

**RANCANG BANGUN PENGUKUR KOMPOSISI TUBUH  
MENGUNAKAN METODE BIA, SUHU TUBUH, DAN  
KADAR OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS IOT**

**PROYEK AKHIR**

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan  
Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun oleh

Muhammad Fadhillah

NIM: 1052020

Razila Kullaha

NIM: 1052025

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI**

**BANGKA BELITUNG**

**TAHUN 2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**RANCANG BANGUN PENGUKUR KOMPOSISI TUBUH  
MENGUNAKAN METODE BIA, SUHU TUBUH DAN  
KADAR OKSIGEN DALAM DARAH BERBASIS IOT**

Oleh :

MUHAMMAD FADHILLAH / 1052020

RAZILA KULLAHA / 1052025

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan  
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



Eko Sulistyono, M.T.

Pembimbing 2



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd.

Penguji 1



Indra Dwisaputra, M.T

Penguji 2



Aan Febriansyah, M.T

## PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Muhammad Fadhillah NIM : 1052020  
Nama Mahasiswa 2 : Razila Kullaha NIM : 1052025

Dengan Judul : Rancang Bangun Pengukur Komposisi Tubuh  
Menggunakan Metode BIA, Suhu Tubuh dan Kadar  
Oksigen dalam Darah Berbasis IoT

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 3 Januari 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Muhammad Fadhillah



2. Razila Kullaha



## ABSTRAK

Pengembangan alat ukur seperti timbangan perlu dilakukan agar dapat mengukur penyusun dari berat badan. Penelitian ini akan melakukan pengukuran komposisi tubuh berupa persentase lemak tubuh, massa non-lemak, dan total air dalam tubuh di samping pengukuran tinggi dan berat badan menggunakan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA). Selain itu, pengukuran suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah juga disertai dalam penelitian ini. Berdasarkan data yang dihasilkan dari pengujian, pada pengukuran berat badan terdapat nilai akurasi mencapai 99,32% dan pengukuran tinggi badan mencapai 99,83%. Sedangkan pada pengukuran komposisi tubuh berupa persentase lemak tubuh memiliki tingkat akurasi sebesar 97,96%, massa non-lemak sebesar 97,45%, dan total air dalam tubuh sebesar 99,86%. lalu pada pengujian suhu tubuh memiliki akurasi sebesar 98,61% dan pengujian kadar oksigen sebesar 99,83%. Hasil Pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD dan dapat dikirim ke Aplikasi Telegram melalui Internet of Things (IoT) setelah selesai melakukan semua pengukuran pada modul. Diharapkan dengan perkembangan pada alat ini dapat mempermudah untuk mengetahui kondisi kesehatan pada pasiennya.

**Kata kunci :** Alat ukur, *Bioelectrical Impedance Analysis*, Kadar Oksigen Dalam Darah, Suhu Tubuh

## ***ABSTRACT***

*The development of measuring instruments such as scales is necessary to measure the components of body weight. This research will conduct measurements of body composition, including body fat percentage, fat-free mass, and total body water, in addition to measuring height and weight using the Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) method. Furthermore, body temperature and blood oxygen saturation will also be measured in this study. Based on the data generated from the tests, weight measurements show an accuracy value of 99.32%, and height measurements reach 99.83%. Meanwhile, body composition measurements, including body fat percentage, have an accuracy level of 97.96%, fat-free mass at 97.45%, and total body water at 99.86%. Body temperature testing has an accuracy of 98.61%, and oxygen saturation testing is at 99.83%. Measurement results will be displayed on an LCD screen and can be sent to the Telegram application through the Internet of Things (IoT) after completing all measurements on the module. It is expected that with the development of this device, it will facilitate the assessment of the patient's health conditions.*

***Keywords:*** *Bioelectrical Impedance Analysis, Body Temperature, Measuring Instruments, Oxygen Saturation*

## KATA PENGANTAR

*Assalamu 'alaikum warohmatullahi wabarokatuh.*

Segala puji hanya milik Allah SWT tuhan semesta alam yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir ini. Adapun tujuan disusunnya Laporan Proyek Akhir ini sebagai salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis mencoba untuk menerapkan ilmu pengetahuan yang telah dipelajari selama 4 tahun menjalani pendidikan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada pembuatan Alat dan Laporan Proyek Akhir ini.

Tersusunnya Laporan Proyek Akhir ini tentu bukan hanya karena buah kerja penulis semata, melainkan juga atas bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Proyek Akhir ini, di antara nya:

1. Allah SWT. yang telah menciptakan dan memberikan kehidupan didunia.
2. Orang tua serta keluarga besar yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, semangat dan dukungan baik moril maupun material.
3. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Eko Sulistyono, M.T. selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan pengarahan selama pembuatan alat serta laporan Proyek Akhir ini hingga selesai.
5. Bapak Dr. Parulian Silalahi, M.Pd. selaku Pembimbing II yang telah memberikan saran dan solusi dari masalah-masalah yang dihadapi selama proses perencanaan dan pembuatan alat serta penyusunan laporan.
6. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. selaku Kepala Program Studi Diploma IV Teknik Elektronika Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung terkhusus angkatan 27 yang telah banyak membantu selama proses pembuatan Proyek Akhir ini.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan Proyek Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Semoga Allah SWT. senantiasa membalas kebaikan dan mencurahkan hidayah serta taufik-Nya kepada kita semua. Penulis juga menyadari bahwa Laporan Proyek Akhir ini masih jauh dari sempurna dikarenakan penulis adalah manusia biasa yang tidak luput dari kesalahan. Oleh karena itu, sangat diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca agar dapat menunjang pengembangan dan perbaikan penulisan selanjutnya. Penulis berharap semoga Laporan Proyek Akhir ini dapat bermanfaat untuk kita semua. Terima kasih.

*Wassalamu'alaikum warohmatullahi wabarokatuh.*

Sungailiat, 3 Januari 2024

Hormat Kami,

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT .....	i
ABSTRAK .....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI .....	4
2.1. <i>Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)</i> .....	4
2.1.1. Pembangkit Gelombang.....	5
2.1.2. Rangkaian <i>Howland</i> .....	6
2.1.3. Rangkaian Penguat Instrumentasi.....	7
2.1.4. Rangkaian Penyearah.....	8
2.2. Komposisi Tubuh .....	8
2.2.1. Pengukuran Nilai Massa Non-Lemak.....	9
2.2.2. Pengukuran Massa Lemak .....	9
2.2.3. Pengukuran Total Air dalam Tubuh .....	10
2.3. Pengukuran Berat Badan .....	11
2.4. Pengukuran Tinggi Badan .....	12
2.5. Pengukuran Suhu Tubuh .....	13
2.6. Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah .....	14
BAB III METODE PELAKSANAAN .....	16
3.1. Pengumpulan Data Primer.....	17

3.2. Pengumpulan Data Sekunder .....	17
3.3. Pengolahan Data.....	18
3.4. Perancangan Alat.....	18
3.4.1. Perancangan Desain Mekanik.....	19
3.4.2. Perancangan Rangkaian Kontrol.....	20
3.4.3. Perancangan Tampilan LCD TFT.....	20
3.4.4. Perancangan Tampilan <i>Software</i> Telegram .....	22
3.5. Pembuatan Alat .....	25
3.6. Pengujian Alat .....	25
3.7. Pembuatan Laporan Proyek Akhir dan Publikasi.....	26
BAB IV PEMBAHASAN.....	27
4.1. Sistem Kerja Keseluruhan Alat .....	27
4.2. Hasil Pembuatan Konstruksi Mekanik Pengukur Komposisi Tubuh, Suhu Tubuh, dan Kadar Oksigen dalam Darah .....	27
4.3. Hasil Pembuatan Rangkaian Kontrol Pengukur Komposisi Tubuh, Suhu Tubuh, dan Kadar Oksigen dalam Darah .....	28
4.3.1. Rangkaian Pengukur Berat Badan .....	29
4.3.2. Rangkaian Pengukur Tinggi Badan .....	29
4.3.3. Rangkaian Pada Metode BIA.....	30
4.3.4. Rangkaian Pengukur Suhu Tubuh.....	32
4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Metode BIA .....	33
4.5. Hasil Pembuatan <i>Software</i> Tampilan Telegram pada IoT.....	34
4.6. Pengujian dan Analisa Alat Secara Keseluruhan .....	35
4.6.1. Pengujian Alat Ukur Berat Badan.....	37
4.6.2. Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	39
4.6.3. Pengujian Alat Ukur Komposisi Tubuh.....	41
4.6.4. Pengujian Alat Ukur Suhu Tubuh.....	50
4.6.5. Pengujian Alat Ukur Kadar Oksigen dalam Darah.....	52
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	55
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57



## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tahap Perancangan Tampilan LCD TFT .....	21
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pada Metode BIA .....	34
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Berat Badan .....	38
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tinggi Badan .....	40
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Lemak Tubuh.....	42
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Massa Non-Lemak.....	45
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Total Air dalam Tubuh .....	48
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh .....	50
Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah .....	53

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul IC ICL8038.....	6
Gambar 2.2 Rangkaian Howland .....	6
Gambar 2.3 Rangkaian Penguat Instrumentasi .....	7
Gambar 2.4 Rangkaian Penyearah .....	8
Gambar 2.5 Komposisi Tubuh .....	9
Gambar 2.6 (a) Sensor <i>Load cell</i> (b) Modul HX711 .....	11
Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	12
Gambar 2.8 Sketsa Cara Kerja Alat Ukur Tinggi Badan .....	13
Gambar 2.9 (a) Sensor MLX90614 (b) Prinsip Kerja Sensor MLX90614 .....	14
Gambar 2.10 (a) Sensor MAX30100 (b) Prinsip Kerja Sensor MAX30100 .....	15
Gambar 2.11 Aplikasi telegram .....	15
Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan Kegiatan.....	16
Gambar 3. 2 (a) Rancangan Kontruksi Keseluruhan (b) Detail Ukuran Alat .....	20
Gambar 3.3 Blok Diagram Perencanaan Rangkaian Kontrol .....	20
Gambar 3.4 Pencarian BotFather pada Telegram .....	23
Gambar 3.5 Pilihan Opsi Pada BotFather .....	23
Gambar 3.6 Membuat Nama Bot Telegram.....	24
Gambar 3.7 Membuat Username Bot Telegram yang Diinginkan .....	24
Gambar 3.8 Token Akses API Bot Telegram .....	24
Gambar 3.9 Melakukan Pengecekan Bot yang Dibuat .....	25
Gambar 3.10 Bot Telegram Baru .....	25
Gambar 4.1 Blok Diagram .....	27
Gambar 4.2 Hasil Keseluruhan Konstruksi Mekanik .....	28
Gambar 4.3 Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal Pengukur Berat Badan.....	29
Gambar 4.4 Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal Pengukur Berat Badan.....	29
Gambar 4. 5 Modul IC ICL803 .....	31
Gambar 4. 6 Rangkaian Howland .....	31
Gambar 4.7 Hasil Pembuatan Rangkaian Penguat Instrumentasi.....	32
Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Rangkaian Penyearah.....	32
Gambar 4.9 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengukur Suhu .....	33

Gambar 4.10 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengukur Kadar Oksigen dalam Darah.....	33
Gambar 4.11 Hasil Pembuatan Rangkaian Metode BIA .....	34
Gambar 4.12 Tampilan Hasil Pengukuran Pada Telegram.....	35
Gambar 4.13 Pengujian Alat Ukur Berat Badan.....	37
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Berat Badan.....	39
Gambar 4.15 Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	40
Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengukuran Tinggi Badan.....	41
Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Persentase Lemak Tubuh.....	42
Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengukuran Lemak Tubuh .....	44
Gambar 4.19 Hasil Pengukuran Massa Non-Lemak.....	44
Gambar 4.20 Grafik Hasil Pengukuran Massa Non-Lemak .....	47
Gambar 4. 21 Hasil Pengukuran Total Air dalam Tubuh .....	47
Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengukuran Total Air dalam Tubuh.....	49
Gambar 4.23 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh.....	50
Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Tubuh .....	52
Gambar 4.25 Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah.....	52
Gambar 4.26 Grafik Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah .....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup.....	60
------------	---------------------------	----



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Alat ukur berupa timbangan badan digunakan untuk mengukur massa tubuh seseorang. Timbangan badan hanya dapat mengukur massa tubuh secara keseluruhan dan tidak bisa mengukur komposisi tubuh yang memisahkan antara massa lemak (*fat mass* – FM) dan juga massa non lemak (*fat free mass* – FFM) [1]. Padahal mengetahui komposisi tubuh sangat penting untuk meminimalisir risiko terjadinya penyakit yang disebabkan oleh kelebihan lemak tubuh seperti diabetes tipe 2, masalah jantung dan kanker [2]. Seiring dengan kemajuan teknologi tentu perlu untuk melakukan pengembangan terhadap timbangan badan yang dapat mengukur komposisi tubuh agar dapat memudahkan dalam menjaga pola hidup yang lebih sehat [3].

*Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) adalah metode yang sering digunakan untuk mengetahui komposisi tubuh. Hal ini dikarenakan BIA mudah digunakan, aman, ekonomis, dan dapat dioperasikan sendiri [4]. Pengukuran menggunakan metode BIA memodelkan manusia menjadi sebuah rangkaian listrik sederhana. BIA dapat menentukan komposisi tubuh dengan mengukur impedansi tubuh manusia. Impedansi tubuh dapat diukur dengan mengukur hasil tegangan yang didapatkan dari mengalirkan arus bolak-balik (AC) pada frekuensi tertentu ke dalam tubuh manusia [5]. Nilai impedansi ini-lah yang akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan massa non lemak dan massa lemak melalui perhitungan.

Selain itu, alat ukur yang biasa digunakan dalam dunia kesehatan adalah termometer dan oximeter. Termometer digunakan untuk mengukur suhu tubuh sedangkan oximeter digunakan untuk mengukur tingkat saturasi atau kadar oksigen dalam darah seseorang. Pengukuran suhu tubuh dan tingkat saturasi ini merupakan parameter utama yang penting dan sering digunakan untuk mengetahui gejala klinis maupun memperkuat diagnosis suatu penyakit dan mencegah adanya kemungkinan pemburukan terhadap penyakit atau masalah kesehatan tertentu [6].

Pada tahun 2021, Fandy Eri Dewantara melakukan penelitian dengan

membuat pengukur persentase lemak dalam tubuh [7]. Alat yang dirancang oleh peneliti dapat mengukur tinggi badan, berat badan, dan persentase lemak dalam tubuh. Kekurangan dari alat yang dirancang pada penelitian ini adalah alat tidak dalam satu kesatuan sehingga harus menggunakan modul yang berbeda dari satu subjek pengukuran dengan subjek pengukuran lainnya.

Pada tahun 2023, Ikhrum Pratama Ramadhan dkk melakukan penelitian dengan merancang alat yang dapat mengukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan juga total air dalam tubuh [8]. Para peneliti melakukan pengembangan terhadap penelitian sebelumnya dengan menyatukan semua modul pengukuran menjadi satu alat yang padu. Namun, kekurangan pada alat yang dirancang oleh para peneliti ini adalah hasil yang didapatkan dari pengukuran hanya dapat ditampilkan pada layar LCD dan belum terhubung secara IoT, sehingga pasien harus mencatat hasil pengukuran jika ingin melihatnya lagi di lain waktu.

Berdasarkan penjelasan dan permasalahan di atas, serta ikut dengan perkembangan teknologi dalam melakukan pengembangan terhadap alat ukur khususnya pada alat ukur kesehatan, peneliti akan melakukan penelitian lanjutan dengan judul **“Rancang Bangun Pengukur Komposisi Tubuh Menggunakan Metode BIA, Suhu Tubuh Dan Kadar Oksigen Dalam Darah Berbasis IoT”**. Dalam penelitian ini, peneliti akan merancang dan membuat pengukur tinggi badan dan berat badan yang sekaligus dapat mengukur komposisi tubuh berupa persentase massa lemak, massa non lemak, dan kadar air dalam tubuh. Serta dengan menambahkan pengukuran terhadap suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah secara akurat sebagai salah satu parameter penting dalam dunia kesehatan dengan satu kesatuan alat ukur. Lalu dapat menampilkan hasil pengukuran di layar LCD pada alat dan juga dikirimkan ke gawai pasien.

## **1.2. Perumusan Masalah**

1. Bagaimana cara merancang alat untuk mengukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah?
2. Bagaimana cara membuat alat untuk mengukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT?

3. Bagaimana cara pengujian keakuratan alat untuk mengukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

1. Merancang alat ukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT.
2. Membuat alat ukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT.
3. Mendeskripsikan hasil uji keakuratan alat ukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT.



## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)*

Metode yang sering digunakan untuk mengukur kadar lemak tubuh adalah *Bioelectrical impedance analysis (BIA)*. Metode ini memodelkan tubuh manusia menjadi sebuah rangkaian ekuivalen yang terdiri dari resistor dan kapasitor. Dalam metode BIA, kadar lemak dalam tubuh dapat diketahui dengan mengukur impedansi tubuh manusia. Nilai impedansi bisa didapatkan dengan mengukur tegangan yang dihasilkan oleh arus bolak-balik yang dialirkan secara konstan ke dalam tubuh manusia [1]. Nilai inilah yang akan digunakan sebagai landasan dalam menentukan kadar lemak tubuh seseorang. Hubungan antara arus, tegangan, dan impedansi pada metode BIA dapat dilihat dalam persamaan berikut [9]:

$$Z = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

$Z$  = Impedansi tubuh (ohm)

$V$  = Tegangan yang dihasilkan (volt)

$I$  = Arus yang dialirkan (ampere)

Arus yang dialirkan ke dalam tubuh manusia pada metode BIA untuk berkisar 0,2-0,8 mA yang dihasilkan dari rangkaian *howland*. Penggunaan arus dalam kisaran angka di atas bertujuan agar pasien tidak merasakan stimulasi elektrik dan aman untuk digunakan. Selain itu, aliran tersebut juga tetap berada di bawah ambang batas arus yang dapat diterima oleh tubuh manusia, yakni antara 1 hingga 5 mA [9].

Besaran frekuensi juga akan mempengaruhi arus yang akan masuk ke tubuh manusia juga sangat di pengaruhi oleh frekuensi yang digunakan. Frekuensi

akan dihasilkan oleh modul IC ICL8038. Pada metode ini, frekuensi yang akan digunakan sebesar 50 kHz. Pada frekuensi ini, membran sel bersifat resistif yang memungkinkan arus untuk mengalir hingga mencapai bagian air di dalam sel (intra seluler) [7].

Metode BIA menggunakan 2 jenis elektroda, yakni elektroda arus dan elektroda tegangan. Elektroda arus berfungsi sebagai pengirim arus ke dalam tubuh manusia sedangkan elektroda tegangan berfungsi sebagai penerima tegangan yang dihasilkan. Dengan dipisahkannya elektroda arus dan elektroda tegangan maka tidak akan terjadi penurunan tegangan pada saat pengukuran berlangsung dan juga akan meminimalisir terjadinya masalah resistansi kontak dengan kulit [8].

Penelitian terdahulu telah dirancang sebuah alat dengan metode BIA menggunakan empat buah elektroda, yakni dua elektroda di tangan yang berupa pegangan dan dua di kaki berbentuk tatakan datar dengan lempengan elektroda di atasnya [5]. Lalu pada penelitian yang lain dirancang metode BIA menggunakan dua buah elektroda yang dapat diletakkan secara opsional baik tangan ke kaki, atau pun silang (tangan ke kaki). Pada penelitian ini akan menggunakan 2 elektroda, yakni satu elektroda di tangan kanan dan satu yang lain di tangan kiri. Metode ini akan membuat perancangan BIA akan lebih praktis dan meminimalkan kesalahan dalam pengukuran massa lemak.

### **2.1.1. Pembangkit Gelombang**

Alat yang digunakan sebagai pembangkit gelombang pada penelitian ini adalah modul IC ICL8038. IC ini mampu menghasilkan gelombang berbentuk sinus, kotak, segitiga, dan gergaji dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Frekuensi yang dibangkitkan oleh IC ICL8038 adalah berkisar di antara 0,001Hz – 300 kHz dengan menggunakan bantuan komponen eksternal seperti resistor dan kapasitor untuk mengatur keluaran frekuensinya [10].

Dalam penelitian ini, Modul IC ICL8038 akan menghasilkan tegangan AC dengan frekuensi 50 kHz untuk dialirkan ke dalam tubuh pasien sebagai landasan untuk mendapatkan nilai impedansi tubuh manusia. Frekuensi 50 kHz dipilih karena dalam frekuensi tersebut arus mampu menembus sampai ke *intracelular water*.

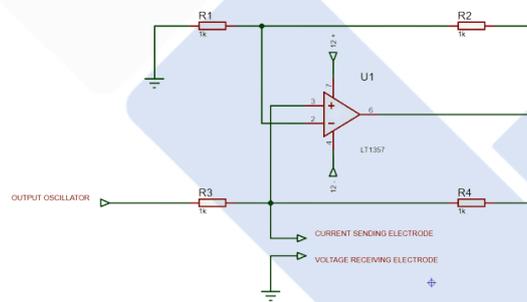


Gambar 2.1 Modul IC ICL8038

### 2.1.2. Rangkaian *Howland*

Rangkaian *Howland* digunakan sebagai penstabil arus dalam penelitian ini. Rangkaian ini terdiri dari op-amp dan resistor, dengan komponen yang digunakan adalah IC LF357 dan empat resistor 1K. Resistor berperan sebagai penjaga agar arus tetap konstan, bahkan dalam situasi dengan resistansi beban tubuh yang berbeda-beda.

$$\begin{aligned}
 I_{out} &= v_{in}/R3 \\
 &= 0,25/1000 \\
 &= 0,25 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

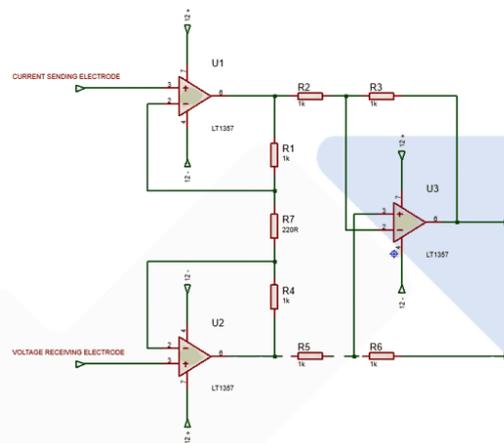


Gambar 2.2 Rangkaian *Howland*

Rangkaian *howland* dalam penelitian ini akan dirancang dengan arus keluaran sebesar 0,25 mA. Nilai tersebut dipilih karena masuk dalam rentang aman untuk pasien agar tidak merasakan stimulasi elektrik, yakni antara 0,2 mA – 0,8 mA. Di samping itu, nilai arus tersebut tetap berada di bawah ambang batas arus yang dapat ditoleransi oleh manusia, yaitu antara 1 hingga 5 mA [8]. Setelah mendapatkan nilai arus yang diinginkan, arus tersebut akan langsung dialirkan ke tubuh pasien melalui elektroda.

### 2.1.3. Rangkaian Penguat Instrumentasi

Rangkaian Penguat Instrumentasi adalah suatu rangkaian yang terbentuk dari dua penguat non-inverting yang kemudian menghubungkan keluarannya ke sebuah penguat diferensial. Rangkaian ini digunakan sebagai penguat tegangan yang berasal dari tubuh [11]. Rangkaian Penguat ini memiliki *loop input* diferensial tertutup yang memungkinkan penyesuaian penguatan tanpa memengaruhi rasio penolakan mode umum.



Gambar 2.3 Rangkaian Penguat Instrumentasi

Komponen yang digunakan pada rangkaian op-amp adalah tiga buah IC LF357, empat buah resistor 2.2K ohm, dua buah resistor 1K ohm, dan satu buah resistor 220 ohm. Penggunaan op-amp dalam konteks ini merujuk pada spesifikasi yang dapat meningkatkan tegangan pada frekuensi tinggi. Skema ini bertujuan untuk memperkuat tegangan yang berasal dari tubuh, dengan peningkatan tegangan sebanyak 9,09 kali. Setelah tegangan diperkuat sebanyak itu, output dari rangkaian penguat instrumentasi akan diarahkan ke rangkaian penyearah.

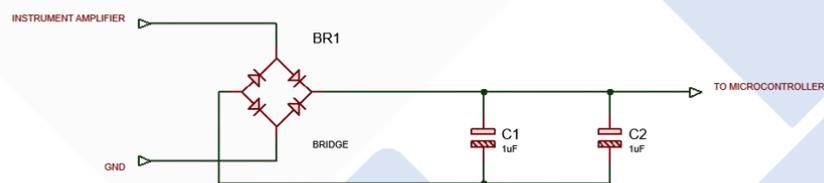
$$\begin{aligned} A_v &= (R_2 + R_4)/R_1 \\ &= (1000 + 1000)/220 \\ &= 2000/220 \\ &= 9,09 \text{ kali} \end{aligned}$$

Rangkaian penguat instrumentasi dibutuhkan pada penelitian ini karena

hasil tegangan yang dihasilkan oleh tubuh setelah menerima arus dari elektroda terlalu kecil, sehingga perlu penguatan nilai tegangan sesuai dengan perhitungan di atas agar selanjutnya keluaran tegangan tersebut bisa dibaca oleh mikrokontroller.

#### 2.1.4. Rangkaian Penyearah

Tegangan yang dihasilkan oleh tubuh pasien pada penelitian ini adalah tegangan AC sehingga tidak bisa diproses oleh mikrokontroller, sehingga Sebuah konverter AC-DC diperlukan untuk mengubah tegangan AC yang berasal dari tubuh manusia menjadi tegangan DC, sehingga tegangan tersebut dapat diolah oleh mikrokontroller. Rangkaian konverter AC/DC umumnya memanfaatkan empat dioda silikon sebagai penyearah dan kapasitor sebagai filter. Tegangan DC hasil konversi akan diteruskan ke pin mikrokontroller untuk diolah dalam bentuk data. [12].

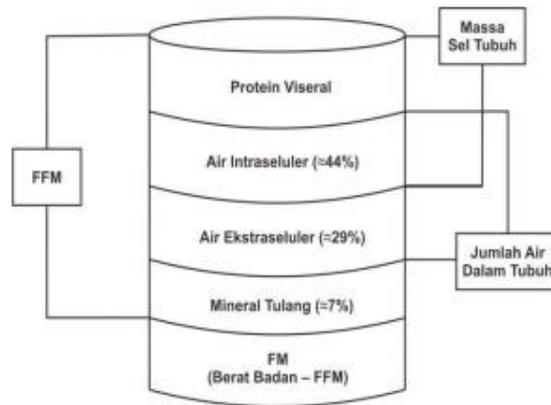


Gambar 2.4 Rangkaian Penyearah

Setelah tegangan telah diterima oleh mikrokontroller, selanjutnya tegangan tersebut akan dijadikan landasan untuk mencari nilai impedansi tubuh manusia menggunakan rumus yang telah ditentukan. Lalu dengan nilai impedansi itu sebagai data awal untuk mencari hasil pengukuran massa lemak tubuh.

## 2.2. Komposisi Tubuh

Secara garis besar, Komposisi tubuh manusia terdiri dari dua komponen utama, yaitu massa non lemak (*fat-free mass*) dan massa lemak (*fat mass*). Pada massa non lemak, terdapat komponen sekitar 73% cairan, 20% jaringan metabolisme, dan 7% mineral pada tulang [9]. Nilai-nilai ini juga dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lain seperti usia dan jenis kelamin.



Gambar 2.5 Komposisi Tubuh

### 2.2.1. Pengukuran Nilai Massa Non-Lemak

Nilai pertama yang bisa didapatkan dari komposisi tubuh dengan metode ini adalah dengan mengetahui nilai massa non lemak. Sesuai dengan yang dilakukan Elliot Myloot, berikut adalah persamaan yang digunakan dalam mengukur massa non lemak [13].

$$FFM = 0,360(h^2/I)+0,162 (h)+0,289 (W) - 0,134 (Age)+4,83 (gender) - 6,83 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

FFM = Massa non-lemak/*fat free mass* (Kg)

h = Tinggi badan (Cm)

I = Impedansi (ohm)

W = Berat Badan (Kg)

Age = Usia (Tahun)

Gender = Jenis kelamin (1= pada pria; 0 = pada wanita)

### 2.2.2. Pengukuran Massa Lemak

Setelah mendapatkan nilai massa non lemak, maka selanjutnya kita dapat mencari nilai *fat mass*. Massa lemak dapat diketahui nilainya dengan persamaan berikut [7].

$$FM = Weight - FFM \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

*FM* = Massa lemak / *fat mass* (kg)

*Weight* = Berat badan (kg)

*FFM* = Massa non-lemak / *fat free mass* (kg)

Dari nilai massa lemak yang telah didapatkan dari pengukuran maka nilai persentase lemak tubuh dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [3]:

$$BF = \frac{FM}{Weight} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

BF = Lemak Tubuh (*Body Fat*) (%)

FM = Massa Lemak (Kg)

*Weight* = Berat Badan (Kg)

### 2.2.3. Pengukuran Total Air dalam Tubuh

Sebagian besar tubuh manusia tersusun atas cairan. Jumlah cairan pada tubuh orang dewasa adalah hampir 60% dari berat badannya. Jumlah cairan ini bervariasi tiap individu sesuai dengan umur, berat badan, jenis kelamin maupun jumlah lemak tubuh masing-masing. Hume-Weyers melakukan percobaan yang menghasilkan sebuah persamaan untuk menghitung total body water yakni sebagai berikut [3] :

$$laki - laki = (0,194786 \times height) + (0,296785 \times weight) - 14,012934 \dots\dots\dots(5)$$

$$wanita = (0,34454 \times height) + (0,13809 \times weight) - 35,270121 \dots\dots\dots(6)$$

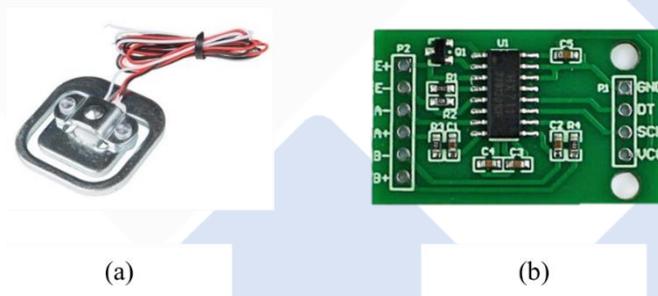
Keterangan :

*Height* = Tinggi Badan (cm)

*Weight* = Berat Badan (kg)

### 2.3. Pengukuran Berat Badan

Pada penelitian ini, pengukuran berat badan dilakukan dengan menggunakan sensor *load cell*. Sensor ini menggunakan prinsip tekanan untuk melakukan pengukuran. Ketika tekanan diterapkan maka sensor akan menghasilkan keluaran berupa tegangan yang terbaca terhadap perubahan resistansi yang akan mempresentasikan berat benda. Namun, perubahan resistensi listrik oleh *load cell* perlu diperkuat sehingga dapat dibaca oleh mikrokontroler [14]. Oleh karena itu, untuk memudahkan pembacaan *load cell* dalam pengukuran berat, digunakan modul HX711. Modul ini berperan dalam menguatkan sinyal keluaran dari sensor dan mengonversi data analog menjadi data digital. Perubahan resistansi pada *load cell* dapat dibaca dengan menghubungkannya ke mikrokontroler.



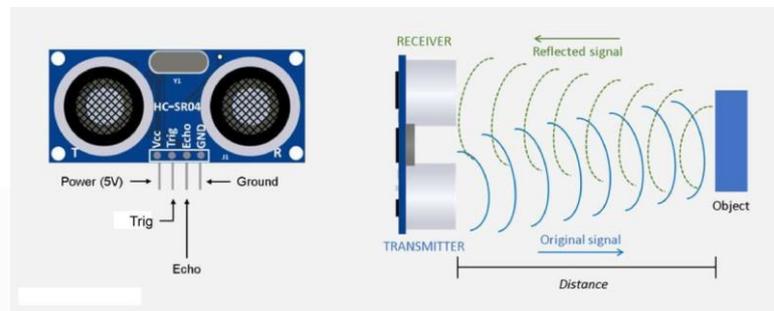
Gambar 2.6 (a) Sensor *Load cell* (b) Modul HX711

Pada penelitian ini akan menggunakan sensor dengan kapasitas 50 kg sebanyak 4 buah. Dengan demikian berat maksimal yang dapat diukur oleh timbangan adalah 200 kg. Masing-masing sensor akan di dihubungkan satu sama lain. Setelah itu masing-masing kabel sensor dihubungkan ke pin modul HX711 dan pin lain dari modul HX711 akan dihubungkan ke pin yang ada di mikrokontroler sesuai dengan rangkaian yang telah dibuat.

Ketika melakukan pengukuran, pasien berdiri tegak di atas tatakan timbangan, lalu sensor akan mulai menghasilkan keluaran berupa tegangan yang membaca perubahan resistansi. Lalu nilai perubahan resistansi tersebut akan dikuatkan oleh modul HX711 yang seterusnya akan diproses oleh mikrokontroler.

## 2.4. Pengukuran Tinggi Badan

Pada penelitian ini, sensor ultrasonik adalah sensor yang digunakan dalam pengukuran tinggi badan pasien. Sensor ini berfungsi untuk mengubah besaran fisis berupa suara menjadi besaran listrik dan juga sebaliknya lalu dikonversi menjadi jarak. Sensor bekerja dengan cara pemancar (*transmitter*) akan memancarkan gelombang ultrasonik (umumnya berfrekuensi 40 kHz) selama 200  $\mu$ s lalu penerima ultrasonik (*receiver*) akan mendeteksi pantulannya [15].



Gambar 2.7 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Cara kerja dari sensor ultrasonik yakni setelah sinyal ultrasonik dipancarkan oleh sensor maka sinyal akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan suara, yakni 340 m/s. Setelah itu, gelombang bunyi tersebut akan mengenai benda atau penghalang lainnya dan sinyal akan kembali ke bagian penerima pada sensor ultrasonik. Setelah sinyal telah diterima oleh sensor maka sinyal tersebut selanjutnya akan diproses untuk menghitung jaraknya. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus berikut [16].

$$S = t \frac{340 \text{ m/s}}{2} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

s = Jarak antara sensor dan objek (m)

t = waktu pengukuran (s)

Dalam penelitian ini, objek yang akan diukur adalah tinggi badan pasien. Skema pengukuran yakni sensor akan diletakkan setinggi  $H_t$  dari permukaan tanah di atas pasien dengan jarak lebih tinggi dari rata-rata tinggi pasien ( $H_2$ ). Lalu pasien berdiri tepat di bawah sensor dan sensor mulai memancarkan sinyal. Sinyal tersebut akan terus merambat sampai akhirnya mengenai kepala pasien dan sinyal akan kembali dipantulkan ke bagian penerima dari sensor. Lalu sinyal yang diterima akan diproses oleh mikrokontroler untuk menghitung tinggi badan pasien dengan membandingkan antara tinggi sensor dengan jarak sinyal yang dipancarkan ( $H_1$ ) yang dapat dihitung seperti berikut [17]:

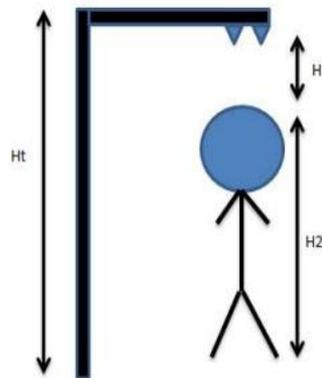
$$H_2 = H_t - H_1 \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

$H_t$  = Jarak sensor dari permukaan tanah

$H_1$  = Beda sensor ke kepala pasien

$H_2$  = Tinggi pasien yang diukur

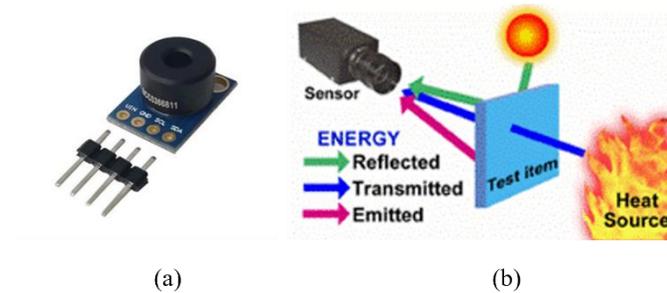


Gambar 2.8 Sketsa Cara Kerja Alat Ukur Tinggi Badan

### 2.5. Pengukuran Suhu Tubuh

Sensor suhu MLX90614 adalah sensor yang akan digunakan sebagai pengukur suhu tubuh pada penelitian ini. Sensor ini bersifat non kontak (*contactless*) yang berarti tidak perlu ada sentuhan secara langsung dengan sensor ketika dalam melakukan pengukuran. Sensor ini memanfaatkan pancaran radiasi gelombang

inframerah dari pantulan objek pengukuran [18]. Radiasi inframerah ini merupakan bagian dari spektrum elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang untuk mengukur suhu dari 0,7 – 14 mikron.

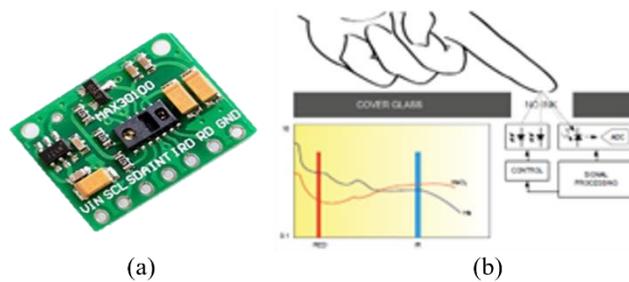


Gambar 2.9 (a) Sensor MLX90614 (b) Prinsip Kerja Sensor MLX90614

Sensor suhu MLX90614 akan diletakkan pada bagian atas *toolbox* alat yang dirancang. Sensor bekerja ketika pasien meletakkan punggung tangannya tepat di atas sensor dengan jarak 1 cm – 5 cm. Sensor akan menyerap sinar inframerah yang dipancarkan oleh tangan pasien. Karena intensitas energi inframerah yang dipancarkan tangan pasien akan berbanding lurus dengan suhunya, maka sistem optik dalam sensor akan mampu mengindera radiasi inframerah dengan panjang gelombang 0,7 – 14 mikron. Detektor fotosintesis dalam sensor akan mengubah energi inframerah menjadi sinyal listrik yang mana berbanding lurus dengan suhu tubuh pasien sebagai pemancarnya. Data yang dikeluarkan oleh sensor MLX90614 dapat dibaca melalui protokol I2C/TWI.

## 2.6. Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah

Komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur kadar oksigen dalam darah adalah sensor MAX30100. Sensor ini berfungsi dengan memantau tingkat atau saturasi oksigen dalam darah. Sensor ini terdiri dari dua buah LED (merah dan inframerah) dan sebuah *fotodetector*. Cara kerjanya melibatkan sifat hemoglobin yang mampu menyerap cahaya serta deteksi denyut alami aliran darah di dalam arteri untuk mengukur kadar oksigen dalam tubuh [19].



Gambar 2.10 (a) Sensor MAX30100 (b) Prinsip Kerja Sensor MAX30100

Dalam penelitian ini, pasien akan menempelkan jarinya pada posisi di atas 2 buah LED. Darah yang mengandung banyak oksigen akan menyerap panjang gelombang yang dihasilkan oleh *infrared* yakni sepanjang 900 nm, sedangkan darah yang tidak mengandung oksigen akan menyerap panjang gelombang yang dihasilkan oleh LED merah yaitu sebesar 650 nm. Perbedaan penyerapan inilah yang akan diproses mikrokontroller dan menjadi acuan untuk menentukan saturasi oksigen.

## 2.7. Internet of Things

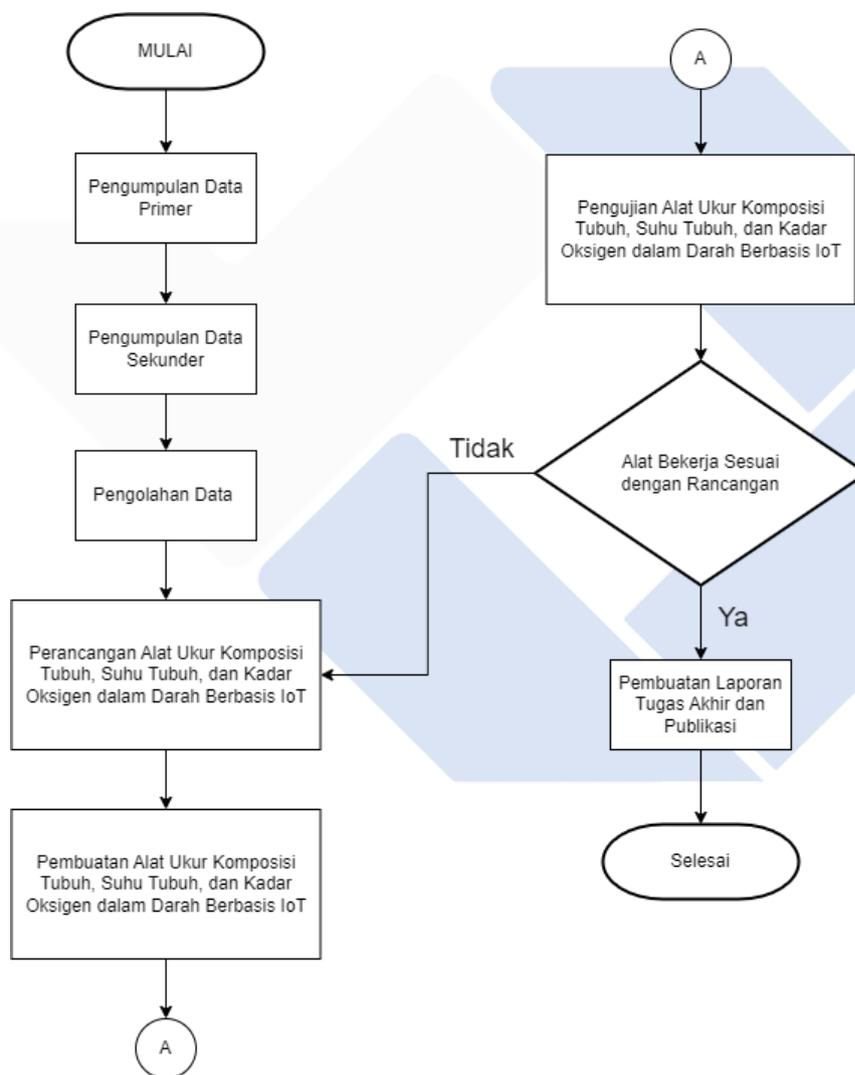
Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan perangkat keras ke internet, melakukan pertukaran data dan pengendalian dalam jangkauan jaringan. Pada penelitian ini, IoT digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran yang dilakukan pada alat ukur agar dapat dilihat pada layar gawai. Aplikasi yang dipilih untuk sebagai tampilan hasil penelitian ini adalah aplikasi Telegram dengan bantuan ESP32. Telegram juga memiliki API yang memungkinkan pengguna mengintegrasikan dengan berbagai aplikasi atau perangkat yaitu Bot Telegram. Bot Telegram ini lah yang dapat digunakan dengan berbagai tujuan termasuk memproses perintah dan mengirimkan informasi.



Gambar 2.11 Aplikasi telegram

### BAB III METODE PELAKSANAAN

Adapun secara singkat tahap pelaksanaan pembuatan pengukur komposisi tubuh, suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah berbasis IoT pada Proyek Akhir ini dapat dirangkum melalui *flowchart* sebagai berikut :



Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan Kegiatan

Tahap-tahap pelaksanaan kegiatan untuk membuat alat ukur dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut :

### **3.1. Pengumpulan Data Primer**

Pada tahap awal dalam pelaksanaan proyek akhir ini, yang akan dilakukan terlebih dahulu adalah pengambilan data secara langsung atau data primer. Data primer didapatkan dari hasil bimbingan dan konsultasi rutin dengan dosen pembimbing pada proyek akhir ini.

Data primer juga didapatkan dengan melakukan kunjungan ke rumah sakit di Kecamatan Toboali dan melakukan wawancara. Selain itu kami juga melakukan pengukuran terhadap komposisi tubuh, suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah dengan alat komersial yang tersedia di sana. Dari hasil survei dan tanya jawab, didapatkan informasi bahwasanya alat yang tersedia di sana masih berupa modul alat ukur masing-masing yang terpisah di setiap pengukurannya. Biasanya satu alat ukur hanya bisa digunakan untuk satu pengukuran saja. Selain itu, didapatkan juga data bahwasanya setelah melakukan pengukuran terhadap pasien, hasil pengukuran biasanya hanya disampaikan secara lisan dan tidak tertulis sehingga hasil pengukuran tidak memiliki riwayat yang dapat dilihat sewaktu-waktu ketika diperlukan.

### **3.2. Pengumpulan Data Sekunder**

Tahap selanjutnya, setelah selesai melakukan pengumpulan data primer adalah mengumpulkan data secara tidak langsung atau data sekunder. Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui data referensi dari jurnal penelitian sebelumnya yang terkait dengan proyek akhir ini. Setelah dilakukan pencarian, ada beberapa jurnal yang dapat mendukung dalam pelaksanaan penelitian ini, diantaranya adalah penelitian oleh Ikhrum Pratama Ramadhan dan Annisa Putri Aprilia Hermawan pada tahun 2023 yang berjudul “Rancang Bangun Alat Ukur Indeks Massa Tubuh, Persentase Lemak Tubuh, dan Total Air dalam Tubuh” [8]. Penelitian ini menggunakan mikrokontroller sebagai kontrol utama dalam melakukan pengukuran terhadap tinggi badan, berat badan, lemak tubuh, serta total air dalam tubuh.

Selain itu pada tahun 2022, fito dkk, melakukan penelitian dengan judul “Perancangan Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen dalam Tubuh Berbasis Mikrokontroller”[20]. Prinsip kerja yang digunakan dalam penelitian ini untuk

mengukur suhu dan kadar oksigen dalam tubuh adalah dengan menggunakan mikrokontroler jenis arduino. Dua penelitian di atas berhasil untuk melakukan pengukuran sesuai dengan jenis pengukuran yang diinginkan. Namun, hasil pengukuran masih ditampilkan dalam layar LCD, belum terintegrasi dengan Internet of Things (IoT).

### **3.3. Pengolahan Data**

Tahap selanjutnya, setelah mengumpulkan dan mempelajari semua data baik data primer maupun data sekunder adalah mengolah data tersebut dengan membuat ringkasan terhadap keseluruhan data yang diperoleh yang selanjutnya akan digunakan sebagai referensi penelitian.

Berdasarkan data yang didapatkan pada saat melakukan survei pada alat ukur komersial yang tersedia di rumah sakit, pengukuran masih menggunakan modul alat ukur yang berbeda-beda tergantung dengan jenis pengukuran yang akan dilakukan. Untuk itu akan dilakukan pengembangan dengan merancang satu alat ukur yang menggabungkan pengukurannya yang termuat dalam satu modul alat ukur yang padu sehingga akan lebih memudahkan bagi penggunaanya ketika ingin melakukan pengukuran sekaligus.

Selain itu, berdasarkan data hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh fito dkk pada tahun 2022 yang mana telah dijelaskan di atas, hal yang perlu untuk dikembangkan dari hasil penelitian tersebut adalah dengan menambahkan system Internet of Things (IoT) pada alat ukur. Hal ini diperlukan untuk memudahkan pasien dalam mengetahui dan memonitoring hasil pengukuran serta memudahkan untuk melakukan perbandingan jika membutuhkan pengukuran selanjutnya.

Setelah mendapatkan ringkasan terhadap penelitian, selanjutnya peneliti akan menjadikan ringkasan tersebut untuk di analisa dan didiskusikan bersama dengan dosen pembimbing agar mendapatkan hasil yang diinginkan yang akan mengarah pada kesimpulan.

### **3.4. Perancangan Alat**

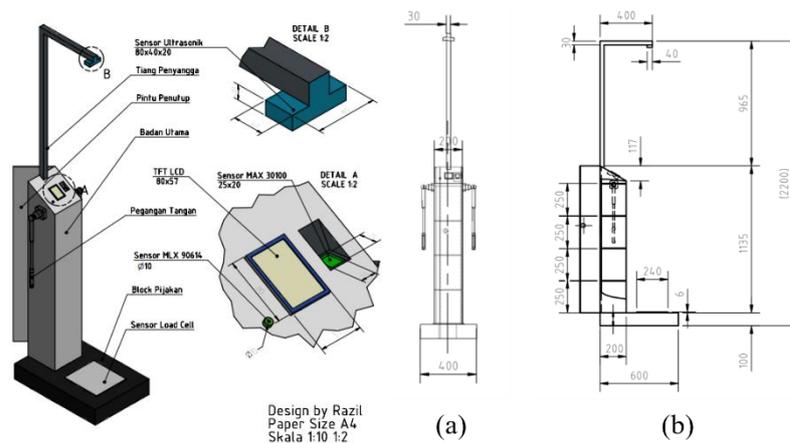
Tahap perancangan alat mencakup perancangan mekanik, perancangan elektrik, dan perancangan *software* tampilan LCD dan tampilan pada Telegram.

### 3.4.1. Perancangan Desain Mekanik

Tahap awal dalam merancang alat dalam penelitian ini adalah dengan membuat rancangan mekanik berupa konstruksi. Pada penelitian ini, desain konstruksi akan dibuat langsung dengan mendesain pengukur tinggi badan, berat badan, komposisi tubuh, suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah menggunakan aplikasi *Autodesk Inventor*.

Secara garis besar, rancangan konstruksi pada penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian yang masing-masing berada di posisi bawah, depan, dan atas. Pada bagian bawah terdapat pijakan sebagai titik berdiri ketika melakukan pengukuran yang di dalamnya terdapat sensor *load cell* sebagai komponen untuk mengukur berat badan. Lalu pada bagian depan alat terdapat sebuah kotak tegak sebagai badan utama dalam alat ini. Pada bagian dalam kotak badan utama ini terdapat semua rangkaian pada proses BIA, power supply, dan juga mikrokontroler. Lalu pada bagian atas kotak utama terdapat LCD, sensor MAX30100, dan sensor MLX90614. Pada bagian atas terdapat sensor ultrasonik yang dihubungkan menggunakan tiang penyangga yang dihubungkan di badan utama.

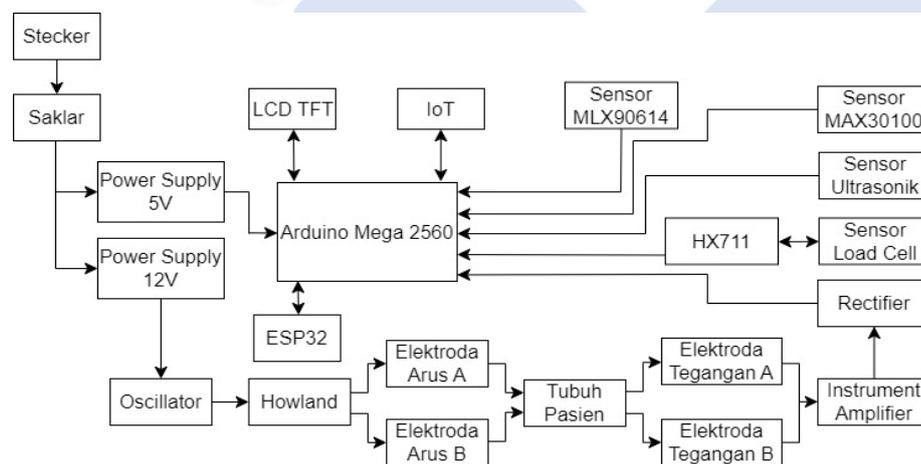
Secara keseluruhan alat pada penelitian ini memiliki ukuran dengan tinggi 220 cm dengan lebar 40 cm dan panjang 60 cm. Ukuran pada badan utamanya memiliki tinggi 100 cm, lebar serta ketebalan 20 cm. Untuk tampilan rincian desain dan ukuran alat ditunjukkan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. 2 (a) Rancangan Kontruksi Keseluruhan (b) Detail Ukuran Alat

### 3.4.2. Perancangan Rangkaian Kontrol

Tahap perencanaan Rangkaian Kontrol dilakukan menggunakan aplikasi Diagram I/O. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui *wiring* yang dibutuhkan pada rangkaian elektrik yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran terhadap tinggi badan, berat badan, komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah pada penelitian ini. Adapun gambaran perencanaan kelistrikan pada alat penelitian dalam bentuk blok diagram berikut:



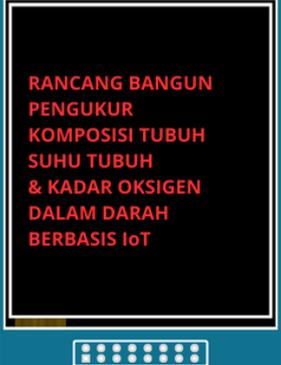
Gambar 3.3 Blok Diagram Perencanaan Rangkaian Kontrol

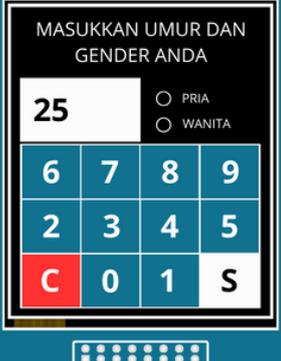
### 3.4.3. Perancangan Tampilan LCD TFT

Pada tahap ini, perancangan terhadap tampilan LCD TFT diperlukan untuk mempermudah pasien untuk mengisi data sebelum melakukan pengukuran. Selain itu tampilan pada layar LCD TFT ini akan mempermudah pasien untuk melihat

hasil pengukuran secara langsung. Perancangan terhadap tampilan LCD TFT terbagi menjadi beberapa tahapan sebagai pada tabel berikut.

Tabel 3.1 Tahap Perancangan Tampilan LCD TFT

No	Keterangan	Tampilan
1	Pada tahapan pertama, TFT LCD akan menampilkan tampilan awal berupa nama alat ukur, nama penulis, dan nama dosen pembimbing.	
2	Tahapan kedua dilakukan untuk menampilkan hasil setelah melakukan pengukuran berat badan. Setelah menampilkan hasil berat badan, akan ada opsi next untuk melanjutkan ke pengukuran selanjutnya dan ada opsi back untuk kembali mengulang pengukuran.	
3	Tahapan selanjutnya adalah untuk menampilkan hasil pengukuran tinggi badan. Setelah menampilkan hasil tinggi badan, akan ada opsi next untuk melanjutkan ke pengukuran selanjutnya dan ada opsi back untuk kembali mengulang pengukuran.	

No	Keterangan	Tampilan
4	Tahapan selanjutnya adalah menampilkan tampilan input untuk melakukan pengukuran selanjutnya. Input berupa usia dan jenis kelamin pasien. Setelah itu tekan opsi S untuk melanjutkan ke pengukuran selanjutnya.	
5	Tahapan selanjutnya adalah menampilkan hasil pengukuran komposisi tubuh berupa persentase lemak tubuh, massa non lemak, dan total air dalam tubuh. Setelah menampilkan semua data dari komposisi tubuh, akan ada opsi next untuk melanjutkan ke pengukuran selanjutnya dan ada opsi back untuk kembali mengulang pengukuran.	
6	Tahapan selanjutnya adalah menampilkan hasil pengukuran suhu tubuh. Setelah dapat menampilkan hasil suhu tubuh, akan ada opsi next untuk melanjutkan ke pengukuran selanjutnya dan ada opsi back untuk kembali mengulang pengukuran.	
7	Tahapan selanjutnya adalah menampilkan hasil pengukuran kadar oksigen dalam darah. Setelah dapat menampilkan hasil kadar oksigen, akan ada opsi back untuk melakukan pengulangan pengukuran dan opsi selesai tanda sudah selesai melakukan semua pengukuran. Lalu semua data pengukuran akan dikirimkan ke telegram.	

#### 3.4.4. Perancangan Tampilan *Software* Telegram

Pada penelitian ini, platform yang akan digunakan untuk mengirimkan hasil pengukuran berbasis IoT ke gawai adalah aplikasi Telegram. Rancangan

adalah berupa membuat telegram bot yang akan digunakan dalam menampilkan hasil pengukuran yang dikirimkan oleh Arduino dengan bantuan ESP32. Berikut adalah langkah dalam pembuatan bot Telegram.

1. Pada kolom pencarian Telegram ketik “Botfather” lalu klik.



Gambar 3.4 Pencarian BotFather pada Telegram

2. Setelah muncul tampilan pada BotFather, tekan opsi start untuk memulai, lalu BotFather akan memulai mengirimkan beberapa fitur yang bisa digunakan.



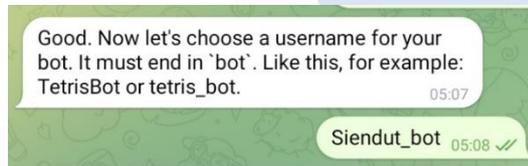
Gambar 3.5 Pilihan Opsi Pada BotFather

3. Klik pilihan /newbot untuk membuat bot Telegram yang baru. Lalu BotFather akan menginformasikan untuk membuat nama bot yang diinginkan



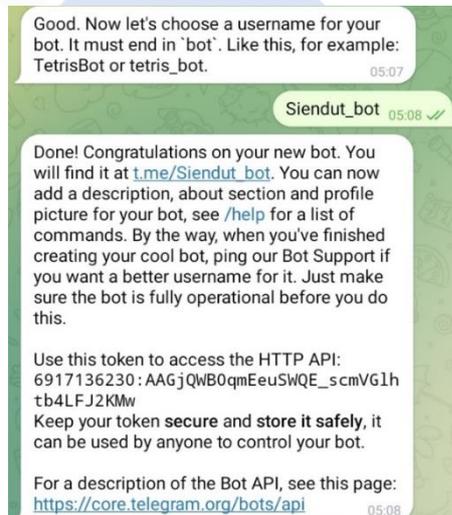
Gambar 3.6 Membuat Nama Bot Telegram

4. Kemudian BotFather akan meminta untuk membuat username bot baru yang akan dibuat. Untuk userbot telegram harus diakhiri dengan kata bot.



Gambar 3.7 Membuat Username Bot Telegram yang Diinginkan

5. Setelah semua tahap di atas selesai, maka selanjutnya akan mendapatkan token untuk mengakses API bot telegram yang akan berinteraksi dengan komponen yang lain.



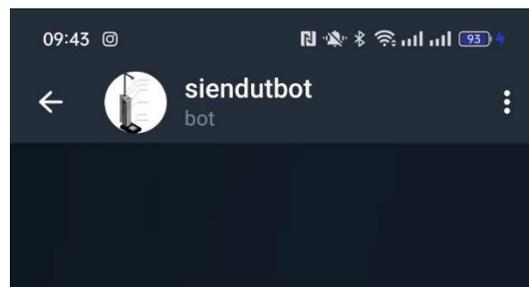
Gambar 3.8 Token Akses API Bot Telegram

6. Lakukan pencarian untuk memastikan keberadaan bot yang baru saja dibuat.



Gambar 3.9 Melakukan Pengecekan Bot yang Dibuat

7. Bot baru telah selesai dibuat.



Gambar 3.10 Bot Telegram Baru

### 3.5. Pembuatan Alat

Pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Elektronika Daya dan Laboratorium Mikrokontroler Polman Babel. Pembuatan alat terbagi menjadi dua bagian yaitu hardware dan *software*. Pembuatan hardware mengacu pada desain rancangan yang sudah dibuat yang meliputi perakitan alat ukur berat badan, pengukur tinggi badan, pengukur suhu tubuh, kadar oksigen dalam darah, rangkaian-rangkaian metode BIA, dan konstruksi alat keseluruhan. Sedangkan pembuatan *software* meliputi pengolahan data pasien menggunakan mikrokontroler sesuai output berdasarkan perhitungan menggunakan rumus dan pembuatan tampilan untuk memasukkan data pengguna serta menampilkan data output pada TFT LCD menggunakan *software* Arduino IDE serta menghubungkannya dengan modul wifi ESP 32 untuk mengirimkan hasil pengukurannya ke gawai (IoT).

### 3.6. Pengujian Alat

Pengujian alat ukur Komposisi tubuh, suhu tubuh dan kadar oksigen dalam darah dilakukan untuk melihat tingkat efisiensi dan akurat kerja dari alat tersebut. Pengujian dilakukan terhadap poin berikut:

1. Melakukan pengujian alat yang dibuat dengan melakukan pengukuran terhadap berat badan, tinggi badan, komposisi tubuh, suhu tubuh serta kadar oksigen dalam darah pasien. Lalu melakukan perbandingan dengan alat ukur komersial untuk melihat kesesuaian hasil dan nilai eror antara keduanya.
2. Melakukan pemeriksaan koneksi dan sinkronisasi antara alat ukur yang dibuat dengan sistem Internet of Things (IoT) yang dirancang.
3. Melakukan pemeriksaan kesesuaian fungsi IoT pada tampilan telegram untuk memonitoring hasil pengukuran pada layar gawai.
4. Setelah mendapatkan hasil dari pengujian tersebut, akan dilakukan evaluasi terhadap kinerja alat dan akan segera dilakukan perbaikan jika masih ditemukan kesalahan secara keseluruhan.

### **3.7. Pembuatan Laporan Proyek Akhir dan Publikasi**

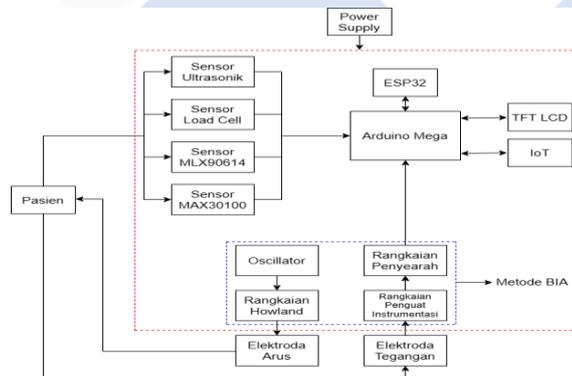
Hasil akhir dari pembuatan alat ukur ini mencakup penyusunan laporan proyek akhir dan publikasi dari hasil pembuatan proyek akhir tersebut. Seluruh data, analisis, kesimpulan, serta kritik dan saran yang muncul selama proses pembuatan alat akan dijelaskan secara komprehensif. Tujuan dari rangkuman ini adalah untuk menyajikan informasi yang diperoleh dari alat proyek akhir tersebut. Setelah itu, penulis akan melakukan publikasi guna memenuhi persyaratan kelulusan proyek akhir tersebut.

## BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab ini akan membahas mengenai sistem kerja alat secara keseluruhan dan hasil dari pembuatan *hardware* pengukur tinggi badan, berat badan, komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah. Serta akan membahas pembuatan *software* tampilan LCD dan tampilan pada Telegram. Adapun persiapan yang dilakukan antara lain persiapan alat, pemaparan hasil dan pendataan dalam bentuk tabel, dan analisa pengukuran.

### 4.1. Sistem Kerja Keseluruhan Alat

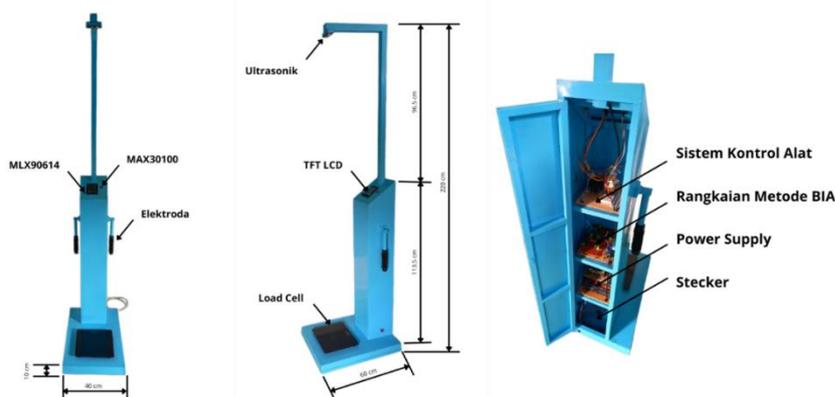
Untuk memberikan gambaran tentang operasi keseluruhan alat yang dikembangkan dalam Proyek Akhir ini, diperlukan penyajian melalui blok diagram. Pendekatan ini bertujuan mempermudah pemahaman mengenai fungsi dari alat ukur komposisi tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah. Blok diagram yang menggambarkan struktur perangkat tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 Blok Diagram

### 4.2. Hasil Pembuatan Konstruksi Mekanik Pengukur Komposisi Tubuh, Suhu Tubuh, dan Kadar Oksigen dalam Darah

Konstruksi mekanik dibuat sesuai dengan desain dan ukuran yang telah dirancang sebelumnya. Untuk penampakan keseluruhan alat dari hasil pembuatan konstruksi mekanik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.2 Hasil Keseluruhan Konstruksi Mekanik

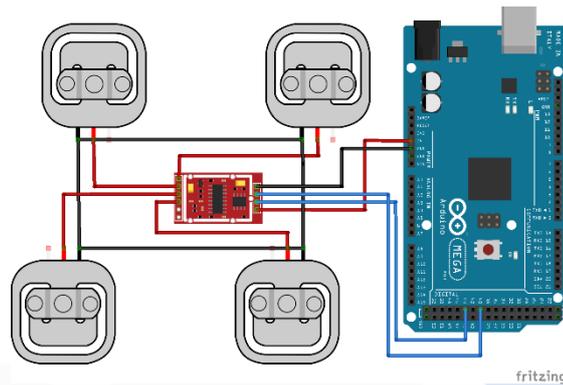
Berdasarkan gambar di atas, konstruksi alat secara mekanik telah berhasil dibuat sesuai dengan perancangan sebelumnya, baik dari bentuk maupun ukuran. Terdapat 3 bagian utama yakni bawah, depan, dan atas. Bagian bawah adalah tempat pasien berdiri untuk melakukan pengukuran sekaligus tempat untuk melakukan pengukuran berat badan. Pada bagian depan terdapat sebuah kotak utama yang di dalamnya terdapat pusat kontrol alat. Lalu pada bagian kanan dan kiri kotak utama terdapat tongkat yang terhubung dengan elektroda untuk melakukan pengukuran terhadap komposisi tubuh. Pada bagian atas kotak utama terdapat tiang penyangga untuk meletakkan komponen pengukur tinggi badan tepat di atas kepala pasien ketika berdiri di atas alat pengukuran.

#### **4.3. Hasil Pembuatan Rangkaian Kontrol Pengukur Komposisi Tubuh, Suhu Tubuh, dan Kadar Oksigen dalam Darah**

Pada alat ukur pada penelitian ini terdapat beberapa rangkaian kontrol. Letak mikrokontroler sebagai pusat pemrosesan data pada alat ukur ini terdapat pada kotak utama yang berdiri tegak di depan modul. Rangkaian kontrol pada alat ini antara lain rangkaian kontrol pengukur tinggi badan, rangkaian kontrol pengukur tinggi badan, rangkaian BIA, rangkaian kontrol pengukur suhu tubuh, dan kontrol pengukur kadar oksigen dalam darah.

### 4.3.1. Rangkaian Pengukur Berat Badan

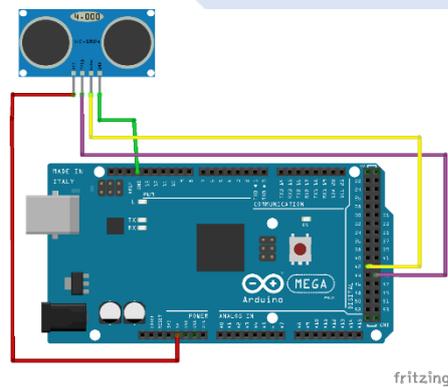
Pembuatan rangkaian elektrikal pada pengukur berat badan dibuat untuk mempermudah ketika merangkai alat dan komponennya. Pusat kontrol pada rangkaian ini berada pada arduino dan sensor yang digunakan untuk mengukur berat badan adalah sensor *load cell*. Berikut adalah gambar rangkaian elektrikal yang dibuat dari pengukur berat badan.



Gambar 4.3 Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal Pengukur Berat Badan

### 4.3.2. Rangkaian Pengukur Tinggi Badan

Pembuatan rangkaian pengukur tinggi badan dilakukan untuk mempermudah ketika merangkai alat dan komponennya. Pusat kontrol pada rangkaian ini berada pada arduino dan sensor yang digunakan untuk mengukur tinggi badan adalah sensor ultrasonik HC-SR04. Berikut adalah gambar rangkaian elektrikal yang dibuat dari pengukur tinggi badan.



Gambar 4.4 Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal Pengukur Berat Badan

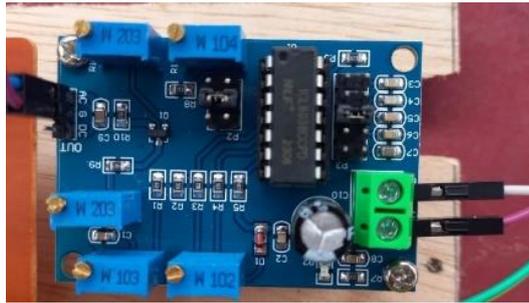
### 4.3.3. Rangkaian Pada Metode BIA

Rangkaian BIA digunakan dalam melakukan pengukuran terhadap komposisi tubuh, berupa massa lemak, massa non lemak, dan kadar air dalam tubuh. Rangkaian BIA bekerja dengan mengirimkan arus AC secara konstan dengan frekuensi tertentu ke dalam tubuh pasien. Arus yang dialirkan bertujuan untuk menghindari kerusakan pada sel tubuh. Besaran arus yang dikirimkan ke tubuh manusia berkisar antara 0,2 – 0,8 mA. Hal ini bertujuan agar pasien tidak merasakan sengatan ketika listrik dikirimkan ke tubuh. Selain itu, angka arus tersebut tergolong aman untuk dikirimkan ke tubuh manusia karena masih di bawah *threshold current* yaitu 1 – 5 mA. Besaran frekuensi yang dipilih dalam pengukuran ini adalah 50 kHz – 100 kHz. Nilai ini dipilih karena pada frekuensi tersebut aliran arus yang dikirimkan ke tubuh manusia dapat menembus membran sel sehingga impedansi tubuh pasien dapat diukur.

Untuk memenuhi semua persyaratan di atas, dalam perancangan rangkaian BIA pada penelitian ini akan dibuat beberapa rangkaian yang dapat menciptakan arus dengan besaran dan kriteria yang diinginkan. Besaran arus yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,22 mA dengan frekuensi sebesar 50 kHz. Rangkaian yang akan digunakan untuk mendapatkan arus untuk dikirimkan antara lain pembangkit gelombang, rangkaian howland, penguat instrumentasi, dan rangkaian penyearah.

#### 4.3.3.1. Pembangkit Gelombang

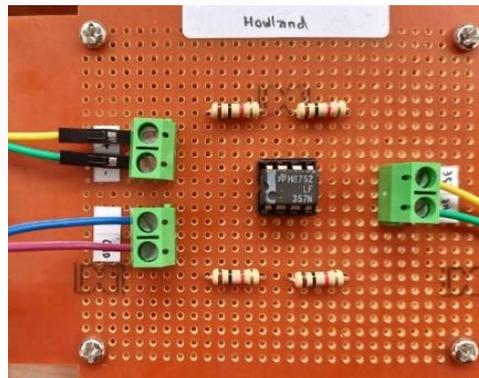
Pembangkit gelombang diperlukan dalam metode BIA untuk membangkitkan besaran nilai frekuensi pada arus listrik. Seperti yang dikatakan sebelumnya, besaran frekuensi yang diinginkan pada penelitian ini adalah 50 kHz. Untuk mendapatkan nilai frekuensi akan digunakan sebuah modul dalam bentuk yang sudah jadi, yakni modul *oscillator* IC ICL803. Berikut merupakan gambar modul IC ICL803 yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4. 5 Modul IC ICL803

#### 4.3.3.2. Rangkaian Howland

Rangkaian *howland* adalah salah satu rangkaian yang dapat mempertahankan arus listrik agar tetap stabil walaupun pada terminalnya terdapat perubahan. Rangkaian *howland* pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan komponen sebuah IC LF357 dan 4 buah resistor berukuran 1k ohm. Resistor inilah yang berfungsi mempertahankan nilai arus agar tetap konstan. Resistor dengan nilai yang sama bertujuan agar seimbang sehingga dapat menjaga nilai arus konstan. Berikut adalah hasil dari pembuatan rangkaian *howland*.

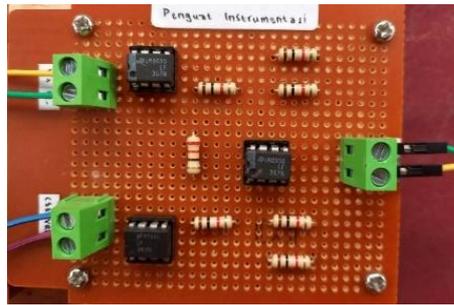


Gambar 4. 6 Rangkaian Howland

#### 4.3.3.3. Rangkaian Penguat Instrumentasi

Setelah mengirimkan arus ke tubuh pasien, keluaran dari pengiriman arus tersebut adalah berupa tegangan. Namun nilai tegangan yang didapatkan terlalu kecil sehingga selanjutnya akan masuk ke rangkaian penguat instrumentasi untuk dilakukan penguatan tegangan sehingga dapat dideteksi oleh mikrokontroler dan diolah. Rangkaian ini terdiri dari 3 buah IC LF357, 6 buah resistor 1k, dan 1 buah resistor 220 ohm. Fungsinya adalah untuk menguatkan tegangan yang berasal dari tubuh manusia sebanyak 9.09 kali lipat. Berikut merupakan hasil jadi pembuatan

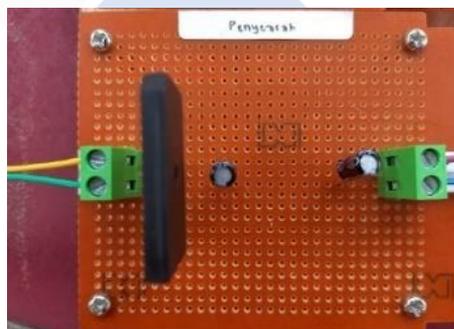
rangkaian penguat instrumentasi



Gambar 4.7 Hasil Pembuatan Rangkaian Penguat Instrumentasi

#### 4.3.3.4. Rangkaian Penyearah

Tegangan yang didapatkan setelah pengiriman arus ke dalam tubuh adalah berupa tegangan AC sehingga akan digunakan rangkaian penyearah untuk mengubah tegangan AC tersebut menjadi tegangan DC agar selanjutnya dapat dibaca oleh mikrokontroller. Komponen yang digunakan dalam rangkaian penyearah ini adalah diode bridge sebagai penyearah dan 2 buah kapasitor 1 uf untuk menstabilkan tegangan. Berikut merupakan hasil jadi pembuatan rangkaian penyearah.

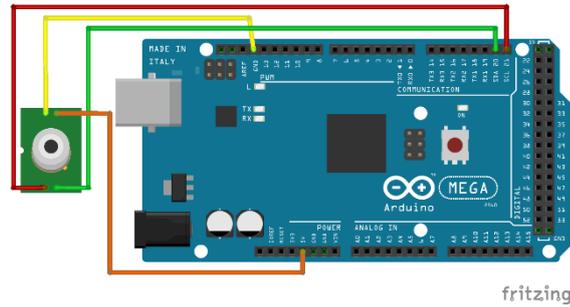


Gambar 4.8 Hasil Pembuatan Rangkaian Penyearah

#### 4.3.4. Rangkaian Pengukur Suhu Tubuh

Pembuatan rangkaian elektrikal pada pengukur suhu tubuh dibuat untuk mempermudah ketika merangkai alat dan komponennya. Pusat kontrol pada rangkaian ini berada pada arduino dan sensor yang digunakan untuk mengukur suhu tubuh adalah sensor suhu MLX90614 . Berikut adalah gambar rangkaian elektrikal

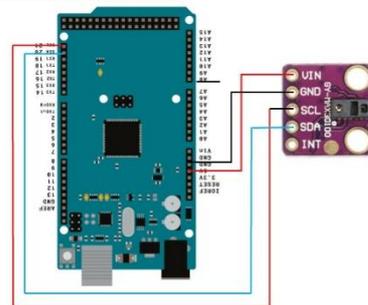
yang dibuat dari pengukur suhu tubuh.



Gambar 4.9 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengukur Suhu

#### 4.3.5. Rangkaian Pengukur Kadar Oksigen dalam Darah

Pembuatan rangkaian elektrikal pada pengukur kadar oksigen dalam darah dibuat untuk mempermudah ketika merangkai alat dan komponennya. Pusat kontrol pada rangkaian ini berada pada arduino dan sensor yang digunakan untuk mengukur kadar oksigen adalah sensor MAX30100. Berikut adalah gambar rangkaian elektrikal yang dibuat dari pengukur kadar oksigen dalam darah.



Gambar 4.10 Hasil Pembuatan Rangkaian Pengukur Kadar Oksigen dalam Darah

#### 4.4. Hasil Pengujian Rangkaian Metode BIA

Pengujian terhadap rangkaian BIA bertujuan untuk mengetahui kesesuaian dari keluaran rangkaian BIA dengan yang diinginkan dan mengetahui apakah rangkaian BIA dapat berfungsi dengan baik. Pengujian rangkaian BIA dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap rangkaian oscillator sebagai pembangkit gelombang dan rangkaian howland sebagai sumber arus stabil. Pengujian pada rangkaian BIA dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.11 Hasil Pembuatan Rangkaian Metode BIA  
 Hasil pengujian terhadap rangkaian BIA dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Pada Metode BIA

Jenis Rangkaian	Hasil Pengukuran
Oscillator	50.00 KHz
Howland	0,25 mA

#### 4.5. Hasil Pembuatan *Software* Tampilan Telegram pada IoT

Aplikasi Telegram digunakan untuk menampilkan keseluruhan hasil pengukuran pada alat. Alat akan menampilkan hasil setelah pasien selesai melakukan pengukuran dengan sempurna dan menekan opsi finish pada layar LCD TFT. Pada bagian sebelumnya telah dijelaskan proses pembuatan tampilan dari Telegram. Untuk tampilan hasil pengukuran pada Aplikasi Telegram dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 4.12 Tampilan Hasil Pengukuran Pada Telegram

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa nilai yang akan ditampilkan pada layar chat Telegram adalah hasil keseluruhan dari pengukuran. Hasil akan ditampilkan berurutan sesuai dengan urutan ketika melakukan pengukuran dan otomatis tampil setelah memberikan perintah pada bot Telegram /start.

#### 4.6. Pengujian dan Analisa Alat Secara Keseluruhan

Setelah mengimplementasikan perangkat keras dan lunak perlu dilakukan pengujian terhadap alat secara keseluruhan untuk mengetahui akurasi dan ketepatan alat ukur yang dibuat. Pengujian akan dilakukan dengan melakukan pengukuran terhadap tinggi badan, berat badan, massa lemak, massa non lemak, total air dalam tubuh, suhu tubuh, dan kadar oksigen dalam darah. Pengujian akan dilakukan ke beberapa sampel pasien yang memiliki perbedaan jenis kelamin, umur, tinggi badan, dan berat badan. Adapun langkah-langkah untuk melakukan pengujian terhadap alat ukur adalah sebagai berikut :

1. Hubungkan kabel power ke alat.
2. Menekan saklar on
3. Setelah display awal selesai, pasien akan berdiri diatas tatakan yang disediakan untuk melakukan pengukuran berat badan.
4. Pasien tetap berdiri tepak di atas tatakan sejenak untuk melakukan pengukuran tinggi badan.

5. Pasien memegang kedua elektroda di sisi kanan dan sisi kiri kotak utama untuk mengukur komposisi tubuh kurang lebih selama 30 detik.
6. Pasien diminta untuk memasukkan umur dan jenis kelamin pada tampilan LCD.
7. Nilai komposisi tubuh berupa massa lemak, massa non lemak, dan total air dalam tubuh akan ditampilkan pada layar LCD TFT.
8. Pasien akan menaruh telapak tangan kiri di atas sensor yang telah disesuaikan untuk melakukan pengukuran suhu tubuh.
9. Pasien menempelkan salah satu jari tangan kanan di atas sensor untuk melakukan pengukuran kadar oksigen dalam darah.
10. Tekan tombol selesai untuk mengakhiri pengukuran dan mengirimkan hasil pengukuran ke telegram atau tekan reset untuk mengulangi pengukuran.

Setelah pasien selesai melakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang dibuat dalam penelitian ini, pasien juga akan melakukan pengukuran menggunakan alat ukur acuan untuk dilakukan analisa dan melihat persentase dari akurasi dari alat ukur yang dibuat. Analisa hasil dilakukan untuk melihat tingkat akurasi dari alat ukur yang dibuat. Akurasi pengukuran dinyatakan sebagai kedekatan nilai pengukuran rata-rata pada modul pengukuran dengan nilai yang dianggap benar (*accepted value*) yang dihasilkan oleh alat ukur acuan. Nilai akurasi juga berbanding terbalik dengan nilai kekeliruan (*error*). Berdasarkan penjelasan tersebut, perhitungan untuk mendapatkan beberapa nilai di atas akan menggunakan rumus-rumus berikut :

- a. Nilai rata rata (*Mean*)

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n}$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = nilai rata-rata pengukuran modul

$\sum xi$  = nilai keseluruhan data

n = jumlah data yang diambil

- b. Nilai Kekeliruan (*Error*)

$$Error = \bar{x} - AV$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = nilai rata-rata pengukuran modul

AV = accepted value (nilai pengukuran alat acuan)

c. Nilai Persentase Kekeliruan (%Error)

$$\% Error = \frac{error}{AV}$$

Keterangan :

Error = nilai kekeliruan

AAV = accepted value (nilai pengukuran alat acuan)

d. Nilai Persentase Akurasi

$$\% Akurasi = 100\% - \% Error$$

Keterangan :

%Error = Persentase Kekeliruan

#### 4.6.1. Pengujian Alat Ukur Berat Badan

Pengukuran berat badan akan dilakukan terhadap 10 orang yang perbedaan berat badan dan postur tubuh. Pengukuran akan dilakukan sebanyak tiga kali setiap orangnya. Keakurasian pengukur berat badan ini diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pengukuran pada alat ukur acuan. Berikut adalah gambar ketika melakukan pengukuran.



Gambar 4.13 Pengujian Alat Ukur Berat Badan

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukur berat badan menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan.

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Berat Badan

No.	Nama Pasien	Hasil Pada Timbangan (Kg)	Nilai Pengukuran			Nilai Rata-Rata	Persentase Error	Persentase Akurasi
			1	2	3			
1	Haeri	44	44,1	44,3	44,4	44,27	0,60	99,40
2	Fendy	62	62,5	62,3	62,2	62,33	0,53	99,47
3	Razila	55	55,5	55,4	55,2	55,37	0,66	99,34
4	Faishal	51	51,3	51,3	51	51,20	0,39	99,61
5	Luqman	50	50,2	50,2	50,1	50,17	0,33	99,67
6	Mardi	55	55,7	55,5	55,5	55,57	1,02	98,98
7	Monica	43	43,5	43,5	43,3	43,43	1,00	99,00
8	Annisa	43	43,3	43,6	43,5	43,47	1,07	98,93
9	Ayu	60	60,5	60,6	60,4	60,50	0,83	99,17
10	Kavitha	60	60,2	60,1	60,3	60,20	0,33	99,67
		<b>Rata-rata</b>					<b>0,68</b>	<b>99,32</b>

Setelah melakukan pengukuran baik menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga alat ukur acuan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{44,27 - 44}{44} \right| \times 100\% = 0,60\%$$

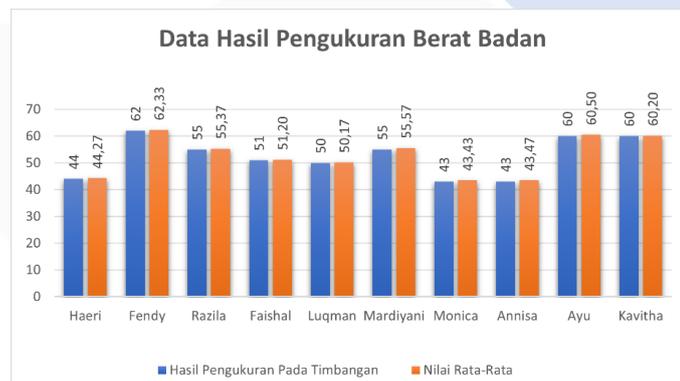
$$\%Akurasi = 100\% - 0,60 = 99,40\%$$

- Perhitungan pada pasien 2

$$\%Error = \left| \frac{62.33-62}{62} \right| \times 100 \% = 0.53\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0.53 = 99.47\%$$

Berdasarkan data pengujian di atas, dapat diambil analisa bahwa pengukuran berat badan menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi rata-rata sebesar 99,32% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai rata-rata *error* nya adalah 0,68%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pengukuran berat badan menggunakan alat ukur ini layak digunakan. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Berat Badan

#### 4.6.2. Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Pengukuran tinggi badan akan dilakukan terhadap 10 orang yang memiliki postur tinggi tubuh yang berbeda. Pengukuran akan dilakukan sebanyak tiga kali setiap orangnya. Keakurasian pengukur tinggi badan ini akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pengukuran menggunakan alat ukur acuan. Berikut gambar ketika sedang melakukan pengukuran.



Gambar 4.15 Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukuran tinggi badan menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan.

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Tinggi Badan

No.	Nama Pasien	Hasil Pada Meteran (Cm)	Nilai Pengukuran			Nilai Rata-Rata	Persentase Error (%)	Persentase Akurasi (%)
			1	2	3			
1	Haeri	159	159,3	159,3	159,2	159,27	0,17	99,83
2	Fendy	167	167,3	167,2	167,2	167,23	0,14	99,86
3	Razila	172	172,5	172,3	172	172,27	0,15	99,85
4	Faishal	159	159,2	159,1	159,2	159,17	0,10	99,90
5	Luqman	160	160,0	160,3	160,1	160,13	0,08	99,92
6	Mardi	149	149,5	149,2	149,3	149,33	0,22	99,78
7	Monica	157	157,2	157,3	157,3	157,27	0,17	99,83
8	Annisa	147	147,5	147,4	147,3	147,40	0,27	99,73
9	Ayu	160	159,6	159,5	159,7	159,60	0,25	99,75
10	Kavitha	157	157,1	157,5	156,9	157,17	0,11	99,89
			<b>Rata-rata</b>				<b>0,17</b>	<b>99,83</b>

Setelah melakukan pengukuran baik menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga alat ukur acuan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{159,27 - 159}{159} \right| \times 100\% = 0,17\%$$

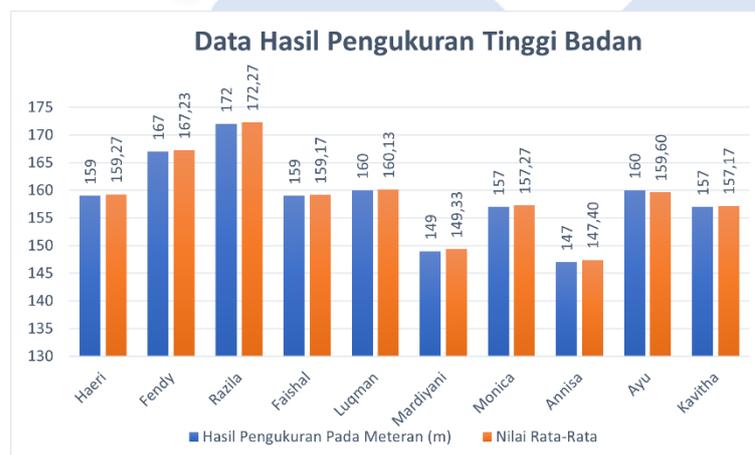
$$\%Akurasi = 100\% - 0,17 = 99,83\%$$

- Perhitungan pada pasien 2

$$\%Error = \left| \frac{167,23 - 167}{167} \right| \times 100\% = 0,14\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0,14 = 99,86\%$$

Berdasarkan data pengujian di atas, dapat diambil analisa bahwa pengukuran tinggi badan menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 99,83% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai *error* nya adalah 0,17%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa pengukuran tinggi badan menggunakan alat ukur ini layak digunakan. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.16 Grafik Hasil Pengukuran Tinggi Badan

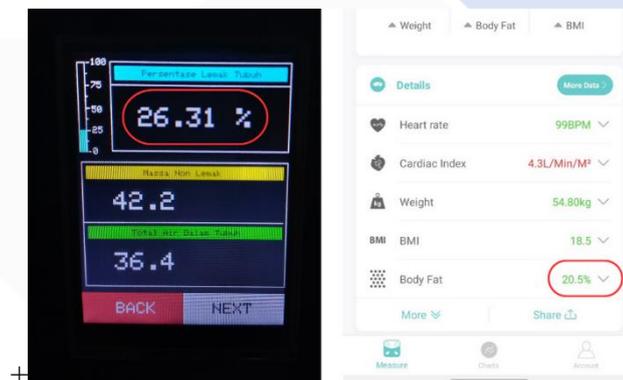
#### 4.6.3. Pengujian Alat Ukur Komposisi Tubuh

Pengujian terhadap komposisi tubuh di antaranya untuk mengetahui persentase lemak tubuh, massa non-lemak pada tubuh, dan total air dalam tubuh.

Sesuai dengan prosedur yang telah dijelaskan pada poin 4.6. Pengukuran komposisi tubuh dimulai setelah pasien selesai mengisi umur dan jenis kelamin, pasien akan diminta untuk memegang dua elektroda di sisi kanan dan kiri. Nilai impedansi yang dihasilkan pada metode BIA akan diolah untuk mendapatkan masing-masing hasil pengukuran.

#### 4.6.3.1. Persentase Lemak Tubuh

Keakurasian nilai persentase lemak tubuh akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pengukuran pada alat timbangan yang dapat mengukur lemak tubuh. Berikut adalah gambar hasil pengukuran baik menggunakan alat ukur penelitian maupun alat ukur acuan.



Gambar 4.17 Hasil Pengukuran Persentase Lemak Tubuh

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukuran persentase lemak tubuh menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan.

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Lemak Tubuh

No	Nama Pasien	Umur	Gender	Hasil Pengukuran Smart Body (%)	Hasil Pengukuran Alat Ukur(%)	Nilai Error	Persentase Akurasi (%)
1	Haeri	53	Lk	21,4	20,32	5,05	94,95
2	Fendy	29	Lk	25,3	23,86	5,69	94,31
3	Razila	21	Lk	20,5	22,47	8,77	91,23

No	Nama Pasien	Umur	Gender	Hasil Pengukuran Smart Body (%)	Hasil Pengukuran Alat Ukur(%)	Nilai Error	Persentase Akurasi (%)
4	Faishal	18	Lk	21,8	22,92	4,89	95,11
5	Luqman	22	Lk	17,9	19,24	6,96	93,04
6	Mardiyan i	51	Pr	23,3	22,41	3,82	96,18
7	Monica	22	Pr	24,7	25,43	2,87	97,13
8	Annisa	21	Pr	23,6	24,21	2,52	97,48
9	Ayu	21	Pr	32,1	31,28	2,55	97,45
10	Kavitha	21	Pr	30,3	31,12	2,63	97,37
<b>Rata-Rata</b>						<b>4,58</b>	<b>95,42</b>

Setelah melakukan pengukuran baik menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga alur ukur acuan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{20,32 - 21,4}{21,4} \right| \times 100\% = 5,05\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 5,05 = 96,97\%$$

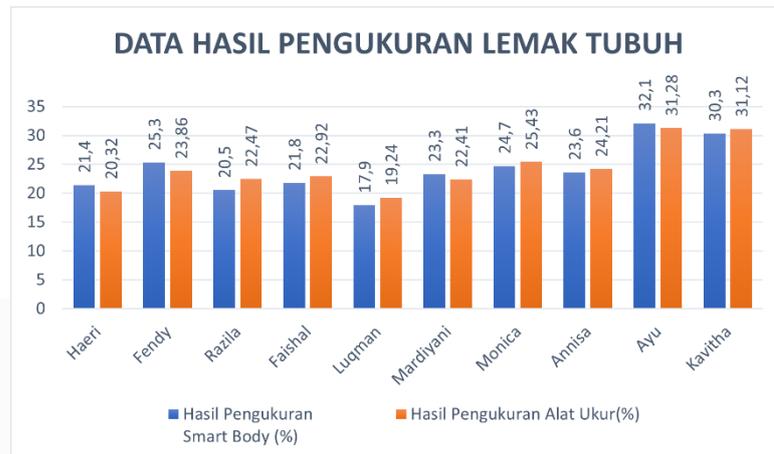
- Perhitungan pada pasien 6

$$\%Error = \left| \frac{22,41 - 23,3}{23,3} \right| \times 100\% = 3,82\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 3,82 = 96,18\%$$

Berdasarkan data pengujian di atas, dapat diambil analisa bahwa secara keseluruhan pengukuran massa lemak badan menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 95,42% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai *error* nya adalah 4,58%. Jika dilakukan perbandingan hasil berdasarkan jenis kelamin, hasil persentase lemak tubuh pada laki-laki

memiliki nilai *error* sebesar 6.27%, lebih besar dari pada hasil pada perempuan yakni sebesar 2.88%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) pada pengukuran massa lemak memiliki nilai *error* yang relatif kecil pada jenis kelamin perempuan dan cenderung lebih besar pada jenis kelamin laki-laki. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.18 Grafik Hasil Pengukuran Lemak Tubuh

#### 4.6.3.2. Pengujian Nilai Massa Non-Lemak

Keakurasian nilai massa non lemak tubuh akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pada perhitungan manual. Berikut adalah gambar hasil pengukuran dari massa non-lemak



Gambar 4.19 Hasil Pengukuran Massa Non-Lemak

Akurasi pengukuran massa non lemak akan diuji dengan melakukan perbandingan hasil dengan perhitungan manual yang dilakukan dengan rumus berikut.

$$FFM = 0,360(h^2/I)+0,162 (h)+0,289 (W) - 0,134 (Age)+4,83 (gender) - 6,83$$

- Perhitungan pada pasien 5

$$FFM = 0,360 \left( \frac{160^2}{1616,2} \right) + 0,162 (160) + 0,289 (50,2) - 0,134 (22) + 4,83 (1) -$$

6,83

$$FFM = 5,702264571 + 25,92 + 14,5078 - 2,948 + 4,83 - 6,83$$

$$FFM = 41,182064571$$

- Perhitungan pada pasien 6

$$FFM = 0,360 \left( \frac{149,5^2}{1946} \right) + 0,162 (149,5) + 0,289 (55,7) - 0,134 (51) + 4,83 (0)$$

- 6,83

$$FFM = 4,134681398 + 24,219 + 16,0973 - 6,834 + 0 - 6,83$$

$$FFM = 30,786981398$$

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukuran persentase lemak tubuh menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Massa Non-Lemak

No	Nama Pasien	Umur	Jenis Kelamin (lk/pr)	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran Alat Ukur	Nilai Error	Persentase Akurasi (%)
1	Haeri	53	Lk	34,06	35,5	4,06	95,94
2	Fendy	29	Lk	44,45	46,3	4,00	96,00
3	Razila	21	Lk	46,1	46,5	0,86	99,14
4	Faishal	18	Lk	41,57	42,4	1,96	98,04
5	Luqman	22	Lk	41,18	41,2	0,05	99,95
6	Mardiyani	51	Pr	30,78	31,1	1,03	98,97
7	Monica	22	Pr	32,79	33,7	2,70	97,30
8	Annisa	21	Pr	30,94	32,8	5,67	94,33
9	Ayu	21	Pr	38,79	39,6	2,05	97,95
10	Kavitha	21	Pr	37,67	38,9	3,16	96,84
<b>Rata-Rata</b>						<b>2,55</b>	<b>97,45</b>

Setelah melakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga melakukan perhitungan manual, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{perhitungan manual}}{\text{perhitungan manual}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{35,5 - 34,06}{34,06} \right| \times 100\% = 4,06\%$$

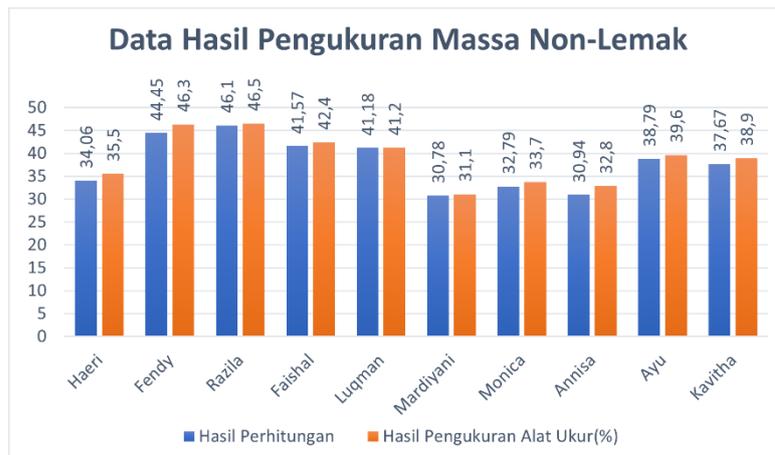
$$\%Akurasi = 100\% - 4,06\% = 95,94\%$$

- Perhitungan pada pasien 6

$$\%Error = \left| \frac{31,1 - 30,78}{30,78} \right| \times 100\% = 1,03\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 1,03\% = 98,97\%$$

Berdasarkan data pengujian di atas, dapat diambil analisa bahwa secara keseluruhan pengukuran massa non-lemak badan menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 99,74% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai *error* nya adalah 2,55%. Jika dilakukan perbandingan hasil berdasarkan jenis kelamin, hasil persentase lemak tubuh pada laki-laki memiliki nilai *error* sebesar 2.18%, lebih kecil dari pada hasil pada perempuan yakni sebesar 2.92%, walau nilai erbedaannya tidak begitu signifikan. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) pada pengukuran massa lemak memiliki nilai *error* yang relatif kecil. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.20 Grafik Hasil Pengukuran Massa Non-Lemak

#### 4.6.3.3. Pengujian Total Air dalam Tubuh

Keakurasian total air dalam tubuh akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan melakukan perhitungan secara manual. Berikut adalah gambar hasil pengukuran dari massa non-lemak



Gambar 4. 21 Hasil Pengukuran Total Air dalam Tubuh

Akurasi pengukuran massa non lemak akan diuji dengan melakukan perbandingan hasil dengan perhitungan manual yang dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Laki-laki} = (0,194786 \times \text{height}) + (0,296785 \times \text{weight}) - 14,012934$$

$$\text{Perempuan} = (0,34454 \times \text{height}) + (0,13809 \times \text{weight}) - 35,270121$$

- Perhitungan pada pasien 5

$$TBW = (0,194786 \times \text{height}) + (0,296785 \times \text{weight}) - 14,012934$$

$$TBW = (0,194786 \times 159,3) + (0,296785 \times 44,1) - 14,012934$$

$$TBW = 30,970974 + 13,05854 - 14,012934$$

$$TBW = 30,01658$$

- Perhitungan pada pasien 6

$$TBW = (0,34454 \times \text{height}) + (0,13809 \times \text{weight}) - 35,270121$$

$$TBW = (0,34454 \times 149,5) + (0,13809 \times 55,7) - 35,270121$$

$$TBW = 51,33646 + 7,59495 - 35,270121$$

$$TBW = 23,661289$$

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Total Air dalam Tubuh

No	Nama Pasien	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran Alat Ukur(%)	<i>error</i>	Persentase Akurasi (%)
1	Haeri	30,01	30	0,03	99,97
2	Fendy	36,91	36,9	0,03	99,97
3	Razila	35,81	35,8	0,03	99,97
4	Faishal	32,09	32	0,28	99,72
5	Luqman	31,99	31,9	0,28	99,72
6	Mardiyani	23,66	23,6	0,25	99,75
7	Monica	24,76	24,7	0,24	99,76
8	Annisa	23,52	23,5	0,09	99,91
9	Ayu	30,91	30,9	0,03	99,97
10	Kavitha	29,93	29,9	0,10	99,90
		<b>Rata-rata</b>		<b>0,14</b>	<b>99,86</b>

Setelah melakukan pengukuran menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga melakukan perhitungan manual, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{perhitungan manual}}{\text{perhitungan manual}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{30 - 30.01}{30.01} \right| \times 100\% = 0.03\%$$

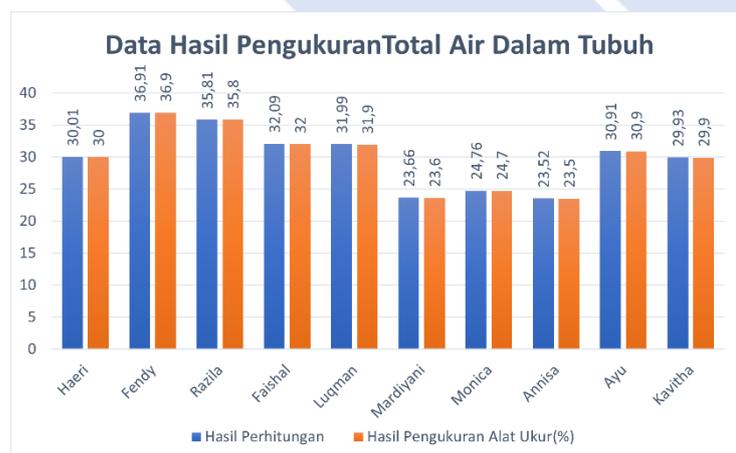
$$\%Akurasi = 100\% - 0.03\% = 99.97\%$$

- Perhitungan pada pasien 6

$$\%Error = \left| \frac{23.6 - 23.66}{23.66} \right| \times 100\% = 0.25\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0.25\% = 99.75\%$$

Berdasarkan data pengujian di atas, dapat diambil analisa bahwa pengukuran total air dalam tubuh sebagai bagian dari pengukuran komposisi tubuh menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 99,86% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai *error* nya adalah 0.14%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat disimpulkan bahwa pengukuran total air dalam tubuh sebagai bagian dari komposisi tubuh memiliki nilai *error* yang kecil jika dibandingkan dengan nilai pada pengukuran. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.22 Grafik Hasil Pengukuran Total Air dalam Tubuh

#### 4.6.4. Pengujian Alat Ukur Suhu Tubuh

Pengukuran suhu tubuh akan dilakukan terhadap 10 orang yang berbeda. Pengukuran akan dilakukan sebanyak tiga kali setiap orangnya. Keakurasian pengukur suhu tubuh ini akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pengukuran pada alat ukur suhu tubuh komersil. Berikut adalah gambar ketika sedang melakukan pengukuran suhu tubuh.



Gambar 4.23 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukuran suhu tubuh menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Suhu Tubuh

No.	Nama Pasien	Hasil Pada Termometer (°C)	Nilai Pengukuran			Nilai Rata-Rata	Persentase <i>Error</i> (%)	Persentase Akurasi (%)
			1	2	3			
1	Haeri	36,9	35	35,8	35,7	35,50	3,79	96,21
2	Fendy	36,9	35,2	35,5	35,8	35,50	3,79	96,21
3	Razila	36,5	36,3	36,1	36,5	36,30	0,55	99,45
4	Faishal	36,6	35,9	35,8	35,5	35,73	2,37	97,63
5	Luqman	36,4	35,8	36	36,2	36,00	1,10	98,90
6	Mardi	37,1	36,3	36,8	36,5	36,53	1,53	98,47
7	Monica	36,3	36,2	36,4	36,4	36,33	0,09	99,91
8	Annisa	35,5	35,5	35,5	35,3	35,43	0,19	99,81
9	Ayu	36,5	36,9	36,3	36,2	36,47	0,09	99,91
10	Kavitha	35,9	35,8	35,7	35,8	35,77	0,37	99,63
		<b>Rata-rata</b>					<b>1,39</b>	<b>98,61</b>

Setelah melakukan pengukuran baik menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga alat ukur acuan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{35.50 - 36.9}{36.9} \right| \times 100\% = 3.79\%$$

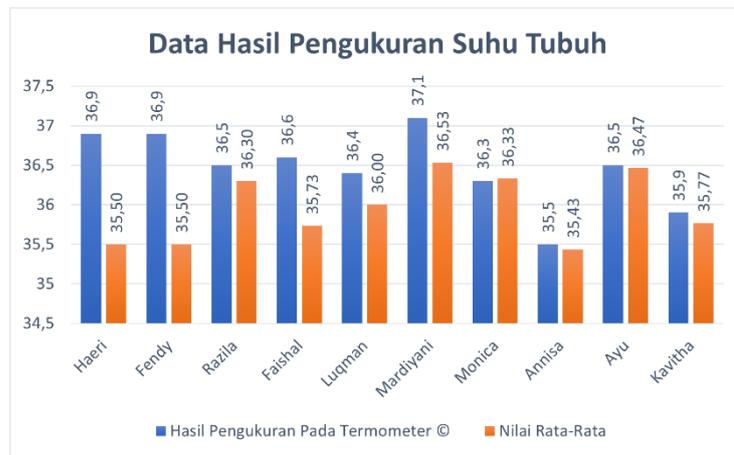
$$\%Akurasi = 100\% - 3.79 = 96.21\%$$

- Perhitungan pada pasien 3

$$\%Error = \left| \frac{36.30 - 36.5}{36.5} \right| \times 100\% = 0.55\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0.55 = 99.45\%$$

Berdasarkan data pengujian diatas, dapat diambil analisa bahwa pengukuran suhu tubuh menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 98,61% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan. Sedangkan nilai *error* nya adalah 1,39%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat disimpulkan bahwa pengukuran suhu tubuh menggunakan alat ukur ini layak digunakan. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut



Gambar 4.24 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Tubuh

#### 4.6.5. Pengujian Alat Ukur Kadar Oksigen dalam Darah

Pengukuran kadar oksigen dalam darah akan dilakukan terhadap 10 orang yang berbeda. Pengukuran akan dilakukan sebanyak tiga kali setiap orangnya. Keakurasian pengukur kadar oksigen dalam darah ini akan diuji dengan melakukan perbandingan pembacaan dengan nilai pengukuran pada alat ukur saturasi oksigen komersial. Berikut adalah gambar ketika sedang melakukan pengukuran kadar oksigen dalam darah.



Gambar 4.25 Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah

Berikut merupakan tabel hasil pengujian pengukuran kadar oksigen dalam darah menggunakan alat ukur yang dibuat dengan alat ukur acuan.

Tabel 4.8 Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah

No.	Nama Pasien	Hasil Pada Oximeter (%)	Nilai Pengukuran			Nilai Rata-Rata	Persentase Error (%)	Persentase Akurasi (%)
			1	2	3			
1	Haeri	97	97	97	97	97,00	0,00	100,00
2	Fendy	96	96	97	96	96,33	0,35	99,65
3	Razila	97	97	97	97	97,00	0,00	100,00
4	Faishal	97	96	97	97	96,67	0,34	99,66
5	Luqman	96	96	96	96	96,00	0,00	100,00
6	Mardi	97	97	97	96	96,67	0,34	99,66
7	Monica	97	97	96	97	96,67	0,34	99,66
8	Annisa	96	96	96	96	96,00	0,00	100,00
9	Ayu	98	98	98	98	98,00	0,00	100,00
10	Kavitha	97	98	97	97	97,33	0,34	99,66
<b>Rata-rata</b>							<b>0,17</b>	<b>99,83</b>

Setelah melakukan pengukuran baik menggunakan alat ukur yang dibuat dan juga alur ukur acuan, selanjutnya akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai persentase akurasi dan juga persentase error. Berikut adalah rumus perhitungan nilai persentase error dan persentase akurasi serta contoh perhitungannya pada dua pasien yang berbeda.

$$\%Error = \left| \frac{\text{nilai pengukuran} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - \%Error$$

- Perhitungan pada pasien 1

$$\%Error = \left| \frac{97-97}{97} \right| \times 100\% = 0\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0 = 100\%$$

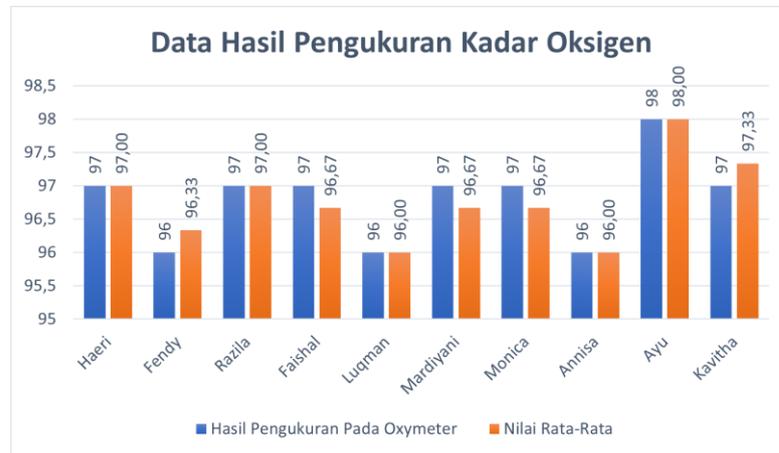
- Perhitungan pada pasien 2

$$\%Error = \left| \frac{96.33-96}{96} \right| \times 100\% = 0.35\%$$

$$\%Akurasi = 100\% - 0.60 = 99.65\%$$

Berdasarkan data pengujian diatas, dapat diambil analisa bahwa pengukuran kadar oksigen dalam darah menggunakan alat yang dibuat memiliki tingkat akurasi sebesar 99,83% jika dibandingkan dengan data dari alat ukur acuan.

Sedangkan nilai *error* nya adalah 0,17%. Dari penjelasan nilai akurasi dan nilai *error* di atas, dapat disimpulkan bahwa pengukuran kadar oksigen dalam darah menggunakan alat ukur ini layak digunakan. Perbandingan hasil alat ukur dengan alat ukur acuan dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 4.26 Grafik Hasil Pengukuran Kadar Oksigen dalam Darah

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Setelah mendapatkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa peneliti telah berhasil merancang dan membuat alat yang dikembangkan untuk mengukur berat badan, tinggi badan, suhu tubuh, kadar oksigen dalam darah, dan beberapa rangkaian elektronika yang diintegrasikan sehingga bisa digunakan untuk mengukur persentase lemak tubuh, massa non-lemak, dan kadar air dalam tubuh menggunakan rumus pada metode BIA. Tahap yang dilakukan dalam mengerjakan penelitian ini adalah dengan melakukan perencanaan dan pembuatan terhadap konstruksi alat ukur, merancang dan membuat rangkaian kontrol alat, melakukan pengujian terhadap alat ukur, serta menampilkan hasil pengukuran pada layar LCD dan Aplikasi Telegram yang terhubung dengan IoT.

Untuk mengetahui tingkat akurasi alat ukur yang dibuat, akan dilakukan pengujian dengan melakukan pengukuran pada alat ukur lalu hasil pengukuran akan dibandingkan dengan menggunakan alat ukur acuan sesuai dengan parameter pengukurannya. Berdasarkan hasil pengukuran dan perbandingan dengan alat ukur acuan, didapatkan tingkat akurasi alat ukur berat badan mencapai rata-rata 99,32%, pengukuran tinggi badan rata-rata 99.83%, akurasi pengukuran suhu tubuh rata-rata 98.61%, dan pengukuran kadar oksigen dalam darah memiliki rata-rata 99.83%. Sedangkan pengukuran komposisi tubuh yang menggunakan metode BIA berupa massa lemak memiliki akurasi dengan rata-rata 95,42%, massa non-lemak memiliki rata-rata akurasi 97,45%, dan total air dalam tubuh memiliki rata-rata 99.86%.

Selain itu, penggunaan Aplikasi Telegram yang terhubung dengan IoT dapat menampilkan hasil pengukuran di atas sesuai dengan hasil pengukuran. Diharapkan alat pada penelitian ini mampu mempermudah pasien ketika ingin melakukan pengukuran karena alat telah dibuat menjadi alat yang satu dan cukup akurat untuk menjadi sebuah alat ukur

## 5.2. Saran

Penulis sangat menyadari bahwa selama proses penulisan dan penyusunan makalah ini masih terdapat banyak kesalahan yang perlu untuk diperbaiki dan ditingkatkan, baik dari tata bahasa maupun pemilihan kata yang tepat. Sedangkan untuk alat yang berhasil dibuat, terdapat beberapa hal yang bisa diperhatikan dan ditingkatkan untuk ke depannya, seperti:

1. Mengembangkan kinerja pengukuran baik dari sisi kalibrasi tiap sensor maupun program yang dibuat sehingga dapat meningkatkan akurasi pada setiap pengukuran.
2. Dapat menambah beberapa unsur pengukuran lain yang menggunakan sensor lain atau yang dapat dihasilkan oleh metode BIA seperti pengukuran kepadatan tulang.
3. Mengembangkan tahapan dan cara penggunaan alat menjadi lebih mudah dan sederhana sehingga cepat bisa dipahami oleh pasien ketika ingin menggunakan alat ukur.
4. Melakukan pengembangan terhadap tampilan hasil pengukuran yang terintegrasi dengan IoT.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] R.Hidayat, “Rancang Bangun Alat Monitoring Tingkat Obesitas Masyarakat Berdasarkan Komposisi Tubuh,” vol. 64, pp. 436–448, 2021.
- [2] D. N.Wijayanti, H.Sukmaningtyas, and D. Y.Fitranti, “Kesesuaian Metode Pengukuran Persentase Lemak Tubuh Skinfold Caliper Dengan Metode Bioelectrical Impedance Analysis,” vol. 7, no. 2, pp. 1504–1510, 2018.
- [3] M. A.Riyadi, “Development of Bio-impedance Analyzer (BIA) for Body Fat Calculation,” 2017, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [4] A. M.Nurtsani, B.Murianda, T.Prakoso, Y.Christyono, and M. A.Riyadi, “Rancang Bangun Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Multifrekuensi berbasis ARM,” *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 5, no. 2, pp. 147–155, 2019, doi: 10.15575/telka.v5n2.147-155.
- [5] A.Ngaqib Muthouwali, M. A.Riyadi, and T.Prakoso, “Rancang Bangun Alat Pengukur Persentase Lemak Tubuh Dengan Metode Whole Body Measurement Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Empat Elektroda Dengan Saklar Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 32,” 2017, [Online]. Available: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/transmisi/article/view/15389>
- [6] R.Wahyusari, L.Wibowo, and M. A.Amrozi, “Perancangan Alat Pengukur Suhu Badan dan Kadar Oksigen Dalam Darah Menggunakan Mikrokontroler,” *JIFKOM (Jurnal Ilm. Inform. Komputer) STTR Cepu*, vol. 2, no. 02, 2023.
- [7] F. E.Dewantara, *Rancang Bangun Alat Pengukur Lemak Tubuh dengan Metode Bio Impedance Analysis (BIA) Berbasis Atmega 2560 Tampilan Display Lcd TFT dan Printer Thermal*. 2021.
- [8] I. P.Ramadhan and A. P. A.Hermawan, “Rancang Bangun Alat Ukur Indeks Massa Tubuh, Persentase Lemak Tubuh, dan Total Air dalam Tubuh,” 2023.
- [9] A.Daffarizqi, “Pemodelan Alat Pengukur Persentase Lemak Tubuh Dengan Metode Bio Impedance Analysis (BIA) Berbasis Arduino Uno,” vol. 37, no. 1, pp. 292–300, 2020, doi: 10.1016/j.clnu.2016.12.028.

- [10] M.Kumngern, "Current-Controlled Current-Mode Quadrature Oscillator Using Translinear Current Conveyors," *Repository.Ubb.Ac.Id*, vol. 3, no. 209, 2019.
- [11] E.Maulandari Zuli, "Analisis Hasil Pengukuran Impedansi Listrik Dengan Menggunakan Metode Injeksi Arus Tipe Floating Dan Howland," vol. 15, no. 2, pp. 1–23, 2018.
- [12] E.Hijriani, B.Maruddani, and E.Sandi, "Rancang Bangun Rectifier Pada Rectenna Untuk Transfer Daya Wireless Pada Frekuensi 2,45 Ghz," *J. Pendidik. VOKASIONAL Tek. Elektron.*, vol. 1, no. 1, pp. 6–9, 2018, doi: 10.21009/jvote.v1i1.6900.
- [13] D. S. H.Syah, M. A.Riyadi, and D.Darjat, "Rancang Bangun Alat Pengukur Persentase Lemak Tubuh Dengan Bioelectrical Impedance Analysis (Bia) 2 Elektroda Berbasis Arduino Atmega 2560," *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 3, pp. 493–499, 2015, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient/article/view/9994>
- [14] M. I.Subidyo, *Alat Pengukur Berat Badan dan Tinggi Badan Terkomputerisasi Berbasis Wireless, Arduino, Sensor Load Cell, dan Ultrasonic*. 2019.
- [15] F. Y.Saputra, M. S.AlAmin, and P., "Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah Mlx90614," *J. Tekno*, vol. 19, no. 1, pp. 60–67, 2022, doi: 10.33557/jtekno.v19i1.1638.
- [16] I. R.Muttaqin and D. B.Santoso, "Prototype Pagar Otomatis Berbasis Arduino Uno Dengan Sensor Ultrasonic Hc-SR04," *JE-Unisla*, vol. 6, no. 2, p. 41, 2021, doi: 10.30736/je-unisla.v6i2.695.
- [17] M.Afdali, M.Daud, and R.Putri, "Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO," vol. 5, no. 1, pp. 106–118, 2017.
- [18] W. O. S. N.Alam, A. N.Aliansyah, F. E.Larobu, L.Mulyawati, A.Asminar, and I.Galugu, "Tingkat akurasi Sensor AMG8833 dan Sensor MLX90614 dalam Mengukur Suhu Tubuh," *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 1, p. 169, 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i1.114543.

- [19] B. N.Laili, B.Destyningtias, M.Eng, andS.Heranurweni, “Rancang Bangun Pulse Oximetry Dengan Sistem Monitoring Internet of Thing ( Iot ),” *J. Mhs. Tek. Elektro*, pp. 1–9, 2019.
- [20] F.Nugroho, A. U.Bani, andE. E. E.Velazques, “perancangan Alat Pengukuran Suhu dan Kadar Oksigen dalam Darah Berbasis Mikrokontroller,” vol. 10, no. 2, 2022.



## LAMPIRAN

### DAFTAR RIWAYAT HIDUP

#### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Fadhillah  
Tempat & Tanggal Lahir : Toboali, 12 Oktober 2002  
Alamat Rumah : Jl. Mayor Syafrie Rachman  
Kelurahan Toboali kabupaten  
Bangka Selatan, Kepulauan  
Bangka Belitung  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Telp :  
Email : Muhammadfadhillah60@gmail.com



#### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 2 Toboali  
MTs Plus Bahrul Ulum Islamic Centre Sungailiat, Bangka  
SMAS Muhammadiyah Toboali

#### 3. Lainnya

Sungailiat, 03 Januari 2024



(Muhammad Fadhillah)

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Razila Kullaha  
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 17 Oktober  
: 2002  
Alamat Rumah : Jl. Kamboja Gg. Puyuh III No.  
266 Kelurahan Kacang Pedang,  
: Kecamatan Gerunggang, Kota  
Pangkalpinang, Kepulauan  
Bangka Belitung  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Agama : Islam  
Telp :  
Email : rzklh11@gmail.com



### 2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 46 Pangkalpinang  
SMP Negeri 3 Pangkalpinang  
SMK Negeri 1 Simpangkatis

### 3. Lainnya

Sungailiat, 03 Januari 2024

(Razila Kullaha)