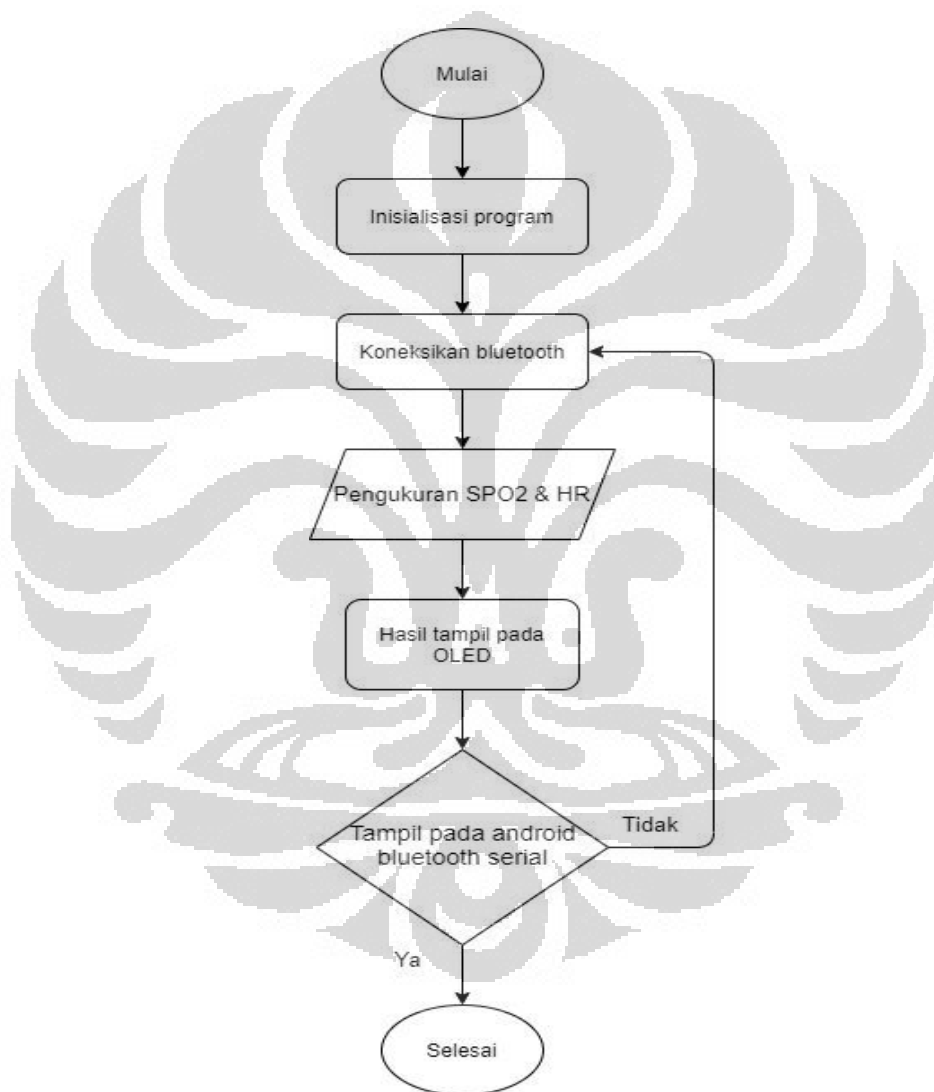
        if(readingindex==9){
            heartrate=Sum1/10;
            spO2=Sum2/10;
            Sum1=0;
            Sum2=0;
            readingindex=0;
        }
        Serial1.print("Heart rate: ");
        Serial1.print(heartrate);
        Serial1.println(" bpm");
        Serial1.print("SpO2: ");
        Serial1.print(spO2);
        Serial1.println("%");
        Serial1.print("Heart rate: ");
        Serial1.print(pox.getHeartRate());
        Serial1.println(" bpm");
        Serial1.print("SpO2: ");
        Serial1.print(pox.getSpO2());
        Serial1.println("%");
    }
}

```

Gambar 3. 9 Source code nilai SPO2 dan HR

Sensor max 30100 otomatis bekerja dengan melakukan pembacaan nilai SPO2 dan HR. Nilai tersebut ditampilkan pada OLED *display* dan aplikasi android *bluetooth serial monitor* apabila dikoneksikan. Nilai yang tampil merupakan perhitungan rata-rata pengambilan data sebanyak 10 kali dalam 5 detik. *Source code* yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.9.

Berikut *flowchart* sistem pada prototipe yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3. 10 *Flowchart* sistem prototipe

Pada gambar 3.10 terdapat *flowchart* sistem pada alat prototipe, saat alat dihidupkan hal yang pertama adalah inisialisasi program, dilanjutkan untuk koneksi bluetooth pada android bluetooth serial. Selanjutnya sensor akan

otomatis bekerja dan membaca hasil SPO2 dan HR, hasil akan diintegrasikan oleh mikrokontroler seeeduino xiao dan akan ditampilkan pada OLED. Hasil tersebut juga dapat dilihat menggunakan android *bluetooth serial*, jika tidak tampil maka *bluetooth* harus dikoneksikan kembali sehingga hasil pembacaan sensor dapat terlihat di android *bluetooth serial*.

3.4 Metode Pengambilan Data

Metode yang digunakan untuk pengambilan data pada penelitian ini adalah observasi dan dokumentasi. Proses pengambilan data yang dilakukan kepada 10 relawan dengan prosedur sebagai berikut :

- Prototipe dipasang pada pergelangan tangan relawan, sedangkan *pulse oximeter* referensi (*fingertip*) dipasang pada jari relawan.
- Prototipe dan alat *pulse oximeter* referensi dinyalakan. Selanjutnya inialisasi program secara otomatis pada prototipe kurang lebih selama 5 detik.
- Sensor akan bekerja sehingga dapat membaca nilai SPO2 dan HR relawan. Nilai tersebut akan ditampilkan pada OLED *display* serta android *bluetooth serial*.
- Pengukuran pada relawan dilakukan sebanyak 10 kali dengan interval waktu pengambilan setiap data sekitar 15-30 detik. Data yang akan digunakan pada penelitian adalah hasil paling stabil yang ditampilkan pada *display*.
- Proses pengambilan data didokumentasikan dan dilampirkan pada penelitian ini.

3.5 Metode Pengolahan Data

Berdasarkan 10 data yang diperoleh dari masing-masing relawan dihitung nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata pada prototipe akan dibandingkan dengan nilai rata-rata pada *pulse oximeter* referensi. Untuk menghitung nilai rata-rata digunakan persamaan seperti formula pada 3.1.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

Pada formula 3.1, n adalah jumlah data yang diambil dan x_i adalah nilai acak data pengukuran $x_1, x_2 \dots x_i$.

Data yang diperoleh akan diolah menggunakan formulasi untuk menghitung simpangan atau nilai error terhadap masing-masing data[30]. Adapun persamaan formula yang digunakan yaitu :

$$S_0 = \frac{X_{Acuan} - X_{Hitung}}{X_{Acuan}} \times 100\% \quad (3.2)$$

Pada formula 3.2, S_0 adalah simpangan, X_{Acuan} adalah nilai SPO2 referensi sedangkan X_{Hitung} adalah nilai SPO2 pada alat prototipe. Dari perhitungan simpangan tersebut, maka dapat diperoleh nilai validasi akurasi pada alat yang dirancang dengan persamaan :

$$Akurasi = 100\% - S_0 \quad (3.3)$$

Metode pengolahan data yang dilakukan pada penelitian ini yaitu mengacu pada ECRI 451-20010301-01 dan metode kerja pengujian berdasarkan panduan Depkes RI No. HK.02.02/0412/V/2020.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Desain Alat

Dalam pembuatan prototipe gelang *pulse oximeter*, penulis menggunakan mikrokontroler seeeduno xiao. Mikrokontroler seeeduno xiao menjadi pilihan dikarenakan memiliki bentuk yang kecil dibandingkan dengan bentuk mikrokontroler keluarga Arduino lainnya. Daya yang dibutuhkan untuk mikrokontroler seeeduno xiao kecil dan memiliki performa yang baik pada pemrosesan saat konektivitas. Seeeduno kompatibel dengan Arduino IDE dan karena bentuknya yang kecil banyak digunakan untuk prototipe *project wearable device*, salah satunya untuk pembuatan model gelang.

Pada penelitian ini modul sensor max 30100 digunakan untuk dapat mengukur nilai SPO2 dan HR. Penggunaan modul sensor max 30100 salah satunya digunakan pada berbagai *project* alat kesehatan, mudah didapat dan harga yang ekonomis.

Komponen berikutnya yang menjadi pilihan penulis pada prototipe ini adalah OLED display memiliki ukuran yang mini dengan konsumsi daya yang kecil.

Untuk mendukung penggunaan prototipe gelang pulse oximeter penulis menggunakan baterai lithium-ion dengan kapasitas daya yang mumpuni (150mAh) dengan bentuk yang kecil. Modul bluetooth ditambahkan agar dapat membantu memantau hasil pengukuran dan *history* data yang dikoneksikan menggunakan aplikasi *bluetooth* serial monitor.

Dari hasil desain dengan menggunakan pilihan komponen tersebut, dilanjutkan tahap perancangan hardware dan software dan dapat tampilan akhir prototipe dapat dilihat pada Gambar 4.1. Prototipe memiliki bentuk yang compact dan bisa langsung digunakan tanpa harus menggunakan case alat.



Gambar 4. 1 Desain prototipe gelang *pulse oximeter* berbasis mikrokontroler seeeduino

Berikut merupakan deskripsi hasil perancangan prototipe gelang *pulse oximeter* :

Tabel 4. 1 Deskripsi prototipe gelang pulse oximeter

Dimensi	(Panjang x lebar x tinggi) 3,5 cm x 4 cm x 1,8 cm
Berat	±50 gram
Material	PCB
Display	OLED 0,96"
Operating characteristics	Input volt : 3,3 - 3,7 V Waktu respon : 5 detik
PC connection	USB cable type C

Pada tabel 4.1 dapat dilihat bahwa desain prototipe gelang pulse oximeter memiliki ukuran yang *compact* untuk *wearable device*. Pemilihan menggunakan mikrokontroler seeeduino xiao salah satunya untuk membuat desain prototipe yang kecil, hal tersebut dibutuhkan agar desain dapat menyerupai gelang tangan. Pada salah satu sisi terdapat *port USB type C* yang berguna untuk mengisi daya baterai lithium-ion dan sebagai media komunikasi prototipe dengan Arduino IDE.

4.2 Pengujian dan Pengukuran Alat

Pengujian prototipe dilakukan untuk mengetahui nilai data dan keakurasian yang dibandingkan dengan *pulse oximeter* referensi. *Pulse oximeter* referensi yang digunakan sudah terkalibrasi yaitu :

Merk : Yobekan

Model : YBK303

Pengujian dan pengukuran pada penelitian ini dilakukan pada area pergelangan tangan dikarenakan penulis ingin melihat bagaimana keakurasian pengukuran diarea tersebut. Faktor pendukung dilakukannya pengukuran pada area pergelangan tangan merujuk pada perkembangan teknologi saat ini, salah satunya *smartband* atau *smartwatch* komersil yang mengklaim dapat mengukur HR. Pengukuran nilai SPO2 dan HR pada pergelangan tangan diharapkan dapat memberikan kenyamanan pengguna melakukan pemantauan secara berkala.

Dalam pelaksanaan pengujian prototipe yang dilakukan pada 10 relawan secara acak untuk diukur nilai SPO2 dan HR. Relawan terlebih dahulu diberikan informasi mengenai pengukuran yang akan dilakukan. Pengambilan data dilakukan sebanyak 10 kali dengan interval waktu setiap 15-30 detik.

Data hasil pengukuran yang diperoleh dapat diamati pada tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4. 2 Data Pengukuran SPO2 dan HR

No	Relawan	Jenis Kelamin	SPO2		HR	
			Prototipe	Referensi	Prototipe	Referensi
1	Dewasa, 22th	Perempuan	98	98	92	92
			98	98	91	90
			98	98	90	90
			98	98	90	91
			98	98	88	89
			98	98	87	91
			97	98	91	92
			97	98	87	88
			98	97	87	86

			99	98	87	91
2	Dewasa, 25th	Perempuan	97	97	89	92
			97	98	92	103
			96	98	93	99
			98	97	90	89
			98	97	90	90
			98	98	91	91
			98	97	88	91
			97	98	96	97
			96	97	85	98
			96	98	91	95
3	Dewasa, 38th	Laki-laki	94	96	80	77
			96	96	81	79
			95	92	79	78
			95	96	82	81
			92	91	85	89
			95	98	86	90
			92	94	88	92
			97	98	90	91
			95	97	89	91
			94	96	91	93
4	Anak, 12th	Laki-laki	95	97	88	90
			97	96	85	88
			97	97	79	83
			97	96	78	83
			94	96	77	80
			94	97	78	80
			95	96	77	77
			98	96	79	80
			98	98	82	78
			94	96	77	80
5	Dewasa, 33th	Perempuan	95	97	77	82
			94	98	78	83
			95	98	94	83
			95	98	82	81
			95	98	82	80
			95	98	84	82
			85	98	82	80
			94	97	79	81
			97	98	83	82
			95	98	80	86

6	Dewasa, 32th	Laki-laki	94	95	78	81
			94	96	74	77
			96	98	79	80
			93	95	74	77
			95	98	77	80
			93	95	80	82
			96	97	80	82
			97	98	76	79
			96	95	78	79
			95	96	80	84
7	Dewasa, 64th	Perempuan	96	97	85	87
			95	98	77	79
			94	97	77	80
			95	97	77	80
			94	96	80	81
			93	95	80	84
			95	98	79	80
			94	96	80	83
			96	96	80	84
			95	96	79	81
8	Dewasa, 23th	Perempuan	94	92	88	91
			95	98	78	84
			96	97	80	83
			94	96	80	79
			94	96	78	80
			95	98	88	88
			95	96	98	101
			96	97	101	104
			95	97	88	89
			94	95	85	89
9	Dewasa, 30th	Laki-laki	98	98	75	78
			97	97	79	75
			96	97	80	81
			97	97	72	76
			95	97	79	81
			95	97	76	79
			96	97	81	79
			94	96	77	76
			93	95	79	79
			96	97	77	78
10	Dewasa 35th	Laki-laki	96	97	77	74

			96	97	71	77
			97	97	76	80
			97	97	75	79
			96	97	78	80
			96	95	77	79
			97	96	81	83
			96	98	77	80
			97	98	79	80

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui nilai pengukuran kadar SPO2 cenderung stabil dibandingkan nilai HR. Ketidakstabilan HR bisa difaktorkan karena pergerakan darah area pergelangan tangan bersifat acak dan cepat, sehingga menyebabkan gelombang inframerah menjadi tidak stabil (*Noise*). *Noise* saat pengukuran pada pergelangan tangan relawan terjadi karena adanya resistansi yang dilewati cahaya, contohnya ketebalan kulit, tulang, dan jaringan lainnya. Karena resistansi tersebut gelombang cahaya inframerah tidak terdeteksi dengan baik oleh *photodetector*. Respon yang dibutuhkan saat pengambilan nilai SPO2 dan HR membutuhkan waktu 15-30 detik untuk pembacaan yang stabil.

4.3 Hasil Pengukuran dan Analisis

Berikut hasil pengukuran dan pengujian prototipe dan *pulse oximeter* referensi. Hasil pengukuran bervariasi karena banyak faktor yang mempengaruhi hasil pengukuran. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi yaitu posisi dan gerakan yang terjadi saat pengukuran. Posisi pergelangan tangan untuk membaca nilai SPO2 dan HR yang stabil membutuhkan waktu respon yang lebih lama dibandingkan dengan pembacaan nilai SPO2 dan HR pada *finger tip*. Pergerakan

Berdasarkan hasil yang didapat pada Tabel 4.2 maka dapat dihitung validasi alat prototipe dengan alat referensi dengan menggunakan formula (3.2) dan (3.3).

Tabel 4.3 Validasi hasil pengukuran SPO2 pada prototipe dan *pulse oximeter* referensi

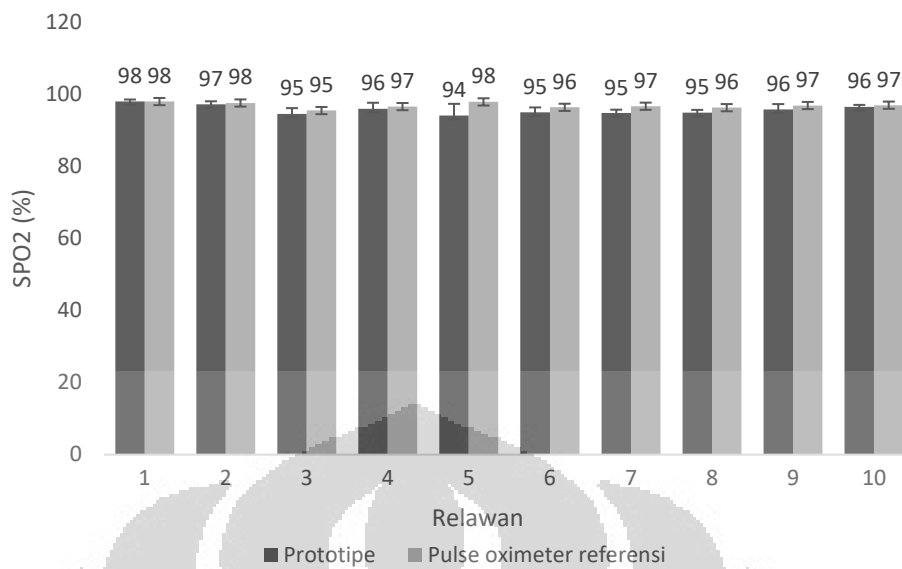
Relawan	SPO2 Prototipe	SPO2 Referensi	Simpangan (%)	Akurasi (%)
1	98	98	0	100,0
2	97	98	0,41	99,6
3	95	95	0,94	99,1

4	96	97	0,62	99,4
5	94	98	3,89	96,1
6	95	96	1,45	98,5
7	95	97	1,97	98,0
8	95	96	1,46	98,5
9	96	97	1,14	98,9
10	96	97	0,46	99,5

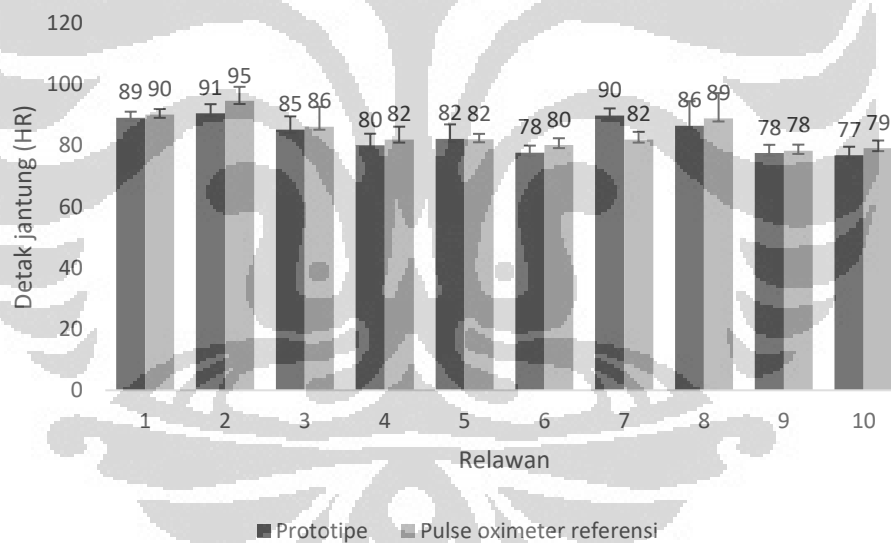
Tabel 4. 4 Validasi hasil pengukuran HR pada prototipe dan *pulse oximeter* referensi

Relawan	HR Prototipe	HR Referensi	Simpangan (%)	Akurasi (%)
1	89	90	1,11	99
2	91	95	4,23	96
3	85	86	1,16	99
4	80	82	2,32	98
5	82	82	-0,12	100
6	78	80	3,12	97
7	90	82	-9,52	90
8	86	89	2,70	97
9	78	78	0,90	99
10	77	79	2,95	97

Berdasarkan hasil validasi rata-rata SPO2 pada Tabel 4.3 dan HR pada Tabel 4.4, dapat dilihat nilai kekurasian paling rendah pada data SPO2 yaitu sebesar 96,1% , dan keakurasian paling rendah pada data HR sebesar 96%.



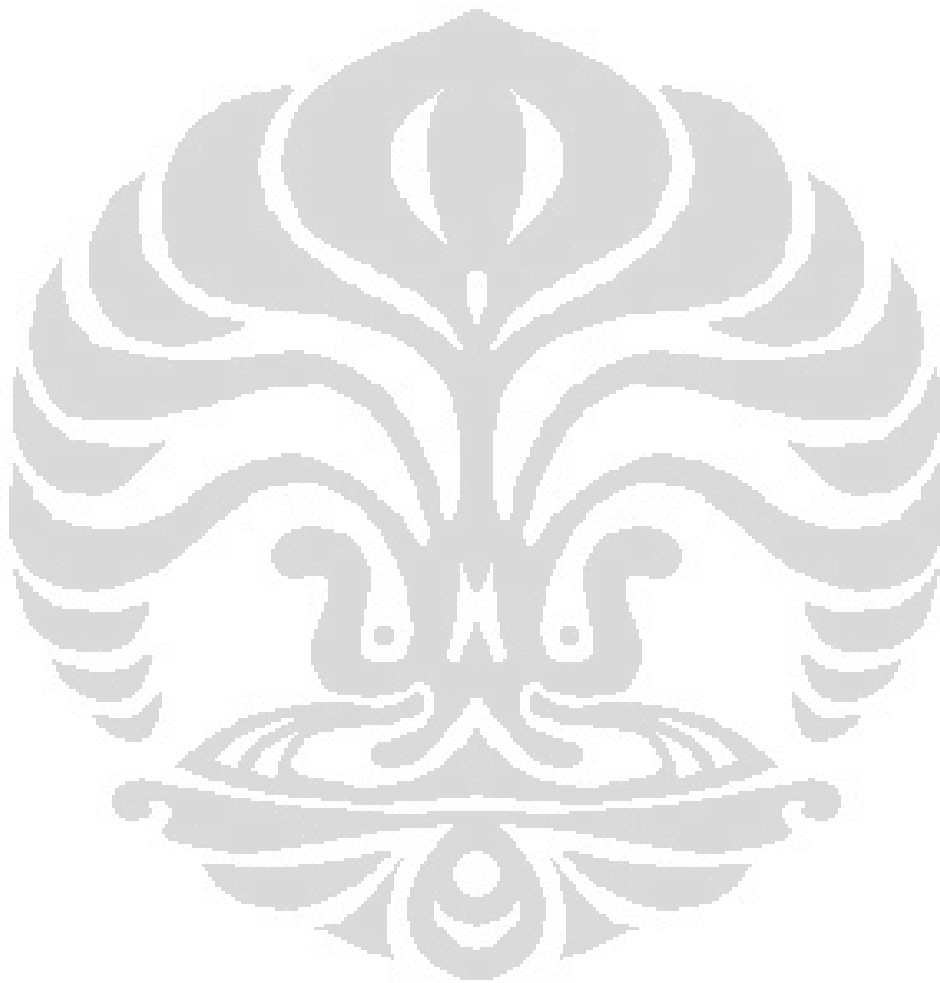
Gambar 4. 2 Grafik validasi rata-rata pengukuran SPO2



Gambar 4. 3 Grafik validasi rata-rata pengukuran HR

Untuk mengamati perbandingan nilai SPO2 dan HR pada prototipe dan *pulse oximeter* referensi, data dapat ditampilkan pada grafik Gambar 4.2 dan grafik 4.3 beserta indicator penyimpangan dari setiap sampel data relawan. Berdasarkan perhitungan nilai % error yang tertera pada Tabel 4.2 dan 4.3 data relawan 10 orang maka dapat dihitung rata-rata % error (ralat simpangan)

prototipe yaitu pada pengukuran SPO2 sebesar 1,37 % dengan akurasi 98,8 % dan pada pengukuran HR sebesar 0,88% dengan akurasi 97 %.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dan proses rancang bangun gelang *pulse oximeter* berbasis mikrokontroler *seeduino* maka dapat disimpulkan :

1. Rancang bangun gelang *pulse oximeter* menggunakan mikrokontroler *seeduino* dapat melakukan pengukuran nilai SPO2 dan HR.
2. Prototipe berbentuk gelang yang dilengkapi dengan *bluetooth* dapat menampilkan nilai SPO2 dan HR dengan menggunakan aplikasi serial Bluetooth monitor. Hal tersebut memudahkan pengguna untuk memantau dan melihat *history* data pengukuran.
3. Pengukuran SPO2 dan HR dapat ditampilkan pada OLED *display* dan aplikasi serial *bluetooth terminal*. Setelah dibandingkan hasil pengukuran pada prototipe dan *pulse oximeter* referensi yang sudah di kalibrasi, didapatkan nilai error rata-rata pengukuran SPO2 sebesar 1,37% dengan akurasi 98,8%, pada pengukuran HR sebesar 0,88% dengan akurasi 97%.
4. Setelah dilakukan pengukuran dengan meletakkan prototipe pada pergelangan tangan relawan, data yang ditampilkan secara *real time* mengalami penurunan atau tidak stabil. Ketidakstabilan HR bisa difaktorkan karena pergerakan darah area pergelangan tangan bersifat acak dan cepat, sehingga menyebabkan gelombang inframerah menjadi tidak stabil (*Noise*). *Noise* saat pengukuran pada pergelangan tangan relawan terjadi karena adanya resistansi dari absorpsi yang dilewati cahaya, contohnya ketebalan kulit, tulang, dan jaringan lainnya. Karena resistansi tersebut gelombang cahaya inframerah tidak terdeteksi dengan baik oleh *photodetector*. Respon yang dibutuhkan saat pengambilan nilai SPO2 dan HR membutuhkan waktu 15-30 detik untuk pembacaan yang stabil.

5.2 Saran

Berdasarkan proses penelitian rancang bangun gelang pulse oximeter berbasis mikrokontroller seeeduino, saran yang dapat penulis berikan sebagai bahan evaluasi penelitian berikutnya diantara lain :

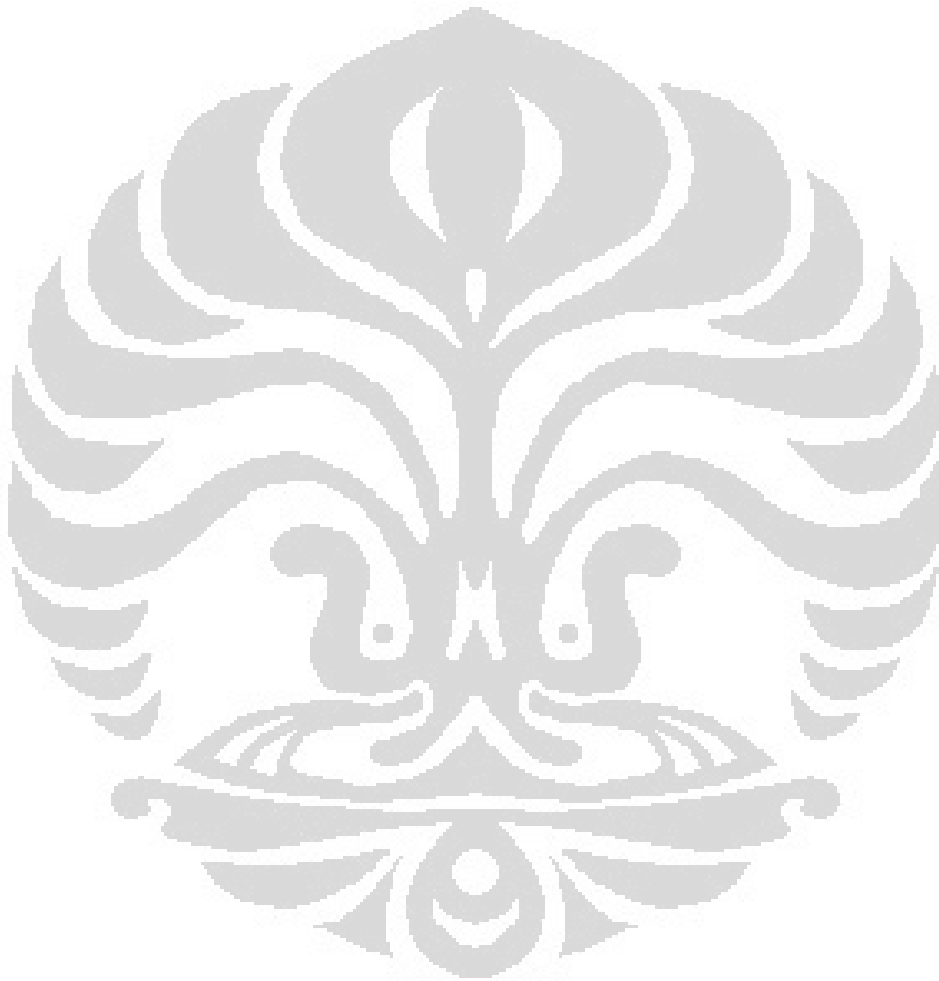
1. Program dan aplikasi yang digunakan diharapkan mampu meningkatkan sensitivitas sensor dalam mengidentifikasi nilai SPO2 dan HR pada pergelangan tangan. Dengan demikian hasil yang diperoleh dapat lebih stabil dan akurat.
2. Perlu penambahan indikator koneksi bluetooth pada prototipe terhadap perangkat android. Disamping itu perlu penambahan indikator persentase baterai untuk mempermudah pengguna dalam proses koneksi antar perangkat dan pengisian daya.
3. Perlu ada penambahan alarm apabila nilai SPO2 maupun HR yang berada dibawah batas normal. hal ini diharapkan dapat membantu pengguna untuk mengetahui adanya penurunan kondisi kesehatan.
4. Diharapkan desain prototipe dapat dilengkapi dengan *case* atau *cover* agar prototipe lebih aman dan nyaman untuk digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Komisi Penanganan Covid-19 dan Pemulihan Ekonomi Nasional, “Peta Sebaran,” 2021. <https://covid19.go.id/peta-sebaran>.
- [2] M. raka Saputra, “Telemonitoring Perburukan Gejala Pada PDP COVID-19 Karantina Mandiri Berbasis IoT,” *Univ. Muhammadiyah Surakarta*, 2020.
- [3] J. Teo, “Early Detection of Silent Hypoxia in Covid-19 Pneumonia Using Smartphone Pulse Oximetry,” pp. 6–7, 2020.
- [4] M. J. Tobin, F. Laghi, and A. Jubran, “Why COVID-19 Silent Hypoxemia Is Baffling to Physicians,” *Am. J. Respir. Crit. Care Med.*, vol. 202, no. 3, pp. 356–360, 2020, doi: 10.1164/rccm.202006-2157CP.
- [5] G. Pang, S. Member, and C. Ma, “A Neo-Reflective Wrist Pulse Oximeter,” vol. 2, 2015.
- [6] L. Phillip Caleb, Daniyal and E. de L. Gabel Moshe, “WRISTO2: Reliable Peripheral Oxygen Saturation Readings From Wrist-Worn Pulse Oximeters,” *A Prepr.*, pp. 1–15, 2019.
- [7] M. Nitzan, A. Romem, and R. Koppel, “Pulse oximetry: Fundamentals and technology update,” *Med. Devices Evid. Res.*, vol. 7, no. 1, pp. 231–239, 2014, doi: 10.2147/MDER.S47319.
- [8] A. A. Kisomi, A. Miled, M. Boukadoum, M. Morissette, F. Lellouche, and B. Gosselin, “A Novel Wireless Ring-shaped Multi-site Pulse Oximeter,” *IEEE Xplore*, pp. 2451–2454, 2016.
- [9] R. Suhartina and T. Abuzairi, “Pulse Oximeter Monitoring Bracelet for COVID-19 Patient Using Seedduino,” *JITEKI*, vol. 7, no. 1, pp. 81–87, 2021, doi: 10.26555/jiteki.v7i1.20529.
- [10] S. Khairunnisa, I. D. Gede, H. Wisana, I. Priyambada, C. Nugraha, and J. T. Elektromedik, “Rancang Bangun Pulse Oximeter Berbasi IoT,” *Poltekkes Kemenkes Surabaya*, 2014.
- [11] Seeedstudio, “Seedduino XIAO - Arduino Microcontroller - SAMD21 Cortex M0+ - Seeed Studio.” <https://www.seeedstudio.com/Seedduino-XIAO-Arduino-Microcontroller-SAMD21-Cortex-M0+-p-4426.html> (accessed Apr. 09, 2021).
- [12] R. C. R, K. P. Safeer, and P. Srividya, “Design and Development of Miniaturized Pulse Oximeter for Continuous Spo2 and HR Monitoring with Wireless Technology,” no. 1, pp. 11–15, 2015.
- [13] M. A. Zaltum, M. S. Ahmad, A. Joret, and M. M. Abdul, “Design and Development of a portable Pulse Oximetry system,” *Pulse*, vol. 05, no. 03, pp. 37–44, 2010.
- [14] D. R. Anamisa, “Rancang Bangun Metode OTSU Untuk Deteksi Hemoglobin,” *J. Ilmu Komput. dan Sains Terap.*, pp. 106–110.

- [15] S. Arora and P. Tantia, "Physiology of Oxygen Transport and its Determinants in Intensive Care Unit," *Indian J. Crit. Care Med.*, pp. 0–5, 2019.
- [16] L. Aditya and R. D. Wahyuni, "Rancang Bangun Alat Pengukur Kadar Oksigen Non Invasive Menggunakan Sensor Max 30100," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 8, no. 3, pp. 62–69, 2020.
- [17] E. B. Mahendra and B. G. Irianto, "Perancangan Smartwatch Spo2 dan BPM Dengan Tampilan Android," *JEEMI*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2019, doi: 10.1234/jeeemi.v1i1.9xx.
- [18] G. I. N. Ndubuka and T. A. Olonoh, "Design and Fabrication of a Pulse Oximeter Design and Fabrication of a Pulse Oximeter .," no. August, 2013, doi: 10.13140/RG.2.2.19029.37609.
- [19] O. Y. Hay *et al.*, "Pulse Oximetry with Two Infrared Wavelengths without Calibration in Extracted Arterial Blood," *Sensors MDPI*, 2018, doi: 10.3390/s18103457.
- [20] Y. Riza and S. Bambang, "Rancang Bangun Photoolethysmography (PPG) Tipe Gelang Tangan Untuk Menghitung Detak Jantung Berbasis Arduino," *J. Tek. Elektro*, vol. 06, pp. 223–231, 2017.
- [21] C. R. Nugroho, E. Yuniarti, and A. Hartono, "Alat Pengukur Saturasi Oksigen Dalam Darah Menggunakan Metode Photoplethysmograph Reflectance," *Al-Fiziya J. Mater. Sci. Instrumentation Theor. Phys.*, vol. 3, no. ii, pp. 84–92, 2020.
- [22] C. P. Oximeter and H. Sensor, "Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health MAX30100 Pulse Oximeter and Heart-Rate Sensor IC for Wearable Health Absolute Maximum Ratings Supply Current in Shutdown," pp. 1–29.
- [23] Heltec Automation, "HTDS Series Single Color OLED Display." Heltec, pp. 1–12, 2015, [Online]. Available: <http://www.heltec.cn>.
- [24] J. Shinar, "Optically detected magnetic resonance studies of luminescence-quenching processes in π -conjugated materials and organic light-emitting devices," *Wiley Online Library*, vol. 20, pp. 1–20, 2012, doi: 10.1002/lpor.201100026.
- [25] JN Huamao Technology, "JN Huamao Technology Co., Ltd. Bluetooth 4.0 BLE module Datasheet," *Data sheet*, 2018.
- [26] T. Details, "Lithium Ion Polymer Battery - 3.7V 150mAh."
- [27] F. A. Perdana, "Baterai Lithium," *INKUIRI J. Pendidik. IPA*, vol. 9, no. 2, p. 113, 2021, doi: 10.20961/inkuiri.v9i2.50082.
- [28] L. Louis, "Working principle of arduino and using it as a tool for study and research," *IJCACS Int. J. Control. Autom. Comun. Syst.*, vol. 1, no. July, 2018, doi: 10.5121/ijcacs.2016.1203.

- [29] S. P. Aji, “Alat Monitoring Tetesan Infus Menggunakan Web Secara Online Berbasis ESP8266 Dengan Pemograman Arduino IDE,” *Fak. Tek. UNY*, pp. 1–12.
- [30] U. Salamah, A. Nur, and A. Arif, “Validasi Pulse Oximeter dalam Penentuan Kadar Oksigen dalam Darah,” *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 08, no. 02, pp. 135–140, 2020.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses pengambilan data



Lampiran 2. Arduino source

```
#include <Wire.h>
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
#include <Arduino.h>
#include <U8x8lib.h>
#ifdef U8X8_HAVE_HW_SPI
#include <SPI.h>
#endif
#define REPORTING_PERIOD_MS 5000

U8X8_SH1106_128X64_NONAME_HW_I2C u8x8(/* reset=*/
U8X8_PIN_NONE);

String sdata=""; // Initialised to nothing.

PulseOximeter pox;
uint32_t tsLastReport = 0;

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

void setup() {

  u8x8.begin();
  u8x8.setPowerSave(0);
  u8x8.clearDisplay();
  u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r);
  u8x8.drawString(0,0,"Tesis Lisa");

  SerialUSB.begin(115200);
  Serial1.begin(9600);
  // while (!Serial);
  // while (!SerialUSB);

  delay(2000);
  if (!pox.begin()) {
    u8x8.drawString(0,1,"pox init: FAILED");
  } else {
    u8x8.drawString(0,1,"pox init: SUCCESS");
  }
  // delay(2000);
  pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}
```

```

float Sum1=0;
float Sum2=0;
int readingindex;
float heartrate;
int spO2;
void loop() {
  pox.update();

  if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
    Sum1+=pox.getHeartRate();
    Sum2+=pox.getSpO2();
    readingindex++;

    if(readingindex==9){
      heartrate=Sum1/10;
      spO2=Sum2/10;
      Sum1=0;
      Sum2=0;
      readingindex=0;
    }
    Serial1.print("Heart rate: ");
    Serial1.print(heartrate);
    Serial1.println(" bpm");
    Serial1.print("SpO2: ");
    Serial1.print(spO2);
    Serial1.println("%");
    Serial1.print("Heart rate: ");
    Serial1.print(pox.getHeartRate());
    Serial1.println(" bpm");
    Serial1.print("SpO2: ");
    Serial1.print(pox.getSpO2());
    Serial1.println("%");

    u8x8.clearDisplay();
    u8x8.setFont(u8x8_font_chroma48medium8_r);
    u8x8.drawString(0,0,"Tesis Lisa");
    u8x8.drawString(0,2,"Heart Rate is ");
    u8x8.setCursor(7,3);
    u8x8.print(pox.getHeartRate());
    u8x8.drawString(12,3,"bpm");
    u8x8.drawString(0,5,"SPO2 is");
    u8x8.setCursor(7,6);
    u8x8.print(pox.getSpO2());
    u8x8.drawString(9,6,"%");
  }
}

```

```
tsLastReport = millis();
}

if (SerialUSB.available() > 0)
{
  char c = SerialUSB.read();
  Serial1.write(c);
}
byte ch;

if (Serial1.available()) {
  ch = Serial1.read();
  sdata += (char)ch;

  if (ch=='\r') { // Command received and ready.
    sdata.trim();
    // Process command in sdata.
    char charBuf[127];
    sdata.toCharArray(charBuf, 127);
    SerialUSB.println(sdata);
    u8x8.clearDisplay();
    u8x8.drawString(0,0,"Test Bluetooth");
    u8x8.drawString(0,4,charBuf);
    sdata = ""; // Clear the string ready for the next command.

    // digitalWrite(ledPin, HIGH);
    // delay(1000);
    // digitalWrite(ledPin, LOW);
    // delay(1000);
  }
}
}
```

NASKAH PENJELASAN

Sehubungan dengan upaya pengumpulan data dalam rangka penelitian **“Rancang Bangun Gelang Pulse Oximeter Berbasis Mikrokontroler Sceduino”**, Saya Rahmalisa Suhartina sebagai Mahasiswa Program Studi Magister Teknologi Biomedis, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, memohon kesediaan Bapak/ Ibu/ Saudara untuk berpartisipasi sebagai relawan.

Data yang akan saya kumpulkan adalah data umum relawan berupa nama, umur, nomor telepon, dan pekerjaan. Partisipasi sebagai relawan bersifat sukarela dan apabila tidak berkenan dapat menolak, atau sewaktu-waktu dapat mengundurkan diri. Data yang diperoleh akan dijaga kerahasiaannya dan hanya digunakan untuk kepentingan penelitian sehingga tidak berdampak apapun terhadap Bapak/ Ibu/ Saudara.

Apabila relawan memerlukan penjelasan lebih lanjut mengenai penelitian ini, dapat menghubungi :

Nama : Rahmalisa Suhartina

Nomor HP : 081310940710

Email : rlisast@gmail.com

Atas partisipasi dan kerja samanya, saya ucapkan terima kasih.

SURAT PERNYATAAN RELAWAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Relawan ____

Umur : _____

Pekerjaan : _____


Setelah membaca dan mendapat penjelasan dari peneliti, saya memahami dan menyetujui menjadi relawan dalam penelitian secara penuh dan sukarela tanpa paksaan dalam penelitian dengan judul **“Rancang Bangun Gelang Pulse Oximeter Berbasis Mikrokontroller Seeeduino”**. Bila ada hal-hal yang merugikan, mengganggu kondisi tubuh, dan mengganggu kesehatan saya setelah mengikuti kegiatan penelitian ini saya berhak mengundurkan diri sewaktu-waktu tanpa sanksi apapun.

Jakarta, 2021

Relawan,

Ttd

Lampiran 5. Sertifikat kalibrasi *pulse oximeter* referensi

**PT DIDI KALIBRASI INDONESIA**
Izin Operasional Kemenkes No : HK.02/I/1862/2018

SERTIFIKAT KALIBRASI

Calibration Certificate

NOMOR ORDER <i>Order Number</i>	NOMOR SERTIFIKAT <i>Certificate Number</i>
050/03-2021/DKI.BO-CAL (IN)	DKI.S.00385

IDENTITAS ALAT
Identification of Instrument

Nama Alat : PULSE OXYMETER
Name of Equipment

Merek Pabrik : Yobekan
Manufacturer

Tipe : YBK303
Type

Nomor Seri : SPG2/2601/IN
Serial Number

Rentang Ukur : -
Range

PEMILIK
Owner

Nama Pelanggan : Rahmalisa Suhartina
Name of Customer


Alamat : Cipinang Bali, Jakarta Timur
Address

Diterbitkan Tanggal : 26 Maret 2021
Issued Date

Tanggal Kadaluarsa : 26 Maret 2022
Expired Date

Sertifikat ini hanya diberikan untuk alat yang dikalibrasi
This certificate to be applied only for unit under test

Disetujui oleh,
Approved by


Kurniawan Eko Wibowo, STr.EM
Manajer Teknis / *Technical Manager*

Halaman 1 dari 3
Page of

Dilarang mengutip, memperbanyak, serta mempublikasikan sebagian isi sertifikat ini.
Should not be quoted, increase, and publish this certificate except in full.

Calibration For Safety and Quality

Head Office & Laboratorium : Jl. Pelita no. 2G Lantai 2 Kebayoran lama - Jakarta Selatan 12240
Phone/Fax: (021) 7238614 dki.kalibrasi@gmail.com