

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR INDEKS MASSA TUBUH,
PERSENTASE LEMAK TUBUH, DAN
TOTAL AIR DALAM TUBUH**

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh:

Ikham Pratama Ramadhan	NIM: 1051911
Anissa Putri Aprilia Hermawan	NIM: 1051913

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR INDEKS MASSA TUBUH,
PERSENTASE LEMAK TUBUH, DAN
TOTAL AIR DALAM TUBUH**

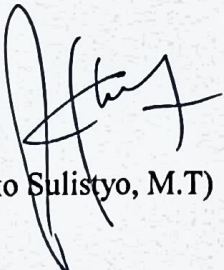
Oleh:

**IKHRAM PRATAMA RAMADHAN / 1051911
ANISSA PUTRI APRILIA HERMAWAN / 1051913**

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)

Penguji 1



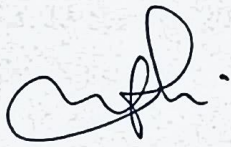
(Ocsirendi, M.T.)

Pembimbing 2



(Yudhi, M.T)

Penguji 2



(Dr. Parulian Silalahi)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ikhram Pratama Ramadhan NIM: 1051911

Nama Mahasiswa 2 : Anissa Putri Aprilia Hermawan NIM: 1051913

Dengan Judul : Rancang Bangun Alat Ukur Indeks Massa Tubuh,
Persentase Lemak Tubuh, dan Total Air dalam Tubuh

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, 13 Februari 2023

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Ikhram Pratama Ramadhan



2. Anissa Putri Aprilia Hermawan



ABSTRAK

Penelitian tentang alat ukur berat badan dan tinggi badan yang terintegrasi dengan pengukuran lemak belum banyak diteliti. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan membuat suatu alat ukur yang mampu menghasilkan data berupa indeks massa tubuh, persentase lemak dan total air dalam tubuh. Penelitian ini menggunakan metode Bioelectrical Impedance Analysis (BIA). Metodologi dalam penelitian ini dengan mengukur berat badan menggunakan sensor load cell dan tinggi badan menggunakan sensor ultrasonik, sedangkan pengukuran lemak tubuh menggunakan metode BIA yang mampu mengukur impedansi dalam tubuh. Metode ini bekerja dengan mengirimkan arus AC berfrekuensi tertentu ke tubuh dan mengukur tegangan yang dihasilkan menggunakan elektroda untuk mengetahui nilai impedansi tubuh. Nilai impedansi yang terukur digunakan sebagai nilai input untuk perhitungan lemak tubuh. Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran berat, tinggi badan, dan lemak tubuh terhadap beberapa sampel orang yang berbeda. Hasil pengukuran dibandingkan dengan alat ukur acuan. Dari data pengujian menghasilkan keakurasian untuk berat badan 99,83% dan tinggi badan 99,83%. Sedangkan keakurasian pada pengukuran indeks massa tubuh 99,76%, total air dalam tubuh 99,88%, persentase lemak tubuh pada pria sebesar 91,48%, dan persentase lemak tubuh pada wanita sebesar 97,38%. Dapat disimpulkan bahwa pengukuran menggunakan alat ukur ini sudah cukup akurat dan pengukuran dengan alat ini lebih efisien karena sudah dalam satu kesatuan alat yang terintegrasi.

Kata kunci: *Bioelectrical Impedance Analysis, Indeks Massa Tubuh, Lemak Tubuh, Total Air dalam Tubuh*

ABSTRACT

There are not many studies on weight and height measurement tools that are integrated with fat measurement. Therefore, further research needs to be create a measuring instrument that is able to calculate data in the form of body mass index, fat percentage and total body water. This research uses the Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) method. The methodology in this study is to measure body weight using a load cell sensor and height using an ultrasonic sensor, while measuring body fat using the BIA method which is able to measure impedance in the body. This method works by sending AC current of a certain frequency to the body and measuring the resulting voltage using electrodes to determine the impedance value of the body. The measured impedance value is used as an input value for body fat calculation. Tests were conducted by measuring the weight, height, and body fat of several different samples of people. The measurement results are compared with reference measuring instrument. From the test data, the accuracy for body weight is 99.83% and body height is 99.83%. While the accuracy in measuring body mass index is 99.76%, total body water is 99.88%, body fat in men is 91.48%, and body fat in women is 97.38%. It can be concluded that measurements using this measuring instrument are quite accurate and measurements with this tool are more efficient because they are already in one integrated tool.

Keywords : *Bioelectrical Impedance Analysis, Body Fat, Body Mass Index, Total Body Water.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Proyek Akhir dengan judul "**RANCANG BANGUN ALAT UKUR INDEKS MASSA TUBUH, PERSENTASE LEMAK TUBUH, DAN TOTAL AIR DALAM TUBUH**" ini dengan baik dan tepat waktu. Laporan ini disusun sebagai sebagai salah satu persyaratan mahasiswa dalam menyelesaikan Proyek Akhir ini.

Dalam Proyek Akhir ini alat yang penulis kerjakan bertujuan untuk mengetahui tingkat kebugaran dan kesehatan tubuh manusia dan diharapkan nantinya alat ini dapat digunakan pada instansi kesehatan ataupun dalam tes masuk kedinasan dengan menggunakan sistem kontrol dari Mikrokontroler yaitu Arduino Mega 2560 yang dihubungkan dengan TFT LCD. Dalam pembuatan Proyek Akhir ini penulis mengakui bahwa selesainya Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari pihak-pihak tertentu. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT. Karena atas berkat dan karunia-Nya lah kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Eko Sulistyono, M.T, selaku pembimbing 1 dalam Proyek Akhir ini
3. Bapak Yudhi, M.T, selaku pembimbing 2 dalam Proyek Akhir ini.
4. Seluruh staf pengajar dan karyawan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Orang tua beserta keluarga yang lainnya, yang selalu memberikan kasih sayang, doa serta dukungan kepada penulis.
6. Teman-teman kelas TE Mendunia yang telah ikut mendukung dan memberikan bantuan serta masukan dalam pembuatan Proyek Akhir ini.
7. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dalam laporan Proyek Akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun dalam rangka perbaikan laporan ini. Demikianlah laporan ini dibuat dan semoga laporan ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca. Akhir kata semoga proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan pembaca. Aamiin.

Sungailiat, 13 Februari 2023

Hormat Kami,

Penulis

DAFTAR ISI

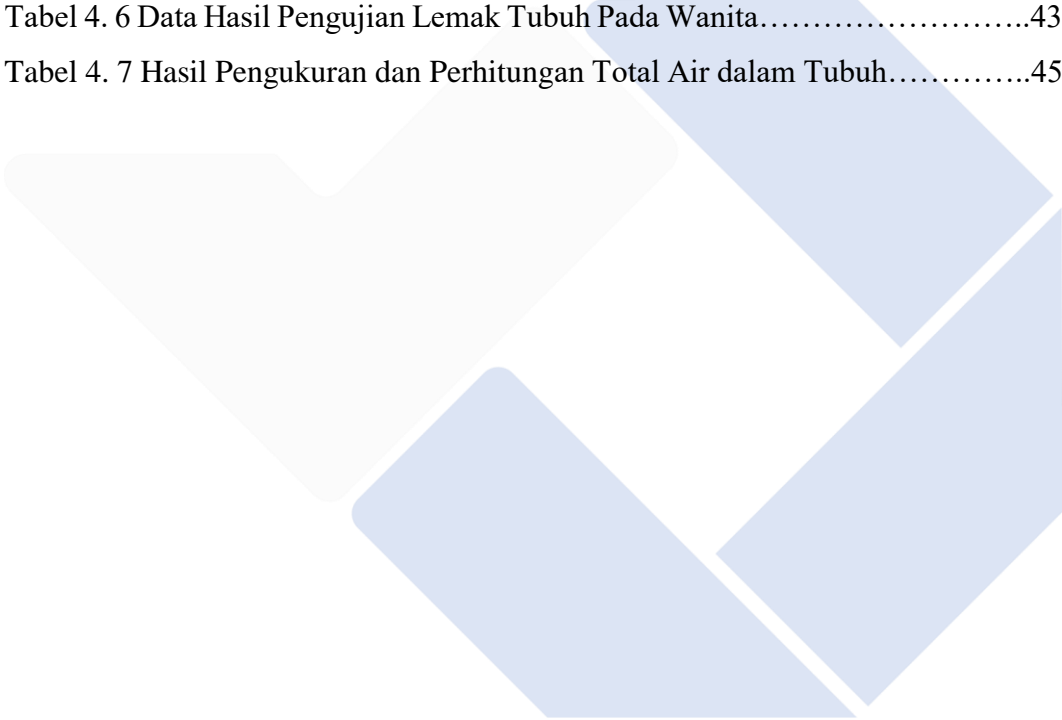
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Indeks Massa Tubuh	4
2.2. <i>Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)</i>	5
2.3. Persentase Lemak Tubuh Menggunakan Metode BIA	5
2.4. Total Air dalam Tubuh	7
2.5. Sensor <i>Load Cell</i>	7
2.6. Sensor Ultrasonik HC-SR04	8
2.7. Arduino Mega	9
2.8. LCD TFT 2.8"	10
2.9. Rangkaian <i>Howland</i>	10
2.10. Penguat Instrumentasi	11
2.11. Rangkaian penyearah	12
2.12. Pembangkit Gelombang (<i>Oscillator</i>)	12
BAB III METODE PELAKSANAAN	14
3.1. Studi Literatur dan Pengolahan Data	15

3.2. Perancangan OPET	15
3.3. Pembuatan OPET	16
3.4. Pengujian OPET	16
3.5. Evaluasi dan Perbaikan	16
3.6. Pembuatan Laporan Tugas Akhir dan Publikasi	17
BAB IV PEMBAHASAN.....	18
4.1. Deskripsi Alat	18
4.2. Perancangan dan Pembuatan Konstruksi.....	19
4.2.1. Perancangan Konstruksi Secara Mekanik	19
4.2.2. Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik	20
4.3. Perancangan dan Pembuatan <i>Software</i> Tampilan LCD.....	21
4.3.1. Perancangan <i>Software</i> Tampilan LCD TFT	21
4.3.2. Pembuatan <i>Software</i> Tampilan LCD.....	21
4.4. Perancangan dan Pembuatan Kontrol.....	24
4.4.1. Perancangan dan Pembuatan Kontrol Alat Ukur Berat Badan.....	24
4.4.1.1. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrikal Alat Ukur Berat Badan.....	25
4.4.1.2. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Mekanikal Alat Ukur Berat Badan.....	25
4.4.2. Perancangan dan Pembuatan Kontrol Alat Ukur Tinggi Badan.....	26
4.4.2.1. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrikal Alat Ukur Tinggi Badan.....	26
4.4.2.2. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Mekanikal Alat Ukur Tinggi Badan.....	27
4.4.3. Perancangan dan Pembuatan <i>Hardware</i> Elektrikal Rangkaian BIA	27
4.4.3.1. Modul <i>Oscillator</i> 8038	28
4.4.3.2. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian <i>Howland</i>	29
4.4.3.3. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian <i>Instrument amplifier</i> dan Rangkaian <i>Rectifier</i>	30
4.5. Pengujian Kontrol.....	31
4.5.1. Pengujian Rangkaian BIA (<i>Bioelectrical Impedance Analysis</i>).....	31

4.5.2.Pengujian Kontrol Pengukur Berat Badan	33
4.5.3.Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan	34
4.6. Pengujian Alat Ukur Secara Keseluruhan	36
4.6.1.Pengujian Alat Ukur Berat Badan	38
4.6.2.Pengujian Tinggi Badan	39
4.6.3.Pengujian Indeks Massa Tubuh.....	41
4.6.2.Pengujian Persentase Lemak Tubuh.....	42
4.6.3.Pengujian Total Air dalam Tubuh	44
4.7. Analisa Data	45
4.7.1.Hasil Analisa Pengukuran Berat Badan	46
4.7.2.Hasil Analisa Pengukuran Tinggi Badan	47
4.7.3.Hasil Analisa Pengukuran Indeks Massa Tubuh.....	48
4.7.4.Hasil Analisa Pengukuran Persentase Lemak Tubuh.....	48
4.7.5.Hasil Analisa Perhitungan Total Air Tubuh	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	51
5.1. Kesimpulan	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Batas ambang IMT di Indonesia.....	4
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Rangkaian BIA.....	32
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Alat Ukur berat badan.....	38
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	40
Tabel 4. 4 Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Indeks Massa Tubuh.....	42
Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Lemak Tubuh Pada Pria.....	43
Tabel 4. 6 Data Hasil Pengujian Lemak Tubuh Pada Wanita.....	43
Tabel 4. 7 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Total Air dalam Tubuh.....	45



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Komposisi Tubuh Manusia.....	5
Gambar 2. 2 Sensor <i>Load Cell</i>	7
Gambar 2. 3 Sensor Ultrasonik HC-SR04.....	8
Gambar 2. 4 Konfigurasi PIN Sensor HC-SR04.....	8
Gambar 2. 5 Arduino Mega.....	9
Gambar 2. 6 LCD TFT.....	10
Gambar 2. 7 Rangkaian <i>Howland</i>	11
Gambar 2. 8 Rangkaian Instrumentasi <i>Amplifier</i>	11
Gambar 2. 9 Skematik Rangkaian Penyearah.....	12
Gambar 2. 10 Modul ICL 8038.....	13
Gambar 3. 1 Tahap Pelaksanaan Kegiatan.....	14
Gambar 3. 2 Diagram Blok Perancangan Alat.....	15
Gambar 4.1 Blok Diagram Cara Kerja Alat.....	18
Gambar 4. 2 Perancangan OPET.....	19
Gambar 4. 3 Alat Ukur OPET.....	20
Gambar 4. 4 Tampak Depan dan Tampak Belakang <i>Box</i> Alat.....	20
Gambar 4. 5 Rancangan pada Tampilan TFT LCD.....	21
Gambar 4. 6 Tahap Pertama Tampilan LCD TFT.....	22
Gambar 4. 7 Tahap Kedua Tampilan LCD TFT.....	22
Gambar 4. 8 Tahap Ketiga Tampilan LCD TFT.....	23
Gambar 4. 9 Tahap Keempat Tampilan LCD TFT.....	24
Gambar 4. 10 (a)Rangkaian Skematik (b)Hasil Rangkaian Elektrikal.....	25
Gambar 4. 11 (a)Perancangan dan (b)Hasil Pembuatan Alat Ukur Berat Badan...	26
Gambar 4. 12 (a)Rangkaian Skematik (b)Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal	26
Gambar 4. 13 (a)Perancangan dan (b)Hasil Pembuatan Alat Ukur Tinggi Badan...	27
Gambar 4. 14 Modul Oscillator 8038.....	28
Gambar 4. 15 Skematik Rangkaian <i>Howland</i>	29
Gambar 4. 16 Rangkaian <i>Howland</i>	29

Gambar 4. 17 Skematik Rangkaian <i>Instrument amplifier</i> dan Rectifier.....	30
Gambar 4. 18 (a)Rangkaian <i>Instrument amplifier</i> (b)Rangkaian Rectifier.....	31
Gambar 4. 19 Diagram Blok Pengujian Rangkaian BIA.....	31
Gambar 4. 20 Pengujian Rangkaian BIA.....	32
Gambar 4. 21 Diagram Blok Pengujian Alat Ukur Berat Badan.....	33
Gambar 4. 22 Pengujian Alat Ukur Berat Badan.....	33
Gambar 4. 23 Hasil Pengujian Alat Ukur Berat Badan.....	34
Gambar 4. 24 Diagram Blok Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	35
Gambar 4. 25 Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	35
Gambar 4. 26 Hasil Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan.....	36
Gambar 4. 27 Pengujian Alat Ukur OPET.....	37
Gambar 4. 28 Perbandingan Pengujian Berat Badan.....	38
Gambar 4. 29 Perbandingan Pengujian Tinggi Badan.....	39
Gambar 4. 30 Pengujian Indeks Massa Tubuh Pasien 5 dan 8 (Garis Kuning)....	41
Gambar 4. 31 Perbandingan Pengujian Persentase Lemak Tubuh (Garis Biru)....	43
Gambar 4. 32 Pengujian Total Air dalam Tubuh Pasien 5 dan 8 (Garis Hijau)....	44
Gambar 4. 33 Grafik Perbandingan Data Berat Badan.....	46
Gambar 4. 34 Grafik Perbandingan Data Tinggi Badan.....	47
Gambar 4. 35 Grafik Perbandingan Data Indeks Massa Tubuh.....	48
Gambar 4. 36 Grafik Perbandingan Data Lemak Tubuh pada Pria.....	49
Gambar 4. 37 Grafik Perbandingan Data Lemak Tubuh pada Wanita.....	49
Gambar 4. 38 Grafik Perbandingan Data Total Air dalam Tubuh.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 Coding Arduino Alat OPET



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Komposisi tubuh manusia terbagi jadi dua yaitu massa lemak dan massa tanpa lemak. Massa lemak adalah berat lemak dalam tubuh yang dapat ditemukan pada jaringan otot, di bawah kulit, dan di sekitar organ. Sedangkan massa nonlemak tersusun dari tulang, otot, organ, air, hingga jaringan [1]. Dalam pengukuran komposisi tubuh, diperlukan alat berupa *body fat monitor*. *Body fat monitor* sendiri bekerja lebih dari timbangan pada umumnya, selain mengukur berat badan, alat ini juga dapat mengukur kadar lemak, air, dan lainnya [2]. Seiring perkembangan zaman, menyebabkan alat ukur dalam berbagai bidang dibuat otomatis dan digital. Hal ini bertujuan untuk mempermudah pekerjaan manusia sehingga menjadi lebih efisien. Salah satu contoh yang sekarang banyak menggunakan alat ukur digital adalah alat ukur di bidang kesehatan.

Meskipun demikian, masyarakat pada umumnya masih banyak yang menggunakan pengukur berat badan manual, padahal pengukur berat badan manual ini tidak dapat membedakan antara massa lemak dan massa tanpa lemak. Kurang atau lebihnya kadar lemak dalam tubuh memiliki dampak yang kurang baik bagi tubuh [3]. Maka dari itu, perlu dilakukan pengukuran massa lemak agar dapat membantu masyarakat dalam mengatur pola hidupnya secara sehat dan kebugaran tubuhnya terjaga. Begitupun dengan alat ukur tinggi badan manual, biasanya masih menggunakan bantuan orang lain dalam pengukurannya sehingga pengukurannya belum tentu akurat dan kurang efisien.

Salah satu metode yang digunakan sebagai pengukur lemak tubuh adalah *Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)*. BIA mampu menentukan tingkat lemak tubuh dengan mengukur impedansi tubuh manusia [4]. Metode ini dilakukan dengan melewatkan arus bolak-balik (AC) pada frekuensi tertentu ke dalam tubuh manusia. Besarnya nilai impedansi tubuh dapat diketahui dengan mengukur

tegangan yang dihasilkan dari arus bolak-balik yang dialirkan secara konstan ke dalam tubuh manusia. Nilai impedansi tubuh ini nantinya akan digunakan sebagai acuan dalam menentukan lemak tubuh seseorang [5]. Pemrosesan data pengukuran diolah mikrokontroler sesuai rumus yang digunakan, sehingga data pengukuran komposisi tubuh bisa dihasilkan dan ditampilkan pada *display* yang telah disediakan.

Penelitian dari D.S. Karyadi terdahulu pernah membuat suatu alat ukur tinggi badan portabel namun belum bisa mengukur berat badan dan persentase lemak tubuh [6]. Pada penelitian A. Daffarizqi, peneliti merancang sebuah alat pengukur lemak tubuh dengan metode BIA dengan pengolahan data berbasis Arduino Uno [7]. Pada 2021, Fandy Eri Dewantara melakukan penelitian mengenai alat pengukur lemak tubuh namun dalam bentuk pengukuran dengan modul yang terpisah [8]. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa peneliti tersebut telah berhasil membuat alat ukur berat badan, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh serta menampilkan hasilnya pada LCD. Akan tetapi, alat tersebut tidak terdapat dalam satu kesatuan alat yang terintegrasi. Jadi, setiap modul seperti alat ukur tinggi badan dan timbangan terletak di modul yang berbeda sehingga penulis ingin melakukan pengembangan mengenai alat ukur berat badan, tinggi badan, dan persentase lemak tubuh yang terintegrasi menjadi satu kesatuan alat.

Dari penjelasan dan permasalahan serta dengan mengikuti perkembangan teknologi, kami melakukan penelitian untuk membuat suatu alat pengukur tinggi dan berat badan, serta dapat mengetahui indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air di dalam tubuh. Alat ini diharapkan dapat mempermudah pasien dalam mengetahui komposisi yang ada pada tubuhnya.

1.2. Perumusan Masalah

1. Bagaimana cara untuk merancang alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh?

2. Bagaimana cara untuk membuat alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh?
3. Bagaimana cara untuk menguji alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Merancang alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh
2. Membuat alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh
3. Menguji efektivitas alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh

BAB II DASAR TEORI

2.1. Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu indikator kadar relatif lemak tubuh seseorang. Nilai inilah yang menjadi indikator penentu seseorang termasuk kedalam kategori orang tersebut kurus, normal, gemuk, ataupun obesitas. Menurut riset dari Kemenkes RI [9], cara menghitung nilai IMT seseorang ialah dengan membagi berat badan manusia (kg) dengan tinggi badan dikuadratkan (meter), seperti pada persamaan berikut.

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2 \text{ (m)}} \dots\dots\dots(1)$$

Batas ambang IMT untuk Indonesia memiliki batas yang berbeda antara wanita dan pria. Batas ambang IMT menurut Kemenkes RI dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Batas Ambang IMT di Indonesia

Jenis Kelamin	Kategori	Keterangan	IMT (Kg/m ²)
Pria	Kurus	Kekurangan berat badan	< 18
	Ideal	Berat badan normal	18 - 25
	Gemuk	Kelebihan berat badan	>25 - 27
	Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27
Wanita	Kurus	Kekurangan berat badan	< 17
	Ideal	Berat badan normal	17 – 23
	Gemuk	Kelebihan berat badan	>23 - 27
	Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat berat	>27

2.2. Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)

Metode BIA ini yaitu dengan mengirimkan arus AC pada frekuensi yang telah ditentukan ke dalam tubuh seseorang. Nilai impedansi dalam tubuh tersebut diukur dari besarnya tegangan yang dihasilkan lewat elektroda sebagai media pengirim arus. Nilai impedansi inilah yang akan digunakan untuk mendapatkan nilai persentase lemak tubuh [5]. Hubungan arus, tegangan, serta impedansi yang digunakan pada metode BIA ini dapat diketahui dari rumus berikut.

$$Z = \frac{V}{I} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

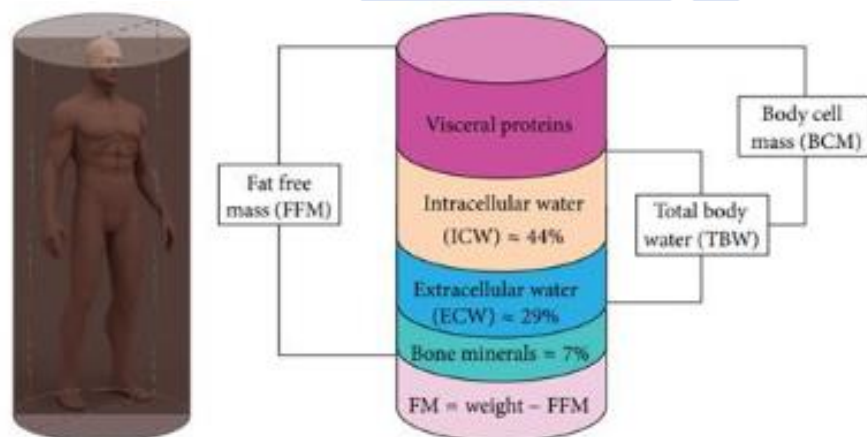
Z = Impedansi tubuh (Ohm)

I = Arus (Ampere)

V = Tegangan (Volt)

2.3. Persentase Lemak Tubuh Menggunakan Metode BIA

Kadar lemak normal untuk wanita yaitu dengan kadar lemak yang berada pada 20-32 persen dari tubuh. Sedangkan untuk pria, kondisi lemak yang normal berada pada 10-22 persen tubuhnya [10]. Komposisi tubuh manusia dibagi menjadi dua bagian yaitu massa tanpa lemak dan massa lemak. Komposisi tubuh manusia ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2.1 Komposisi Tubuh Manusia

Untuk menentukan massa non lemak, digunakan persamaan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Elliot Myloot [11]. Berikut merupakan persamaan yang digunakan tersebut.

$$FFM = 0,360 \left(\frac{height^2}{impedance} \right) + 0,162(height) + 0,289(weight) - 0,134 (age) + 4,83(gender) - 6,83.....(3)$$

Keterangan:

- FFM = Massa non-lemak/*fat free mass* (Kg)
- Height = Tinggi badan (Cm)
- Impedance = Impedansi (ohm)
- Weight = Berat Badan (Kg)
- Age = Usia (Tahun)
- Gender = Jenis kelamin (1= pada pria; 0 = pada wanita)

Setelah diketahui nilai dari massa non lemak (FFM). Maka massa lemak (FM) didapatkan dengan persamaan pada rumus berikut ini.

$$FM = weight - FFM.....(4)$$

Keterangan:

- FM = Massa Lemak (Kg)
- Weight = Berat Badan (Kg)
- FFM = Massa non-lemak (Kg)

Setelah mendapatkan nilai massa lemak, maka nilai persentase lemak tubuh dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$BF = \frac{FM}{weight} \times 100%.....(5)$$

Keterangan:

- BF = Lemak Tubuh (*Body Fat*) (%)
- FM = Massa Lemak (Kg)
- Weight = Berat Badan (Kg)

2.4. Total Air dalam Tubuh

Tubuh manusia tersusun sebagian besar oleh cairan. Hampir 60% berat badan orang dewasa terdiri dari cairan. Jumlah cairan tubuh total pada masing-masing individu dapat bervariasi menurut umur, berat badan, jenis kelamin serta jumlah lemak tubuh [12]. Persamaan yang digunakan untuk menentukan total air dalam tubuh merupakan hasil percobaan yang dilakukan oleh Hume-Weyers. Persamaan untuk laki-laki dan perempuan berbeda yaitu seperti rumus berikut ini.

$$\text{Laki - laki} = (0,194786 \times \text{height}) + (0,296785 \times \text{weight}) - 14,012934 \dots \dots \dots (6)$$

$$\text{Wanita} = (0,34454 \times \text{height}) + (0,13809 \times \text{weight}) - 35,270121 \dots \dots \dots (7)$$

Keterangan:

Height = Tinggi Badan (cm)

Weight = Berat Badan (kg)

2.5. Sensor Load Cell

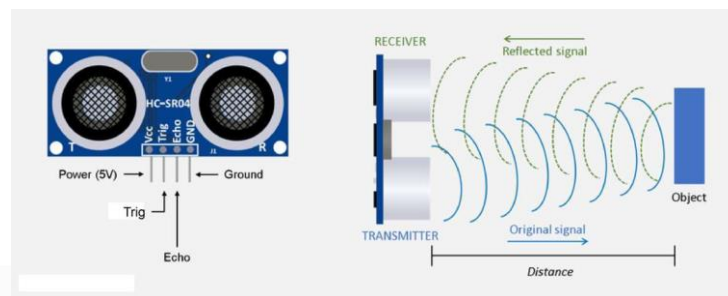
Sensor *load cell* pada penelitian ini digunakan sebagai pendeteksi berat untuk sistem alat ukur berat badan digital. Akurasi alat ukur berat badan digital juga bergantung pada tipe *load cell* yang digunakan. Sensor ini menggunakan prinsip tekanan untuk melakukan pengukuran. Setiap alat ukur berat badan harus melewati pengesahan oleh Biro Metrologi, lembaga yang berwenang untuk melegalkan atau menyetujui alat ukur berat badan melalui sistem TERA [13].



Gambar 2.2 Sensor *Load Cell*

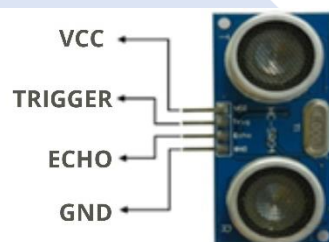
2.6. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Pada pembuatan alat ini sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi tinggi tubuh pasien. Cara kerja pada sensor ini berdasarkan gelombang suara yang dipantulkan. Sensor akan menghasilkan gelombang suara dan menangkap kembali gelombang tersebut sesuai perbedaan waktu sebagai cara untuk pendeteksian. Sensor ini disebut sensor ultrasonik karena menggunakan gelombang ultrasonik untuk pengoperasiannya [14].



Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Dua komponen utama dari sensor ini yaitu pemancar ultrasonik dan penerima ultrasonik. Fungsi pemancar ultrasonik adalah sebagai pemancar gelombang ultrasonik difrekuensi 40 kHz dan penerima ultrasonik mendeteksi gelombang ultrasonik yang dipantulkan mengenai benda.



Gambar 2.4 Konfigurasi PIN Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki prinsip pengukuran jarak ketika tegangan dikirimkan ke sensor, pemancar akan mentransmisikan gelombang ultrasonik dan pada saat proses tersebut terjadi, sensor mengeluarkan keluaran TTL ke atas yang menunjukkan bahwa sensor telah mulai menghitung. Setelah penerima telah menerima pantulan gelombang yang dihasilkan sensor pada objek, pengukuran waktu akan dihentikan dan menghasilkan output TTL pada transisi turun. Jika

waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s, jarak antar sensor dan objek dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$s = t \times \frac{340 \text{ m/s}}{2} \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan:

s = Jarak antara sensor dan objek (m)

t = waktu pengukuran (s)

Pemilihan sensor HC-SR04 dalam penelitian ini ialah karena fitur pada sensor ini memiliki performa stabil, pengukuran jarak yang akurat dengan akurasi 0,3 cm sampai dengan 4 meter dengan jarak terdekat 2 cm, ukuran yang kecil, dapat dioperasikan dengan level tegangan TTL.

2.7. Arduino Mega

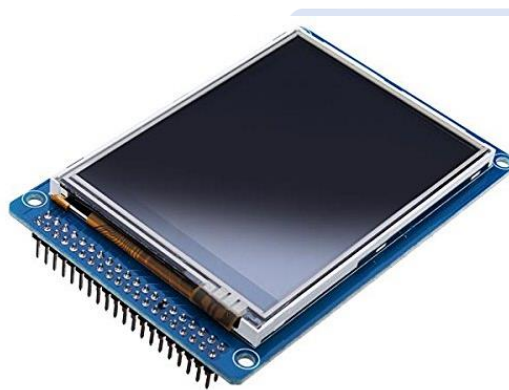
Arduino Mega 2560 merupakan sebuah *board* Arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. *Board* ini memiliki Pin *input* dan *output* yang relatif banyak, 54 digital *input* dan *output*, 15 buah di antaranya dapat di gunakan sebagai output PWM, 16 buah analog *input*, 4 UART [15]. Arduino Mega 2560 berfungsi sebagai pengontrol rangkaian atau komponen elektronik. Pada pembuatan alat ini Arduino mega 2560 digunakan sebagai mikrokontroler dari sensor *load cell*, sensor ultrasonik, data BIA, dan LCD TFT. Pemilihan Arduino Mega 2560 pada penelitian karena arduino ini menggunakan ic Mikrokontroler ATmega 2560 yaitu chip yang memiliki spesifikasi lebih tinggi dan terdapat 54 pin *input/output* digital. Untuk cara penggunaan Arduino ini relatif sederhana, dengan cara menghubungkan power dari USB ke PC / Laptop atau melalui kabel *jack* DC menggunakan adaptor 7-12 VDC.



Gambar 2. 5 Arduino Mega

2.8. LCD TFT 2.8"

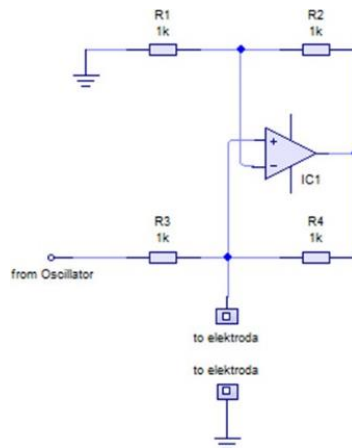
Thin film transistor liquid crystal display (TFT LCD) ialah salah satu jenis *Liquid Crystal Display* (LCD) yang menggunakan Transistor Film Tipis (TFT) untuk meningkatkan kualitas gambar [16]. TFT pada penelitian ini berfungsi untuk memasukkan data jenis kelamin dan usia pasien serta menampilkan data output alat. LCD ini mampu menampilkan warna RGB. Resolusi 240 x 320 adalah 76.800 piksel, tinggi 320 piksel dengan lebar 240 piksel. Piksel ini terdiri dari piksel kristal cair yang menyala ketika diberi tegangan. TFT LCD ini juga sudah mendukung untuk penggunaan layar sentuh.



Gambar 2.6 LCD TFT

2.9. Rangkaian Howland

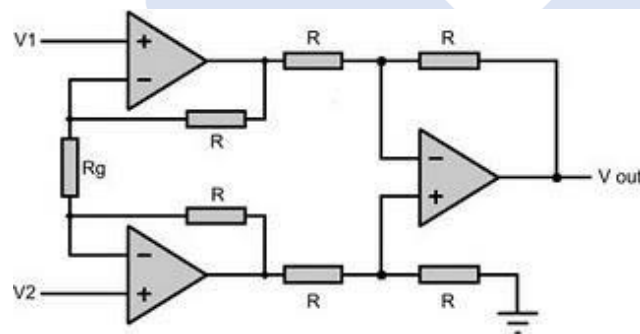
Rangkaian *Howland* digunakan sebagai penstabil arus, dikarenakan metode BIA menggunakan arus konstan. Komponen yang digunakan adalah IC LF357 dan empat resistor 1K. Fungsi resistor disini adalah untuk menjaga agar arus tetap konstan untuk hambatan beban yang berbeda. Nilai resistor pada rangkaian ini biasanya bernilai sama untuk mempermudah konversi [17]. Nilai resistor tersebut yaitu $R1=R2=R3=R4$.



Gambar 2.7 Rangkaian *Howland*

2.10. Penguat Instrumentasi

Penguat instrumentasi (*instrument amplifier*) merupakan penguat yang dibangun dari dua buah penguat *non-inverting* yang kemudian *output*-nya dihubungkan dengan sebuah penguat diferensial [18]. Penguat instrumentasi digunakan sebagai penguat tegangan yang keluar dari tubuh. Rangkaian ini penguat *input* diferensial *loop* tertutup yang penguatannya dapat disesuaikan tanpa mempengaruhi rasio penolakan mode umum. Gambar 2.8 menunjukkan rangkaian penguat instrumentasi.



Gambar 2.8 Rangkaian *Instrument Amplifier*

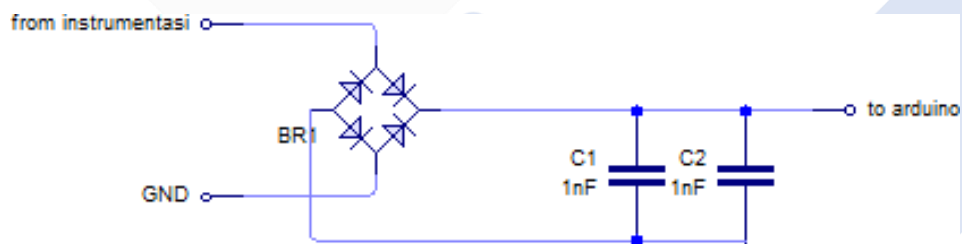
Pada rangkaian *op-amp* ini, komponen yang digunakan adalah tiga buah IC LF357, empat buah resistor 2.2K ohm, dua buah resistor 1K ohm, dan satu buah resistor 220 ohm. Penggunaan *op-amp* ini mengacu pada spesifikasi yang dapat memperkuat tegangan frekuensi tinggi. Sirkuit ini membantu memperkuat

tegangan yang berasal dari tubuh. Tegangan diperkuat hingga 9,09 kali. Setelah tegangan dikuatkan sebanyak 9,09 kali, maka output dari rangkaian penguat instrumentasi akan masuk ke rangkaian penyearah.

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

2.11. Rangkaian penyearah

Rangkaian penyearah konverter AC-DC digunakan untuk mengubah tegangan AC dari tubuh menjadi tegangan DC agar tegangan tersebut bisa diolah *microcontroller*. Komponen yang umum digunakan untuk membangun rangkaian konverter AC/DC menggunakan empat dioda silikon sebagai jembatan/penyearah dioda dan kapasitor yang berfungsi sebagai *filter*. Tegangan DC tersebut akan masuk ke pin arduino dan akan diolah oleh Arduino [19].



Gambar 2.9 Skematik Rangkaian Penyearah

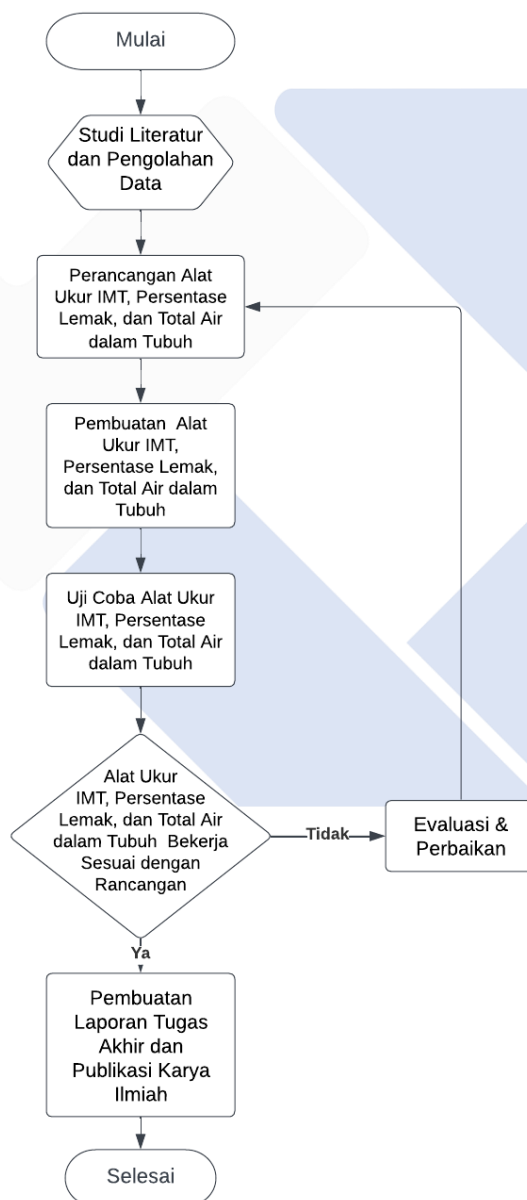
2.12. Pembangkit Gelombang (*Oscillator*)

Osilator (*oscillator*) merupakan rangkaian elektronika yang digunakan untuk memberikan *output* berupa gelombang sinyal dengan amplitudo yang stabil [20]. Keluaran yang dihasilkan berupa gelombang sinyal yang berbentuk sinus, persegi, atau segitiga. Rangkaian osilator ini menggunakan sinyal kecil ataupun desahan yang berasal dari penguat itu sendiri.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Adapun secara singkat tahap pelaksanaan pembuatan alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh pada Tugas Akhir ini dapat dirangkum melalui *flowchart* sebagai berikut:



Gambar 3.1 Tahap Pelaksanaan Kegiatan

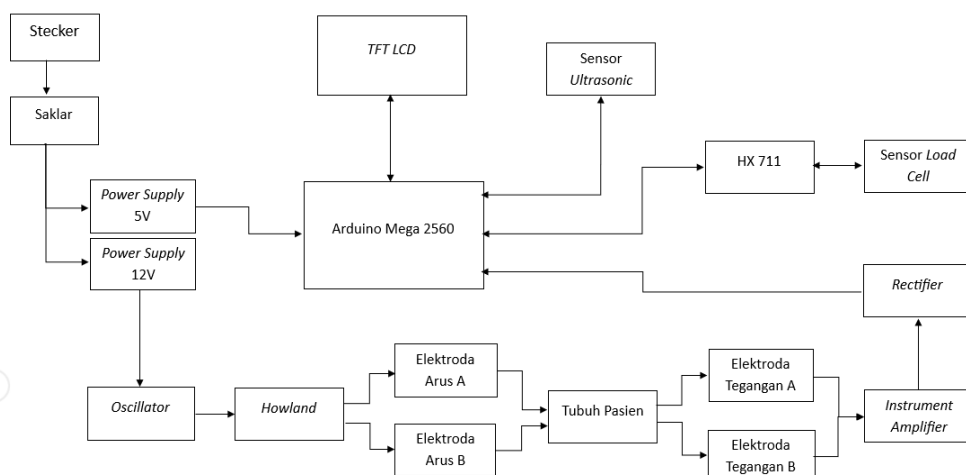
Alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh ini kami beri nama OPET. Langkah-langkah pelaksanaan kegiatan untuk membuat alat ukur OPET diuraikan dibawah ini:

3.1. Studi Literatur dan Pengolahan Data

Mengumpulkan materi dengan membaca serta mempelajari buku-buku atau *browsing* jurnal-jurnal penelitian untuk mencari informasi tentang penelitian OPET. Penulis mempelajari dan membaca beberapa jurnal sebagai referensi dalam pembuatan alat ini. Dari beberapa jurnal yang telah dibaca dan dipelajari, lalu penulis mengolah data atau materi yang dikumpulkan untuk referensi dalam pembuatan alat ini.

3.2. Perancangan OPET

Tahap perancangan ini merupakan proses awal untuk menentukan gambaran fisik dari alat yang akan dibuat seperti rancangan keseluruhan alat, pemilihan tipe komponen dan bahan untuk konstruksi serta menentukan penempatan komponen – komponen yang digunakan. Pembuatan rancangan konstruksi OPET menggunakan *software* Autodesk Inventor sesuai dengan konsep yang telah direncanakan dan perancangan rangkaian elektrikal menggunakan *software* Proteus 8 Professional. Adapun gambaran perancangan kelistrikan alat dalam bentuk blok diagram berikut.



Gambar 3.2 Diagram Blok Perancangan Alat

3.3. Pembuatan OPET

Pembuatan alat dilakukan di Laboratorium Elektronika Daya dan Laboratorium Mikrokontroler Polmanbabel. Pembuatan alat terbagi menjadi dua bagian yaitu *hardware* dan *software*. Pembuatan *hardware* meliputi perakitan alat ukur berat badan, pengukur tinggi badan, rangkaian-rangkaian metode BIA, dan konstruksi alat keseluruhan. Sedangkan pembuatan *software* meliputi pengolahan data pasien menggunakan mikrokontroler sesuai *output* berdasarkan perhitungan menggunakan rumus (IMT, lemak tubuh, total air tubuh) dan pembuatan tampilan untuk memasukan data pengguna serta menampilkan data output pada LCD TFT menggunakan *software* Arduino IDE. Pembuatan alat ukur dibuat berdasarkan perancangan yang telah ditentukan.

3.4. Pengujian OPET

Pengujian alat ukur IMT, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh dilakukan untuk melihat seberapa efisien dan akurat kinerja dari alat tersebut. Pengujian dilakukan terhadap 5 poin.

1. Membandingkan hasil alat ukur berat badan pada OPET dengan alat omron.
2. Membandingkan hasil alat ukur tinggi badan pada OPET dengan meteran.
3. Membandingkan hasil indeks massa tubuh pada OPET dengan perhitungan.
4. Membandingkan hasil persentase lemak tubuh pada OPET dengan alat omron.
5. Membandingkan hasil total air dalam tubuh pada OPET dengan perhitungan.

Dengan melakukan pengujian kelima poin tersebut, maka akan diketahui nilai keakurasian dan nilai *error* pengukuran OPET serta mengetahui kekurangan alat agar bisa diperbaiki. Semua data perbandingan akan dimasukkan ke dalam tabel dan grafik.

3.5. Evaluasi dan Perbaikan

Setelah melakukan pengujian, penulis menganalisis data hasil pengujian secara keseluruhan yang bertujuan untuk mengevaluasi hasil pengujian OPET secara keseluruhan. Jika terdapat kekurangan maka akan dilakukan perbaikan.

3.6. Pembuatan Laporan Tugas Akhir dan Publikasi

Luaran akhir dari pembuatan alat ukur ini berupa laporan tugas akhir dan publikasi hasil pembuatan tugas akhir. Keseluruhan data, analisis, kesimpulan, maupun kritik dan saran dalam proses pembuatan alat akan dirangkum. Hal ini bertujuan untuk memberikan informasi yang telah didapat dari alat proyek akhir. Setelah itu, penulis melakukan publikasi untuk memenuhi persyaratan kelulusan tugas akhir.

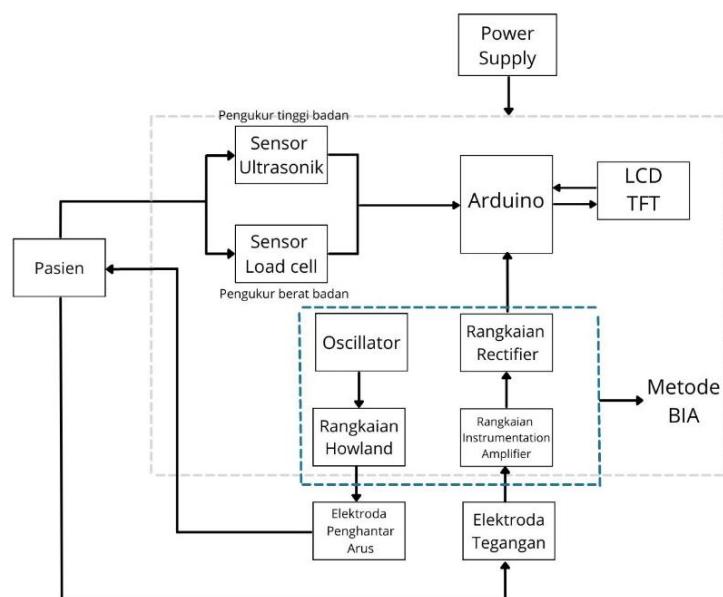


BAB IV PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas tentang proses pembuatan proyek akhir, dimulai dengan merancang dan membuat konstruksi alat, merancang dan membuat sistem kontrol, serta pengujian keseluruhan alat dan melakukan analisa data sebagai berikut.

4.1. Deskripsi Alat

Alat ukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh digunakan sebagai alat yang dapat mengukur berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh manusia. Alat ini dapat digunakan oleh remaja hingga dewasa saja. Alat ini juga terdiri dari beberapa modul pengukuran yang terintegrasi menjadi kesatuan alat. Berbeda dengan alat pengukur lemak lainnya dimana nilai tinggi badan harus di masukan secara manual, pada alat ukur ini dapat sekaligus mengukur tinggi badan otomatis. Blok diagram alat penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.

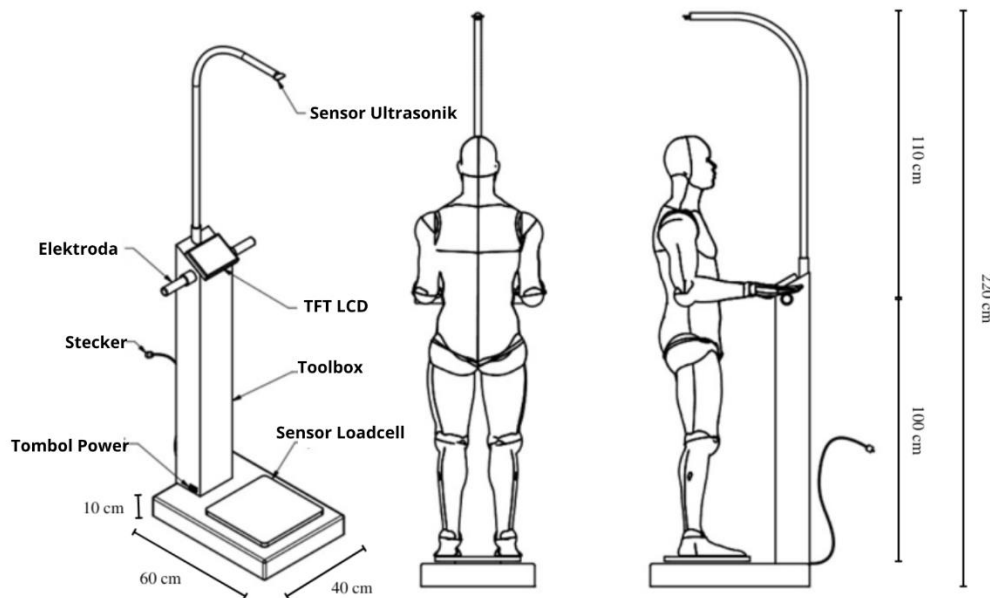


Gambar 4.1 Blok Diagram Alat

4.2. Perancangan dan Pembuatan Konstruksi

Perancangan dan pembuatan konstruksi alat ukur ini dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu perancangan konstruksi secara mekanik dan pembuatan konstruksi secara mekanik. Berikut merupakan tahapan yang dilakukan dalam perancangan dan pembuatan konstruksi pada proyek akhir ini.

4.2.1. Perancangan Konstruksi Secara Mekanik

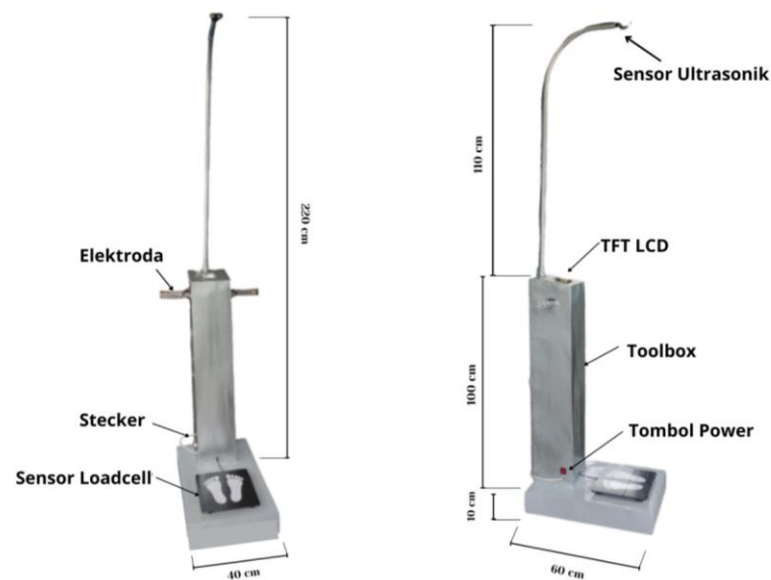


Gambar 4.2 Perancangan OPET

Bahan yang digunakan berupa plat besi 0,2 mm untuk dinding *toolbox*, plat besi 2 mm untuk bagian pijakan pasien, dan besi holo 10 mm untuk tulang konstruksi. Pada bagian bawah LCD TFT merupakan *toolbox* yang digunakan untuk menyimpan rangkaian-rangkaian elektrikal. Perencanaan konstruksi ini dibuat sesuai kebutuhan terhadap ukuran komponen yang digunakan serta pemilihan bahan yang baik agar bisa menumpu pengguna alat. Pada metode BIA, elektroda yang digunakan terletak pada bagian samping *toolbox* karena lebih mudah dijangkau pengguna dan metode BIA yang dipilih yaitu *hand to hand*. Peletakan sensor ultrasonik berada sejajar diatas alat ukur berat badan agar mempermudah saat melakukan pengukuran berat badan dan tinggi badan.

4.2.2. Pembuatan Konstruksi Secara Mekanik

Tahap awal pembuatan alat dilakukan berdasarkan dengan rancangan yang telah dibuat sebelumnya. Dalam proses pembuatan ini yang perlu diperhatikan yaitu pemilihan bahan yang akan digunakan dan ketepatan dalam membuat alat sesuai ukuran dari perancangan. Pembuatan konstruksi meliputi pembuatan tiang alat ukur tinggi badan, kerangka alat, dan *toolbox* tempat penyimpanan rangkaian elektrik. Hasil dari pembuatan konstruksi alat ukur dapat dilihat pada gambar 4.3 dan 4.4 berikut.



Gambar 4.3 Alat Ukur OPET



Gambar 4.4 Tampak Depan dan Tampak Belakang *Toolbox*

4.3. Perancangan dan Pembuatan *Software* Tampilan LCD

Pada bagian ini terdiri dari perancangan dan pembuatan *software* untuk tampilan pada layar LCD TFT. Berikut merupakan uraian mengenai perancangan dan pembuatan *software* tampilan LCD.

4.3.1. Perancangan *Software* Tampilan LCD TFT

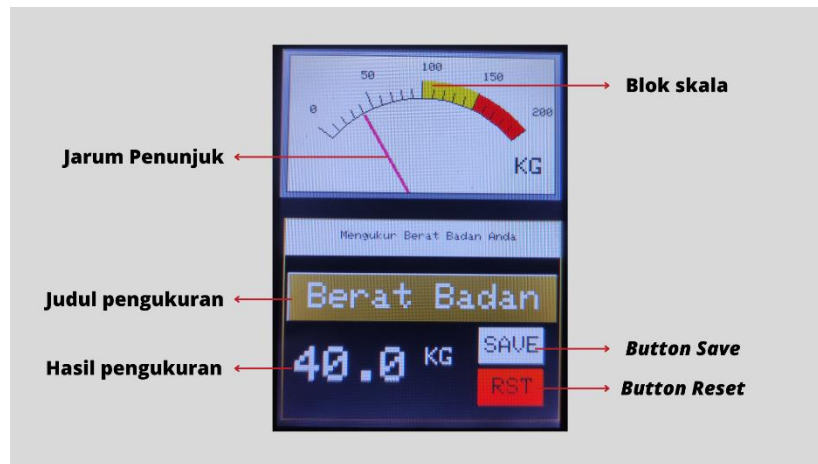
Pada tahap ini, dilakukan perancangan mengenai tampilan pada TFT LCD. TFT LCD yang digunakan berukuran 2,8 inci yang bertujuan untuk mempermudah pasien memasukkan data pada saat pengukuran. Perancangan tampilan TFT LCD ini menggunakan aplikasi Canva yang berfungsi untuk mempermudah perancangan. Berikut merupakan perancangan *software* tampilan LCD TFT.



Gambar 4.5 Perancangan pada Tampilan LCD TFT

4.3.2. Pembuatan *Software* Tampilan LCD

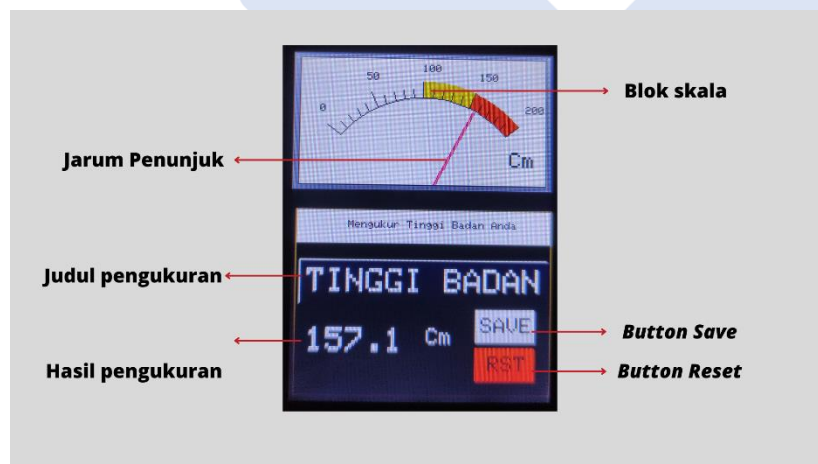
Pada tahap ini, dilakukan pembuatan untuk *software* tampilan LCD TFT menggunakan aplikasi Arduino IDE. Pembuatan tampilan pada TFT LCD dilakukan dengan membuat empat tampilan bertahap. Berikut merupakan gambar hasil pembuatan tampilan LCD TFT beserta penjelasannya.



Gambar 4.6 Tahap Pertama Tampilan LCD TFT

Keterangan :

1. Blok skala berfungsi sebagai skala pembacaan pengukuran.
2. Jarum penunjuk berfungsi sebagai penunjuk besaran skala yang terukur.
3. Judul pengukuran sebagai penamaan pada pengukuran yang sedang dilakukan.
4. Hasil pengukuran berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran.
5. *Button save* berfungsi sebagai tombol untuk menyimpan data pengukuran serta melanjutkan ke halaman berikutnya.
6. *Button reset* berfungsi sebagai tombol untuk melakukan pengukuran ulang.

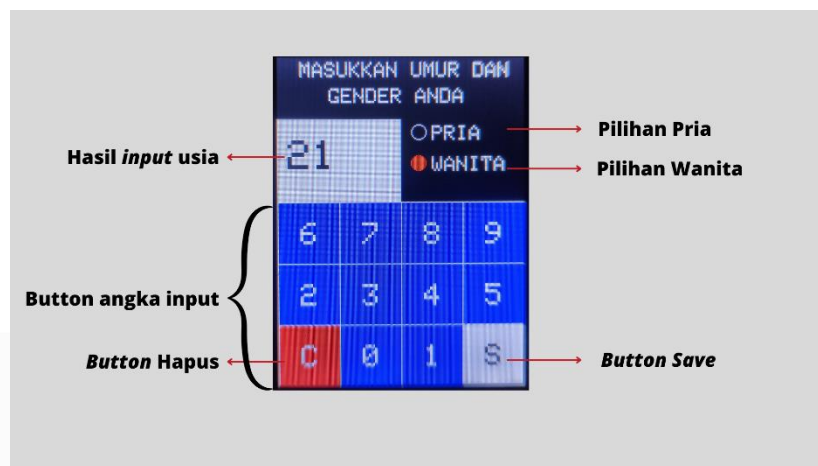


Gambar 4.7 Tahap Kedua Tampilan LCD TFT

Keterangan :

1. Blok skala berfungsi sebagai skala pembacaan pengukuran.
2. Jarum penunjuk berfungsi sebagai penunjuk besaran skala yang terukur.

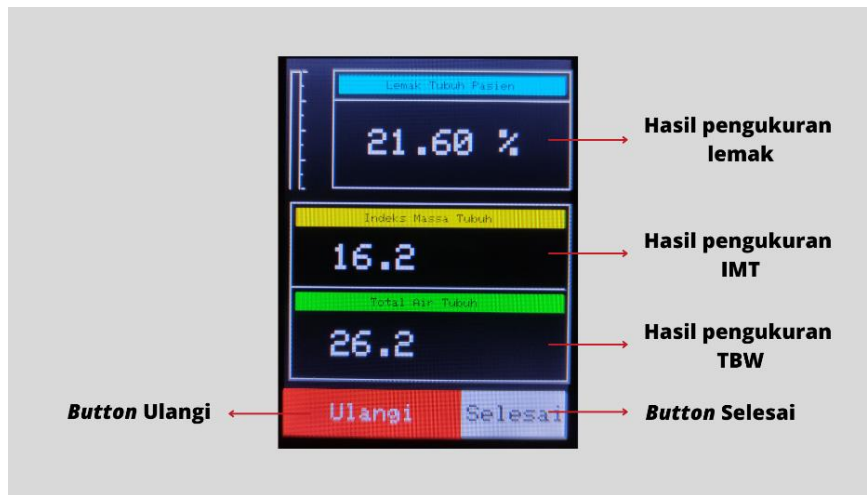
3. Judul pengukuran sebagai penamaan pada pengukuran yang sedang dilakukan.
4. Hasil pengukuran berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran.
5. *Button save* berfungsi sebagai tombol untuk menyimpan data pengukuran serta melanjutkan ke halaman berikutnya.
6. *Button reset* berfungsi sebagai tombol untuk melakukan pengukuran ulang.



Gambar 4.8 Tahap Ketiga Tampilan LCD TFT

Keterangan :

1. Hasil *input* usia berfungsi untuk menampilkan hasil masukan usia pengguna.
2. Tombol pilihan pria berfungsi sebagai tombol yang dipilih jika pengguna berjenis kelamin laki-laki.
3. Tombol pilihan wanita berfungsi sebagai tombol yang dipilih jika pengguna berjenis kelamin perempuan.
4. *Button* angka *input* berfungsi sebagai tombol angka yang digunakan untuk memasukan data usia pengguna.
5. *Button* hapus berfungsi untuk menghapus *input* data usia apabila terjadi kesalahan.
6. *Button save* berfungsi sebagai tombol untuk menyimpan data pengukuran serta melanjutkan ke halaman berikutnya.



Gambar 4.9 Tahap Keempat Tampilan LCD TFT

Keterangan :

1. Hasil pengukuran lemak merupakan hasil pengukuran persentase lemak tubuh.
2. Hasil pengukuran IMT merupakan hasil pengukuran indeks massa tubuh.
3. Hasil pengukuran TBW merupakan hasil pengukuran total air tubuh
4. *Button* selesai berfungsi untuk menyelesaikan seluruh pengukuran.
5. *Button* ulangi berfungsi untuk melakukan pengukuran ulang dan dikembalikan ke halaman pertama.

4.4. Perancangan dan Pembuatan Kontrol

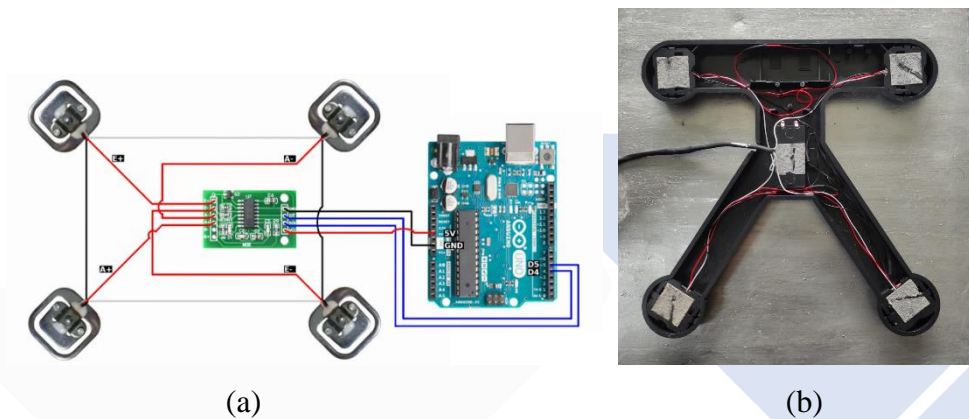
Pada bagian ini terdiri dari perancangan dan pembuatan kontrol untuk alat ukur berat badan, alat ukur tinggi badan, dan rangkaian BIA. Berikut merupakan uraian mengenai perancangan dan pembuatan kontrol.

4.4.1. Perancangan dan Pembuatan Kontrol Alat Ukur Berat Badan

Pada bagian ini terdapat 2 proses dalam perancangan dan pembuatan kontrol alat ukur berat badan yaitu perancangan dan pembuatan *hardware* elektrikal alat ukur berat badan serta perancangan dan pembuatan *hardware* mekanikal alat ukur berat badan. Berikut merupakan penjelasan dari masing-masing bagiannya.

4.4.1.1. Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Elektrikal Alat Ukur Berat Badan

Perancangan elektrikal alat ukur berat badan ini dibuat menggunakan aplikasi ThinkerCad yang bertujuan untuk mempermudah dalam merangkai alat, sedangkan untuk bagian kontrol menggunakan arduino. Berikut merupakan gambar rangkaian skematik dan rangkaian elektrikal yang telah dibuat dari alat ukur berat badan.



Gambar 4.10 (a)Rangkaian Skematik (b)Hasil Rangkaian Elektrikal

4.4.1.2. Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Mekanikal Alat Ukur Berat Badan

Pada bagian ini yang pertama dilakukan adalah dengan membuat perancangan alat ukur berat badan dengan menggunakan aplikasi Canva. Alat ukur berat badan yang akan dibuat terdiri dari 4 buah sensor *load cell*, modul hx711, kotak sensor *load cell*, alas pijakan, dan arduino sebagai mikrokontroler. Alat ukur berat badan dibuat sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Untuk kerangka sensor *load cell* terbuat dari bahan plastik dengan ukuran 20 x 20 cm dengan tinggi 2 cm. Sedangkan alas penumpu berat badan berupa kaca dengan panjang 25cm, lebar 25cm, dan tebal 0,5 cm. Alas penumpu berat badan dilapisi dengan stiker hitam bergambar kaki agar menambah nilai estetika alat ukur. Berikut merupakan gambar dari perancangan dan hasil pembuatan alat ukur berat badan.



(a)



(b)

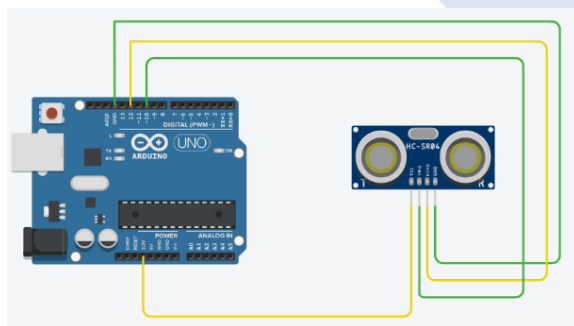
4.11 (a)Perancangan Alat dan (b)Hasil Pembuatan Alat Ukur Berat Badan

4.4.2. Perancangan dan Pembuatan Kontrol Alat Ukur Tinggi Badan

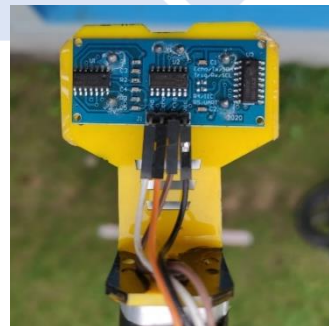
Pada bagian ini terdapat dua proses dalam perancangan dan pembuatan kontrol alat ukur tinggi badan yaitu perancangan dan pembuatan elektrikal alat ukur tinggi badan serta perancangan dan pembuatan *hardware* alat ukur tinggi badan. Berikut penjelasan dari masing-masing bagiannya.

4.4.2.1. Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Elektrikal Alat Ukur Tinggi Badan

Perancangan elektrikal pada bagian ini dibuat menggunakan aplikasi ThinkerCad yang bertujuan untuk mempermudah dalam merangkai alat, sedangkan untuk bagian kontrolnya menggunakan arduino. Berikut merupakan gambar rangkaian skematik dan rangkaian elektrikal yang telah dibuat dari alat ukur tinggi badan.



(a)

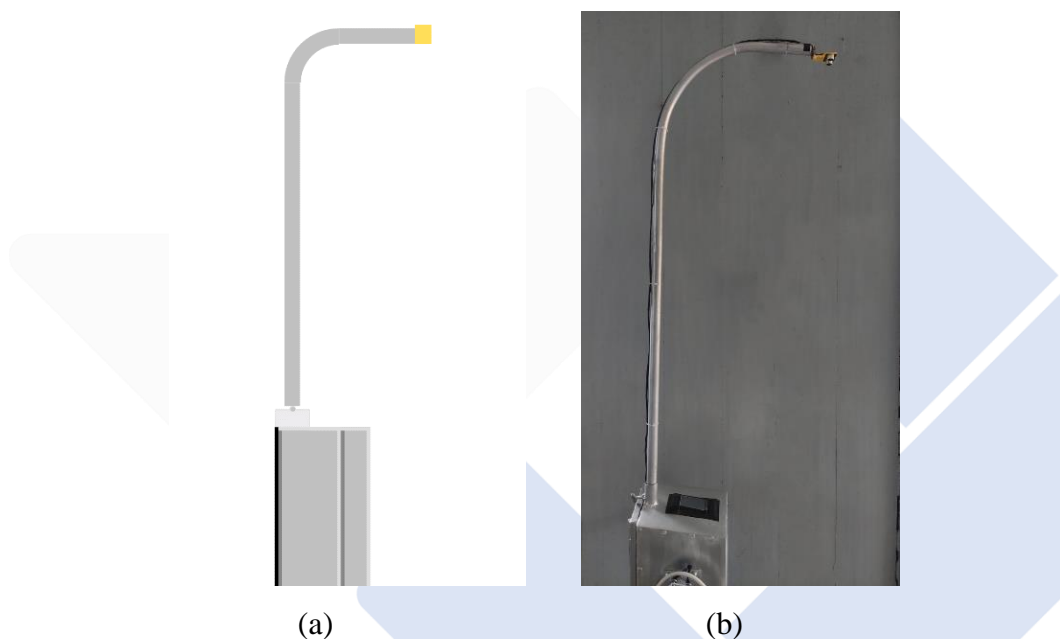


(b)

Gambar 4.12 (a)Rangkaian Skematik (b)Hasil Pembuatan Rangkaian Elektrikal

4.4.2.2. Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Mekanikal Alat Ukur Tinggi Badan

Alat ukur tinggi badan dibuat sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Untuk kotak sensor ultrasonik hc-sr04 terbuat dari bahan plastik dengan bentuk menyesuaikan sensor ultrasonik. Sedangkan tiang alat terbuat dari pipa besi berdiameter 3 cm dengan panjang tiang ± 1 m. Perancangan dan hasil alat ukur tinggi badan yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.13 (a) Perancangan (b) Hasil Pembuatan Alat Ukur Tinggi Badan

4.4.3. Perancangan dan Pembuatan *Hardware* Elektrikal Rangkaian BIA

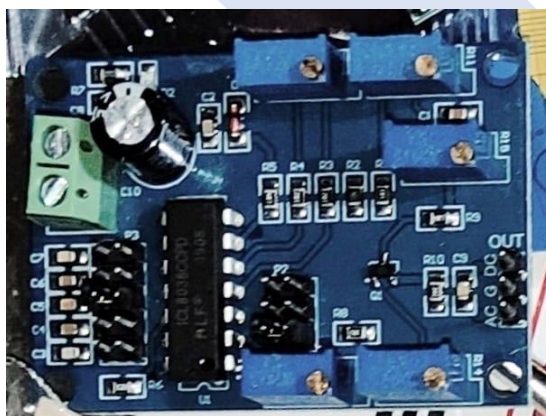
Rangkaian BIA merupakan rangkaian yang digunakan dalam pengukuran lemak tubuh dengan cara mengirimkan arus AC konstan dengan frekuensi tertentu pada tubuh manusia. Arus yang akan dikirimkan ke tubuh manusia yaitu antara 0,2-0,8 mA. Hal ini dilakukan agar saat arus masuk ke tubuh, pasien tidak merasakan sengatan listrik dan aman karena masih di bawah *treshold current* yaitu 1-5 mA. Arus yang dikirim berupa arus bolak-balik yang bertujuan untuk menghindari kerusakan sel tubuh. Pada metode BIA juga tidak memberlakukan arus searah. Nilai frekuensi juga mempengaruhi proses pengiriman arus pada tubuh karena jika

frekuensi terlalu rendah maka aliran arus sulit menembus membran sel. Nilai frekuensi yang dapat digunakan dalam metode ini antara frekuensi 50 kHz-100 kHz.

Dengan begitu, pada perancangan elektrikal rangkaian BIA akan dibuat beberapa rangkaian yang bertujuan memenuhi seluruh syarat dari pengiriman arus ke tubuh menggunakan metode BIA. Pada penelitian ini arus yang digunakan yaitu arus AC sebesar 0,22 mA yang berfrekuensi 50 kHz. Setelah ditetapkan nilai arus yang akan dikirimkan ke tubuh maka akan diperlukan beberapa rangkaian antara lain modul *oscillator* ICL 8038, *howland*, *instrument amplifier*, dan *rectifier*.

4.4.3.1. Modul *Oscillator* 8038

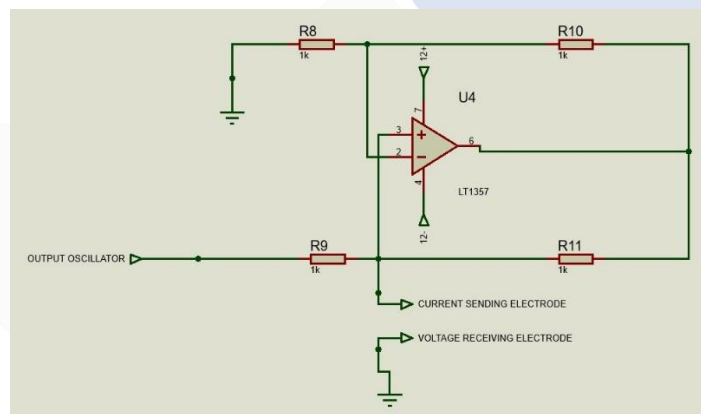
Modul *oscillator* ICL 8038 merupakan rangkaian yang mampu membangkitkan sinyal AC hingga 300 kHz serta terdapat mode yang bisa mengatur keluaran frekuensinya. Pada perancangan ini akan digunakan nilai frekuensi 50 kHz. Nilai tersebut bertujuan agar arus mampu menembus sampai ke *intracelular water*. Modul ICL 8038 terdiri dari dua bagian utama yaitu *amplifier* dan *feedback*, dengan cara kerja yaitu saat *amplifier* menerima tegangan maka akan terjadi sinyal kecil. Kemudian akan menjadi *feedback* ke *amplifier* sehingga terjadi penguatan sinyal AC, maka proses osilasi terjadi. Rangkaian *oscillator* ini berupa modul yang sudah jadi. Berikut merupakan gambar modul rangkaian *oscillator* 8038.



Gambar 4.14 Modul *Oscillator* 8038

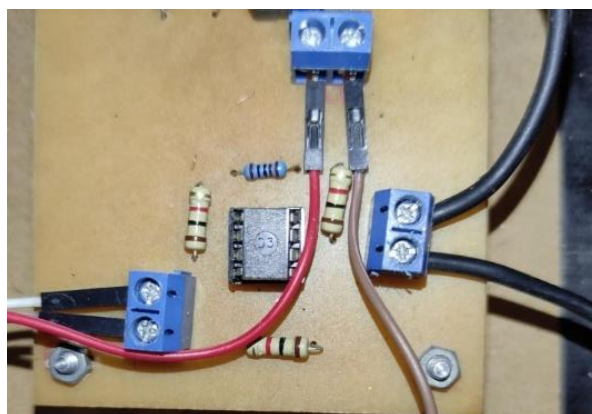
4.4.3.2. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian *Howland*

Rangkaian *howland* merupakan rangkaian yang mampu mempertahankan arus listrik agar tetap konstan walaupun terdapat perubahan dari terminalnya. Pada rangkaian ini akan dirancang arus keluaran dengan nilai keluaran 0,23 mA. Komponen yang digunakan pada rangkaian ini yaitu sebuah IC LF357 dan 4 resistor 1 k ohm. Resistor berfungsi untuk membuat arus tetap konstan walaupun resistansi beban berbeda-beda. Perancangan rangkaian ini menggunakan *software* Proteus yang berfungsi untuk membuat *design layout* rangkaian. Berikut merupakan gambar skematik rangkaian *howland*.



Gambar 4.15 Skematik Rangkaian *Howland*

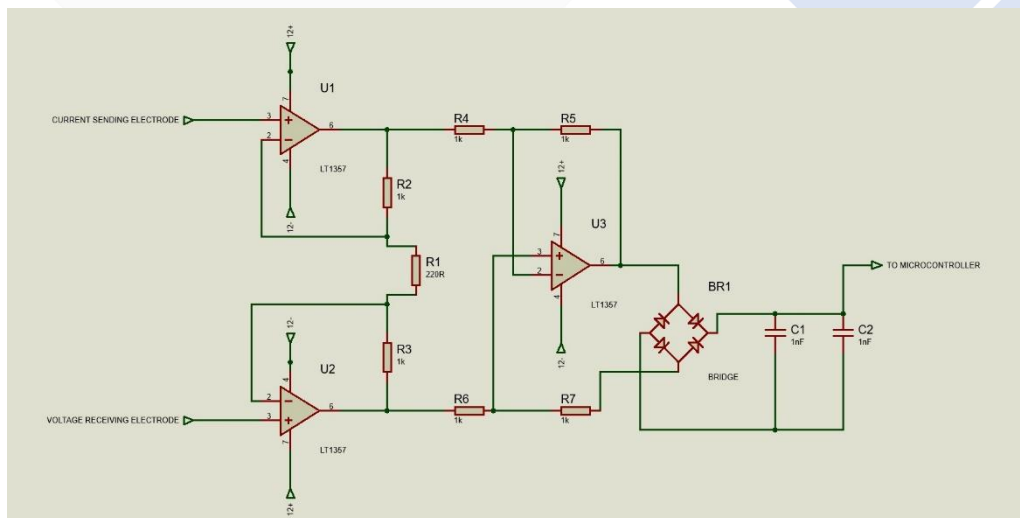
Rangkaian *howland* bekerja menggunakan seluruh resistor dengan nilai yang sama agar seimbang dengan tujuan menjaga nilai arus konstan walaupun beban berubah. Berikut merupakan hasil pembuatan rangkaian *howland*.



Gambar 4.16 Rangkaian *Howland*

4.4.3.3. Perancangan dan Pembuatan Rangkaian *Instrument amplifier* dan Rangkaian *Rectifier*

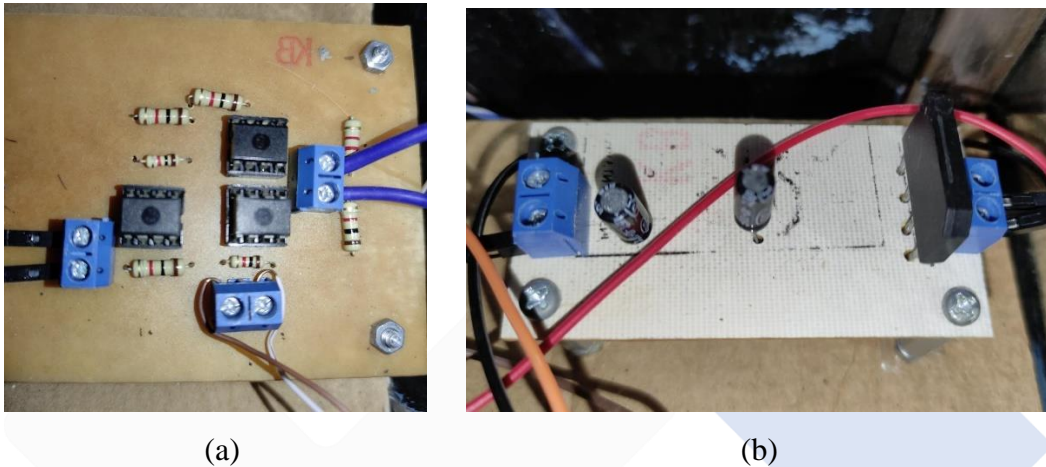
Rangkaian *instrument amplifier* digunakan sebagai penguat tegangan yang diterima dari tubuh pasien dikarenakan tegangan pada tubuh yang sangat kecil sehingga tidak bisa dideteksi oleh *microcontroller*. Sedangkan rangkaian *rectifier* digunakan sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC. Komponen yang digunakan pada rangkaian *instrument amplifier* adalah 3 buah IC LF357, 6 resistor 1k dan 1 buah resistor 220 ohm. Sedangkan, komponen yang digunakan untuk rangkaian *rectifier* adalah 1 buah *diode bridge* dan 2 buah kapasitor 1uf. Rangkaian *instrument amplifier* dan *rectifier* dibuat sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan. Untuk pembuatan rangkaian tersebut menggunakan *software* Proteus yang berfungsi untuk membuat *design layout* rangkaian. Berikut merupakan gambar skematik dari rangkaian *instrument amplifier* dan *rectifier*.



Gambar 4.17 Skematik Rangkaian *Instrument Amplifier* dan *Rectifier*

Rangkaian *instrument amplifier* dan *rectifier* berkerja dengan nilai resistor yang terhubung dalam rangkaian yang sama, kecuali untuk resistor R *gain* (220 ohm). Penurunan potensial yang dihasilkan pada penguatan R yaitu perbedaan antara tegangan V1 dan V2. Karena hal tersebut arus mengalir melalui titik tersebut yaitu melalui penguatan. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada aliran arus yang diamati melalui umpan balik. Kemudian ini menghasilkan jumlah arus yang sama

melalui resistor yang terhubung di atas dan di bawah dalam rangkaian. Setelah tegangan dikuatkan maka *diode bridge* akan mengubah tegangan AC menjadi DC namun perlu *filter* oleh kapasitor agar tegangan DC lebih baik. Berikut merupakan hasil pembuatan rangkaian *instrument amplifier* dan *rectifier*.



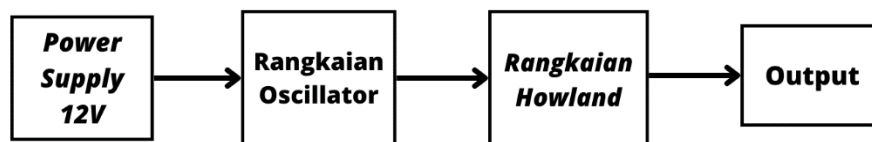
Gambar 4.18 (a)Rangkaian *Instrument amplifier* (b)Rangkaian *Rectifier*

4.5. Pengujian Kontrol

Pengujian kontrol dibagi menjadi beberapa bagian yaitu pengujian rangkaian BIA, pengujian alat ukur berat badan, dan pengujian alat ukur tinggi badan.

4.5.1. Pengujian Rangkaian BIA (*Bioelectrical Impedance Analysis*)

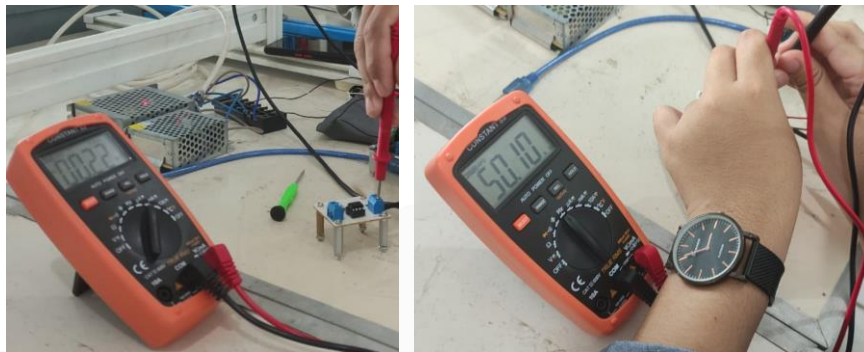
Pengujian Rangkaian BIA dilakukan untuk mengetahui apakah *output* dari rangkaian BIA yang digunakan berfungsi dengan baik. Berikut merupakan diagram blok dalam pengujian rangkaian BIA.



Gambar 4.19 Diagram Blok Pengujian Rangkaian BIA

Pengujian rangkaian BIA pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan arus stabil dengan nilai 0,2 – 0,8 mA dari rangkaian *howland* dan menggunakan

frekuensi dengan nilai yang dibutuhkan berkisar 50 kHz – 100 kHz. Ketika melakukan pengujian, rangkaian BIA diberi tegangan dari *power supply*. Pengujian dilakukan dengan mengukur arus pada rangkaian *howland* dan frekuensi pada rangkaian osilator menggunakan multimeter. Pengujian rangkaian BIA dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.20 Pengujian Rangkaian BIA

Komponen yang digunakan adalah LF357 dan 4 resistor 1k ohm. Rangkaian ini berfungsi untuk membuat arus tetap konstan walaupun resistansi beban berbeda-beda. Berikut merupakan rumus untuk keluaran dari rangkaian *howland*.

$$\begin{aligned}
 I_{out} &= V_{in} / R \\
 &= 0,23V / 1000 \\
 &= 0,23 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian dimasukkan dalam tabel berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Rangkaian BIA

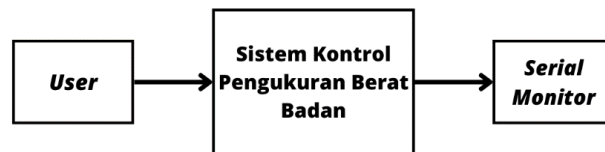
Rangkaian	Perhitungan	Hasil	% Error
	Teori	Pengukuran	
<i>Oscillator</i>	50,10 kHz	50,10 kHz	0 %
<i>Howland</i>	0,23 mA	0,22 mA	4,54 %

Setelah dilakukan pengujian menggunakan multimeter pada rangkaian *oscillator* ICL 8038 didapatkan nilai frekuensi sebesar 50,10 kHz, menghasilkan keakuratan 100% karena keluaran dari modul ICL 8038 bisa diatur sesuai *output* yang diinginkan. Sedangkan, nilai yang dihasilkan oleh rangkaian *howland* adalah 0,22

mA. Menurut perhitungan teori keluaran dari rangkaian *howland* sebesar 0,23 mA, maka terdapat perbedaan sebesar 0,01 mA. Nilai tersebut aman digunakan karena masih di bawah *treshold current* tubuh manusia. Sehingga nilai keluaran dari rangkaian-rangkaian ini bisa digunakan untuk pengukuran lemak tubuh sesuai dengan metode BIA.

4.5.2. Pengujian Kontrol Pengukur Berat Badan

Pengujian alat ukur berat badan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah komponen alat ukur berat badan yang digunakan berfungsi dengan baik. Berikut merupakan gambar blok pengujian pada alat ukur berat badan.



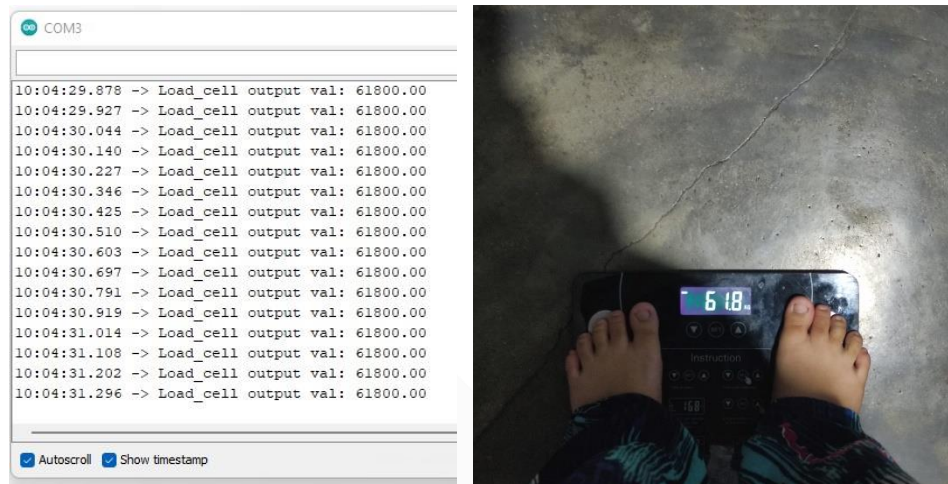
Gambar 4.21 Diagram Blok Pengujian Alat Ukur Berat Badan

Pengujian awal hasil pembuatan kontrol pengukur berat badan dilakukan dengan mengkalibrasi alat tersebut. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran peralatan kontrol yang dibuat terhadap hasil alat ukur manual. Pengujian alat ukur berat badan dilakukan pada aplikasi Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan cara pasien berdiri tepat diatas alat ukur berat badan, maka hasil pengukuran akan tampil pada serial monitor. Berikut merupakan gambar pengujian pasien.



Gambar 4.22 Pengujian Kontrol Pengukur Berat Badan

Berikut hasil kalibrasi pada pengukuran berat badan yang dibandingkan dengan alat ukur manual.



Gambar 4.23 Hasil Pengujian Pengukuran Berat Badan

Dari hasil pengukuran diatas, dapat dihitung untuk pengukuran berat badan manual dengan alat yang telah dibuat memiliki presentase *error* sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Persentase Error} &= \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\% \\ &= \left| \frac{61,8 - 61,8}{61,8} \right| \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Dari hasil persentase *error* yang diketahui pada pengujian pengukuran berat badan ini, dapat disimpulkan bahwa alat pengukur berat badan ini sudah sesuai dan bekerja dengan baik. Maka dari itu, alat pengukur berat badan ini dapat dipakai pada pengukuran alat OPET.

4.5.3. Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Pengujian alat ukur tinggi badan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah komponen yang digunakan berfungsi dengan baik. Berikut merupakan gambar blok pengujian pada alat ukur tinggi badan.



Gambar 4.24 Diagram Blok Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Pengujian awal hasil pembuatan kontrol pengukur tinggi badan dilakukan dengan mengkalibrasi alat tersebut. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran peralatan kontrol yang dibuat terhadap hasil alat ukur manual. Pengujian alat ukur tinggi badan dilakukan pada aplikasi Arduino IDE. Pengujian dilakukan dengan cara pasien berdiri tepat di bawah sensor ultrasonik, maka hasil pengukuran akan tampil pada serial monitor. Berikut merupakan gambar pengujian pasien.



Gambar 4.25 Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Berikut hasil kalibrasi pada alat ukur tinggi badan yang telah dibuat dan dibandingkan dengan alat ukur manual.

```

10:17:52.786 -> Distance: 164
10:17:52.786 -> Distance: 165
10:17:52.786 -> Distance: 165
10:17:52.820 -> Distance: 164
10:17:52.820 -> Distance: 165
10:17:52.854 -> Distance: 165
10:17:52.854 -> Distance: 165
10:17:52.901 -> Distance: 165
10:17:52.901 -> Distance: 165
10:17:52.948 -> Distance: 165
10:17:52.948 -> Distance: 165
10:17:52.948 -> Distance: 165
10:17:52.995 -> Distance: 165
10:17:52.995 -> Distance: 165
10:17:52.995 -> Distance: 165
10:17:53.043 -> Distance: 165

```



Gambar 4.26 Hasil Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

Dari hasil pengukuran diatas, dapat dihitung untuk pengukuran tinggi badan manual dengan alat yang telah dibuat memiliki presentase *error* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Persentase Error} &= \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\% \\
 &= \left| \frac{165 - 164,8}{164,8} \right| \times 100\% = 0,12\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil persentase *error* yang diketahui pada pengujian pengukuran berat badan ini, dapat disimpulkan bahwa alat pengukur berat badan ini memiliki persentase *error* yang sangat kecil. Maka dari itu, alat pengukur berat badan ini dapat dipakai pada pengukuran alat OPET.

4.6. Pengujian Alat Ukur Secara Keseluruhan

Pengujian alat secara keseluruhan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai keakurasian alat ukur serta mengetahui poin-poin yang mempengaruhi nilai keakurasian alat. Pengujian alat ukur ini dilakukan pada pengukuran berat badan, tinggi badan, indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh, dan total air dalam tubuh. Pengujian ini juga dilakukan ke beberapa pasien yang memiliki jenis kelamin, usia, berat badan, dan tinggi badan yang berbeda. Berikut merupakan gambar pengujian alat secara keseluruhan.



Gambar 4.27 Pengujian Alat Ukur OPET

Adapun untuk melakukan pengujian alat ukur ini dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut.

1. Pasien menekan tombol *power*.
2. Pasien menunggu tampilan *display* awal selesai.
3. Pasien melakukan pengukuran berat badan dengan berdiri tegak di atas alat ukur berat badan.
4. Pasien tetap berdiri tegak di atas alat ukur berat badan sejenak untuk mengukur tinggi badan pasien.
5. Pasien memegang kedua elektroda yang berada pada sisi kanan dan kiri *body* alat untuk mengukur persentase lemak kurang lebih 30 detik.
6. Pasien memasukkan data umur pada tampilan LCD.
7. Pasien memasukkan data jenis kelamin pada tampilan LCD.
8. Nilai IMT, lemak tubuh, dan total air tubuh akan tampil pada LCD TFT.
9. Tekan tombol “selesai” untuk mengakhiri pengukuran atau tekan “ulangi” untuk mengulangi pengukuran.

4.6.1. Pengujian Alat Ukur Berat Badan

Pengujian dilakukan terhadap 10 orang pengguna yang memiliki berat badan yang berbeda. Pengukuran dilakukan tiga kali untuk satu orang. Setiap pengukuran diberikan penamaan P1 (Pengukuran 1), P2 (Pengukuran 2), dan P3 (Pengukuran 3). Berikut merupakan hasil pengujian alat ukur berat badan yang dibuat serta hasil perbandingan dengan alat ukur berat badan acuan berupa timbangan berat badan.



Gambar 4.28 Perbandingan Pengujian Berat Badan

Hasil data pengujian berat badan 10 pasien dimasukkan kedalam tabel berikut.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat Ukur Berat Badan

No.	Pasien	Pengukuran Omron (kg)	Hasil Pengukuran pada OPET (kg)			Rata – rata Pengukuran OPET (kg)	Persentase Akurasi
			P1	P2	P3		
1.	Andreas L A	68,8	68,7	68,8	68,8	68,76	99,95%
2.	Anissa PAH	60,2	60,1	60,1	60,3	60,16	99,93%
3.	Dimas S.N	56,4	56,3	56,5	56,3	56,36	99,92%
4.	Fauzan A.N	54,9	55	55,1	55	55,03	99,77%
5.	Fifi Andini	38,6	38,6	38,7	38,6	38,63	99,82%
6.	Hanum A.F	60,5	60,4	60,6	60,4	60,46	99,94%
7.	Herlina	49,7	49	49,6	49,5	49,36	99,32%
8.	Ikhram P.R	54,3	54,2	54,3	54,3	54,26	99,92%
9.	M. Miftah S	100,2	100,4	100,3	100,4	100,33	99,88%
10.	Via Twoifia	43,6	43,4	43,7	43,6	43,56	99,90%
Rata-rata persentase akurasi							99,83%

Dari data hasil pengujian, dilakukan perhitungan persentase keakurasian dan persentase *error* pada alat ukur berat badan dengan acuan alat manual. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk mengetahui nilai persentase *error* dan persentase akurasi.

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - \text{persentase error}$$

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 1

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{68,76 - 68,8}{68,8} \right| \times 100\% = 0,05\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 0,05\% = 99,95\%$$

4.6.2. Pengujian Tinggi Badan

Pengujian dilakukan terhadap 10 orang pengguna yang memiliki tinggi badan yang berbeda. Pengukuran dilakukan tiga kali untuk satu orang. Setiap pengukuran diberikan penamaan P1 (Pengukuran 1), P2 (Pengukuran 2), dan P3 (Pengukuran 3). Berikut merupakan hasil pengujian pengukur tinggi badan yang dibuat serta hasil perbandingan dengan alat ukur manual berupa meteran.



Gambar 4.29 Perbandingan Pengujian Tinggi Badan

Hasil pengujian tinggi badan dimasukkan kedalam tabel berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Alat Ukur Tinggi Badan

No.	Pasien	Pengukuran Manual (cm)	Hasil Pengukuran pada OPET(cm)			Rata – rata Pengukuran OPET (cm)	Persentase Akurasi
			P1	P2	P3		
1.	Andreas L.A	169,0	169	169,3	169,1	169,13	99,92%
2.	Anissa PAH	157,0	157,2	157,4	156,9	157,5	99,69%
3.	Dimas S.N	165,0	164,5	164,7	164,3	164,5	99,70 %
4.	Fauzan A.N	159,2	159,2	159,3	159,6	159,36	99,90%
5.	Fifi Andini	147,8	147,4	147,8	147,5	147,56	99,84%
6.	Hanum A.F	160,0	159,7	159,7	159,9	159,76	99,85%
7.	Herlina	153,0	153,5	153,2	153,3	153,33	99,78%
8.	Ikhram P.R	162,7	162,5	162,6	162,3	162,46	99,85%
9.	M. Miftah S	190,4	190,8	190,6	190,8	190,73	99,82%
10.	Via Twoifia	147,4	147,4	147,4	147,3	147,36	99,97%
Rata-rata persentase akurasi							99,83%

Dari data hasil pengujian, akan dilakukan perhitungan persentase keakurasian dan persentase *error* pada alat ukur berat badan dengan acuan alat manual. Berikut merupakan rumus perhitungan untuk mengetahui nilai persentase *error* dan persentase akurasi.

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{\text{Pengukuran} - \text{Nilai acuan}}{\text{Nilai acuan}} \right| \times 100\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - \text{persentase error}$$

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 1

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{169,13 - 169}{169} \right| \times 100\% = 0,08\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 0,12\% = 99,92\%$$

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 2

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{157,5 - 157}{157} \right| \times 100\% = 0,31\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 3,19\% = 96,81\%$$

4.6.3. Pengujian Indeks Massa Tubuh

Pengujian indeks massa tubuh dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang telah dijelaskan pada poin 4.6. Hasil pengujian indeks massa tubuh dibandingkan dengan perhitungan manual. Pengujian indeks massa tubuh dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.30 Pengujian Indeks Massa Tubuh Pasien 5 dan 8 (Garis Kuning)

Perhitungan indeks massa tubuh (IMT) secara manual dilakukan menggunakan data berat badan dan tinggi badan menggunakan rumus perhitungan mencari indeks massa tubuh. Perhitungan IMT secara manual dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Indeks Massa Tubuh} = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan}^2(\text{m})}$$

- Perhitungan IMT pada pasien 1

$$\text{Indeks Massa Tubuh} = \frac{68,8}{1,69^2} = 24,08$$

- Perhitungan IMT pada pasien 2

$$\text{Indeks Massa Tubuh} = \frac{60,2}{1,57^2} = 24,34$$

Hasil pengujian dan perhitungan data IMT dilampirkan lewat tabel berikut.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian dan Perhitungan Indeks Massa Tubuh

No.	Nama Pasien	Nilai IMT		Persentase Keakurasian
		Manual	OPET	
1.	Andreas Lie A	24,08	24,0	99,66%
2.	Anissa P.A.H	24,34	24,3	99,84%
3.	Dimas S.N	20,71	20,8	99,57%
4.	Fauzan A.N	21,66	21,7	99,82%
5.	Fifi Andini	17,67	17,7	99,84%
6.	Hanum A.F	23,63	23,6	99,88%
7.	Herlina	21,23	21,1	99,39%
8.	Ikhram P.R	20,51	20,5	99,96%
9.	M. Miftah S	27,63	27,6	99,90%
10.	Via Twoifia	20,06	20,1	99,81%
Rata-rata keakurasian				99,76%

Dari data hasil pengujian, dilakukan perhitungan persentase keakurasian dan persentase *error* pada pengukuran IMT dengan acuan perhitungan manual.

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 1

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{24 - 24,08}{24} \right| \times 100\% = 0,34\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 0,34\% = 99,66\%$$

4.6.2. Pengujian Persentase Lemak Tubuh

Pengujian persentase lemak tubuh dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang telah dijelaskan pada poin 4.6. Hasil pengujian persentase lemak tubuh dibandingkan dengan pengukuran pada alat omron. Pengujian persentase lemak tubuh dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.31 Perbandingan Pengujian Persentase Lemak Tubuh (Garis Biru)

Hasil pengujian persentase lemak tubuh dilampirkan lewat tabel berikut.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Lemak Tubuh Pria

No.	Nama Pasien	Umur-Gender	Lemak Tubuh (%)		Akurasi
			Pada Alat Omron	Pada Alat OPET	
1.	Andreas LA	22-Lk	13,6	12,37	90,96 %
2.	Dimas S.N	21-Lk	9,9	10,50	93,94 %
3.	Fauzan A.N	21-Lk	12,4	12,0	96,8 %
4.	Ikhram P.R	21-Lk	10,6	10,16	95,85 %
5.	M. Miftah S	22-Lk	24,2	19,33	79,87 %
Rata-rata keakurasian					91,48 %

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Lemak Tubuh Wanita

No.	Nama Pasien	Umur-Gender	Lemak Tubuh (%)		Akurasi
			Pada Alat Omron	Pada Alat OPET	
1.	Anissa P.A.H	21-Pr	30,3	30,45	99,51 %
2.	Fifi Andini	21-Pr	23,4	23,18	99,1 %
3.	Hanum A.F	21-Pr	32,1	30,21	94,2 %
4.	Herlina	54-Pr	30,2	31,20	96,68 %
5.	Via Twoifia	21-Pr	23,6	24,21	97,42 %
Rata-rata keakurasian					97,38 %

Dari data hasil pengujian, dilakukan perhitungan persentase keakurasian dan persentase *error* pada pengukuran lemak tubuh menggunakan alat OPET yang dibandingkan dengan alat omron.

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 1

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{12,37-13,6}{13,6} \right| \times 100\% = 9,04\%$$

$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 9,04\% = 90,96\%$$

4.6.3. Pengujian Total Air dalam Tubuh

Pengujian total air dalam tubuh dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah yang telah dijelaskan pada poin 4.6. Hasil pengujian persentase lemak tubuh dibandingkan dengan pengukuran pada alat acuan dan perhitungan manual tanpa metode BIA. Pengujian persentase lemak tubuh dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.32 Pengujian Total Air dalam Tubuh Pasien 5 dan 8 (Garis Hijau)

Perhitungan persentase lemak tubuh tanpa metode BIA dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

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

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

- Perhitungan lemak pada pasien 1

$$\begin{aligned} \text{Laki - laki} &= (0,194786 \times 169) + (0,296785 \times 68,8) - 14,012934 \\ &= 39,32 \end{aligned}$$

- Perhitungan lemak pada pasien 2

$$\text{Perempuan} = (0,34454 \times 157) + (0,13809 \times 10,2) - 35,270121 = 29,93$$

Hasil pengukuran dan perhitungan dilampirkan lewat tabel berikut.

Tabel 4.7 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Total Air dalam Tubuh

No.	Nama Pasien	Pengukuran	Perhitungan	Persentase
		OPET	Total Air Tubuh	Akurasi
1.	Andreas Lie A	39,3	39,32	99,95%
2.	Anissa P.A.H	29,9	29,93	99,9%
3.	Dimas S.N	34,7	34,76	99,83%
4.	Fauzan A.N	33,3	33,32	99,94%
5.	Fifi Andini	22,7	22,74	99,83%
6.	Hanum A.F	30,9	30,91	99,97%
7.	Herlina	26,7	26,77	99,74%
8.	Ikhran P.R	33,8	33,83	99,92%
9.	M. Miftah S	52,8	52,89	99,83%
10.	Via Twoifia	23,5	23,52	99,92%
Rata-rata keakurasian				99,88%

Dari data hasil pengujian, dilakukan perhitungan persentase keakurasian dan persentase *error* pada pengukuran total air dalam tubuh dengan acuan perhitungan manual.

- Perhitungan persentase *error* pada pasien 1

$$\text{Persentase Error} = \left| \frac{39,3 - 39,32}{39,32} \right| \times 100\% = 0,05\%$$

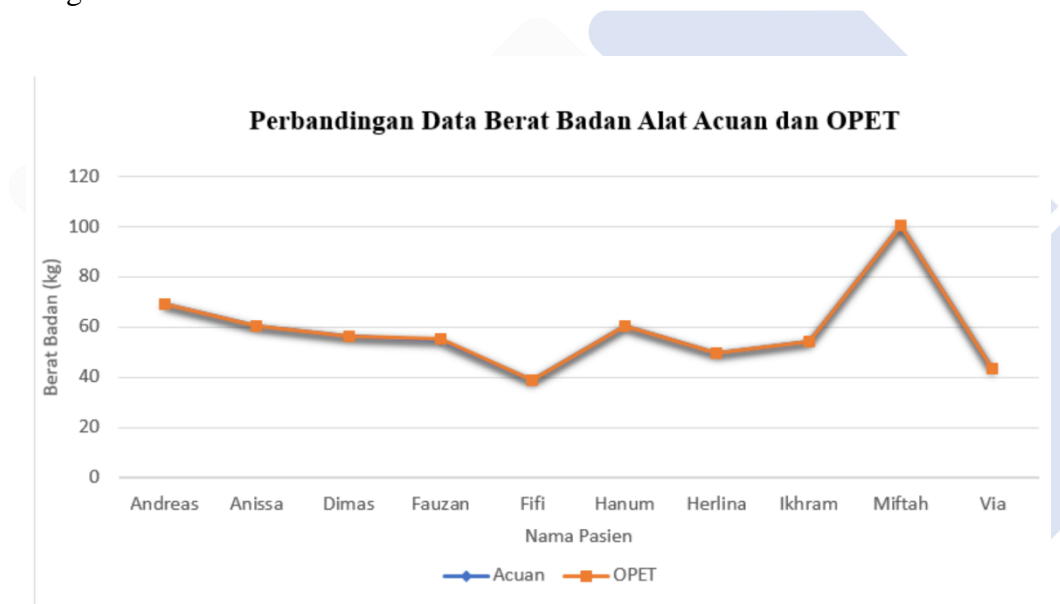
$$\text{Persentase Akurasi} = 100\% - 0,05\% = 99,95\%$$

4.7. Analisa Data

Pada tahap ini, dilakukan analisa dari data hasil pengukuran yang telah dibandingkan dengan data manual serta persentase keakurasian dalam pengukuran. Dalam tahap ini juga dibahas faktor-faktor yang dapat menyebabkan *error* pada saat pengukuran maupun pada alat ukur. Berikut merupakan uraian dari analisa pengukuran secara keseluruhan.

4.7.1. Hasil Analisa Pengukuran Berat Badan

Dari data hasil uji coba alat ukur berat badan, alat ukur OPET mampu menghasilkan nilai *error* tidak lebih dari 5% dengan acuan alat ukur dari produk Omron, tingkat keakurasian pengukuran berat badan mencapai 99,87% dan persentase rata-rata *error* 0,13%. Setelah melakukan penelitian terhadap alat ukur berat badan ini menghasilkan kalibrasi yang baik. Maka dapat disimpulkan bahwa alat ukur berat badan ini dapat digunakan karena memiliki persentase *error* yang kecil. Dari hasil analisis data diatas, maka dapat dibentuk grafik hasil pengukuran berat badan yaitu sebagai berikut.

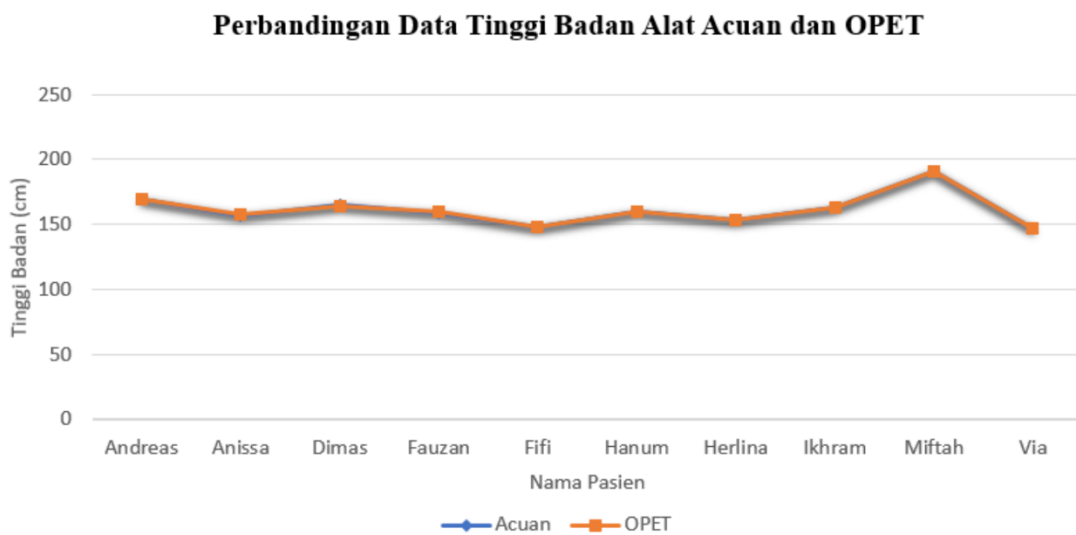


Gambar 4.33 Grafik Perbandingan Data Berat Badan

Hasil pengujian timbangan menggunakan metode rangkaian *Wheatstone Bridge* menghasilkan data kalibrasi yang baik sehingga menghasilkan data yang sesuai dengan pengukuran manual. Namun karena pembuatan timbangan ini masih dikerjakan manual mulai dari perakitan rangkaian sampai pengkalibrasiannya tentu terdapat beberapa masalah yang mempengaruhi hasil keluaran sensor. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan *error* dalam pengukuran tersebut bisa dari hubungan kabel yang kurang baik, *driver* atau sensor kurang baik, ataupun pada saat pengujian sensor diletakan pada bidang yang tidak datar.

4.7.2. Hasil Analisa Pengukuran Tinggi Badan

Dari data hasil uji coba alat ukur berat badan, menghasilkan nilai rata-rata *error* kurang dari 3%. Tingkat keakurasian pengukuran tinggi badan adalah 99,89% dan persentase *error* 0,11%. Maka dapat disimpulkan bahwa alat ukur tinggi badan ini bisa digunakan dikarenakan memiliki persentase *error* yang kecil. Dari hasil analisa data, maka dapat dibentuk grafik hasil pengukuran tinggi badan sebagai berikut.

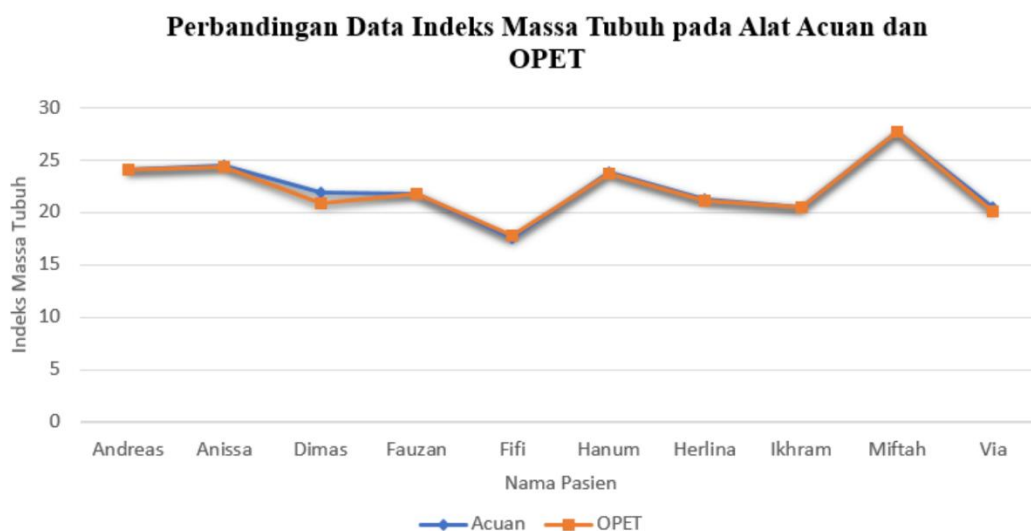


Gambar 4.34 Grafik Perbandingan Data Tinggi Badan

Hasil pengujian pengukur tinggi badan menggunakan sensor ultrasonik menghasilkan data kalibrasi yang baik sehingga menghasilkan data yang sesuai dengan pengukuran manual. Namun, pengukuran pada pasien perempuan memiliki nilai keakurasian yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasien laki-laki. Hal ini dikarenakan pasien perempuan yang diuji menggunakan kerudung sehingga bagian kepala pasien lebih rata ditutupi kerudung dan sensor ultrasonik akan mendeteksi tinggi pasien sebenarnya. Berbeda dengan pasien laki-laki, dimana pengukuran dilakukan tanpa alas kepala. Hal tersebut mengakibatkan hasil pengukuran tinggi badan pasien laki-laki kurang maksimal dikarenakan perbedaan tinggi rambut pada setiap pasien. Namun hasil *error* pengukuran tidak lebih dari 0,4 cm karena pada saat pengujian, rambut pada pasien pria dirapikan terlebih dahulu.

4.7.3. Hasil Analisa Pengukuran Indeks Massa Tubuh

Dari data hasil uji coba pengukuran indeks massa tubuh, didapatkan sedikit perbedaan antara IMT dari perhitungan manual dan alat OPET. Perbedaan tersebut dikarenakan nilai berat badan dan tinggi badan yang berbeda pada nilai yang dimasukkan dalam rumus mencari indeks massa tubuh yang menggunakan data berat badan dan tinggi badan manual. Sedangkan pada pengukuran IMT di alat OPET data nilai berat badan yang di-*input* berupa hasil pengukuran pada alat OPET sendiri. Tingkat keakurasian pengukuran indeks massa tubuh adalah 99,66% dan persentase *error* 0,34%. Dari hasil analisa, maka dapat dibentuk grafik hasil pengukuran indeks massa tubuh sebagai berikut.

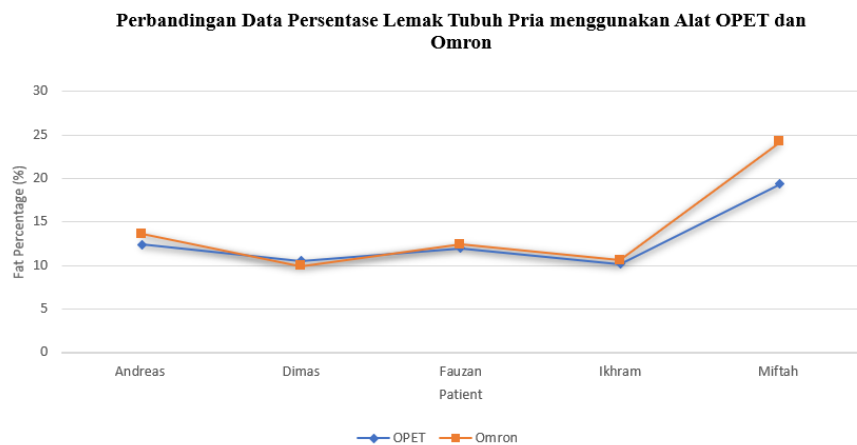


Gambar 4.35 Grafik Perbandingan Data Indeks Massa Tubuh

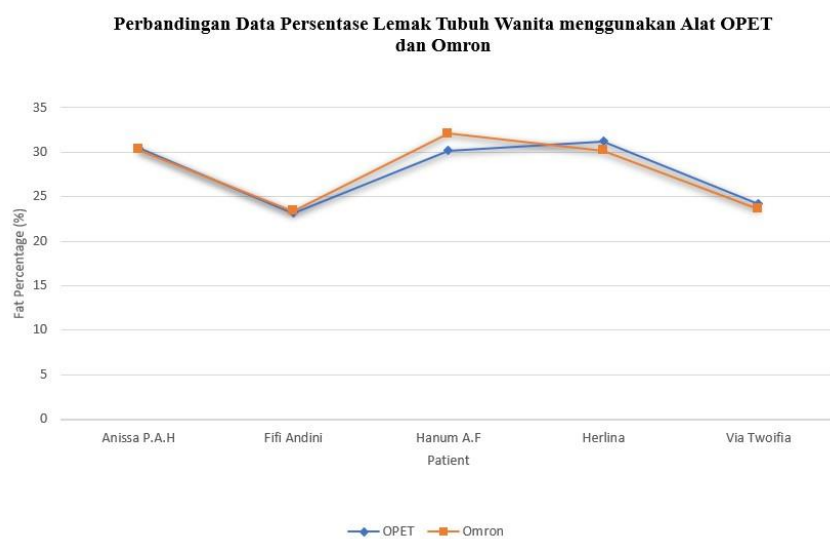
4.7.4. Hasil Analisa Pengukuran Persentase Lemak Tubuh

Dari data hasil uji coba pengukuran persentase lemak tubuh, dapat diketahui bahwa hasil ukur OPET memiliki selisih lebih kecil terhadap hasil alat ukur acuan. Sedangkan jika dibandingkan dengan hasil data perhitungan tanpa metode BIA selisihnya lebih besar terhadap alat ukur acuan. Tingkat keakurasian pengukuran lemak tubuh pada OPET terbagi menjadi pengukuran jenis kelamin pria dan wanita. Keakurasian pada data pengujian pria mencapai 91,48%, sedangkan keakurasian

pada data pengujian wanita mencapai 97,38%. Jika dibandingkan nilai *error* berdasarkan jenis kelamin maka persentase *error* pada pengukuran laki-laki lebih besar yaitu dengan rata-rata persentase *error* 8,51%. Sedangkan pada wanita hanya memiliki rata-rata persentase *error* sebesar 2,61%. Maka dapat disimpulkan bahwa alat pengukur lemak dalam OPET ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan keakurasiannya, terutama pada jenis kelamin pria yang memiliki nilai *error* yang cukup besar. Hasil perbandingan pengukuran lemak sebagai berikut.



Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Data Persentase Lemak Tubuh Pria

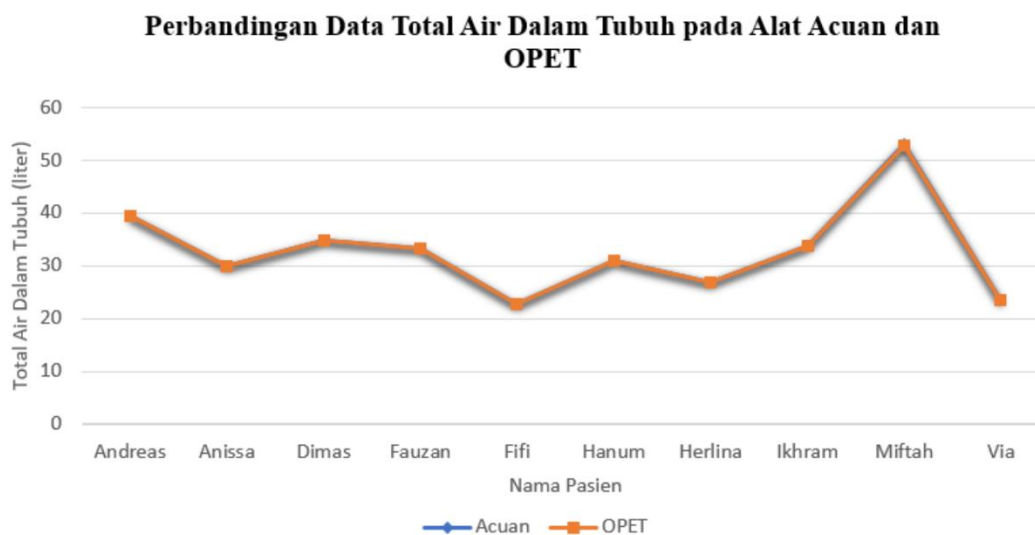


Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Data Persentase Lemak Tubuh Wanita

Adapun beberapa faktor yang dapat menyebabkan *error* pengukuran lemak pada alat OPET yaitu dikarenakan pengaruh dari hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan serta tidak diketahuinya rumus perhitungan lemak yang digunakan pada alat Omron.

4.7.5. Hasil Analisa Perhitungan Total Air Tubuh

Pada hasil nilai dari total air dalam tubuh, hasil pengukuran dari alat ukur dibandingkan dengan rumus perhitungan total air dalam tubuh. Tingkat keakurasian dari perbandingan antara data hasil pengukuran dan acuan memiliki tingkat keakurasian mencapai 99,88% dan persentase *error* 0,12%. Dari tabel data hasil pengukuran, perbandingan nilai total air dalam tubuh sangat kecil dikarenakan setiap data inputan dari alat OPET hampir sama dengan data pada perhitungan yang menghasilkan nilai *error* yang relatif kecil. Hal ini membuktikan bahwa pengukuran total air dalam tubuh dari alat penelitian dapat digunakan dengan baik dan menghasilkan keakurasian yang tinggi. Hasil perbandingan OPET dan perhitungan manual dapat dibentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4.38 Perbandingan Data Total Air dalam Tubuh

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa OPET merupakan alat ukur berat badan, tinggi badan, dan beberapa rangkaian elektronika yang terintegrasi menjadi satu alat yang dapat mengukur indeks massa tubuh, persentase lemak tubuh dan total air dalam tubuh menggunakan rumus yang telah ditetapkan sesuai dengan metode BIA.

Setelah dilakukan pengujian dan pengambilan data pada OPET sekaligus dibandingkan dengan parameter sesuai kebutuhan pengukuran, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Rata-rata keakurasian pengukuran berat badan sebesar 99,83% jika dibandingkan dengan alat omron
2. Rata-rata keakurasian pengukuran tinggi badan sebesar 99,83% jika dibandingkan dengan meteran
3. Rata-rata keakurasian pengukuran indeks massa tubuh sebesar 99,76% jika dibandingkan dengan rumus perhitungan
4. Rata-rata keakurasian pengukuran lemak tubuh pada pria menggunakan OPET sebesar 91,48% jika dibandingkan dengan alat omron
5. Rata-rata keakurasian pengukuran lemak tubuh pada wanita menggunakan OPET sebesar 97,38% jika dibandingkan dengan alat omron
6. Rata-rata keakurasian pengukuran total air tubuh sebesar 99,88% jika dibandingkan dengan rumus perhitungan

Dengan adanya alat ukur ini dapat memudahkan pengguna dalam melakukan pengukuran dikarenakan alat ini sudah terintegrasi menjadi satu kesatuan alat yang sudah cukup akurat untuk melakukan pengukuran.

5.2. Saran

Dalam makalah ini, penulis menyadari jika dalam penyusunan makalah masih banyak kesalahan serta masih banyak yang perlu diperbaiki, maka dari itu tata bahasa atau cara penulisan perlu ditingkatkan. Terkait alat yang sudah dibuat, penulis menyarankan beberapa hal untuk diperhatikan serta ditingkatkan, seperti :

1. Meningkatkan nilai keakurasian tiap-tiap pengukuran baik dari sisi kalibrasi sensor maupun *coding system*.
2. Memperbanyak poin komposisi tubuh lain pada *output* alat, seperti massa otot, kepadatan tulang dan lain sebagainya yang bisa dihasilkan menggunakan metode BIA.
3. Mengkresiakan cara pakai alat agar dapat dengan mudah dimengerti oleh pengguna saat menggunakan alat ukur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1].P. SFI, "Berapa Persentase Lemak Di Tubuhmu?," SFIDN.com, 13 Juni 2019. [Online]. Available: <https://www.sfidn.com/article/post/berapa-persentase-lemak-di-tubuhmu#:~:text=Sementara%2C%20massa%20bebas%20lemak%20atau,diambil%20dari%20keseluruhan%20komposisi%20tubuh.>
- [2].P. Farastya, "All About Body Fat Monitor : Alat Ukur Kadar Lemak Dalam Tubuh Anda," Medicalogy, [Online]. Available: <https://www.medicalogy.com/blog/all-about-body-fat-monitor-alat-ukur-kadar-lemak-dalam-tubuh-anda/>.
- [3].KemenkesRI, "Pengaruh Konsumsi Lemak Berlebihan Terhadap Penyakit Tidak Menular," P2PTM Kementerian kesehatan RI, 5 Juli 2019. [Online]. Available: <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/stroke/pengaruh-konsumsi-lemak-berlebihan-terhadap-penyakit-tidak-menular.>
- [4].E.C. Hoffer, C.K. Meador, D.C. Simpson, "Bioelectrical impedance analysis--part I: review of principles and methods," Clin Nutr, pp. 1226-43, 2004.
- [5].A. M. Nurtsani, B. Murianda, T. Prakoso, Y. Christyono and M. A. Riyadi, "Rancang Bangun Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Multifrekuensi berbasis ARM," Jurnal TELKA, vol. 5, pp. 147-155, 2019
- [6].D. S. Karyadi and H. Gunawan, "Alat Ukur Tinggi Badan Portable," Media Neliti, vol. 6, pp. 56-68, 2007.
- [7].A. Daffarizqi, "Pemodelan Alat Pengukur Persentase Lemak Tubuh Dengan Metode Bio Impedance Analysis (BIA) Dengan Berbasis Arduino Uno," Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2020.
- [8].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," Jurusan Teknik Elektromedik Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jakarta, 2021.
- [9].P. K. RI, "Bagaimana Cara Mengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) / Berat Badan Normal?," Kemenkes RI, 1 Juli 2021. [Online]. Available: <https://p2ptm.>

kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/bagaimana-cara-mengukur-indeks-massa-tubuh-imt-berat-badan-normal.

- [10].American College Sport of Medicine, "Biar Selalu Sehat, Ini Komposisi Lemak yang Baik untuk Tubuh," Halodoc, 24 Juli 2018. [Online]. Available: <https://www.halodoc.com/artikel/biar-selalu-sehat-ini-komposisi-lemak-yang-baik-untuk-tubuh>.
- [11].E. Mylout, Kutschera, Ellyne and R. Widenhorn, "Bioelectrical impedance analysis as a laboratory activity: At the interface of physics and the body," American Journal of Physics, 2014.
- [12].N. Agustina, "Kebutuhan Cairan Tubuh Kita dalam Sehari," Kementerian Kesehatan Direktorat Jenderal Pelayanan Kesehatan, 14 September 2022. [Online]. Available: https://yankes.kemkes.go.id/view_artikel/1531/kebutuhan-cairan-tubuh-kita-dalam-sehari.
- [13].W. R. Padang, "Penggunaan Load Cell 250 KG Sebagai Sensor Berat untuk Timbangan Berat Badan Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," Universitas Sumatera Utara, Medan, 2019.
- [14].K. G. Suastika, M. Nawir, and P. Yunus, "Sensor Ultrasonik Sebagai Alat Pengukur Kecepatan Aliran Udara Dalam Pipa", Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia, August. 2014.
- [15]. "Arduino Mega 2560 REV," Arduino.CC, [Online]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560?queryID=undefined>. [Accessed 10 Juni 2022].
- [16]. "TFT LCD," Wikipedia, [Online]. Available: https://id.wikipedia.org/wiki/TFT_LCD. [Accessed 3 Januari 2023].
- [17].H. Yazdanian, A. Mahnam, and M. M. Samani, "Characteristics of the Howland current source for bioelectric impedance measurements systems", Biomedical Engineering (ICBME), 2013.
- [18].Samrasyid, "Op-Amp Sebagai Penguat Instrumentasi," Samrasyid Elektro, 13 Mei 2020. [Online]. Available: www.samrasyid.com/2020/05/op-amp-sebagai-penguat-instrumentasi.html. [Accessed 27 November 2022]

- [19].E. Hijriani, B. Maruddani and E. Sandi, “Rancang Bangun Rectifier Pada Rectenna Untuk Transfer Daya Wireless Pada Frekuensi 2,45 GHZ”, Jurnal Rectifier Antenna, 2020.
- [20].M. Kumngern, “Current-Controlled Current-Mode Quadrature Oscillator Using Translinear Current Conveyors”, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Vol 3, No 1 (2019).



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Ikhram Pratama Ramadhan
Tempat & tanggal lahir : Sempan, 17 November 2001
Alamat rumah : Jl. Pusaka Sempan RT.04
Pemali, Bangka
Telp : 085664268942
HP : 085664268942
Email : ikhrampr2018@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SDN 5 Pemali	2007-2013	-
SMP Negeri 3 Pemali	2013-2016	-
SMA Negeri 1 Pemali	2016-2019	IPA

3. Pendidikan Non Formal

Studi Independen AI	2022	Kemendikbud - MSIB
---------------------	------	--------------------

Sungailiat, 13 Februari 2023

(Ikhram Pratama Ramadhan)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Anissa Putri Aprilia Hermawan
Tempat & tanggal lahir : Cimahi, 12 April 2001
Alamat rumah : Jl. Batin Tikal No. 129 S.hati,
Sungailiat, Bangka Belitung
Telp : 082372307720
HP : 0895602941582
Email : anissapahgmail.com



Jenis kelamin : Perempuan
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

SD Muhammadiyah Sungailiat	2007-2013	-
SMP Negeri 1 Sungailiat	2013-2016	-
SMA Negeri 1 Sungailiat	2016-2019	IPA

3. Pendidikan Non Formal

Pejuang Muda	2021	Kemensos RI - MBKM
Studi Independen AI	2022	Kemendikbud - MSIB

Sungailiat, 13 Februari 2023

(Anissa Putri Aprilia H.)

CODING ALAT

```
#include <SPFD5408_Adafruit_GFX.h>           //library grafik LCD
#include <SPFD5408_Adafruit_TFTLCD.h>        // library khusus hardware TFTLCD
#include <SPFD5408_TouchScreen.h>           //Layar sentuh
#include <stdint.h>                          // header type integer
#include <SoftwareSerial.h>                  //komunikasi serial (digital to serial)
SoftwareSerial mySerial(11, 12);           // pin serial

#include <HCSR04.h> // library type sensor
const int trigPin = 45; // trigger
const int echoPin = 42; // pendeteksi pantulan sinyal
float heightPatient = 0, lastHEIGHT = 0; // nilai tinggi pasien
long duration; // waktu tempuh sinyal

#include "HX711.h" // library modul driver amplifier sensor
#define DOUT 15 // data keluaran
#define CLK 44 //clock
HX711 scale;
float calibration_factor = 29900; //nilai kalibrasi
float timbangREAL = 0, lastTIMBANGAN = 0, minTIMBANGAN = 999;

// touchscreen lcd koordinat
#define YP A3 // analog pin
#define XM A2 // analog pin
#define YM 9 // digital pin
#define XP 8 // digital pin

// nilai koordinat lcd tft
#define TS_MINX 123
#define TS_MINY 91
#define TS_MAXX 944
#define TS_MAXY 941
TouchScreen ts = TouchScreen(XP, YP, XM, YM, 300);

//analog pin for shield lcd
#define LCD_CS A3
#define LCD_CD A2
#define LCD_WR A1
#define LCD_RD A0
// optional
#define LCD_RESET A4

// 16bit warna umum for lcd display
#define BLACK 0x0000
#define DARKBLUE 0x0010
#define VIOLET 0x8888
#define RED 0xF800
#define GREEN 0x07E0
#define CYAN 0x07FF
#define MAGENTA 0xF81F
#define YELLOW 0xFFE0
#define WHITE 0xFFFF
#define GREY 0xDEFB
```



```

#define GOLD 0xFEAO
#define BROWN 0xA145
#define SILVER 0xC618
#define LIME 0x07E0
#define BLUE 0x001F
#define BG 0xE000
#define GRS 0xEEEE
// definisi nilai cepat
#define center_y 140
#define center_x 160
#define radius 50
#define lebar 100
#define tinggi 70
#define offset 10
#define max_width 240
#define max_height 320
//nilai maxmin tekanan
#define MINPRESSURE 10
#define MAXPRESSURE 1000
Adafruit_TFTLCD tft(LCD_CS, LCD_CD, LCD_WR, LCD_RD, LCD_RESET);
#define PENRADIUS 3

int mainmenu;
boolean off = true;

int old_analog = -999; // Value last displayed
int old_digital = -999; // Value last displayed

float bfMin = 999;
float bfMax = 0;
char bodyFat = 0;
int bar = 0;

//rst
#define pinSENSOR A14
long Number = 0;
long Age = 0;
int gender = 0;
float FFM = 0;
int adc = 0;
float teg = 0;
float volt = 0;
float IMT=0;
float FM = 0;
float BF = 0;
float BF2=0;
float TBW = 0;
int gen = 0;
float impedance = 0;
float CM = 0;
float CF = 0;
void setup() {
  sensorHX711();
  tft.reset();
  Serial.begin(9600);

```

```

mySerial.begin(9600);
uint16_t identifier = tft.readID();
tft.begin(identifier);
tft.setRotation(2);

pinMode(trigPin, OUTPUT); // Sets the trigPin as an Output
pinMode(echoPin, INPUT); // Sets the echoPin as an Input, mengukur jarak

tft.fillScreen(BLACK); //background
tft.setCursor(10, 70); // set posisi text
tft.setTextColor(WHITE); // warna text
tft.setTextSize(2); //ukuran text
tft.print("Rancang Bangun\n\n Alat Ukur\n\n Indeks Massa Tubuh\n\n Persentase Lemak\n\n &
Total Air\n\n dalam Tubuh");
delay(2000);

tft.fillScreen(BLACK);
tft.setCursor(10, 100);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setTextSize(2);
tft.print("Dibuat Oleh :\n\n Ikhram Pratama R\n\n Anissa Putri A.H\n\n D-IV TE");
delay(2000);

tft.fillScreen(BLACK);
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(10, 100);
tft.print("DOSEN PEMBIMBING :\n\n Eko Sulistyio,M.T. \n\n Yudhi,M.T.");
delay(2000);

tft.fillScreen(BLACK);
tft.setCursor(10,110);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setTextSize(2);
tft.print(" SELAMAT\n\n MELAKUKAN\n\n PENGUKURAN :D");
delay(2000);

allOFF();
analogMeter();
mainmenu = 0;
}

void loop() {
digitalWrite(13, HIGH);
TSPoint p = ts.getPoint();//perintah interupsi untuk LCD baca nilai mentah adc
digitalWrite(13, LOW);
pinMode(XM, OUTPUT);
pinMode(YP, OUTPUT);

if (mainmenu == 0) {
if (p.z > ts.pressureThreshold) {
p.x = map(p.x, TS_MAXX, TS_MINX, 0, 320); //nilai mentah menjadi piksel koordinat
p.y = map(p.y, TS_MAXY, TS_MINY, 0, 240); //nilai mentah menjadi piksel koordinat

Serial.print("X = "); Serial.print(p.x);

```

```

Serial.print("\tY = "); Serial.print(p.y);
Serial.print("\tPressure = "); Serial.println(p.z);

//masuk menu inputHeight
if (p.x >18 && p.x < 90 && p.y >51 && p.y <64) {;
  mainmenu = 1;
  inputHeight();
}
if (p.x > 20 && p.x <87 && p.y >23 && p.y <47) {
  timbangREAL = 0;
  lastTIMBANGAN = 0;
  mainmenu = 0;
}
}
}

if (mainmenu == 1) {
  if (p.z > ts.pressureThreshold) {
    p.x = map(p.x, TS_MAXX, TS_MINX, 0, 320);
    p.y = map(p.y, TS_MAXY, TS_MINY, 0, 240);
    Serial.print("X = "); Serial.print(p.x);
    Serial.print("\tY = "); Serial.print(p.y);
    Serial.print("\tPressure = "); Serial.println(p.z);

    //masuk menu input Age gender
    if (p.x >18 && p.x < 90 && p.y >51 && p.y <64) {
      mainmenu = 2;
      input_Age_Gender();
    }
    if (p.x > 20 && p.x <87 && p.y >23 && p.y <47) {
      heightPatient = 0;
      lastHEIGHT = 0;
      mainmenu = 1;
    }
  }
}
}

//halaman 3
if (mainmenu == 2) {
  if (p.z > ts.pressureThreshold) {
    p.x = map(p.x, TS_MAXX, TS_MINX, 0, 320);
    p.y = map(p.y, TS_MAXY, TS_MINY, 0, 240);
    Serial.print("X = "); Serial.print(p.x);
    Serial.print("\tY = "); Serial.print(p.y);
    Serial.print("\tPressure = "); Serial.println(p.z);

    //nomor 0
    if (p.x >165 && p.x <250 && p.y >10 && p.y < 50) {
      Age = (Age * 10) + 0;
      tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
      tft.setCursor(10, 80);
      tft.setTextSize(4);
      tft.setTextColor(BLACK);
      tft.println(Age); //update new value
    }
  }
}
//nomor 1

```

```

if (p.x >85 && p.x <160 && p.y >10 && p.y < 50) {
  Age = (Age * 10) + 1;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 2
if (p.x > 260 && p.x <330 && p.y > 55 && p.y < 93) {
  Age = (Age * 10) + 2;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 3
if (p.x > 165 && p.x <250 && p.y > 55 && p.y < 93) {
  Age = (Age * 10) + 3;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 4
if (p.x > 85 && p.x <160 && p.y > 55 && p.y < 93) {
  Age = (Age * 10) + 4;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 5
if (p.x >7 && p.x <75 && p.y > 55 && p.y < 93) {
  Age = (Age * 10) + 5;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 6
if (p.x > 260 && p.x < 330 && p.y > 100 && p.y < 139) {
  Age = (Age * 10) + 6;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 7
if (p.x > 165 && p.x < 250 && p.y > 100 && p.y < 139) {

```

```

Age = (Age * 10) + 7;
tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
tft.setCursor(10, 80);
tft.setTextSize(4);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 8
if (p.x > 85 && p.x < 160 && p.y > 100 && p.y < 139) {
  Age = (Age * 10) + 8;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//nomor 9
if (p.x > 7 && p.x < 75 && p.y > 100 && p.y < 139) {
  Age = (Age * 10) + 9;
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update new value
}
//clear
if (p.x > 260 && p.x < 330 && p.y > 10 && p.y < 50) {
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  Age = 0;
  tft.setCursor(10, 80);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.println(Age); //update nilai
}
//ok
if (p.x > 7 && p.x < 75 && p.y > 10 && p.y < 50) {
  mainmenu = 3;
  resultAnalysis();
}
//male
if (p.x > 55 && p.x < 150 && p.y > 185 && p.y < 200) {
  tft.fillCircle(137, 72, 7, BLACK); //male
  tft.fillCircle(137, 102, 7, BLACK); //female
  delay(100);
  tft.fillCircle(137, 72, 7, BLUE); //male
  tft.drawCircle(137, 102, 7, WHITE); //female
  gender = 1; //rumus tbw , cowo
  gen = 1; // nilai lemak cowo
  mainmenu = 2;
}
//female
if (p.x > 20 && p.x < 145 && p.y > 164 && p.y < 175) {
  tft.fillCircle(137, 72, 7, BLACK); //male
  tft.fillCircle(137, 102, 7, BLACK); //female
  delay(100);
}

```

```

tft.fillCircle(137, 102, 7, RED); //female
tft.drawCircle(137, 72, 7, WHITE); //male

gender = 2;          // rumus tbw ,cewe
gen = 0;           //nilai lemak cewe
mainmenu = 2;
}
}
}

if (mainmenu == 3) {
  if (p.z > ts.pressureThreshold) {
    p.x = map(p.x, TS_MAXX, TS_MINX, 0, 320);
    p.y = map(p.y, TS_MAXY, TS_MINY, 0, 240);
    Serial.print("X = "); Serial.print(p.x);
    Serial.print("\tY = "); Serial.print(p.y);
    Serial.print("\tPressure = "); Serial.println(p.z);

    //ulangi
    if (p.x > 130 && p.x < 325 && p.y > 10 && p.y < 35) {
      allOFF();
      analogMeter();          //HALAMAN BERAT BADAN, TAMPILAN
      mainmenu = 0;          //HALAMAN BERAT BADAN, TOUCHSCREEN
    }

    //selesai
    if (p.x > 10 && p.x < 110 && p.y > 10 && p.y < 35) {
      tft.fillScreen(BLACK);
      tft.setCursor(30, 110);
      tft.setTextColor(WHITE);
      tft.setTextSize(2);
      tft.print("TERIMAKASIH :)\n\n SEMOGA ANDA\n\n SEHAT SELALU");
      delay(2000);

      tft.fillScreen(BLACK);
      tft.setCursor(30, 110);
      tft.setTextColor(WHITE);
      tft.setTextSize(2);
      tft.print("ANDA AKAN\n\n KEMBALI KE \n\n MENU AWAL");
      delay(2000);
      setup();
    }
  }
}

//refresh penghapusan tulisan, millis berfungsi untuk menjalankan waktu internal
if ( millis() > crontimer + 1000) {

  t_sec++;
  if (t_sec > 59) {
    t_sec = 0;
    t_min++;
  }
  if (t_min > 59) {
    t_min = 0;

```

```

    t_hour++;
  }
  if(t_hour > 99) {
    runtime = "--:--:--";
  } else {
    String s = String(t_sec);
    String m = String(t_min);
    String h = String(t_hour);
    if (t_sec < 10) {
      s = "0" + String(t_sec);
    }
    if (t_min < 10) {
      m = "0" + String(t_min);
    }
    if (t_hour < 10) {
      h = "0" + String(t_hour);
    }
    runtime = h + ":" + m + ":" + s;
  }
  //Clear time box and write new time inside
  if (mainmenu == 0) {
    updateDisplay();
  }
  if (mainmenu == 1) {
    updateHeight();
  }
  if (mainmenu == 3) {
    resultUpdate();
  }
  crontimer = millis();
}
}

//mainmenu 0
void analogMeter() {
  mainmenu = 0;
  //fillscreen
  tft.fillScreen(BLACK);

  //tombol
  tft.fillRect(170, 235, 55, 30, WHITE); //to save
  tft.fillRect(170, 270, 55, 30, GOLD); //to reset
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.setCursor(170 + 5, 235 + 7);
  tft.print("SAVE");
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.setCursor(170 + 12, 270 + 7);
  tft.print("RST");

  //analog timbangan
  tft.fillRect(5, 144 + 1, 236 - 1, 30, WHITE);
  tft.drawRect(4, 144, 236, 170, GRS);
  tft.drawRect(8, 190, 228, 40, WHITE);

```

```

tft.fillRect(8 + 1, 190 + 1, 228 - 1, 40 - 1, GRS);

// Meter outline
tft.fillRect(0, 0, 239, 126, GREY);
tft.fillRect(5, 3, 230, 119, WHITE);

tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(52, 144 + 10);
tft.print("Mengukur Berat Badan Anda");

tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(25, 198);
tft.print("Berat Badan");

//for text
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(125, 252);
tft.print("KG");

//for analog
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(200, 90);
tft.print("KG");

// menggambar skala setiap 5 derajat dari -50 sampai +50
for (int i = -50; i < 51; i += 5) {
  // panjang centang skala
  int tl = 15;

  // Koordinat centang untuk menggambar
  float sx = cos((i - 90) * 0.0174532925);
  float sy = sin((i - 90) * 0.0174532925);
  uint16_t x0 = sx * (100 + tl) + 120;
  uint16_t y0 = sy * (100 + tl) + 140;
  uint16_t x1 = sx * 100 + 120;
  uint16_t y1 = sy * 100 + 140;

  // Koordinat centang berikutnya untuk pengisian zona
  float sx2 = cos((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
  float sy2 = sin((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
  int x2 = sx2 * (100 + tl) + 120;
  int y2 = sy2 * (100 + tl) + 140;
  int x3 = sx2 * 100 + 120;
  int y3 = sy2 * 100 + 140;

  // Batas zona PUTIH
  if (i >= -50 && i < 0) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, WHITE);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, WHITE);
  }
}

```



```

// batas zona KUNING
if (i >= 0 && i < 25) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, YELLOW);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, YELLOW);
}

// batas zona MERAH
if (i >= 25 && i < 50) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, RED);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, RED);
}

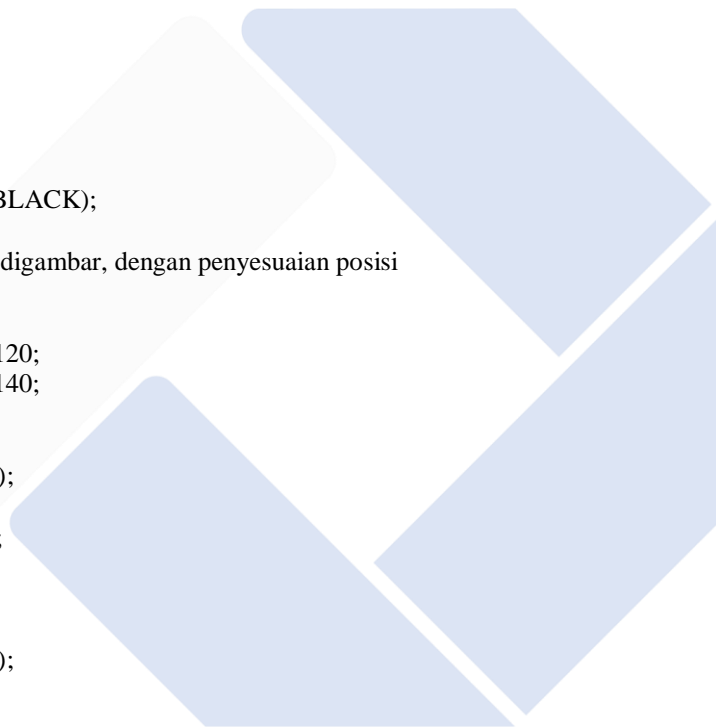
// Panjang centang skala pendek
if (i % 25 != 0) tl = 8;

// Hitung ulang koordinat jika panjang tick berubah
x0 = sx * (100 + tl) + 120;
y0 = sy * (100 + tl) + 140;
x1 = sx * 100 + 120;
y1 = sy * 100 + 140;

// menggambar centang
tft.drawLine(x0, y0, x1, y1, BLACK);

// Periksa apakah label harus digambar, dengan penyesuaian posisi
if (i % 25 == 0) {
    // Calculate label positions
    x0 = sx * (100 + tl + 10) + 120;
    y0 = sy * (100 + tl + 10) + 140;
    switch (i / 25) {
        case -2:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 12);
            tft.print("0");
            break;
        case -1:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 9);
            tft.print("50");
            break;
        case 0:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 6);
            tft.print("100");
            break;
        case 1:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 9);
            tft.print("150");
            break;
        case 2:

```



```

    tft.setTextColor(BLACK);
    tft.setTextSize(1);
    tft.setCursor(x0, y0 - 12);
    tft.print("200");
    break;
  }
}

// Sekarang gambar busur skala
sx = cos((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
sy = sin((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
x0 = sx * 100 + 120;
y0 = sy * 100 + 140;
// Gambar busur skala, bukan gambar bagian terakhir
if (i < 50) tft.drawLine(x0, y0, x1, y1, BLACK);
}

//tft.drawString("Audio Meter", 5 + 230 - 40, 119 - 20, 2); // Satuan di kanan bawah
//tft.drawCentreString("Audio Meter", 120, 70, 4); // Beri komentar untuk menghindari font 4
tft.drawRect(5, 3, 230, 119, BLACK); // Gambar garis bezel

plotNeedle((0 / 2), 0); // Letakkan jarum meteran pada 0
}

//plot needle
void plotNeedle(int value, byte ms_delay) {
  tft.setTextColor(BLACK);
  char buf[8]; //dtostrf(value, 4, 0, buf);
  //tft.drawRightString(buf, 40, 119 - 20, 2);

  if (value < -10) value = -10; // Batasi nilai untuk meniru penghentian ujung jarum
  if (value > 110) value = 110;

  // Gerakkan jarum dengan nilai baru tercapai
  while (!(value == old_analog)) {
    if (old_analog < value) old_analog++;
    else old_analog--;
  }

  if (ms_delay == 0) old_analog = value; // Perbarui segera penundaan id adalah 0

  float sdeg = map(old_analog, -10, 110, -150, -30); // Petakan nilai ke sudut
  // Menghitung ujung kabel jarum
  float sx = cos(sdeg * 0.0174532925);
  float sy = sin(sdeg * 0.0174532925);

  // Hitung x delta awal jarum (tidak dimulai pada titik pivot)
  float tx = tan((sdeg + 90) * 0.0174532925);

  // Hapus gambar jarum lama
  tft.drawLine(120 + 20 * ltx - 1, 140 - 20, osx - 1, osy, WHITE);
  tft.drawLine(120 + 20 * ltx, 140 - 20, osx, osy, WHITE);
  tft.drawLine(120 + 20 * ltx + 1, 140 - 20, osx + 1, osy, WHITE);
  // Simpan koordinat ujung jarum baru untuk penghapusan berikutnya
  ltx = tx;
  osx = sx * 98 + 120;
}

```

```

osy = sy * 98 + 140;

// Tarik jarum di posisi baru, magenta membuat jarum sedikit lebih tebal
// menarik 3 garis untuk menebalkan jarum
tft.drawLine(120 + 20 * ltx - 1, 140 - 20, osx - 1, osy, RED);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx, 140 - 20, osx, osy, MAGENTA);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx + 1, 140 - 20, osx + 1, osy, RED);

// Perlmabat jarum sedikit saat mendekati posisi baru
if (abs(old_analog - value) < 10) ms_delay += ms_delay / 5;

// Tunggu sebelum pembaruan berikutnya
delay(ms_delay);
}

}

//menghapus hasil printout
void eraser(int16_t x, int16_t y) {
  tft.fillRect(x, y, 100, 50, BLACK);
}

//mainmenu 0 hasil printout
void updateDisplay() {
  scale.set_scale(calibration_factor); // Sesuaikan dengan faktor kalibrasi
  timbangREAL = scale.get_units(); // mendapatkan nilai keluaran
  if (timbangREAL > lastTIMBANGAN) {
    lastTIMBANGAN = timbangREAL;
  }
  if (timbangREAL < minTIMBANGAN) {
    minTIMBANGAN = timbangREAL;
  }
  eraser(15, 252);
  plotNeedle((lastTIMBANGAN / 2), 8);
  tft.setTextSize(4);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(15, 252);
  tft.print(lastTIMBANGAN, 1);
}

//mainmenu 1
void inputHeight() {

  mainmenu = 1;
  //fillscreen
  tft.fillRect(BLACK);

  //tombol
  tft.fillRect(170, 235, 55, 30, WHITE); //to save ,garis lurus
  tft.fillRect(170, 270, 55, 30, GOLD); //to reset ,garis lurus
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.setCursor(170 + 5, 235 + 7);
  tft.print("SAVE");
  tft.setTextSize(2);

```

```

tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(170 + 12, 270 + 7);
tft.print("RST");

//analog timbangan
tft.fillRect(5, 144 + 1, 236 - 1, 30, WHITE);
tft.drawRect(4, 144, 236, 170, GRS);

tft.drawRect(8, 190, 228, 40, WHITE);
tft.fillRect(8 + 1, 190 + 1, 228 - 1, 40 - 1, DARKBLUE);
// Meter outline
tft.fillRect(0, 0, 239, 126, GREY);
tft.fillRect(5, 3, 230, 119, WHITE);

tft.setTextSize(1);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(52, 144 + 10);
tft.print("Mengukur Tinggi Badan Anda");

tft.setTextSize(3);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(15, 198);
tft.print("TINGGI BADAN");

//for text
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(125, 252);
tft.print("Cm");
//for analog
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(200, 90);
tft.print("Cm");

menggambar skala setiap 5 derajat dari -50 sampai +50
for (int i = -50; i < 51; i += 5) {
  int tl = 15;

  // Koordinat centang untuk menggambar
  float sx = cos((i - 90) * 0.0174532925);
  float sy = sin((i - 90) * 0.0174532925);
  uint16_t x0 = sx * (100 + tl) + 120;
  uint16_t y0 = sy * (100 + tl) + 140;
  uint16_t x1 = sx * 100 + 120;
  uint16_t y1 = sy * 100 + 140;

  // Koordinat centang berikutnya untuk pengisian zona
  float sx2 = cos((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
  float sy2 = sin((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
  int x2 = sx2 * (100 + tl) + 120;
  int y2 = sy2 * (100 + tl) + 140;
  int x3 = sx2 * 100 + 120;
  int y3 = sy2 * 100 + 140;
}

```

```

// Batas zona kuning
if (i >= -50 && i < 0) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, WHITE);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, WHITE);
}

// // batas zona hijau
if (i >= 0 && i < 25) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, YELLOW);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, YELLOW);
}

// batas zona orange
if (i >= 25 && i < 50) {
    tft.fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, RED);
    tft.fillTriangle(x1, y1, x2, y2, x3, y3, RED);
}

// Panjang centang skala pendek
if (i % 25 != 0) tl = 8;

// Recalculate coords incase tick lenght changed
x0 = sx * (100 + tl) + 120;
y0 = sy * (100 + tl) + 140;
x1 = sx * 100 + 120;
y1 = sy * 100 + 140;

// menggambar centang
tft.drawLine(x0, y0, x1, y1, BLACK);

// Periksa apakah label harus digambar, dengan penyesuaian posisi
if (i % 25 == 0) {
    // Calculate label positions
    x0 = sx * (100 + tl + 10) + 120;
    y0 = sy * (100 + tl + 10) + 140;
    switch (i / 25) {
        case -2:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 12);
            tft.print("0");
            break;
        case -1:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 9);
            tft.print("50");
            break;
        case 0:
            tft.setTextColor(BLACK);
            tft.setTextSize(1);
            tft.setCursor(x0, y0 - 6);
            tft.print("100");
            break;
        case 1:

```

```

    tft.setTextColor(BLACK);
    tft.setTextSize(1);
    tft.setCursor(x0, y0 - 9);
    tft.print("150");
    break;
case 2:
    tft.setTextColor(BLACK);
    tft.setTextSize(1);
    tft.setCursor(x0, y0 - 12);
    tft.print("200");
    break;
}
}

// Sekarang gambar busur skala
sx = cos((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
sy = sin((i + 5 - 90) * 0.0174532925);
x0 = sx * 100 + 120;
y0 = sy * 100 + 140;
// Gambar busur skala, bukan gambar bagian terakhir
if (i < 50) tft.drawLine(x0, y0, x1, y1, BLACK);
}

//tft.drawString("Audio Meter", 5 + 230 - 40, 119 - 20, 2); // Satuan di kanan bawah
//tft.drawCentreString("Audio Meter", 120, 70, 4); // Beri komentar untuk menghindari font 4
tft.drawRect(5, 3, 230, 119, BLACK); // Gambar garis bezel

plotSens((0 / 2), 0); // Letakkan jarum meteran pada 0
}

// jarum
void plotSens(int value, byte ms_delay) {
    tft.setTextColor(BLACK);
    char buf[8]; //dtostrf(value, 4, 0, buf);
    //tft.drawRightString(buf, 40, 119 - 20, 2);

    if (value < -10) value = -10; // Batasi nilai untuk meniru penghentian ujung jarum
    if (value > 110) value = 110;

    // Gerakkan jarum dengan nilai baru tercapai
    while (!(value == old_analog)) {
        if (old_analog < value) old_analog++;
        else old_analog--;
    }

    if (ms_delay == 0) old_analog = value; // Perbarui segera penundaan id adalah 0

    float sdeg = map(old_analog, -10, 110, -150, -30); // Petakan nilai ke sudut
    // Menghitung ujung kabel jarum
    float sx = cos(sdeg * 0.0174532925);
    float sy = sin(sdeg * 0.0174532925);

    // Hitung x delta awal jarum (tidak dimulai pada titik pivot)
    float tx = tan((sdeg + 90) * 0.0174532925); //nilai konversi derajat ke radian

```

```

// Hapus gambar jarum lama
tft.drawLine(120 + 20 * ltx - 1, 140 - 20, osx - 1, osy, WHITE);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx, 140 - 20, osx, osy, WHITE);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx + 1, 140 - 20, osx + 1, osy, WHITE);

// Simpan koordinat ujung jarum baru untuk penghapusan berikutnya
ltx = tx;
osx = sx * 98 + 120;
osy = sy * 98 + 140;

// Tarik jarum di posisi baru, magenta membuat jarum sedikit lebih tebal
// menarik 3 garis untuk menebalkan jarum
tft.drawLine(120 + 20 * ltx - 1, 140 - 20, osx - 1, osy, RED);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx, 140 - 20, osx, osy, MAGENTA);
tft.drawLine(120 + 20 * ltx + 1, 140 - 20, osx + 1, osy, RED);

// Percepat jarum sedikit saat mendekati posisi baru
if (abs(old_analog - value) < 10) ms_delay += ms_delay / 5;

// Tunggu sebelum pembaruan berikutnya
delay(ms_delay);
}
}

void updateHeight() {
// heightPatient = distanceSensor.measureDistanceCm();
// Clears the trigPin
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);

// Setel trigPin pada status TINGGI selama 10 mikro detik
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
heightPatient = 206.5-(duration*0.034/2);
if (heightPatient > lastHEIGHT) {
    lastHEIGHT = heightPatient;
}
// if (heightPatient < 100) {
//     lastHEIGHT = heightPatient==0;
// }
    eraser(15, 252);
    plotNeedle((lastHEIGHT / 2), 8);
    tft.setTextSize(3);
    tft.setTextColor(WHITE);
    tft.setCursor(15, 252);
    tft.print(lastHEIGHT, 1);
}

//menolkan semua pengukuran dan looping kembali
void allOFF() {
    Age = 0;
    Number = 0;
}

```

```

gender = 0;
lastTIMBANGAN = 0;
timbangREAL = 0;
FFM = 0;
adc = 0;
teg = 0;
volt = 0;
FM = 0;
BF = 0;
IMT=0;
TBW = 0;
gen = 0;
impedance = 0;
bfMin = 999;
bfMax = 0;
bodyFat = 0;
bar = 0;
lastHEIGHT = 0;
heightPatient = 0;
}

//mainmenu = 2
void input_Age_Gender() {
  mainmenu = 2;
  //fillscreen
  tft.fillScreen(BLACK);
  String simbol[3][4] = {
    { "6", "7", "8", "9" },
    { "2", "3", "4", "5" },
    { "C", "0", "1", "S" }
  };
  // Gambar Kotak Hasil
  tft.fillRect(0, 60, 120, 80, WHITE);
  //draw circle to your gen
  tft.drawCircle(137, 72, 7, WHITE); //male
  tft.drawCircle(137, 102, 7, WHITE); //female

  // cetak papan nama
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(10, 5);
  tft.print(" MASUKKAN UMUR DAN");
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(50, 30);
  tft.print("GENDER ANDA");

  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(150, 66);
  tft.print("PRIA");
  tft.setTextSize(2);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setCursor(150, 96);
  tft.print("WANITA");
}

```



```

//Draw keys
tft.fillRect (0, 260, 60, 60, RED);
tft.fillRect (0, 140, 240, 120, BLUE);
tft.fillRect (60, 260, 120, 60, BLUE);
tft.fillRect (180, 260, 60, 60, WHITE);

// Menggambar Garis Horizontal
for (int l = 140; l <= 320; l += 60)
  tft.drawFastHLine(0, l, 240, WHITE);

// Menggambar Garis vertikal
for (int o = 0; o <= 240; o += 60)
  tft.drawFastVLine(o, 140, 1800, WHITE);

// Tampilkan label keypad
for (int k = 0; k < 3; k++) {
  for (int p = 0; p < 4; p++) {
    tft.setCursor(22 + (60 * p), 160 + (60 * k));
    tft.setTextSize(3);
    tft.setTextColor(WHITE);
    if (k == 2 & p == 3) tft.setTextColor(BLACK); // ok is more visible
    tft.println(simbol[k][p]);
  }
}

//mainmenu 3
void resultAnalysis() {
  tft.fillScreen(BLACK);
  termo();
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setTextSize(0);
  tft.setCursor(19, 59);
  tft.print("50");
  tft.setTextSize(0);
  tft.setCursor(19, 106);
  tft.print("0");
  tft.setTextSize(0);
  tft.setCursor(19, 7);
  tft.print("100");
  tft.setTextSize(0);
  tft.setCursor(19, 82);
  tft.print("25");
  tft.setTextSize(0);
  tft.setCursor(19, 32);
  tft.print("75");

  tft.drawRect(40, 10, 200, 100, WHITE);
  tft.fillRect(45, 15, 190, 15, CYAN);
  tft.drawLine(40, 35, 240, 35, WHITE);
  tft.setCursor(55, 19);
  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.setTextSize(1);
  tft.print(" Lemak Tubuh Pasien");
}

```

```

tft.drawRect(5, 122, 235, 150, WHITE);
tft.fillRect(10, 127, 225, 15, YELLOW);
tft.fillRect(10, 198, 225, 15, LIME);

tft.drawLine(5, 193, 235, 193, WHITE);

tft.setCursor(55, 131);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setTextSize(1);
tft.print(" Indeks Massa Tubuh");

tft.setCursor(55, 202);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setTextSize(1);
tft.print(" Total Air Tubuh");

tft.fillRect(150, 280, 88, 39, WHITE); // ke impedansi

tft.fillRect(0, 280, 150, 40, RED); //to reset
tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setCursor(40, 292);
tft.print("Ulangi");

tft.setTextSize(2);
tft.setTextColor(BLACK);
tft.setCursor(155, 292);
tft.print("Selesai");
}

void sensorBIA() {
  adc = analogRead(pinSENSOR);
  teg = adc * (5.0 / 1023.0);
  impedance = teg / 0.00022;

  if (gender==1){
    FFM = (0.360 * (lastHEIGHT * lastHEIGHT / impedance)) + (0.162 * lastHEIGHT) + (0.289 *
lastTIMBANGAN) - (0.134 * Age) + (4.83 * gen) - 6.83;
    FM = lastTIMBANGAN - FFM;
    BF = (FM / lastTIMBANGAN) * 100;
  }

  if (gender==2){
    FFM = (0.360 * (lastHEIGHT * lastHEIGHT / impedance)) + (0.162 * lastHEIGHT) + (0.289 *
lastTIMBANGAN) - (0.134 * Age) + (4.83 * gen) - 6.83;
    FM = lastTIMBANGAN - FFM;
    BF = (FM / lastTIMBANGAN) * 100;
  }
  //-----TAMBAHKAN PENGUKURAN INDEKS MASSA TUBUH, MASA
LEMBAK, TOTAL BODY WATER DIBAWAH INI-----//

  IMT = (lastTIMBANGAN / ((lastHEIGHT*lastHEIGHT)/10000));

  //laki - laki

```

```

if (gender == 1) {
  TBW = (0.194786 * lastHEIGHT) + (0.296785 * lastTIMBANGAN) - 14.012934;
}
//perempuan
if (gender == 2) {
  TBW = (0.34454 * lastHEIGHT) + (0.183809 * lastTIMBANGAN) - 35.270121;
}
Serial.print("Tegangan = ");
Serial.println(teg);
Serial.print("volt = ");
Serial.println(volt);
Serial.print("impedance = ");
Serial.println(impedance);
Serial.print("IMT = ");
Serial.println(IMT);
Serial.print("FFM = ");
Serial.println(FFM);
Serial.print("FM = ");
Serial.println(FM);
Serial.print("BF = ");
Serial.println(BF);
Serial.print("TBW = ");
Serial.println(TBW);
}

tft.drawLine(14, 11, 17, 11, WHITE);
tft.drawLine(13, 86, 16, 86, WHITE);
tft.drawLine(13, 36, 16, 36, WHITE);
tft.drawLine(13, 61, 16, 61, WHITE);
tft.drawLine(14, 110, 16, 110, WHITE);
tft.drawLine(13, 98, 14, 98, WHITE);
tft.drawLine(13, 73, 14, 73, WHITE);
tft.drawLine(13, 48, 14, 48, WHITE);
tft.drawLine(13, 23, 14, 23, WHITE);
}

void resultUpdate() {
  sensorBIA();
  if (BF < bfMin)
  {
    bfMin = BF;
  }
  if (BF > bfMax)
  {
    bfMax = BF;
  }
}

tft.fillRect(50, 50, 170, 50, BLACK);
tft.setCursor(70, 60);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setTextSize(3);
tft.print(BF, 2);

tft.setCursor(180, 60);
tft.setTextColor(WHITE);

```

```
tft.setTextSize(3);
tft.print("%");

tft.fillRect(25, 150, 175, 30, BLACK);
tft.setCursor(40, 157);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setTextSize(3);
tft.print(IMT, 1);

tft.fillRect(50, 218, 170, 30, BLACK);
tft.setCursor(40, 230);
tft.setTextColor(WHITE);
tft.setTextSize(3);
tft.print(TBW, 1);
}

//CALIBRATE LOADCELL
void sensorHX711() {
  scale.begin(DOUT, CLK);
  scale.set_scale();
  scale.tare(); //Reset the scale to 0

  long zero_factor = scale.read_average(); //Get a baseline reading
}
```