

**ALAT UKUR KEKUATAN OTOT TUNGKAI PADA
LOMPATAN VERTIKAL YANG TERINTEGRASI
DENGAN APLIKASI *MOBILE***

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh :

Abdar Farabi NIM : 1052101

Desvira Yasmitasari NIM : 1052109

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2024**

LEMBAR PENGESAHAN

ALAT UKUR KEKUATAN OTOT TUNGKAI PADA LOMPATAN VERTIKAL YANG TERINTEGRASI DENGAN APLIKASI *MOBILE*

Oleh :

Abdar Farabi /1052101

Desvira Yasmitasari /1052109

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



Indra Dwisaputra, M.T.



Zanu Saputra, M.Tr.T.

Penguji 1

Penguji 2



Aan Febriansyah, M.T.



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Abdar Farabi NIM : 1052101

Nama Mahasiswa 2 : Desvira Yasmitasari NIM : 1052109

Dengan Judul : Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai Pada Lompatan Vertikal
Yang Terintegrasi Dengan Aplikasi *Mobile*

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, 5 Agustus 2024

Nama Mahasiswa

1. Abdar Farabi
2. Desvira Yasmitasari

Tanda Tangan

.....
.....

ABSTRAK

Inovasi dalam bidang olahraga dilakukan untuk menunjang peningkatan pencapaian prestasi. Tetapi pada pelaksanaannya masih terdapat permasalahan yang terjadi pada pengukuran alat ukur kekuatan otot tungkai seperti vertical jump saat ini masih melakukan perhitungan secara manual. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem yang dapat mengukur kekuatan otot tungkai secara otomatis. Adapun tujuan dari penelitian ini, membuat alat ukur kekuatan otot tungkai menggunakan sensor loadcell serta sensor rotary encoder dan menampilkan data hasil pengukuran dengan memanfaatkan aplikasi MIT app Inventor. Pengukuran dilakukan berdasarkan rumus power otot tungkai. Dari hasil pengujian, rata-rata nilai akurasi yang diperoleh dari pengukuran berat badan mencapai 99,61% jika dikomparasi dengan timbangan digital speeds. Rata-rata nilai akurasi pengukuran ketinggian vertikal mencapai 99,59% jika dikomparasi dengan waterpas. Alat ukur kekuatan otot tungkai dapat menampilkan nilai kekuatan otot tungkai beserta normanya.

Kata kunci: alat ukur, kekuatan otot tungkai, sensor load cell, sensor rotary encoder

ABSTRACT

Innovation in the field of sports is carried out to support the improvement of achievement performance. However, in practice, there are still problems with measuring leg muscle strength tools, such as the vertical jump, which is still calculated manually. Therefore, a system that can automatically measure leg muscle strength is needed. The aim of this research is to create a leg muscle strength measuring tool using a load cell sensor and a rotary encoder sensor, and to display the measurement data using the MIT app Inventor application. The measurements are based on the leg muscle power formula. From the testing results, the average accuracy of body weight measurement reached 99.61% when compared to digital scales. The average accuracy of vertical height measurement reached 99.59% when compared to a spirit level. The leg muscle strength measuring tool can display the value of leg muscle strength along with its norm.

Keywords : measuring instrument, leg muscle strength, load cell sensor, rotary encoder sensor

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam yang senantiasa memberikan karunia-Nya berupa rezeki, rahmat, nikmat, hidayah serta ilmu yang berlimpah sehingga penelitian dengan judul “**Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai Yang Terintegrasi Dengan Aplikasi Mobile**”. Shalawat berbingkai salam tak lupa dihaturkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi cahaya kala gelap gulita, pelipur lara kala dirundung nestapa dan pengobat pedih di kala sedih. Penulisan laporan proyek akhir ini bertujuan untuk menjadi salah satu syarat kelulusan pada Pendidikan Sarjana Terapan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Penulisan laporan proyek akhir membahas mengenai penelitian yang telah terlaksana.

Dalam penyusunan proyek akhir ini, banyak mendapatkan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dari berbagai pihak sehingga proyek akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur yang telah banyak memberikan kemudahan bagi penulis dalam menyelesaikan proyek akhir di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T. selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro dan Informatika dan dosen pembimbing 2 yang telah membimbing, mengarahkan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
3. Bapak Indra Dwisaputra, M.T. selaku Kepala Program Studi D-IV Teknik Elektronika dan dosen pembimbing 1 yang telah membimbing, mengarahkan memberi saran-saran dalam pembuatan dan penyusunan laporan proyek akhir ini.
4. Bapak Catur Pebriandani, S.Tr.T. selaku PLP Lab. Mikrokontroler yang telah membantu peneliti dalam pemecahan masalah pada saat membuat tugas akhir serta memberikan banyak sekali ilmu dan saran-saran yang bermanfaat.

5. Seluruh dosen dan staf pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah memberikan banyak ilmu yang sangat bermanfaat.
6. Orang tua saudara Abdar Farabi yakni Bapak Andi dan Ibu Nuryanti, serta orang tua dari saudara Desvira Yasmitasari yakni Alm. Bapak Ilyasak dan Ibu Sumiah yang senantiasa memberikan doa dan motivasi yang luar biasa sehingga penelitian ini terselesaikan.
7. Sahabat-sahabat penulis teman sejawat TE A 2021, UKKI Al Farisi, terkhusus kepada Athala, Zainul, Gilang, Irfan, Hanif, Ikmal, Irsan, Raihan, Haniza, Revye, Nova, Tiara, Yuni, Masya, Afifah, Syakila dan yang tak bisa disebutkan satu persatu yang telah menyemangati, membantu dan menghibur ketika pengerjaan proyek akhir.

Besar harapan laporan proyek akhir ini dapat memberi manfaat dalam menambah wawasan dan ilmu pengetahuan yang terdapat pada proyek akhir ini. Laporan ini tidak terlepas dari kekurangan yang masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, berharap untuk kritik dan saran membangun demi perbaikan laporan proyek akhir ini di masa mendatang. Semoga laporan proyek akhir ini dapat dipahami dan bermanfaat bagi seluruh orang terkhusus bagi para pembaca laporan.

Sungailiat, 5 Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Proyek Akhir	2
1.4. Batasan Masalah	3
BAB 2 DASAR TEORI	4
2.1. Kekuatan Otot Tungkai	4
2.1.1. Perhitungan Kekuatan Otot Tungkai	4
2.2. Sistem Pencatatan Berat Badan	5
2.2.1. Sensor <i>Load Cell</i>	6
2.2.2. Modul HX711	9
2.3. Sistem Pencatatan Jarak Ketinggian Lompatan	10
2.3.1. Sensor <i>Rotary Encoder</i>	11
2.3.2. <i>Incremental Rotary Encoder</i>	12
2.4. Sistem Pengolahan Data	14

2.4.1.	ESP 32	14
2.5.	Sistem Komunikasi Data	15
2.5.1.	Bluetooth HC05	15
2.6.	Sistem Monitoring	16
2.6.1.	MIT app Inventor	16
BAB 3 METODE PELAKSANAAN		18
3.1.	Tahap Pelaksanaan	18
3.2.	Pengumpulan Data	19
3.3.	Perancangan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	20
3.3.1.	Perancangan Blok Diagram	20
3.3.2.	Perancangan Kontruksi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	21
3.3.3.	Perancangan 3D <i>Print</i>	22
3.3.4.	Perancangan <i>Software</i> Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	23
3.4.	Peracangan Skematik Rangkaian	24
3.5.	Pembuatan Program Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	26
3.6.	Pengujian Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	26
3.7.	Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi	27
BAB 4 PEMBAHASAN		28
4.1.	Konstruksi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	28
4.1.1.	Deskripsi Alat	28
4.1.2.	Pembuatan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	29
4.2.	Pengujian Sensor <i>Load Cell</i>	37
4.2.1.	Pengujian Alat Ukur Berat Badan	39
4.2.2	Analisa Hasil Pengujian Sensor dan Alat	41
4.3.	Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	42
4.3.2.	Analisa Hasil Pengujian Sensor	44
4.4.	Pengujian Aplikasi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	45

4.4.1. Analisa Pengujian Aplikasi.....	45
4.5. Pengujian <i>Bluetooth</i> HC05.....	46
4.5.1. Analisa Pengujian <i>Bluetooth</i> HC05	48
4.6. Pengujian Keseluruhan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai.....	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Kesimpulan.....	51
5.2. Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN 1 DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	57
LAMPIRAN 2 PROGRAM KESELURUHAN	60



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Norma Kekuatan Otot Tungkai Usia 18 Tahun Ke Atas	4
Tabel 2. 2 Nilai Normatif Jump Test Usia 16-19 Tahun.....	5
Tabel 2. 3 Nilai Norma Lompat Tegak Dewasa	5
Tabel 2. 4 Range kriteria kelayakan.....	9
Tabel 3. 1 Jumlah Komponen Pada Skematik Rangkaian.....	24
Tabel 3. 2 Pin Komponen Yang Digunakan	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> Beban Tetap.....	38
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Timbangan Berat Badan	40
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	43
Tabel 4. 4 Pengujian <i>Bluetooth</i> Tanpa Penghalang	46
Tabel 4. 5 Pengujian <i>Bluetooth</i> Dengan Penghalang	47
Tabel 4. 6 Pengujian Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Rangkaian Wheatstone tanpa beban.....	6
Gambar 2. 2 Rangkaian Wheatstone terdapat beban	7
Gambar 2. 3 Modul HX711	10
Gambar 2. 4 Sensor <i>Rotary Encoder</i>	11
Gambar 2. 5 Susunan piringan untuk <i>incremental encoder</i>	12
Gambar 2. 6 Pola keluaran <i>incremental encoder</i>	13
Gambar 2. 7 Output dan arah putaran pada resolusi yang berbeda-beda.....	13
Gambar 2. 8 Esp32 dan bagian dari pinnya	14
Gambar 2. 9 Modul <i>Bluetooth</i> HC05	15
Gambar 2. 10 Tampilan web <i>MIT app Inventor</i>	16
Gambar 3. 11 Diagram Alur Metodologi.....	18
Gambar 3. 12 <i>Focus Group Discussion</i>	19
Gambar 3. 13 Blok Diagram Alat	20
Gambar 3. 14 Blok Diagram Sistem Pengisian Daya	21
Gambar 3. 15 Desain Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai.....	22
Gambar 3. 16 Perancangan 3D <i>Printing</i> Komponen	23
Gambar 3. 17 Rancangan Tampilan Aplikasi	23
Gambar 3. 18 Rancangan Skematik Rangkaian.....	24
Gambar 4. 19 Alas Pijakan Tanpa Lapis.....	30
Gambar 4. 20 Bagian Dalam Alas Pijakan.....	31
Gambar 4. 21 Alas Pijakan Dilapisi <i>Rubber</i>	31
Gambar 4. 22 Proses Cetak 3D <i>Printing</i>	32
Gambar 4. 23 Kotak Komponen 3D <i>Printing</i>	32
Gambar 4. 24 Pelindung Sensor <i>Rotary Encoder</i> 3D <i>Printing</i>	33
Gambar 4. 25 <i>Rolling</i> Wadah Tali	33
Gambar 4. 26 Pemasangan Sensor <i>Load Cell</i>	35
Gambar 4. 27 Peletakkan Sensor <i>Rotary Encoder</i>	35

Gambar 4. 28 Peletakkan dan Perakitan Komponen Elektrik.....	36
Gambar 4. 29 Pengujian Sensor <i>Load Cell</i> Beban Tetap.....	38
Gambar 4. 30 Pengukuran Berat Badan.....	40
Gambar 4. 31 Grafik Komparasi Data Berat Badan	41
Gambar 4. 32 Hasil Pengujian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	42
Gambar 4. 33 Grafik Komparasi Data Ketinggian Vertikal	44
Gambar 4. 34 Pengujian Aplikasi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai	45
Gambar 4. 35 Pengujian <i>Bluetooth</i> HC05.....	45
Gambar 4. 36 Tampilan Aplikasi Konektivitas <i>Bluetooth</i>	47
Gambar 4. 37 Pengujian Keseluruhan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai.....	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Program Keseluruhan



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Inovasi dalam bidang olahraga dilakukan untuk menunjang peningkatan pencapaian prestasi [1]. Tetapi pada pelaksanaannya masih terdapat permasalahan yang terjadi pada pengukuran alat ukur kekuatan otot tungkai seperti *vertical jump* saat ini masih melakukan perhitungan secara manual serta menghitung waktu menggunakan *stopwatch*. Pengukuran secara manual dilakukan dengan cara menyiapkan sebuah kapur dan penanda tinggi berupa papan atau dinding. Selanjutnya, orang yang melakukan tes melompat setinggi-tingginya dan meraih dinding atau papan [2]. Perhitungan secara manual juga menjadi sebuah masalah karena konsentrasi yang dimiliki setiap orang memiliki tingkat yang berbeda dan pemakaian *stopwatch* menjadi masalah untuk akurasi data yang diambil karena terdapat perbedaan rentang waktu pada saat penekanan tombol [3]. Maka dari itu, dapat memunculkan kesalahan (*human error*) karena kepekaan dan refleks manusia memiliki tingkat berbeda-beda.

Pada penelitian sebelumnya telah dibuat alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal. Alat ini menggunakan dua sensor yaitu sensor *loadcell* untuk mendeteksi nilai berat badan, juga sensor inframerah yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian lompatan dan waktu yang ditempuh saat pelaksanaan lompat vertikal. Sensor inframerah yang digunakan menjadi batasan masalah dalam melakukan pengukuran, karena apabila pengukuran terjadi di luar ruangan maka intensitas cahaya akan sangat mempengaruhi keakuratan sensor dalam mendeteksi sehingga hasil yang ditampilkan tidak optimal [4].

Adanya permasalahan di atas mendorong kami untuk melakukan pengembangan alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*. Inovasi yang akan dilakukan yakni melakukan pembuatan alat ini dengan menggunakan dua sensor, pertama sensor *rotary encoder* terletak di dalam tempat pijakan yang berkoneksi dengan tali dan sabuk untuk mendeteksi jarak

dan waktu tempuh. Kedua terdapat sensor *load cell* untuk memberikan informasi mengenai berat badan sehingga berat badan dapat diukur. Selanjutnya, kerangka alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal terbuat dari tripleks 12 milimeter yang dilapisi *rubber* busa agar terjaga tingkat keamanan dalam penggunaan. Alat ini diharapkan agar meminimalkan tingkat kesalahan (*human error*) yang terjadi saat melaksanakan tes *vertical jump* serta dapat dimanfaatkan dalam menganalisa kekuatan alat ukur kekuatan otot tungkai sebagai pembinaan maupun penyusunan program latihan atlet berbagai cabang olahraga sehingga memajukan olahraga nasional.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan penjabaran yang terdapat pada latar belakang, diperoleh rumusan masalah, sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang alat pengukuran kekuatan otot tungkai?
2. Bagaimana penggunaan sensor *load cell* dalam pembacaan berat pada alat pengukuran kekuatan otot tungkai?
3. Bagaimana penggunaan sensor *rotary encoder* dalam pembacaan ketinggian vertikal pada alat pengukuran kekuatan otot tungkai?
4. Bagaimana aplikasi dapat menampilkan nilai kekuatan otot tungkai beserta normanya?
5. Bagaimana hasil pengujian keseluruhan alat pengukuran kekuatan otot tungkai?

1.3. Tujuan Proyek Akhir

Merujuk pada rumusan masalah yang telah dijabarkan, oleh karena itu proyek akhir ini memiliki tujuan, sebagai berikut:

1. Merancang konstruksi alat ukur kekuatan otot tungkai.
2. Membuat sistem pengukuran yang dapat memberikan informasi mengenai berat.
3. Membuat sistem pengukuran yang dapat memberikan informasi mengenai ketinggian vertikal.
4. Membuat aplikasi yang dapat menampilkan hasil pengukuran berat badan, ketinggian vertikal, waktu, kekuatan otot tungkai beserta normanya.

5. Menguji keseluruhan alat pengukuran otot tungkai.

1.4. Batasan Masalah

Supaya penelitian dalam proyek akhir ini lebih terstruktur pada bahasan hasil, diperlukan sebuah batasan masalah seperti berikut.

1. Pengujian diterapkan ke atlet cabang panjat tebing dan beladiri.
2. Komunikasi memanfaatkan sistem *bluetooth*.



BAB 2

DASAR TEORI

2.1. Kekuatan Otot Tungkai

Komponen dasar biomotor yang diperlukan setiap cabang olahraga disebut kekuatan. Hal ini bertujuan untuk mencapai prestasi yang baik dan optimal, sehingga kekuatan merupakan salah satu hal yang perlu ditingkatkan karena sebagai landasan dasar pada pembentukan berbagai komponen biomotor [5]. Selanjutnya, otot tungkai adalah otot yang masuk klasifikasi otot anggota gerak bawah, terdiri dari otot tungkai bawah dan atas yang meliputi otot paha atas. Maka dari itu, kekuatan otot tungkai merupakan unsur dari pembentukan daya otot tungkai, lompatan yang baik dihasilkan oleh kualitas otot tungkai yang baik juga [6]. Berbagai latihan yang mengarah pada hasil lompatan dapat meningkatkan kekuatan otot tungkai.

2.1.1. Perhitungan Kekuatan Otot Tungkai

Pengukuran kekuatan otot tungkai dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rumus } P = \frac{W \times S}{t} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

W = berat badan (kg),

S = jarak ketinggian lompatan (m),

t = waktu yang ditempuh (detik) [7].

Norma kekuatan otot tungkai untuk usia 18 tahun ke atas dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Norma Kekuatan Otot Tungkai Usia 18 Tahun Ke Atas

Nilai Kekuatan Otot Tungkai	Kategori
>45 Kg cm/s	Sempurna
42-45 Kg cm/s	Baik Sekali
38-42 Kg cm/s	Baik

Nilai Kekuatan Otot Tungkai	Kategori
35-38 Kg cm/s	Cukup
32-35 Kg cm/s	Kurang
<32 Kg cm/s	Kurang Sekali

Sedangkan untuk lompat tegak (*vertical jump*), berdasarkan buku yang berjudul pengukuran dan evaluasi olahraga [8], memiliki nilai norma tersendiri pada kategori junior dan dewasa. Berikut data normatif *jump test* untuk usia 16-19 Tahun.

Tabel 2. 2 Nilai Normatif Jump Test Usia 16-19 Tahun

Jenis Kelamin	Sangat Baik	Baik	Sedang	Kurang	Buruk
Laki-laki	>65 Cm	50-65 Cm	40-49 Cm	30-39 Cm	<30 Cm
Perempuan	>58 Cm	47-58 Cm	36-46 Cm	26-35 Cm	<26 Cm

Selanjutnya, untuk usia dewasa memiliki nilai norma lompat tegak yang berbeda, nilai norma tersebut ditampilkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2. 3 Nilai Norma Lompat Tegak Dewasa

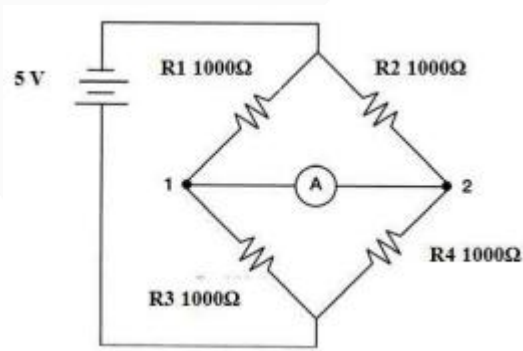
Peringkat	Laki-laki	Perempuan
Istimewa	>70 Cm	>60 Cm
Sangat Baik	61-70 Cm	51-60 Cm
Baik	51-60 Cm	41-50 Cm
Sedang	41-50 Cm	31-40 Cm
Kurang	31-40 Cm	21-30 Cm
Buruk	21-30 Cm	11-20 Cm
Sangat Buruk	<21 Cm	<11 Cm

2.2. Sistem Pencatatan Berat Badan

Sistem pencatatan berat badan dirancang dengan sistem yang dapat melakukan pencatatan hasil dari pengukuran berat badan secara otomatis, hasil yang tercatat akan langsung masuk ke dalam aplikasi yang telah disediakan, serta dapat ditampilkan. Untuk memaksimalkan fungsi, sistem berat badan harus memiliki keakuratan yang baik. Salah satu sensor yang dapat dimanfaatkan untuk mengukur berat tubuh adalah sensor *load cell* dan modul HX711.

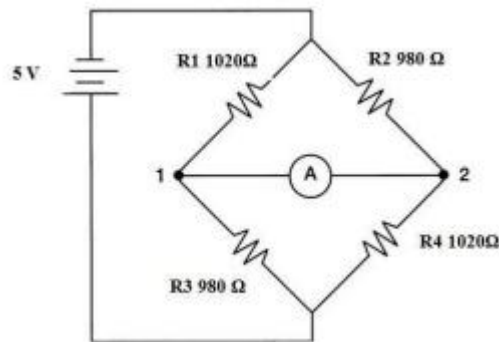
2.2.1. Sensor Load Cell

Menurut Dewantara dan Priyo Sasmoko, sensor *load cell* merupakan sensor yang memiliki fungsi mengubah tekanan dari sebuah bobot menjadi suatu sinyal elektrik. Pada sensor *load cell* terdapat bentuk pengaturan mekanis berupa resistor planar. Melalui deformasi dari *strain gauges* atau matrik pengukur regangan gaya tekanan akan terdeteksi. Terdapat hambatan efektif yang akan dialih mlewati regangan yang terdiri dari 4 penaksiran regangan *brige*. Sensor *load cell* memiliki cara kerja yakni ketika sensor hendak diberi beban, hal ini akan mengaktifkan elemen-elemen logam yang terletak pada sensor, mengakibatkan munculnya gaya elastis. *Strain gauges* atau sebuah pengukur tegangan yang ada pada sensor *load cell*, akan mengerjakan konversi di sinyal elektrik yang diperoleh dari regangan. Rangkaian wheatstone menjadi dasar dari prinsip kerja sensor *load cell*. Layaknya gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1 Rangkaian Wheatstone tanpa beban

Selanjutnya pada gambar 2.2 di bawah ini adalah rangkaian seimbang, hal ini terjadi karena $R = 350\Omega$. Pada nilai $R1$ dan $R3$ besar tegangan yang melewati bernilai sama dengan nilai $R2$ dan $R4$, disebabkan oleh tidak ada tegangan yang berbeda pada titik 1 dan 2 serta nilai resistor bernilai sama.



Gambar 2. 2 Rangkaian Wheatstone terdapat beban

Nilai R akan mengalami perubahan ketika diberi beban. Nilai pada R1 sama dengan nilai R4 dan nilai pada R2 sama dengan nilai R3, ini akan mengakibatkan sensor *load cell* mengalami kondisi tidak seimbang, maka terjadi beda potensial sebagai output [9].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah membuat timbangan berat badan menggunakan sensor *load cell*. Pada uji coba alat dilakukan pengambilan data pada dua orang dengan uji sebanyak dua kali. Pengambilan data pertama pada Firmansyah menghasilkan ukuran berat badan yang sama antara timbangan digital dan alat ukur penelitian. Kemudian, pada percobaan di Festian terdapat selisih 1 Kg antara timbangan digital dengan alat ukur penelitian. Uji kedua menghasilkan nilai sebaliknya dari uji pertama, yang tadinya Festian memperoleh selisih berat badan sebesar 1 Kg. Pada uji ke dua Firmansyah yang memperoleh nilai selisih 1 Kg dari berat badan yang di ukur timbangan digital. Perhitungan nilai *error* dapat dilakukan dengan rumus, sebagai berikut.

$$Error\% = \frac{\text{Selisih Pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\%$$

Keterangan :

Error % = Persentase kesalahan hasil

Berat Sebenarnya = Berat tanpa objek

Berat yang Terukur = Hasil pengukuran sensor *load cell* dengan beban.

Pada pengujian 1 didapatkan persentase *Error* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase Error} &= \frac{145-144}{144} \times 100\% \\ &= \frac{1}{144} \times 100\% \\ &= 0,69\%\end{aligned}$$

Pada pengujian 2 dihasilkan persentase *Error* sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Persentase Error} &= \frac{67-66}{66} \times 100\% \\ &= \frac{1}{66} \times 100\% \\ &= 1,52\%\end{aligned}$$

Persentase *error* di atas menunjukkan bahwa tingkat kesalahan pada penelitian tersebut terbilang kecil dengan persentase *error* 0,69% sampai 1,52% [10]. Tetapi, dalam penelitian ini tidak melakukan pengiriman data ke aplikasi *mobile* sehingga hasil pengukuran otomatis terhapus setelah penimbangan berat badan.

Selanjutnya, telah dilakukan juga penelitian membuat penimbang berat badan menggunakan metode regresi linier. Penelitian ini menggunakan sensor *load cell* yang diproses menggunakan mikrokontroler *Wemos DI*, apabila nilai sensor terdeteksi maka hasil akan keluar pada aplikasi android dan tersimpan di *database*. Sensor *load cell* diletakkan di sandal jepit. Pengambilan data dilakukan pada 7 orang yang sedang berjalan dan dibandingkan dengan timbangan digital. Setelah melakukan pengujian sensor *load cell* diperoleh akurasi yang baik karena tingkat *Error* yang rendah. Mikrokontroler yang memproses data yakni *wemos DI* mini bekerja dengan baik. Modul wifi pada mikrokontroler menguntungkan karena tidak perlu lagi menggunakan modul wifi eksternal untuk menghubungkan ke aplikasi android untuk keluarannya. Aplikasi android berhasil menampilkan nilai output berat badan. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan didapatkan nilai *Mean Absolute Percentage Error (MAPE)* diperoleh sebesar 10%. Nilai *MAPE* tersebut menunjukkan tingkat *Error* sangat kecil. Namun, untuk penelitian selanjutnya lebih

baik menggunakan metode lain untuk perhitungan sensor agar diperoleh keakuratan yang lebih baik [11].

Penelitian selanjutnya telah melakukan sebuah inovasi mengenai perancangan alat ukur digital pada tinggi serta berat badan dengan keluaran suara. Alat ini telah diimplementasikan dengan alat ukur tinggi dan berat badan bersamaan, alat ini juga dapat memberi informasi mengenai ideal atau tidak timbangan yang terukur. Arduino uno digunakan untuk pemroses data, kemudian sensor ultrasonik difungsikan untuk mendeteksi tinggi badan, sensor *load cell* untuk mendeteksi berat badan. Data yang diperoleh diproses oleh Arduino untuk memperoleh data berat badan ideal dan indeks massa tubuh. LCD menampilkan keluaran tinggi badan, berat badan dan berat badan idealnya. Kondisi berat badan, indikasi ideal, gendut atau kurus akan dikeluarkan oleh modul speaker. Dari hasil uji sistem, diperoleh nilai pengukuran tinggi dengan persentase 96,80%. Selanjutnya, berat badan memperoleh persentase 99,04%. Keberhasilan dalam memberikan indikasi kondisi tubuh berupa outputan suara dengan persentase 95%. Alat ukur otomatis untuk berat dan tinggi badan dengan keluaran suara berhasil dan dapat bekerja sangat baik. Penentuan persentase keberhasilan dan *Error* dapat dilihat pada tabel range kriteria kelayakan, sebagai berikut.

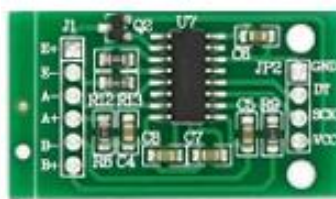
Tabel 2. 4 Range kriteria kelayakan [12]

Skor dalam persentase	Kriteria
$80\% < \text{Persentase} \leq 100\%$	Sangat Baik
$60\% < \text{Persentase} \leq 80\%$	Baik
$40\% < \text{Persentase} \leq 60\%$	Cukup Baik
$20\% < \text{Persentase} \leq 40\%$	Kurang Baik
$0\% < \text{Persentase} \leq 20\%$	Tidak Baik

2.2.2. Modul HX711

Menurut penelitian Agung Hanifan Lutfiyanto dan Arkhan Subari, Modul HX711 adalah sebuah modul timbangan dengan cara kerja yakni memperkuat perubahan tegangan yang terukur dari sensor *load cell* dan mengubahnya ke dalam besaran sinyal listrik dari rangkaian. Pada penelitian ini menggunakan modul HX711 karena

data yang diperoleh dari sensor *load cell* yang awalnya memiliki sinyal analog menjadi sinyal digital, DOUT dan SCK memperoleh data melalui sensor *load cell* yang mengkonversikan sinyal analog menjadi sinyal analog pulsa. Selain itu, terdapat 2 jenis komunikasi pada pengambilan data pada modul HX711 yakni data dan *clock*, pada kondisi data / *dout low* dikerjakan proses pengambilan data ke mikrokontroler menjadi data digital berat yang telah dikonversi, berbeda apabila bernilai *high* maka pengambilan data tidak terjadi [13]. Modul HX711 dirancang untuk sensor penimbang digital juga aplikasi kontrol industri yang terhubung dengan sensor *wheatstone* atau sensor jembatan [14]. Pada saat pengukuran, tegangan yang dihasilkan oleh sensor *load cell* memiliki nilai yang kecil. Sehingga keluaran tersebut harus dikuatkan menggunakan penguat HX711 [15].



Gambar 2. 3 Modul HX711

Modul HX711 dirancang sebagai modul timbangan digital yang mempunyai kelebihan seperti output yang dihasilkan stabil dan andal, mudah dalam penggunaan, memiliki respon cepat serta memiliki sebuah ADC 24 Bit. Sensor *load cell* yang menggunakan modul HX711 dalam penelitian memperoleh nilai persentase kesalahan sangat kecil yakni sebesar 0.66%. Hal ini menunjukkan bahwa modul HX711 memiliki kerja yang sangat baik dalam mengukur berat badan [16].

2.3. Sistem Pencatatan Jarak Ketinggian Lompatan

Sistem pencatatan jarak ketinggian lompatan dibuat dengan sistem yang dapat melakukan pencatatan nilai yang diperoleh dari pengukuran jarak ketinggian secara otomatis. Hasil yang tercatat akan dikirimkan ke aplikasi yang sudah dibuat untuk menyimpan data. Serta dapat ditampilkan. Agar hasil yang diperoleh maksimal, dibutuhkan komponen pendukung yang memiliki keakuratan yang baik. Maka dari

itu, komponen yang dapat difungsikan untuk mengukur jarak ketinggian lompatan adalah sensor *rotary encoder* berjenis *incremental*.

2.3.1. Sensor *Rotary Encoder*

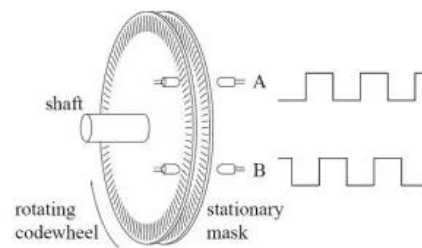
Sensor *rotary encoder* terdiri dari piringan tipis yang mempunyai lubang pada bagian piring melingkar. Terdapat sebuah LED di salah satu sisi piringan sehingga cahaya menuju ke piringan. Pada sisi yang lain terletak *photo-transistor* yang dapat mendeteksi cahaya dari LED yang berlawanan. Piringan tipis dipasangkan dengan poros motor, apabila motor berputar piringan akan ikut berputar. Jika cahaya LED memancar ke arah lubang hingga mengenai *photo-transistor*, akan terjadi saturasi pada *photo-transistor* dan akan menghasilkan sebuah pulsa gelombang persegi. Banyak lubang pada piringan sensor *rotary encoder* menentukan akurasi [17]. Telah dilakukan penelitian mengenai alat pengukur jarak menggunakan sensor *rotary encoder*. Perancangan alat yang berbentuk roda yang dimana setiap putaran berguna untuk mengukur jarak tertentu juga diimplementasikan memberikan informasi mengenai jarak kepada tunanetra. Arduino uno berfungsi untuk memproses nilai pulsa yang dibaca oleh sensor *rotary encoder* dan diubah menjadi nilai jarak. Selanjutnya, modul MP3 berguna untuk memutar file suara. Suara akan diperkuat dengan amplifier dan suara akan keluar melalui speaker. Sensor *rotary encoder* mampu mengubah gerakan fisik roda pengukur, baik ke arah depan melalui pin A dan ke arah belakang melalui pin B. Alat ini memiliki keakuratan yang sangat baik dengan persentase 90,23% [18].



Gambar 2. 4 Sensor *Rotary Encoder*

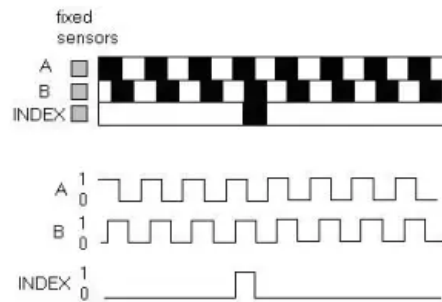
2.3.2. *Incremental Rotary Encoder*

Incremental rotary encoder memiliki kedua buah sensor yang biasanya disebut *channel A* dan *channel B*. Apabila poros mengalami perputaran, sinyal pulsa akan muncul pada masing-masing *channel* di frekuensi yang sepadan dengan kecepatan putar sebaliknya hubungan fasa diantara *channel A* dan *channel B* menghasilkan arah putaran. Putaran dapat diukur dengan cara menghitung jumlah pulsa yang terjadi akan resolusi piringan. Arah putaran dapat diketahui, ketika diketahui juga *channel* mana yang *leading* akan *channel* lainnya. Arah putaran yang terjadi dapat ditentukan karena dua *channel* akan mengalami beda fasa seperempat putaran (*quadrature resigal*). Kerap terdapat keluaran dari *channel* ketiga yang disebut *index*, menghasilkan satu pulsa per putarannya untuk menghitung banyak putaran yang terjadi.

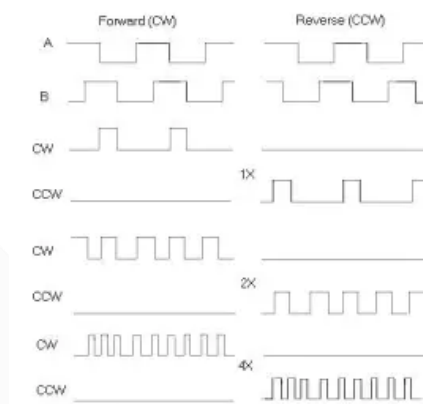


Gambar 2. 5 Susunan piringan untuk *incremental encoder* [19]

Pola diagram outputan dari sebuah *incremental encoder* dapat dilihat pada gambar. Resolusi outputan dari sinyal *quadrature A* dan *quadrature B* bisa dibuat beberapa macam yakni 1X, 2X, serta 4X. Pada resolusi 1X hanya memberi *single pulse* pada setiap transisi di kedua sinyal A dan sinyal B menjadi empat kali resolusi 1X. A sama dengan arah bawah dengan B sama dengan 1 menyatakan bahwa arah putaran searah jarum jam, sedangkan B sama dengan arah bawah dengan A sama dengan 1 menyatakan bahwa arah berlawanan jarum jam.



Gambar 2. 6 Pola keluaran *incremental encoder*



Gambar 2. 7 Output dan arah putaran pada resolusi yang berbeda-beda [20]

Dalam penelitian sebelumnya telah merancang prototype alat pengukur jarak vertikal menggunakan rotary encoder. Pemrosesan data dilakukan berbasis arduino nano. Nilai yang terdeteksi oleh sensor *rotary encoder* pada setiap pengukuran akan dikonversi menjadi perhitungan meter. Sensor *rotary encoder* diintegrasikan dengan perhitungan secara tepat di roda mulai dari jari-jari, diameter, luas lingkaran serta jarak yang ditempuh roda. Selanjutnya, resultan dari sensor *rotary encoder* dikonversi dengan rumus lingkaran roda. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai *Error* pada pengukuran jarak 100 meter, 500 meter, 1000 meter dan 1300 meter sebesar 0,12% [21]. Selanjutnya, pada penelitian terdahulu yang membuat alat pendeteksi jarak yang telah diimplementasikan sebagai prototype alat pengukur jarak vertikal dan horizontal. Menggunakan Arduino UNO untuk memproses data dari deteksi sensor inframerah dan *rotary encoder*. Sensor inframerah berfungsi untuk mengukur jarak secara vertikal dan *rotary encoder*

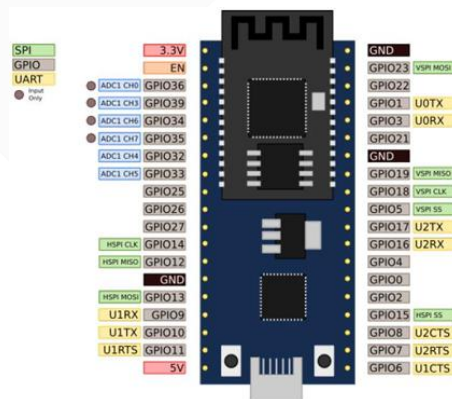
digunakan sebagai pengukur jarak secara horizontal. Hasil pembacaan jarak akan ditampilkan oleh *seven segment*. Pengukuran sensor *rotary encoder* menghasilkan nilai keakuratan sebesar 97% yang menunjukkan kriteria kelayakan alat sangat baik [22].

2.4. Sistem Pengolahan Data

Sistem pengolahan data dibuat dengan sistem yang dapat melakukan pengolahan data. Data yang diolah berasal dari deteksi dari sensor yang digunakan dalam penelitian. Hasil yang telah diolah akan ditampilkan pada aplikasi dan *Liquid Crystal Display* (LCD). Untuk hasil pengolahan data yang maksimal diperlukan sebuah mikrokontroler yang dapat menunjang jalannya sistem. Oleh karena itu, pada penelitian ini sistem pengolahan data didukung oleh ESP32.

2.4.1. ESP 32

Berdasarkan penelitian Muliadi, Al Imran dan Muh. Rasul, ESP 32 merupakan sebuah mikrokontroler yang menjadi penerus dari mikrokontroler ESP8266.



Gambar 2. 8 Esp32 dan bagian dari pinnya [23]

Dalam penelitian ini, memanfaatkan ESP32 dikarenakan pin out dari ESP 32 dapat digunakan untuk menyalakan *Liquid Crystal Display* (LCD) sebagai penampil hasil dari pengukuran. Berdasarkan penelitian sebelumnya, fitur *Bluetooth* pada modul ESP dapat mengirim data sebesar 10 bytes dan interval transmisi 100 ms dengan jarak sepanjang 25 meter diperoleh persentase data yang diterima mencapai 100% [24]. Dalam menulis kode untuk platform ESP32 dapat menggunakan platform Arduino. Manfaat melakukan pemrograman di platform Arduino adalah

konfigurasinya mudah, dukungan komunitas, selanjutnya platform ini sangat ideal untuk membuat sebuah proyek [25].

2.5. Sistem Komunikasi Data

Sistem komunikasi data dibuat untuk memaksimalkan dalam penggunaan alat, adanya sistem ini memudahkan alat mengirim data ke aplikasi. Maka dari itu perlu sebuah komponen yang dapat mendukung sistem seperti Bluetooth HC05.

2.5.1. Bluetooth HC05

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi tanpa menggunakan kabel dalam pengiriman data secara tepat waktu. *Bluetooth* dapat dihubungkan dengan komputer dan telepon agar terkoneksi tanpa menggunakan kabel. Sebuah Bluetooth dapat melakukan komunikasi dengan komponen lain yang berbeda dalam jarak 10 meter [26]. HC05 menyediakan komunikasi nirkabel *Bluetooth* serta memiliki antarmuka serial yang terinterasi dengan perangkat eksternal seperti komputer atau mikrokontroler secara intuitif, murah dan terjangkau. HC05 memiliki dua mode pengoperasian yang sesuai dengan mode pengoperasian *Bluetooth* yakni mode master dan slave.



Gambar 2. 9 Modul *Bluetooth* HC05 [27]

Pada penelitian ini mode pengoperasian slave digunakan pada komponen *Bluetooth* HC05 dan mode pengoperasian master digunakan pada *handphone*, selanjutnya, komponen *Bluetooth* HC05 akan berinteraksi dengan *handphone* untuk menjalankan proses pengiriman data.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Sumardi Sadi, hasil pengujian *Bluetooth* HC05 tanpa penghalang, diperoleh jangkauan *Bluetooth* HC05 dengan jarak maksimal 10 meter. Pada jarak 11 meter koneksi *Bluetooth* HC05 sudah tidak

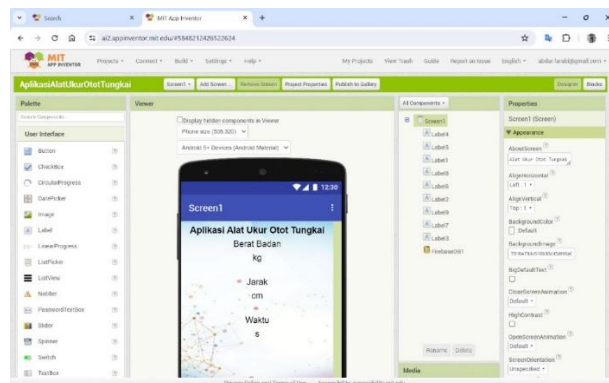
terhubung. Selanjutnya, hasil pengujian *Bluetooth* HC05 dengan penghalang diperoleh data pengujian *Bluetooth* HC05 dengan penghalang memiliki jangkauan jarak sejauh 8 meter [28].

2.6. Sistem Monitoring

Sistem monitoring dibuat untuk mengoptimalkan dalam penggunaan kerja alat dengan sistem ini kerja alat lebih mudah dipantau dari *smartphone* secara *real time*. Untuk itu, perlu adanya platform pendukung dalam pembuatan sistem monitoring tersebut dengan melakukan komunikasi data memanfaatkan *Bluetooth* dikirimkan ke aplikasi MIT app Inventor.

2.6.1. MIT app Inventor

MIT app Inventor adalah platform yang berbasis *visual block programming*. Sehingga dalam penyusunan program dapat dilakukan dengan menyusun, *men-drag* dan *drop* objek visual agar dapat menciptakan aplikasi yang bisa dijalankan dalam perangkat android [29]. MIT app Inventor memiliki kelebihan yakni pengguna tidak perlu mengingat dan menulis instruksi. Pengguna dapat merancang aplikasi android sesuai keinginan menggunakan berbagai macam komponen dan layout yang tersedia. Di samping keunggulan terdapat juga beberapa kekurangan dari MIT app Inventor salah satunya adalah komponen yang belum lengkap [30]. Dari penelitian sebelumnya, penggunaan aplikasi MIT app Inventor mempunyai tampilan sederhana dan mudah dipahami pengguna sehingga mudah melakukan pengembangan ataupun perbaikan [31].



Gambar 2. 10 Tampilan web MIT app Inventor

Pada penelitian ini, peneliti membuat aplikasi memakai MIT app Inventor dalam melakukan proses pemantauan berat badan, ketinggian lompatan, hasil dari kekuatan otot tungkai serta catatan dari kemajuan latihan *user*.

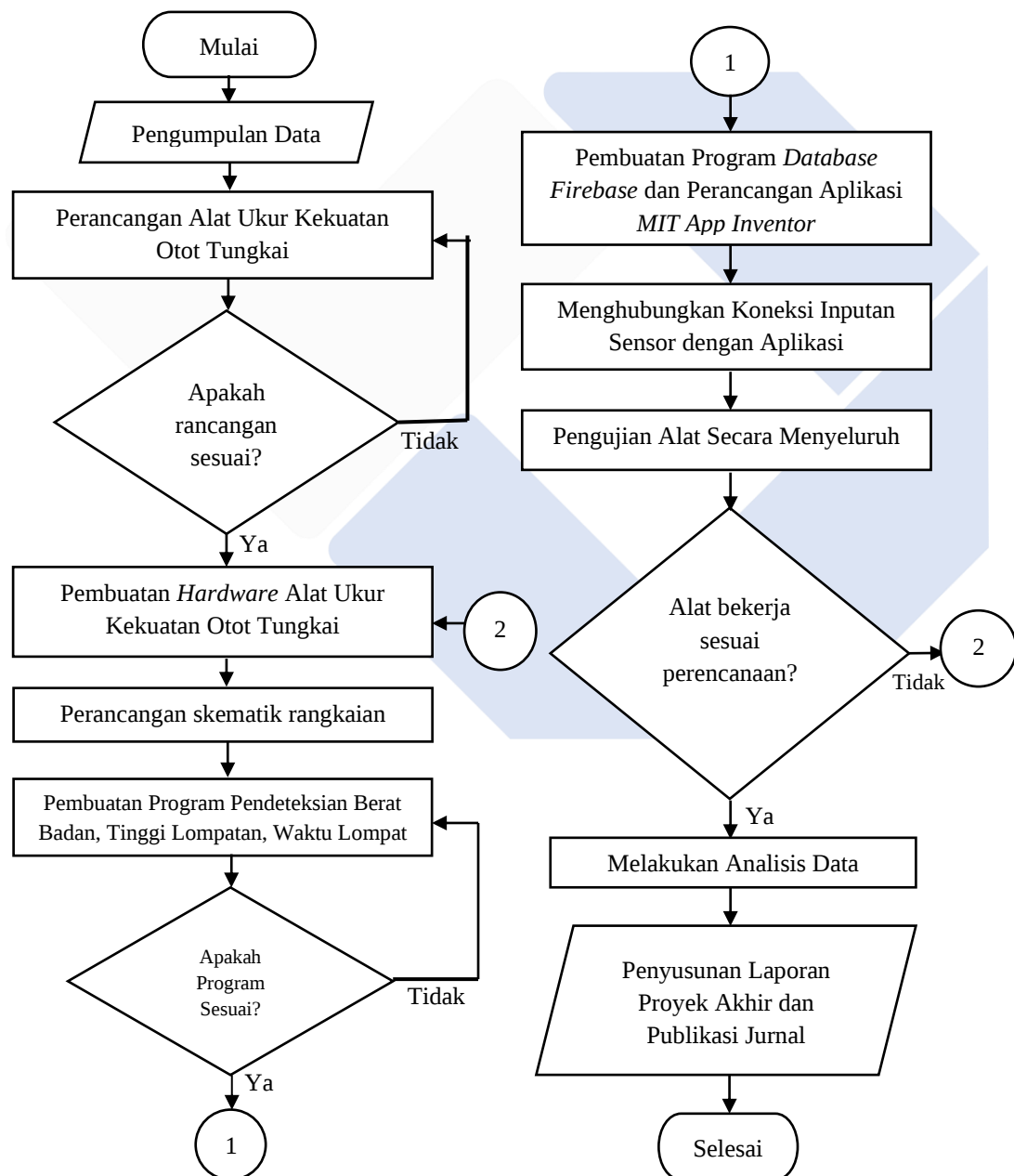


BAB 3

METODE PELAKSANAAN

3.1. Tahap Pelaksanaan

Pada bab metode pelaksanaan ini, menjelaskan mengenai tahapan yang dikerjakan pada saat pengerjaan proyek akhir. Berikut tahap pelaksanaan yang ditunjukkan dalam diagram alur berikut.



Gambar 3. 11 Diagram Alur Metodologi

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan salah satu tahapan dalam pengerjaan proyek akhir, dengan melaksanakan *Focus Group Discussion* (FGD). Diskusi dilakukan pada saat audit penelitian MBKM yang dilaksanakan pada tanggal 20 November 2023 di Laboratorium Mikrokontroler Polmanbabel. Dihadiri oleh Prof. Agus Rusdiana, SPd., MA., Ph.D., yang merupakan dosen FPOK UPI, Prof. Dr. Firmansyah Dis, M.Pd., selaku dosen FIK UNJ, Bapak I Made Andik Setiawan, M. Eng., Ph.D., selaku direktur Polmanbabel, Bapak Indra Dwisaputra, M.T., dosen Teknik Elektro Polmanbabel, Bapak Zanu Saputra, M.Tr.T, dosen Teknik Elektro Polman Babel, Bapak M. Eka Mardyanah Simbolon, M.Pd., dosen PJKR Unmuh Babel, Ibu Dzihan Khilmi Ayu Firdausi, M.Pd., dosen PJKR Unmuh Babel, Bapak Catur Pebriandani, S.Tr.T, selaku PLP Laboratorium Mikrokontroler Polman Babel serta rekan-rekan yang terlibat dalam penelitian dosen. FGD yang dilakukan membahas mengenai rancang bangun alat olahraga konvensional menjadi digital. Pada saat diskusi terdapat alat ukur power otot tungkai yang menurut Prof. Agus salah satu alat olahraga yang memiliki banyak kegunaan namun masih jarang dibuat, kemudian hasil diskusi dibuatkan notulensi yang akan dibahas dalam konsultasi bersama dosen pembimbing. Cuplikan foto pada saat FGD dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 3. 12 *Focus Group Discussion*

Konsultasi bersama dosen pembimbing mengenai alat olahraga yang diperoleh dari FGD yang telah dilakukan serta mengumpulkan sumber yang berhubungan dengan

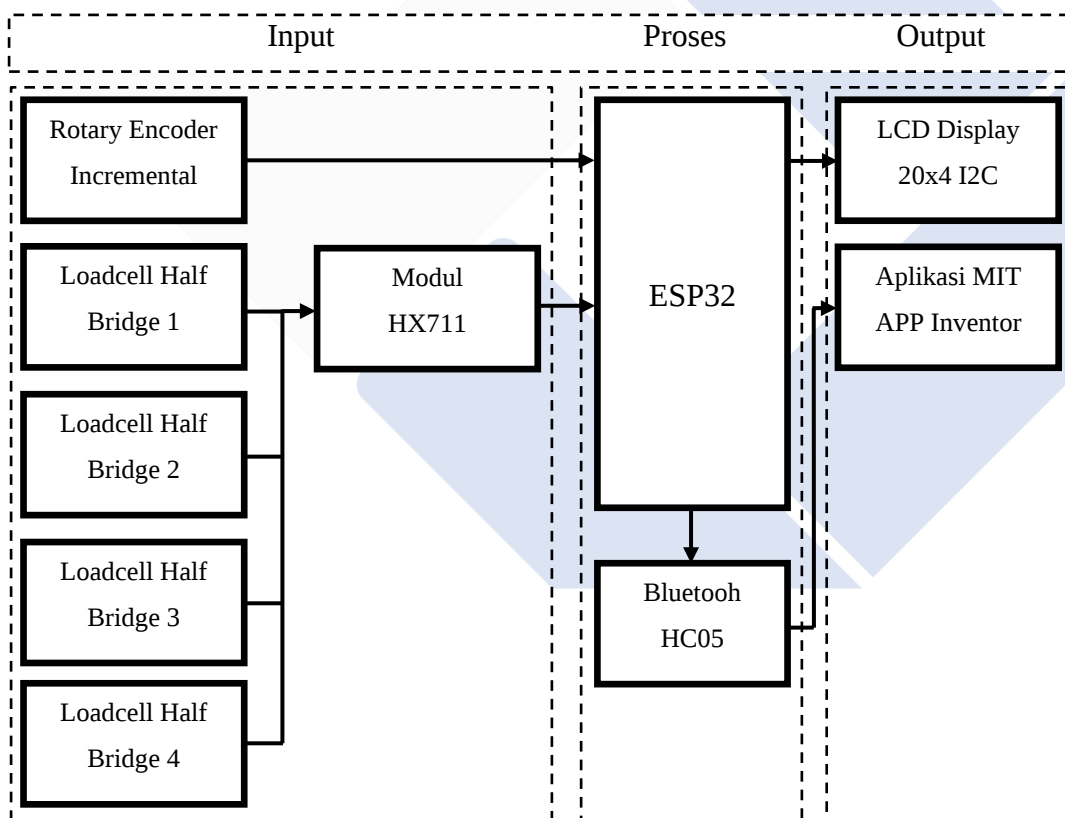
permasalahan utama yang akan diatasi, hingga mengkaji berbagai penelitian sebelumnya terkait alat ukur kekuatan otot tungkai dari jurnal, *paper* dan sumber lainnya. Sehingga tujuan dari studi pustaka ini dapat mengidentifikasi masalah dan menata rencana kerja dari masalah yang ada dapat tercapai.

3.3. Perancangan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Dalam tahap ini akan membahas mengenai perancangan blok diagram dan perancangan *hardware* alat ukur kekuatan otot tungkai.

3.3.1. Perancangan Blok Diagram

Blok diagram dirancang bertujuan untuk mengetahui cara kerja sistem. Terdapat 2 blok digram yakni blok diagram kerja alat dan proses pengisian daya.

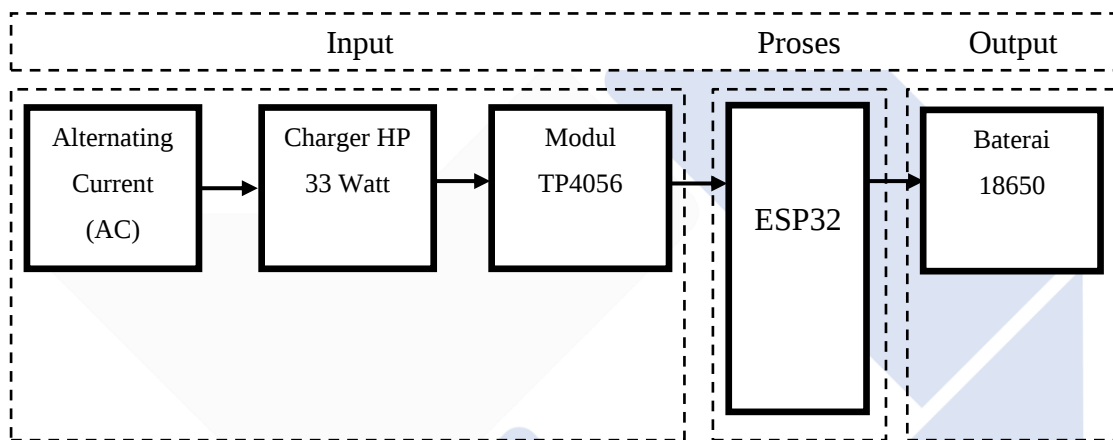


Gambar 3. 13 Blok Diagram Alat

Kekuatan Otot Tungkai Pada Lompatan Vertikal Yang Terintegrasi Dengan Aplikasi *Mobile*” mempunyai sistem kerja sebagai berikut. Sensor *rotary encoder* akan membaca nilai pulsa yang terbaca dari perputaran yang terjadi. Keempat

sensor *load cell* akan membaca nilai dari tekanan yang diperoleh, nilai yang terbaca akan dikuatkan oleh modul HX711. Data yang terbaca dari kedua sensor diolah oleh Esp32 dengan formula yang telah ditentukan. Data yang terdeteksi dan sudah diolah akan ditampilkan melalui *Liquid Crystal Display* (LCD), untuk aplikasi android, data akan dikirim Esp32 menggunakan komunikasi data yang ditunjang oleh bluetooth HC05. Setelah berhasil dikirim data akan muncul pada aplikasi android yang dibuat.

Adapun blok diagram sistem pengisian daya, seperti gambar di bawah ini.



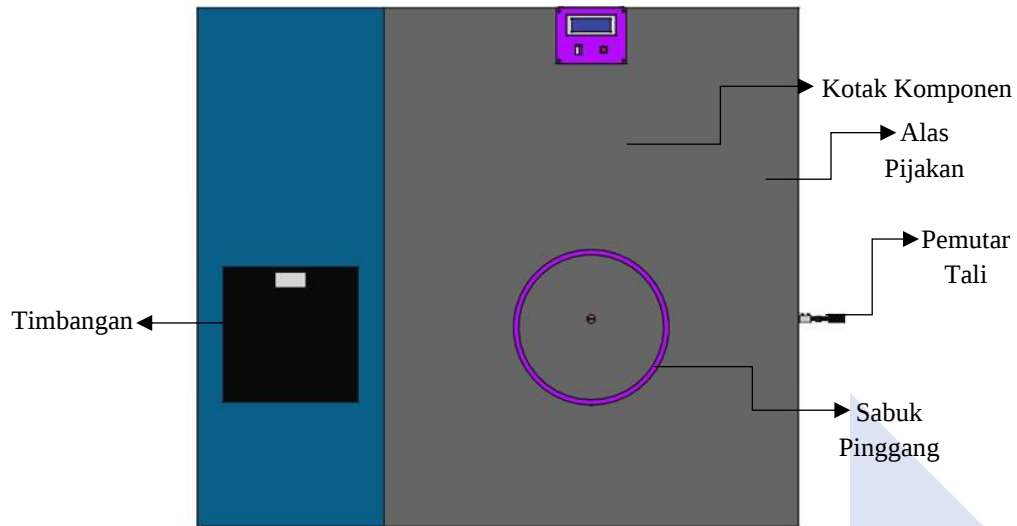
Gambar 3. 14 Blok Diagram Sistem Pengisian Daya

Berdasarkan blok diagram di atas terdapat sistem pengisian daya. Sistem akan mulai bekerja apabila terdapat sumber dari listrik *Alternating Current* (AC) yang disalurkan oleh *charger handphone* 33 watt. Akan melewati modul TP4056 yang mendukung proses pengisian daya. Nilai yang masuk akan diolah Esp32 hingga baterai mulai terisi secara perlahan sampai daya penuh.

3.3.2. Perancangan Kontruksi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Perancangan alat ukur kekuatan otot tungkai pada proyek akhir didesain menggunakan *software freecad*. Penentuan bahan dan ukuran yang dipakai dilakukan pada tahap ini. Proses desain alat ukur kekuatan otot tungkai ditetapkan dimensi tempat lompatan dengan panjang 40 cm dan lebar 80 cm. sedangkan ukuran timbangan berat badan panjang dan lebar sebesar 26 cm. Terdapat bahan yang digunakan seperti tripleks untuk tempat lompatan, *rubber* busa sebagai *cover* atas

dan bawah tripleks, *tempered glass* untuk timbangan berat badan. Di bawah ini terdapat gambar dari desain alat yang telah ditentukan.

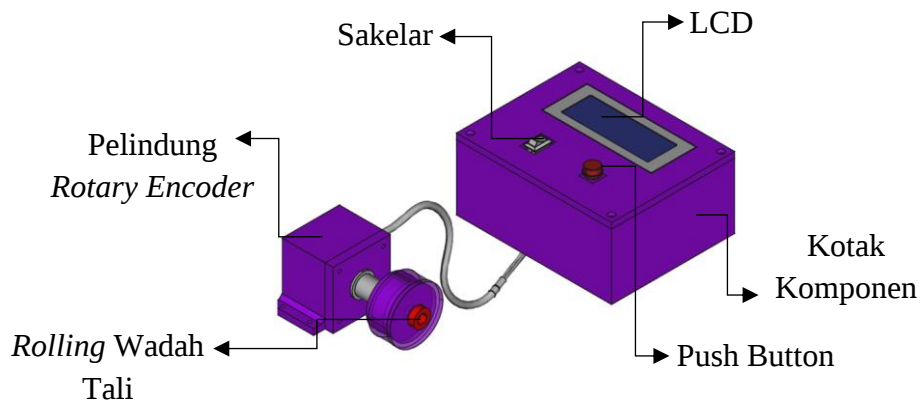


Gambar 3. 15 Desain Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Sedangkan untuk mekanisme penggunaan alat dilakukan dengan cara mengukur berat badan pada timbangan, dilanjutkan dengan mengukur ketinggian lompatan pada pijakan berbahan dasar tripleks, dilanjutkan dengan memakai sabuk ke pinggang. Sebelum melakukan lompatan, pastikan menekan *push button* untuk *reset rotary encoder*. Setelah itu, lakukan gerakan lompatan. Hasil dari berat badan, ketinggian lompatan serta norma kekuatan otot tungkai akan tampil pada layar *Liquid Crystal Display* (LCD) dan aplikasi *mobile*.

3.3.3. Perancangan 3D Print

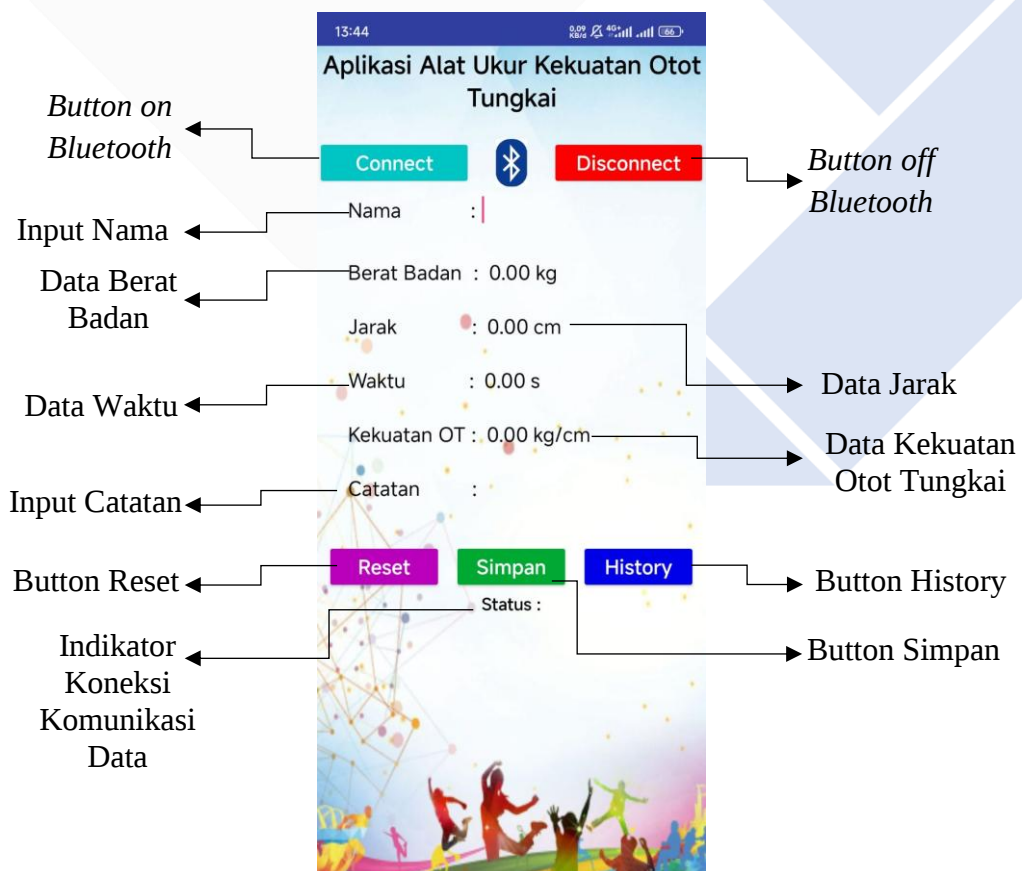
Pada tahap ini dilakukan perancangan kotak komponen, pelindung sensor *rotary encoder* dan wadah tali pada sistem *rolling*. Proses desain menggunakan *software freecad*. Setelah, merancang hasil rancangan berupa file *stl*, dicetak pada mesin 3D *Printing* dengan *filament PLA+*. Berikut hasil rancangan yang akan dicetak pada mesin pencetak 3D *Printing*.



Gambar 3. 16 Perancangan 3D *Printing* Komponen

3.3.4. Perancangan *Software* Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

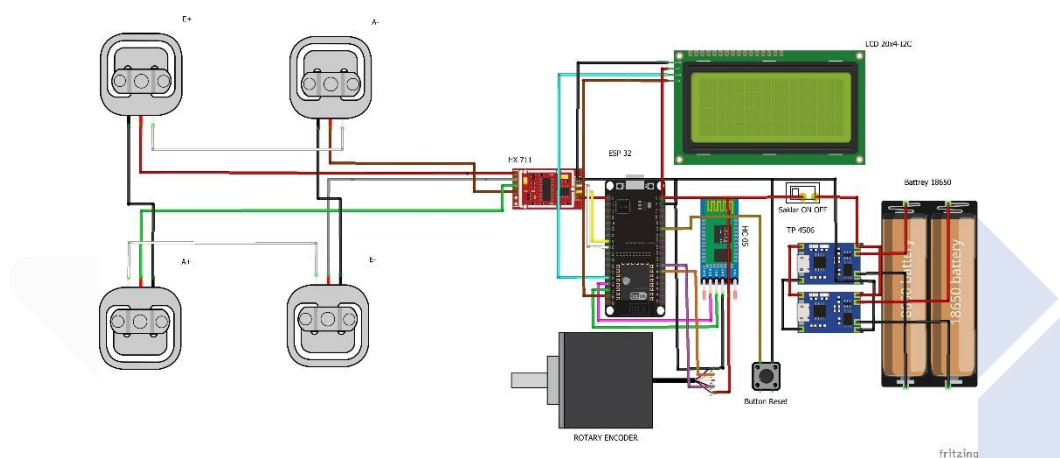
Tahapan ini membahas mengenai perancangan *software* alat ukur kekuatan otot tungkai yang berfungsi sebagai tempat input nama pengguna, tampilan hasil keluaran dari sensor serta catatan untuk pengguna. Berikut tampilan layar dari aplikasi alat ukur kekuatan otot tungkai.



Gambar 3. 17 Rancangan Tampilan Aplikasi

3.4. Perancangan Skematik Rangkaian

Pada tahap ini dilakukan perancangan skematik rangkaian berdasarkan konsep yang telah dipertimbangkan. Perancangan skematik rangkaian terdiri dari menghubungkan kabel dari satu komponen ke komponen lainnya. Baik itu komponen sebuah inputan hingga komponen yang mengeluarkan output. Rancangan skematik rangkaian didesain menggunakan *software fritzing*. Maka dari itu, gambar rancangan skematik rangkaian dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. 18 Rancangan Skematik Rangkaian

Berdasarkan gambar di atas, adapun komponen yang digunakan pada setiap komponen. Sambungan pin tersebut akan dijelaskan pada tabel berikut.

Tabel 3. 1 Jumlah Komponen Pada Skematik Rangkaian

No	Nama Komponen	Jumlah (pcs)
1.	Sensor <i>Load Cell</i>	4
2.	Sensor <i>Rotary Encoder Incremental</i>	1
3.	Modul <i>Bluetooth HC05</i>	1
4.	Modul TP4056 Tipe C dan Mikro	2
5.	Modul HX711	1
6.	ESP32	1
7.	<i>Liquid Crystal Display (LCD) 20x4</i>	1
8.	Baterai 18650	1
9.	Push Button	1
10.	Sakelar	1

Seluruh komponen tersebut akan saling berkoneksi ke ESP32 sehingga program untuk menghasilkan data kekuatan otot tungkai dapat berjalan sesuai rancangan. Berikut ini merupakan koneksi pin komponen yang digunakan.

Tabel 3. 2 Pin Komponen Yang Digunakan

No.	Komponen	Pin ESP32
1	Sensor <i>Rotary Encoder</i>	
	GND	GND
1	Sensor <i>Rotary Encoder</i>	
	VCC	VIN
	SDA	D21
	SCL	D22
2	Modul HX711	
	GND	GND
	VCC	3.3 V
	DOUT	D15
3	Modul HC05	
	GND	GND
	VCC	VIN
	RX	TX
4	LCD I2C 20x4	
	GND	GND
	VCC	VIN
	SDA	D21
5	Modul TP4056	
	SCL	D22
	OUT+	VIN
	OUT-	GND
	Komponen	Pin HX711
6	Sensor <i>Load Cell</i>	
	E+	E+
	E-	E-
	A+	A+
	A-	A-
	Komponen	Pin TP4056
7	Baterai 18650	
	+	+B
	-	-B

3.5. Pembuatan Program Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Tahapan ini merupakan tahap pembuatan program untuk sensor dan aplikasi android. Pemrograman sensor dan komunikasi data dilakukan dengan menggunakan *software* Arduino IDE dan *platform* MIT App Inventor. Program yang dibuat akan dikombinasikan agar alat bekerja berdasar kepada konsep awal rancangan. Konsep tersebut terdiri dari sistem pengukuran berat badan, sistem pengukuran jarak dan waktu serta sistem tampilan data oleh LCD yang terpasang pada kotak komponen.

3.6. Pengujian Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Tahapan ini digunakan untuk menguji fungsi dari kerja alat, apabila terjadi ketidaksesuaian dapat dilakukan analisa. Pengujian alat ukur kekuatan otot tungkai dilakukan menjadi berapa tahapan, sebagai berikut :

a. Pengujian *Hardware*

Pengujian *hardware* mencakup konstruksi dan elektrik alat. Uji coba dilakukan untuk memeriksa apakah *hardware* yang dibuat bekerja secara baik sesuai dengan yang diharapkan. Uji coba *hardware* yang dilakukan adalah uji coba alas lompatan, uji coba Esp32, *rotary encoder*, serta modul HC05.

b. Pengujian *Software*

Uji coba *software* dilakukan meliputi sistem kontrol yang dipakai layaknya uji coba program dalam mikrokontroler dan aplikasi pemroses. Uji coba ini bertujuan untuk mengetahui apakah formula yang dipakai sudah benar atau belum.

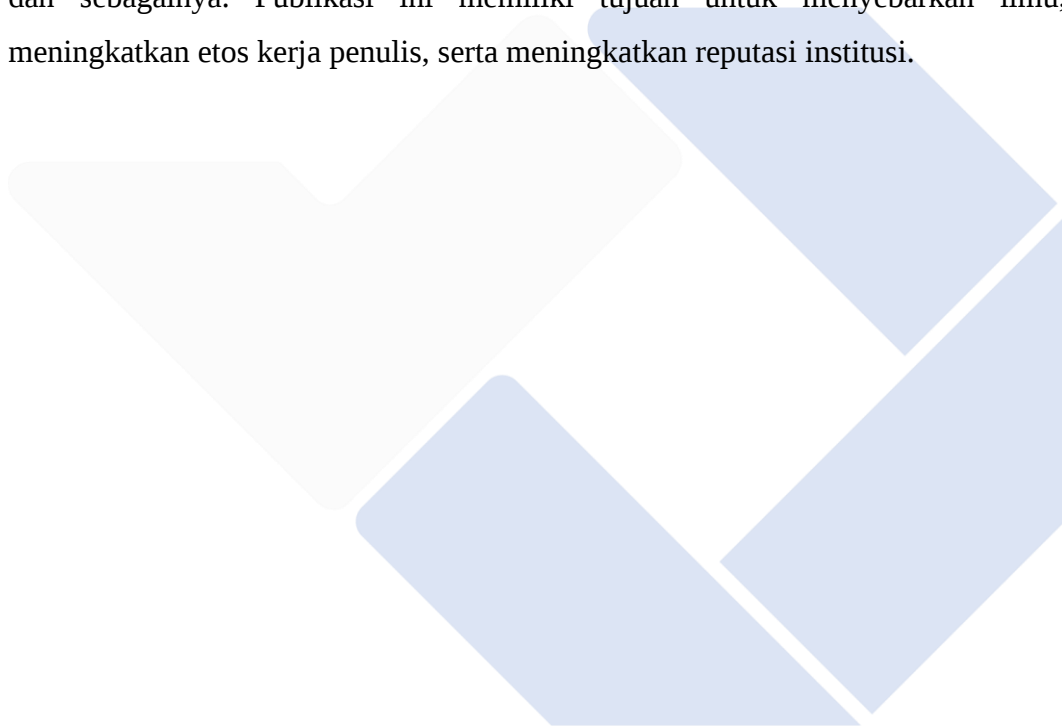
c. Pengujian keseluruhan alat

Uji coba alat dilakukan memiliki tujuan untuk mengetahui hasil keseluruhan alat yang telah dibuat. Berikut uji coba yang dilakukan, membaca nilai sensor *load cell* dan mengolahnya menjadi nilai berat badan, membaca nilai sensor *rotary encoder* kemudian diolah menjadi nilai jarak dan waktu tempuh. Selanjutnya mengkalkulasikan nilai yang terbaca dari kedua sensor

menjadi informasi kekuatan otot tungkai beserta normanya. Mengirim data dari mikrokontroler ke aplikasi android menggunakan modul HC05.

3.7. Pembuatan Laporan Akhir dan Publikasi

Pada tahap ini penulisan laporan akhir dan publikasi menjadi syarat penilaian tugas akhir. Bertujuan untuk menerangkan hasil penelitian secara rinci sehingga pembaca mengerti metode yang digunakan, data yang disajikan, serta kesimpulan yang ditarik berdasarkan analisis. Publikasi merupakan suatu proses pengunggahan laporan akhir berbentuk jurnal, buku ISBN, paten sederhana, makalah akademik dan sebagainya. Publikasi ini memiliki tujuan untuk menyebarkan ilmu, meningkatkan etos kerja penulis, serta meningkatkan reputasi institusi.



BAB 4

PEMBAHASAN

4.1. Konstruksi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Tahapan ini akan membahas mengenai pembuatan konstruksi alat ukur kekuatan otot tungkai secara menyeluruh berlandaskan rancangan yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya.

4.1.1. Deskripsi Alat

Alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal dapat membaca nilai jarak ketinggian lompatan, waktu yang ditempuh serta berat badan atlet didukung oleh konstruksi yang telah dibangun. Terdapat mekanisme penggunaan alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal yaitu pengguna akan menimbang tubuh untuk memperoleh data berat badan. Kemudian, pengguna akan berpindah dari timbang ke papan pijakan. Sebelum mengambil data ketinggian lompatan dan waktu yang ditempuh. Pengguna harus mengenakan sabuk yang saling terhubung dengan tali di pinggang. Lebar sabuk dapat disesuaikan dengan pinggang pengguna dengan cara menariknya hingga sesuai dengan ukuran pinggang pengguna. Setelah siap, pengguna berdiri tegak dengan kaki selebar bahu dan melakukan lompatan vertikal. Setelah, pelaksanaan lompatan tali harus digulung kembali menggunakan kincangan *roll* yang berada pada samping kanan alas pijakan.

Konstruksi alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal terbuat dari tripleks yang telah digabungkan sehingga menjadi tempat pijakan berukuran 100 cm x 80 cm x 7,4 cm, pada bagian atas dan bawah tempat pijakan dilapisi oleh alas busa padat. Untuk pengukuran ketinggian lompatan dan waktu menggunakan sensor *rotary encoder* yang telah dilindungi oleh *3D printing*. Berat badan pengguna diukur oleh timbangan berbahan *tempered glass* yang di dalamnya terdapat sensor *loadcell*. Proses input data seperti nama dan memberi catatan untuk pengguna dilakukan dengan menggunakan aplikasi MIT app inventor yang telah diunduh pada *handphone*. Selanjutnya, sumber daya alat ukur kekuatan otot tungkai

menggunakan baterai 18650 sebanyak dua buah untuk menjalankan sensor dan kontrol lainnya seperti ESP32, LCD dan sebagainya. Baterai ini berkapasitas 3,7 V. Alat ukur kekuatan otot tungkai ini memiliki sistem daya yang dapat diisi. Proses pengisian daya didukung oleh modul TP4056 sebanyak dua buah dengan tipe *charger* yang berbeda yakni *type c* dan *micro*. Seluruh komponen berupa ESP32, modul HX711, modul TP4056, Modul Bluetooth HC05, baterai 18650 dan LCD diletakkan dalam sebuah kotak komponen yang terbuat dari 3D *printing* berukuran 13,5 cm x 10,5 cm x 6,5 cm. Selanjutnya, terdapat *rolling* tempat gulungan tali yang terbuat dari 3D *printing* yang dihubungkan oleh besi sepanjang 60 cm ke kincangan penggulung tali. Berikut gambar hasil dari konstruksi alat ukur kekuatan otot tungkai.

4.1.2. Pembuatan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Pada pembuatan alat ukur kekuatan otot tungkai terdapat beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah membuat tempat pijakan alat ukur kekuatan otot tungkai. Tahapan kedua mencetak 3D *printing* berdasarkan rancangan pada bab sebelumnya. Tahapan ketiga perakitan sistem *rolling* pada sensor *rotary encoder*. Tahapan keempat melakukan pemasangan komponen pada alat ukur kekuatan otot tungkai. Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan pada pembuatan alat ukur kekuatan otot tungkai :

a. Pembuatan alas pijakan alat ukur kekuatan otot tungkai

Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan alat ukur kekuatan otot tungkai adalah membuat alas pijakan. Pembuatan alat pijakan melalui proses perhitungan serta pertimbangan agar konstruksi yang dibuat kokoh sesuai dengan kebutuhan. Terdapat pertimbangan dalam membuat alas pijakan alat ukur kekuatan otot tungkai yakni ketahanan alas dalam menahan beban dan gaya yang dihasilkan oleh pengguna.

Setelah mempertimbangkan hal di atas, tahap yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan bahan yang digunakan. Bahan yang dipilih adalah tripleks dengan ketebalan 12 milimeter. Kemudian, tripleks dipotong

dengan pola-pola yang telah digambarkan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan. Alas pijakan yang dibuat berbentuk persegi dengan panjang 100 centimeter, lebar 80 centimeter dan tinggi 7,4 centimeter. Berikut gambar dari alas pijakan sebelum dilapisi *rubber* busa.



Gambar 4. 19 Alas Pijakan Tanpa Lapis

Selanjutnya, agar konstruksi yang dibangun menjadi kokoh untuk menahan berat dan gaya yang dihasilkan pengguna ketika melakukan lompatan. Maka, bagian dalam dari alas pijakan harus dipasang penyangga yang dipasang seperti *puzzle*. Terdapat 6 penyangga yang dipasang secara vertikal dan 8 penyangga yang dipasang secara horizontal. Berikut gambar bagian dalam dari konstruksi alas pijakan.



Gambar 4. 20 Bagian Dalam Alas Pijakan

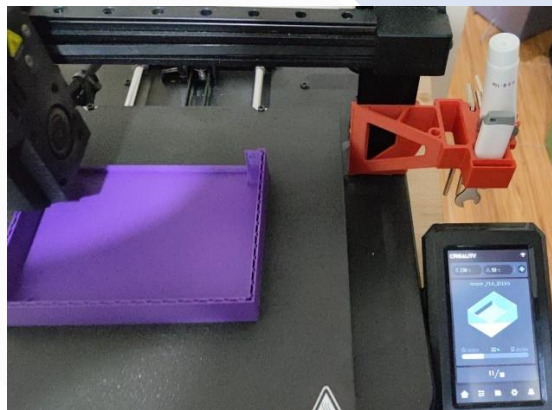
Setelah selesai pembuatan alas pijakan, alas harus dilapisi oleh *rubber* busa yang bertujuan untuk memperkuat cekaman kaki pada saat mendarat setelah melompat. *Rubber* busa dipasang di atas dan di bawah alas pijakan dengan cara direkatkan menggunakan lem ke bagian tripleks. Berikut gambar kontruksi alas pijakan setelah dilapisi *rubber* busa.



Gambar 4. 21 Alas Pijakan Dilapisi *Rubber*

b. Percetakan 3D *Printing* Kotak Komponen, *Cover Sensor Rotary Encoder* dan *Rolling Wadah Tali*

Tahap kedua yang dilakukan dalam pembuatan alat ukur kekuatan otot tungkai adalah mencetak kotak komponen, *cover sensor rotary encoder* dan *rolling wadah tali* dari 3D *Printing*. Proses percetakan dilakukan bertujuan agar ukuran sebuah komponen yang digunakan tepat sesuai dengan kebutuhan. Sebelum melakukan percetakan, hal yang dilakukan terlebih dahulu adalah merancang komponen yang akan dicetak dengan perhitungan sesuai kebutuhan. Proses percetakan 3D *printing* dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 22 Proses Cetak 3D *Printing*

Berikut gambar hasil 3D *printing* yang telah dicetak.

- Gambar Kotak Komponen



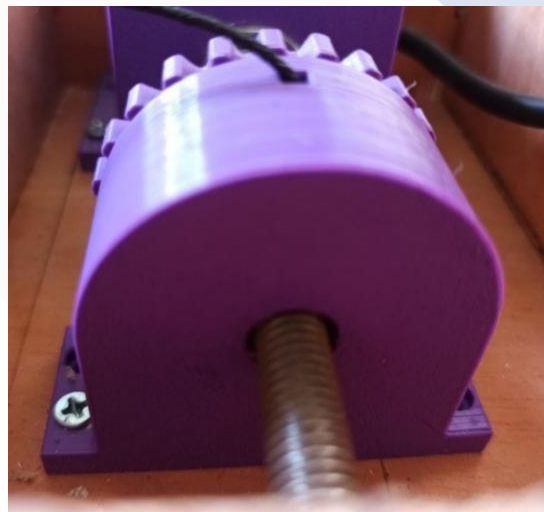
Gambar 4. 23 Kotak Komponen 3D *Printing*

- Gambar Pelindung sensor *rotary encoder*



Gambar 4. 24 Pelindung Sensor *Rotary Encoder* 3D Printing

- Gambar *Rolling* Wadah Tali



Gambar 4. 25 *Rolling* Wadah Tali

- c. Perakitan sistem *rolling* pada sensor *rotary encoder*

Pada tahapan ini menjelaskan mengenai perakitan sistem *rolling* pada sensor *rotary encoder*. Sistem *rolling* ini berfungsi sebagai komponen penunjang dalam pengukuran jarak ketinggian lompatan. Sistem *rolling* terdiri dari wadah tali, tali sepanjang 3 meter, besi berukuran 8 milimeter, *coupling* berdiameter 6 milimeter ke 8 milimeter dan 8 milimeter ke 8 milimeter. Proses *rolling* pada tali setelah pengukuran jarak ketinggian

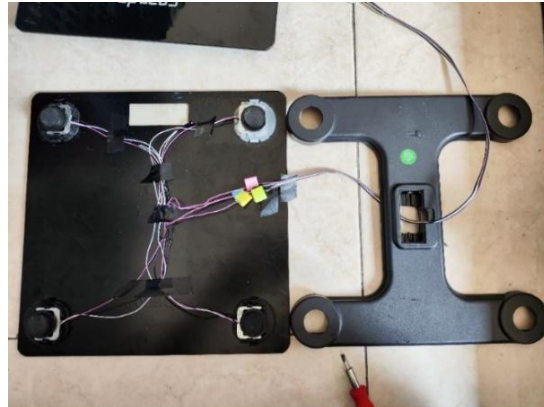
lompatan pengguna digulung secara manual. Berikut ilustrasi dari sistem *rolling* pada alat ukur kekuatan otot tungkai.

d. Pemasangan komponen pada alat ukur kekuatan otot tungkai

Pada tahapan ini menjelaskan mengenai pemasangan komponen dan alat berdasarkan posisi yang telah ditentukan. Komponen yang diletakkan mempunyai fungsinya masing-masing. Prosedur dalam pemasangan alat ukur kekuatan otot tungkai dilakukan secara bertahap. Dimulai dari pemasangan sensor dan rangkaian elektrik sampai *assembling* konstruksi. Perakitan rangkaian elektrik dilakukan berdasarkan dengan skematik yang telah dirancang. Pada saat perakitan, penyambungan kabel perlu diperhatikan secara cermat, dikarenakan apabila terdapat kesalahan dalam menghubungkan kabel maka akan terjadi *short*. Dampak dari *short* pada rangkaian adalah rusaknya komponen pada alat. Oleh karena itu, proses perakitan rangkaian elektrik harus dilakukan dengan rapi agar memudahkan dalam proses pengecekan jika terjadi *trouble*. Pemasangan komponen alat ukur kekuatan otot tungkai, sebagai berikut.

- Pemasangan Sensor *Load Cell*

Bagian ini menjelaskan mengenai pemasangan sensor *load cell* yang digunakan sebagai pendeteksi berat badan. Sensor *load cell* diletakkan pada kerangka berbahan plastik dengan ukuran 21 cm x 21 cm. Selanjutnya, tempat pijakan untuk menimbang berat badan terbuat dari bahan *tempered glass* berbentuk persegi dengan dimensi 26 cm x 26 cm. Sensor *load cell* diletakkan pada 4 titik yang berbeda. Berikut gambar pemasangan sensor *load cell* dan alat ukur berat badan yang telah jadi.



Gambar 4. 26 Pemasangan Sensor *Load Cell*

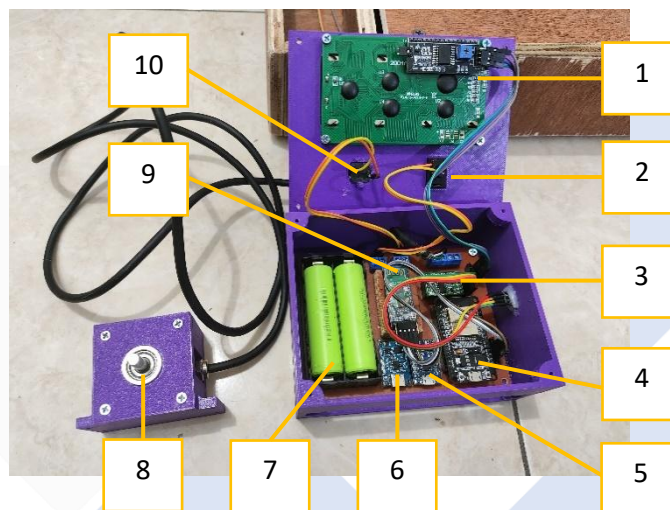
Selanjutnya, pada bagian ini dilakukan pemasangan sensor *rotary encoder*. Sensor *rotary encoder* dipasang dudukan yang terbuat dari 3D *Printing*. Penggunaan dudukan pada sensor *rotary encoder* bertujuan untuk memudahkan proses peletakkan sensor pada kontruksi alas pijakan alat ukur kekuatan otot tungkai serta menambah estetika alat. Dengan adanya dudukan ini sensor dapat direkatkan ke kontruksi menggunakan baut agar posisi sensor selalu stabil. Berikut gambar dari peletakan sensor *rotary encoder*.



Gambar 4. 27 Peletakkan Sensor *Rotary Encoder*

- Peletakkan dan perakitan komponen elektrik

Bagian ini terdiri dari peletakkan dan perakitan komponen elektrik. Komponen elektrik diletakkan pada sebuah kotak yang dicetak dari *3D Printing* dengan dimensi 13,5 cm x 10,5 cm x 6,5 cm. Komponen-komponen yang diletakkan pada kotak adalah ESP 32, Modul HX711, Modul *Bluetooth* HC05, Modul TP4056 tipe colokan c dan mikro, *Liquid Crystal Display* (LCD) dan dua buah baterai 18650. Cuplikan gambar perakitan komponen elektrik dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4. 28 Peletakkan dan Perakitan Komponen Elektrik

Berikut ini merupakan penjelasan dari gambar di atas.

1. *Liquid Crystal Display* (LCD) 20 x 4 berfungsi untuk menampilkan hasil dari pengukuran alat berupa berat badan, jarak ketinggian lompatan, waktu tempuh dan kekuatan otot tungkai pengguna.
2. Sakelar berfungsi untuk menghidupkan dan mematikan alat ukur kekuatan otot tungkai.
3. Modul HX711 berfungsi untuk menguatkan sinyal keluaran dari sensor *load cell* agar menghasilkan nilai berat badan.

4. Esp32 berfungsi sebagai pengolah data dari inputan sensor sehingga menghasilkan keluaran yang diinginkan.
5. Modul TP4056 tipe mikro berfungsi sebagai pemroses sistem pengisian data dengan kabel tipe mikro.
6. Modul TP4056 tipe c berfungsi sebagai pemroses sistem pengisian data dengan kabel tipe c.
7. Baterai 18650 berfungsi sebagai sumber tegangan untuk menjalankan sistem alat ukur kekuatan otot tungkai.
8. Sensor *Rotary Encoder* berfungsi untuk mendeteksi jarak ketinggian lompatan pengguna.
9. Modul *Bluetooth* HC05 berfungsi sebagai pemroses komunikasi pengiriman data dari alat ke aplikasi *mobile*.
10. *Button* berfungsi sebagai tombol reset dari alat ukur kekuatan otot tungkai.

4.2. Pengujian Sensor *Load Cell*

Proses uji sensor *load cell* dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi mengenai sensor pendeteksi berat badan yang digunakan pada alat ukur kekuatan otot tungkai dapat berfungsi secara baik. Langkah pertama yang dilakukan sebelum melakukan pengujian terhadap alat ukur berat badan adalah melakukan kalibrasi sensor *load cell* terlebih dahulu. Kalibrasi bertujuan untuk membandingkan hasil dari pengukuran sensor berat terhadap timbangan digital. Pengujian dapat dilakukan di *software* Arduino IDE dengan cara memberi beban pada alat ukur berat badan yang telah dibuat, beban dapat berupa orang ataupun benda dengan berat yang stabil. Sehingga hasil pengukuran tampil di *Liquid Crystal Display*.

Selanjutnya, dilakukan pengujian sensor *load cell* dengan beban tetap. Uji ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor *load cell* terhadap beban tetap, beban yang digunakan adalah sebuah gallon berisi air dengan berat 1 Kg, 5

Kg, 10 Kg, 15 Kg dan 20 Kg dengan acuan timbangan digital *speeds*. Proses pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 29 Pengujian Sensor *Load Cell* Beban Tetap

Berikut tabel hasil pengujian sensor *load cell* dengan beban tetap.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Sensor *Load Cell* Beban Tetap

No.	Berat Galon (Kg)	Timbangan Digital (Kg)	Hasil 1	Alat (Kg) 2	Ukur 3	Rata- rata (Kg)	Persentase Akurasi (%)
1.	1 Kg	1 Kg	0,99	0,99	0,99	0,99	99
2.	5 Kg	5 Kg	5,00	5,01	5,00	5,00	100
3.	10 Kg	10 Kg	9,95	9,94	9,95	9,95	99,50
4.	15 Kg	15 Kg	14,94	14,94	14,95	14,94	99,60
5.	20 Kg	20 Kg	20,05	20,08	20,09	20,07	99,65
Hasil							99,55

Kesalahan dalam pembacaan sensor dengan contoh dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Error\% = \frac{\text{Selisih Pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Contoh perhitungan tingkat kesalahan pembacaan alat diambil pada data dengan ukuran dapat dilihat dengan cara berikut.

$$\begin{aligned} Error\% &= \frac{5-5}{5} \times 100\% \\ &= \frac{0}{5} \times 100\% \\ &= 0\% \end{aligned}$$

Berdasarkan contoh perhitungan pada beban 5 Kg yang ada di atas, persentase *error* bernilai 0% sehingga persentase akurasi dari beban 5 Kg mencapai 100%.

Selanjutnya, hasil persentase akurasi pembacaan dari pengujian keseluruhan data sensor *loadcell* mencapai 99,55% ini memberikan informasi bahwa pembacaan dari sensor *load cell* bernilai sangat baik. Keputusan ini diambil berdasarkan tabel rentang kriteria kelayakan alat. Oleh karena itu, sensor *load cell* dapat digunakan sebagai salah satu komponen pendukung dari alat ukur kekuatan otot tungkai.

4.2.1. Pengujian Alat Ukur Berat Badan

Uji alat ukur berat badan dilakukan pada 10 orang *user* yang mempunyai berat badan yang berbeda tiap orang. Pengujian alat ukur dilakukan sebanyak 3 kali. Setiap pengujian diberikan kode 1 untuk pengujian pertama, 2 untuk pengujian kedua dan 3 untuk pengujian ketiga. Gambar di bawah ini merupakan hasil dari pengujian alat pengukuran berat badan yang telah dibuat dan hasil dari perbandingan dengan alat ukur yang menjadi acuan berupa timbang digital.



Gambar 4. 30 Pengukuran Berat Badan

Setelah, melakukan pengujian sebanyak 3 kali pada setiap orang berjumlah 10 orang yang berbeda diperoleh data persentase akurasi dari alat ukur berat badan yang dibuat. Berikut merupakan tabel hasil dari pengujian tersebut.

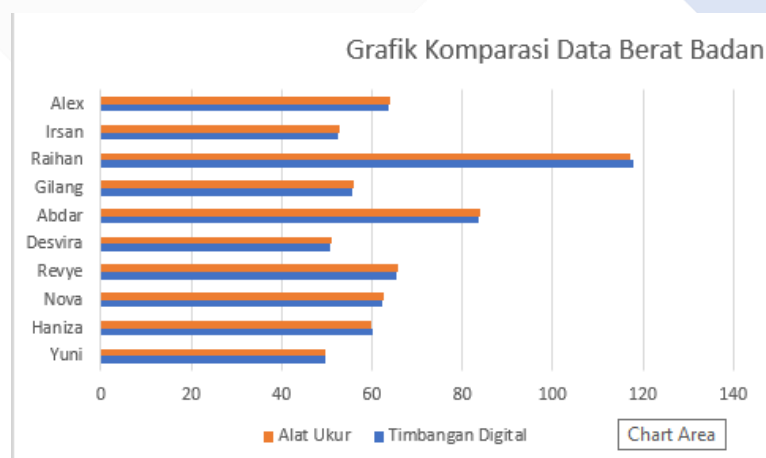
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian Timbangan Berat Badan

No.	Nama	Timbangan Digital (KG)	Hasil			Rata-rata (KG)	Persentase Akurasi (%)
			1	2	3		
1.	Yuni S.	49,65	49,64	49,66	49,66	49,65	100
2.	Haniza	59,95	60,09	59,84	59,96	59,96	99,98
3.	Nova A.	62,45	62,61	62,57	62,73	62,63	99,71
4.	Revy M.	65,25	65,58	65,63	65,67	65,62	99,41
5.	Desvira Y	50,75	50,90	50,98	50,93	50,93	99,65
6.	Abdar F.	83,65	83,87	83,89	84,02	83,92	99,68
7.	Gilang A.	55,60	56,15	55,94	55,88	55,99	99,30
8.	Raihan A.	117,75	118,03	116,77	117,30	117,36	99,67
9.	Irsan C.	52,65	52,91	53,03	52,91	52,95	99,43
10.	Alex Z.	63,55	63,98	63,93	64,10	64,00	99,29
Hasil							99,61

Hasil persentase kesalahan pembacaan dari alat ukur berat badan mencapai 99,61% yang memberikan informasi bahwa alat ukur berat badan yang dibuat memiliki sistem kerja yang sangat baik. Keputusan ini diambil berdasarkan tabel rentang kriteria kelayakan alat.

4.2.2 Analisa Hasil Pengujian Sensor dan Alat

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian alat ukur berat badan, alat ukur kekuatan otot tungkai memperoleh nilai *error* tidak lebih dari 0,39% dengan patokan timbangan digital speeds. Tingkat keakurasian yang didapat mencapai 99,61%. Penelitian yang dilakukan berkenaan alat pengukur berat badan memperoleh kalibrasi yang baik. Dari persentase di atas dapat disimpulkan bahwa alat pengukur berat badan dapat dipakai dikarenakan nilai persentase *error* yang dimiliki kecil. Berlandaskan analisa di atas dapat dibentuk grafik hasil pengukuran berat badan sebagai berikut.



Gambar 4. 31 Grafik Komparasi Data Berat Badan

Dari hasil pengujian alat ukur berat badan yang memanfaatkan metode rangkaian *Wheatstone Bridge* menunjukkan data kalibrasi yang baik, oleh karena itu diperoleh data yang sesuai dengan pengukuran yang dilakukan secara manual. Akan tetapi, karena proses perakitan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi berat badan dirakit secara manual. Tentu akan menimbulkan beberapa masalah yang berpengaruh terhadap hasil keluaran sensor. Beberapa faktor yang dapat

mempengaruhi terjadinya kesalahan pada saat pembacaan sensor adalah tidak rata permukaan pada saat melakukan penimbangan berat badan, konektivitas kabel yang menghubungkan antar komponen kurang baik atau sensor yang digunakan kurang baik.

4.3. Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

Proses uji sensor *rotary encoder* dilakukan bertujuan untuk memberikan informasi mengenai sensor pendeteksi jarak yang digunakan pada alat ukur kekuatan otot tungkai dapat berfungsi secara baik. Langkah pertama dalam pengujian kontrol pengukuran ketinggian lompatan adalah melakukan kalibrasi alat tersebut. Membandingkan hasil kontrol dari pengukuran ketinggian lompatan yang dibuat dengan hasil alat ukur manual adalah proses kalibrasi yang dilakukan. Proses uji alat ukur memanfaatkan aplikasi Arduino IDE. Selanjutnya, dilakukan pengujian sensor *rotary encoder* dengan jarak tetap. Pengujian dilakukan dengan cara menarik tali hingga ketinggian yang telah ditentukan. Uji ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pembacaan sensor *rotary encoder* terhadap jarak tetap dengan acuan waterpas sepanjang 88 cm. Berikut cuplikan gambar dari pengujian sensor *rotary encoder*.



Gambar 4. 32 Hasil Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

Data yang diambil sebanyak 10 data dengan panjang 10 Cm, 15 Cm, 20 Cm, 25 Cm, 30 Cm, 35 Cm, 40 Cm, 45 Cm, 50 Cm, 55 Cm. Setelah pengujian dilakukan menghasilkan nilai dari deteksi sensor yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Sensor *Rotary Encoder*

No.	Jarak	Waterpas (CM)	Hasil	Alat (CM)	Ukur	Rata- rata (CM)	Persentase Akurasi (%)
			1	2	3		
1.	10	10	10,43	10,17	9,98	10,19	98,10
2.	15	15	15,01	15,03	15,02	15,02	99,87
3.	20	20	20,08	19,99	20,02	20,03	99,85
4.	25	25	25,14	25,01	25,12	25,09	99,64
5.	30	30	30,15	30,05	29,97	30,05	99,83
6.	35	35	35,15	35,19	35,10	35,14	99,60
7.	40	40	40,14	40,23	40,18	40,18	99,55
8.	45	45	45,08	44,93	45,16	45,05	99,89
9.	50	50	49,89	49,94	50,01	49,94	99,88
10.	55	55	55,32	55,27	54,99	55,19	99,65
Hasil							99,59

Kesalahan dalam pembacaan sensor dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$Error\% = \frac{\text{Selisih Pembacaan}}{\text{Pembacaan alat ukur}} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

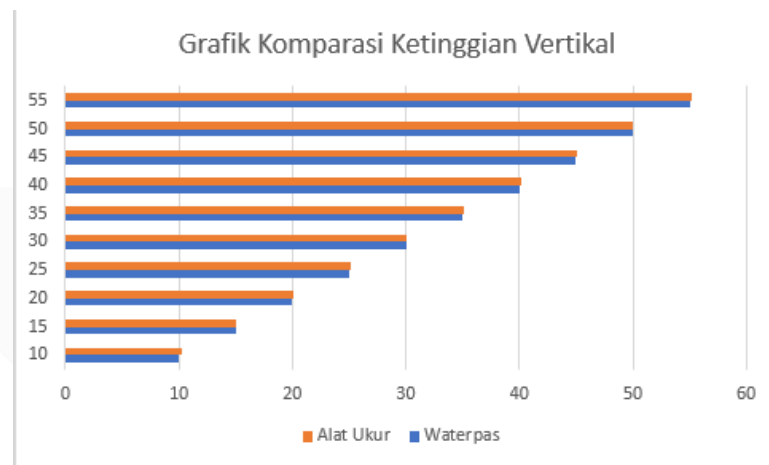
Contoh perhitungan tingkat kesalahan pembacaan alat diambil pada data dengan ukuran 10 Cm dapat dilihat dengan cara berikut.

$$\begin{aligned}
 Error\% &= \frac{45,05-45}{45} \times 100\% \\
 &= \frac{0,05}{45} \times 100\% \\
 &= 0,11\%
 \end{aligned}$$

Hasil persentase akurasi dari pembacaan mencapai 99,59% yang memberikan informasi bahwa alat ukur berat badan yang dibuat memiliki sistem kerja yang sangat baik. Keputusan ini diambil berdasarkan tabel rentang kriteria kelayakan alat.

4.3.2. Analisa Hasil Pengujian Sensor

Berdasarkan data yang diperoleh dari pengujian alat ukur ketinggian vertikal, alat ukur kekuatan otot tungkai memperoleh nilai *error* tidak lebih dari 0,41% dengan patokan penggaris manual. Tingkat keakurasian yang diperoleh sebesar 99,59%. Penelitian berkenaan alat ukur ketinggian vertikal memperoleh kalibrasi yang baik. Dari persentase di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa alat ukur ketinggian vertikal dapat digunakan karena persentase *error* dari alat kecil. Berlandaskan analisa di atas dapat dibentuk grafik hasil pengukuran ketinggian vertikal sebagai berikut.

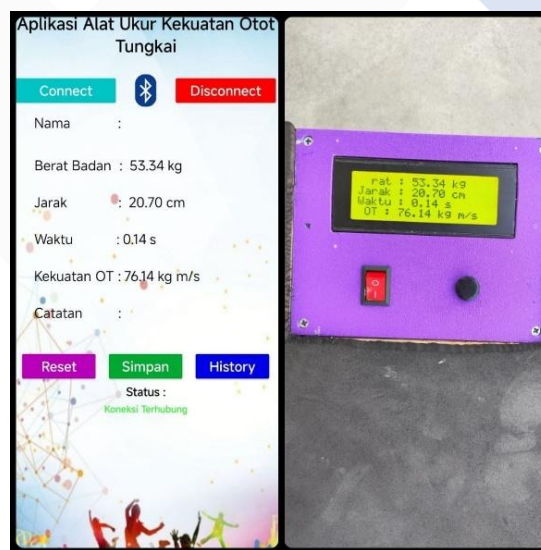


Gambar 4. 33 Grafik Komparasi Data Ketinggian Vertikal

Dari hasil pengujian alat ukur ketinggian vertikal menunjukkan data kalibrasi yang baik, oleh karena itu diperoleh data yang sesuai dengan pengukuran yang dilakukan secara manual. Akan tetapi, karena proses perakitan sensor yang berfungsi sebagai pendeteksi ketinggian vertikal dirakit secara manual. Tentu akan menimbulkan beberapa masalah yang berpengaruh terhadap hasil keluaran sensor. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya kesalahan pada saat pembacaan sensor adalah konektivitas kabel yang menghubungkan antar komponen kurang baik, pemasangan *coupling* yang longgar menyebabkan *loss* pada putaran *rotary encoder*.

4.4. Pengujian Aplikasi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Aplikasi yang telah dibuat pada *platform* MIT App Inventor diunduh ke ponsel pengguna agar dapat dilakukan proses uji coba. Pengujian dilakukan dengan menghubungkan aplikasi yang ada di *handphone* dengan alat ukur kekuatan otot tungkai menggunakan komunikasi *Bluetooth*. Pada penelitian ini mode pengoperasian slave digunakan pada komponen Bluetooth HC05 dan mode pengoperasian master digunakan pada *handphone*, selanjutnya, komponen Bluetooth HC05 akan berinteraksi dengan *handphone* untuk menjalankan proses pengiriman data. Pengiriman data dapat terjadi proses keterlambatan dalam proses pengiriman data disebabkan oleh jarak *handphone* pengguna terhadap alat ukur terlalu jauh. Tampilan aplikasi dari alat ukur kekuatan otot tungkai dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 34 Pengujian Aplikasi Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

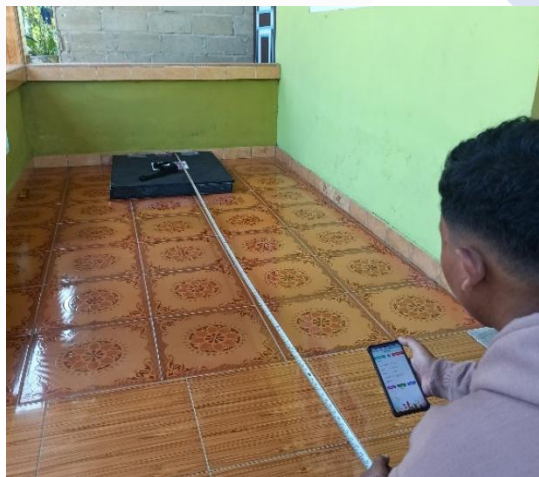
4.4.1. Analisa Pengujian Aplikasi

Dari hasil di atas, hasil antara alat yang ditampilkan melalui *Liquid Crystal Display* (LCD) dengan tampilan aplikasi sudah selaras. Agar hasil yang ditampilkan selaras maka perlu untuk menghubungkan sistem komunikasi data yakni *Bluetooth*. Jika status sudah terhubung maka proses pengiriman data dapat dijalankan. Pada aplikasi terdapat fitur histori data yang berguna sebagai tempat penyimpanan data

dari kekuatan otot tungkai pengguna. Akan tetapi, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perbedaan antara tampilan aplikasi dan *Liquid Crystal Display* (LCD) salah satunya adalah berkenaan dengan tidak terhubungnya sistem komunikasi data serta jarak antara *handphone* dan alat terbilang jauh.

4.5. Pengujian *Bluetooth* HC05

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap *Bluetooth* HC05 yang berfungsi sebagai pengirim data dari alat ukur kekuatan otot tungkai ke aplikasi yang sudah diunduh pada *handpone*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui jarak komunikasi antara alat ukur kekuatan otot tungkai dengan aplikasi *mobile*. Pengujian jarang dilakukan dengan dua kondisi. Kondisi pertama dilakukan uji coba tanpa penghalang dan uji coba kedua dilakukan dengan penghalang. Berikut merupakan cuplikan gambar dari pengujian *Bluetooth* HC05.



Gambar 4. 35 Pengujian *Bluetooth* HC05

Di bawah ini terdapat tabel hasil pengujian *Bluetooth* HC05 tanpa penghalang dan dengan penghalang.

Tabel 4. 4 Pengujian *Bluetooth* Tanpa Penghalang

No.	Jarak Jangkauan (m)	Status Koneksi
1	1	Terhubung
2	3	Terhubung
3	5	Terhubung
4	10	Terhubung

No.	Jarak Jangkauan (m)	Status Koneksi
5	15	Terhubung
6	17	Terhubung
7	20	Terhubung
8	23	Terhubung
9	25	Terhubung
10	26	Tidak Terhubung

Berdasarkan data yang tertera pada tabel di atas, jangkauan *Bluetooth* tanpa penghalang memperoleh jarak jangkauan koneksi hingga 25 meter. Pada saat pengukuran jarak 26 meter sambungan *Bluetooth* ke alat sudah terputus.

Tabel 4. 5 Pengujian *Bluetooth* Dengan Penghalang

No.	Jarak Jangkauan (M)	Status
1	1	Terhubung
2	2	Terhubung
3	3	Terhubung
4	4	Terhubung
5	5	Terhubung
6	6	Terhubung
7	7	Terhubung
8	8	Terhubung
9	9	Terhubung
10	10	Tidak Terhubung

Pada saat pengujian dengan penghalang seperti dinding didapat jarak jangkauan koneksi *Bluetooth* mencapai 9 meter dan pada jarak 10 meter koneksi tidak terhubung. Tampilan koneksi *Bluetooth* terhubung atau tidak dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 36 Tampilan Aplikasi Konektivitas *Bluetooth*

4.5.1. Analisa Pengujian *Bluetooth* HC05

Dari data yang diperoleh komunikasi data menggunakan *Bluetooth* HC05 tanpa penghalang mencapai 25 meter sedangkan pada pengujian dengan penghalang komunikasi dapat dilakukan hingga jarak 9 meter. Pengujian komunikasi *Bluetooth* dengan penghalang memiliki jarak jangkauan yang lebih pendek menunjukkan bahwa penghalang seperti dinding dapat mempengaruhi jangkauan komunikasi *Bluetooth*.

4.6. Pengujian Keseluruhan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Pengujian keseluruhan alat ukur kekuatan otot tungkai dilakukan bertujuan untuk memastikan bahwa alat ukur kekuatan otot tungkai dapat bekerja sesuai rancangan. Pengujian alat secara keseluruhan meliputi pengujian berat badan, ketinggian lompatan dan waktu tempuh hingga menghasilkan nilai kekuatan otot tungkai. Proses pengujian dari keseluruhan alat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4. 37 Pengujian Keseluruhan Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

Berikut merupakan hasil data dari pengujian keseluruhan alat ukur kekuatan otot tungkai yang diterapkan kepada 10 orang yang diantaranya terdapat atlet beladiri sebanyak 3 orang, panjat tebing sebanyak 1 orang dan 6 orang bukan atlet. Hasil data pengujian dituangkan dalam bentuk tabel berikut.

Tabel 4. 6 Pengujian Alat Ukur Kekuatan Otot Tungkai

No.	Nama	Berat Badan (Kg)	Tinggi Lompatan (m)	Waktu Tempuh (s)	Nilai Kekuatan (Kg m/s)	Keterangan
1.	M.Z.Haikel	58,29	0,32	0,22	85,09	Sempurna
2.	Regian P.	60,14	0,26	0,22	70,88	Sempurna
3.	Satria A.N.	70,02	0,22	0,22	71,54	Sempurna
4.	Gilang A.	54,43	0,24	0,22	59,14	Sempurna
5.	Irsan C.	52,96	0,28	0,57	25,69	Kurang Sekali
6.	Revy M.	64,41	0,12	0,7	11,17	Kurang Sekali
7.	Desvira Y.	50,83	0,26	0,22	53,32	Sempurna
8.	Ikmal S.	48,07	0,24	0,22	53,69	Sempurna
9.	Abdar F.	82,87	0,22	0,57	32,84	Kurang
10.	Dandy W.	64,46	0,20	0,7	18,18	Kurang Sekali

Berdasarkan tabel di atas perhitungan kekuatan otot tungkai dapat dicari menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Rumus P} = \frac{W \times S}{t} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

W = berat badan (kg),

S = jarak ketinggian lompatan (m),

t = waktu yang ditempuh (detik)

Berikut merupakan contoh perhitungan kekuatan otot tungkai menggunakan rumus di atas dengan studi kasus hasil dari pengukuran Abdar F.

$$P = \frac{82,87 \times 0,22}{0,57}$$

$$P = \frac{1858,77}{0,57}$$

$$P = 32,84 \text{ Kg m/s}$$

Bila diselaraskan dengan norma kekuatan otot tungkai nilai 32 termasuk ke dalam norma kurang. Maka dari itu adanya inputan catatan dalam aplikasi *mobile* memudahkan pelatih untuk memberikan masukan kepada *user* mengenai program latihan untuk menaikkan daya otot tungkai. Maka dapat ditarik kesimpulan bahwa alat ukur kekuatan otot tungkai dapat menampilkan data kekuatan otot tungkai dari pengguna serta norma dari data kekuatan otot tungkai.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan garapan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa alat ukur kekuatan otot tungkai pada lompatan vertikal merupakan sebuah alat ukur kekuatan otot tungkai yang dapat mengukur berat badan, ketinggian vertikal serta waktu yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile*. Sesudah dilakukan uji dan pengambilan data pada alat ukur kekuatan otot tungkai dikomparasi sesuai parameter yang dibutuhkan, oleh karena itu dapat ditarik kesimpulan bahwa :

1. Kontruksi alat ukur kekuatan otot tungkai yang dibuat dapat menahan beban hingga 82 Kg dan sudah diuji lebih dari 30 kali lompatan dengan berat orang yang berbeda dan kontruksi tetap kokoh.
2. Sistem pencatatan berat dapat mengukur berat dengan sangat baik diperoleh rata-rata akurasi sebesar 99,55% pada pengujian pengukuran beban tetap dan rata-rata akurasi mencapai 99,61% pada pengujian pengukuran berat badan orang dengan acuan timbangan digital *speeds*.
3. Sistem pencatatan ketinggian vertikal dapat mengukur ketinggian dengan sangat baik. Maka dari itu, diperoleh rata-rata akurasi mencapai 99,59% pada pengujian ketinggian vertikal dengan acuan *waterpas*.
4. Aplikasi alat ukur kekuatan otot tungkai dapat menampilkan nilai berat badan, ketinggian lompatan, waktu lompatan, nilai kekuatan otot tungkai beserta normanya sesuai dengan tampilan *Liquid Crystal Display* (LCD), proses pengiriman data dari alat ukur ke aplikasi menggunakan *bluetooth* dapat dilakukan hingga jarak 9 meter dengan penghalang.
5. Berdasarkan hasil pengujian keseluruhan, alat pengukuran kekuatan otot tungkai dapat berfungsi dengan sangat baik.

Adanya alat ukur ini dapat mempermudah atlet pada saat melakukan pengukuran alat ukur kekuatan otot tungkai karena alat ukur ini sudah terintegrasi dengan aplikasi *mobile* dan hasil pengukuran cukup akurat.

5.2. Saran

Berdasarkan makalah ini, banyak terdapat kesalahan serta kekurangan yang perlu diperbaiki, oleh karena itu tata penulisan dan Bahasa perlu untuk ditingkatkan. Mengenai alat yang telah dibuat, disarankan untuk meningkatkan dan meperhatikan beberapa hal seperti berikut :

1. Meningkatkan keakurasian setiap pengukuran mulai dari kalibrasi sensor maupun sistem pemrograman.
2. Mengkreasikan sistem kontruksi alat ukur kekuatan otot tungkai.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Arya and M. Wijaya, “Penatalaksanaan Fisioterapi Pada Pemain Futsal Terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Tungkai Dengan Latihan Lying Leg Curl,” *Jurnal Kajian Ilmiah Kesehatan dan Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 4819–4826, 2022.
- [2] A. Ahyar, W. Hasmar, and P. Hadi, “Management Of Physiotherapy In Futsal Players To Increase Limb Muscle Strength With Lying Leg Curl Exercise,” *Jurnal Kajian Ilmiah Kesehatan dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp. 54–60, 2022.
- [3] Q. Qiefrydzannath and A. Rusdiana, “Pengembangan Alat Ukur Hurdle Jump untuk Kekuatan Daya Tahan Otot Tungkai Berbasis Sensor Ultrasonik,” *Jurnal Terapan Ilmu Keolahragaan*, vol. 4, no. 1, pp. 8–14, 2019.
- [4] A. Nuryaman, E. Mulyana, and R. Mardiaty, “Rancang Bangun Prototipe Alat Pengukur Kecepatan Kendaraan Dengan Sensor Infra Merah,” *Seminar Nasional Teknik Elektro*, vol. 22, pp. 15–16, 2017.
- [5] M. S. Soetjipto, “Profil Tinggi Badan , Daya Ledak (Power) Otot Tungkai , Kelincahan (Agility) Dan Daya Tahan (Endurance) Atlet Bulutangkis Pb Surya Baja Surabaya Usia 12-16 Tahun,” 2012.
- [6] Sefri Hardiansyah, “Analisis Kemampuan Kondisi Fisik Mahasiswa Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Padang Analysis The Ability Of Physical Conditions ST,” *Fakultas Ilmu Keolahragaan*, vol. 3, pp. 117–123, 2018.
- [7] S. Haryono and F. S. Pribadi, “Pengembangan Jump Power Meter Sebagai Alat Pengukur Power Tungkai,” *Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 15–27, 2013.
- [8] A. Narlan and D. T. Juniar, “Pengukuran dan Evaluasi Olahraga,” Deepublish, 2020.
- [9] D. Dewantara and P. Sasmoko, “Alat Penghitung Berat Badan Manusia

- Dengan Standart Body Mass Index (Bmi) Menggunakan Sensor Load Cell Berbasis Arduino Mega 2560 R3,” *Gema Teknologi*, vol. 18, no. 3, p. 100, 2015.
- [10] F. Y. Saputra, M. S. Al Amin, and . P., “Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah Mlx90614,” *Jurnal Tekno*, vol. 19, no. 1, pp. 60–67, 2022.
- [11] A. A. Salung, H. Fitriyah, and D. Syauqy, “Alas Kaki Penimbang Berat Badan Dengan Berjalan berbasis Sensor Load Cell dan Metode Regresi Linier,” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informatika dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 9, pp. 2548–964, 2021.
- [12] M. Afdali, M. Daud, and R. Putri, “Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO,” *Jurnal ELKOMIKA*, vol. 5, no. 1, p. 106, 2018.
- [13] A. H. Lutfiyanto and A. Subari, “Rancang Bangun Pintu Wahana Otomatis Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Sebagai Pengukur Tinggi Badan Dan Sensor Load Cell Dengan Hx711 Sebagai Pengukur Berat Badan Berbasis Arduino Mega 2560,” *Gema Teknologi*, vol. 19, no. 2, p. 14, 2017.
- [14] P. Aprilliana, A. dan Supriyanto, and A. Surtono, “Rancang-bangun Alat Ukur Kadar Pati Ubi Kayu Menggunakan Loadcell dan Arduino Berdasarkan Metode Spesific Gravity,” *Jurnal Penelitian Sains*, vol. 19, no. 3, pp. 132–136, 2017.
- [15] R. Ramadhani, E. D. Setioningsih, and T. Hamzah, “Hand Grip Measure Tool Post-Stroke Patients,” *Indonesia Journal of Electronics Electromedical and Medical Informatics*, vol. 1, no. 2, pp. 60–63, 2020.
- [16] J. Sardi, Habibullah, and Risfendra, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Pertumbuhan Berat dan Tinggi Anak Balita Berbasis Data pada Posyandu,” *ELKHA*, vol. 11, no. 2, pp. 53–59, 2019.
- [17] M. Amin, J. Triyanto, and Sukandar, “Antar Muka Quadrature Rotary Encoder Pada STM32F407VGT6 Brakiterapi HDR IR-192 Menggunakan Modul LS7184N,” *Prima*, vol. 16, no. 2, pp. 24–32, 2019.

- [18] U. Hatthasin, N. Setamung, P. Piyawongwisal, and S. Tisom, "A talking distance measuring wheel for the visually impaired," *International Conference Electrical Engineering Computer Telecommunication Information Technology*, pp. 517–520, 2018.
- [19] A. N. Ranaminanta, D. Nurcipto, and M. A. Heryanto, "Pemetaan Ruangan Dua Dimensi Menggunakan Sensor Lidar 360 Derajat Pada Mobile Robot," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi*, vol. 4, no. 1, pp. 30–38, 2022.
- [20] E. Okta Pratama and Leamongga Chiki, "Sistem Navigasi Pada Robot Sepak Bola Beroda KRSBI Menggunakan Metode Odometry," pp. 1–63, 2019.
- [21] E. Sahdina Tambunan, Marzuarman, Z. Abidin, and Khairudinsyah, "Rancang Bangun Alat Pengukur Jarak Digital Menggunakan Roda Berbasis Arduino Nano," *Semininar Nasional Industri dan Teknologi*, pp. 719–730, 2022.
- [22] Safwan, I. Mawaddah, Zakwansyah, "Rancang Bangun Prototype Alat Pengukur Jarak," *Jurnal J-Innovation*, vol. 10, no. 1, pp. 30–33, 2021.
- [23] Muliadi, A. Imran and M. Rasul, "Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32," *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020.
- [24] M. Rizal, M. S. Hadis, R. Angriawan, and A. Arifin, "Evaluasi Kinerja Bluetooth Pada Modul Esp32 Di Lingkungan Line Of Sight," *Journal of Embedded System Security Intelligent System*, vol. 1, no. 1, pp. 42–47, 2020.
- [25] M. Babiuch, P. Foltyniek, and P. Smutny, "Using the ESP32 microcontroller for data processing," *IEEE*, 9, pp. 1–6, 2019.
- [26] M. Fahmi, B. Santoso, M. Maisyaroh, A. Sunandar, and I. Wahyudi, "Prototipe Alat Simulasi Taman Pintar Dengan Pengontrol Bluetooth HC-05 Berbasis Mikrokontroller," *Bina Insani ICT Journal*, vol. 7, no. 2, p. 177, 2020.
- [27] N. M. Macambira and C. B. Carvalho, "Open Access Residential Smart Plug With Bluetooth Communication," 2020.
- [28] S. Sadi and S. Mulyati, "Rancang Bangun Kontrol Penerangan Rumah

- Menggunakan Media Bluetooth,” *Kilat*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [29] M. A. Hasan, N. Nasution, and D. Setiawan, “Game Bola Tangkis Berbasis Android Menggunakan App Inventor,” *Jurnal Teknologi Informasi & Komunikasi Digital Zone*, vol. 8, no. 2, pp. 160–169, 2017.
- [30] S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra, and N. Kamil, “Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android,” *E-Dimas Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 12, no. 4, pp. 652–657, 2021.
- [31] R. Amalia and Y. Herawati, “Implementation of Mit App Inventor in Go Rempah Development,” *Jurnal Teknik Informatika*, vol. 3, no. 1, pp. 155–161, 2022.



LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Abdar Farabi
Tempat & Tanggal Lahir : Pangkalpinang, 5 Juni 2003
Alamat Rumah : GG. Kalamaya, Pangkalpinang
RT/RW.004/000
Telp : -
Hp : 085763633825
Email : abdar.farabi@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

TK	Negeri Al-Qasimiyah	Tahun	2008 - 2009
SD	Negeri 20 Pangkalpinang	Tahun	2009 - 2015
SMP	Negeri 6 Pangkalpinang	Tahun	2015 - 2018
SMK	Negeri 2 Pangkalpinang	Tahun	2018 - 2021

Sungailiat, 5 Agustus 2024

Abdar Farabi

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Desvira Yasmitasari
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 29 Desember 2003
Alamat Rumah : Jl. A. Yani Gg. Bukit Barisan
RT/RW.010/000
Telp : -
Hp : 082179785992
Email : desvirayasmita@gmail.com



Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

TK	Negeri Pembina Belinyu	Tahun	2008 - 2009
SD	Negeri 12 Sungailiat	Tahun	2009 - 2015
SMP	Negeri 5 Sungailiat	Tahun	2015 - 2018
SMA	Negeri 1 Sungailiat	Tahun	2018 - 2021

Sungailiat, 5 Agustus 2024

Desvira Yasmitasari

LAMPIRAN 2
PROGRAM KESELURUHAN

Pemrograman Sistem

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "HX711.h"

// Set the LCD address to 0x27 for a 20 chars and 4 line display
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

//HX711 circuit wiring
const int LOADCELL_DOUT_PIN = 15;
const int LOADCELL_SCK_PIN = 5;
float kg;
float kgbaru;
int berat;
int g_ke_kg = 1000;
#define CALIBRATION_FACTOR -27.4831
HX711 scale;

char Incoming_value = 0;
unsigned long dly;

//rotary encoder wiring

//jarak
const int ch_A1 = 32; // pin interupsi
const int ch_B1 = 33; // pin digital I/O
const int resetButton = 13; // pin button reset
volatile int encoder1 = 0;
float putaran1 = 0, keliling_lingkaran = 0;
float jarak = 0.0; // Jarak yang akan dihitung hanya saat berputar maju
```

```

float jarak_m = 0.0;
volatile bool countingForward = false; // Flag to check if the encoder is
rotating forward

//waktu
volatile bool isRotating = false; // Flag to check if the encoder is rotating
float startTime = 0; // Store the start time, memulai waktu
float elapsedTime = 0; // Store elapsed time, waktu berlalu
volatile unsigned long lastUpdateTime = 0; // Store last time the encoder
rotated

//variable kekuatan OT
float P;

unsigned long previousMillis = 0;
const long interval = 6000; // Interval dalam milidetik

void setup() {
  lcd.begin();
  Serial2.begin(9600);
  Serial.begin(115200);

  // rotary encoder
  pinMode(ch_A1, INPUT_PULLUP); //input, internal pull up
  pinMode(ch_B1, INPUT_PULLUP); //input, internal pull up
  pinMode(resetButton, INPUT_PULLUP); // input, internal pull up

  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(ch_A1), bacaencoder1, CHANGE);
  // interupsi mode CHANGE

```

```

// loadcell
scale.begin(LOADCELL_DOUT_PIN, LOADCELL_SCK_PIN);
scale.set_scale(CALIBRATION_FACTOR);
scale.tare();
// LCD 20x4 I2C
lcd.setCursor(1,1);
lcd.print("ALAT UKUR KEKUATAN");
lcd.setCursor(4,2);
lcd.print("OTOT TUNGKAI");
delay(3000);
lcd.clear();
}

void loop(){
  unsigned long currentMillis = millis();
  if (currentMillis - previousMillis >= interval) {
    previousMillis = currentMillis;
    Fungsi_Lainnya();// Panggil fungsi yang harus dijalankan setiap
interval1 milidetik
  }

  Waktu_Rotary();
  rotary_encoder();
  send_data();
  button_rst();
//   Kalibrasi_Factor();
}

void Fungsi_Lainnya() {
  Loadcell();
  kekuatan_OT();
}

```

```

}
void send_data(){
    Serial.println("send data");
    Serial2.print(kgbaru);
    Serial2.print("-");
    Serial2.print(jarak);
    Serial2.print("-");
    Serial2.print(elapsedTime);
    Serial2.print("-");
    Serial2.print(P);
    Serial2.println("-");
    Serial2.println();
}
void Kalibrasi_Factor() {
    if (scale.is_ready()) {
        scale.set_scale();
        Serial.println("Tare... singkirkan semua beban dari timbangan.");
        delay(5000);
        scale.tare();
        Serial.println("Tare done...");
        Serial.print("Tempatkan beban yang diketahui pada timbangan...");
        delay(5000);
        long reading = scale.get_units(10);
        Serial.print("Hasil: ");
        Serial.println(reading);
    }
    else {
        Serial.println("HX711 not found.");
    }
}

```

```

    delay(1000);
}

//faktor kalibrasi akan menjadi (bacaan)/(bobot diketahui)
void Loadcell(){
    berat = scale.get_units(5);
    kg = (float)berat / g_ke_kg;
    if(kg>kgbaru){
        kgbaru = kg;
    }

    // Check if the reset button is pressed
    if (digitalRead(resetButton) == LOW) {
        jarak = 0.0;
        kg = 0.0;
        kgbaru = 0.0;
        P = 0.0;
        Serial.println("Resetting values...");
        delay(200); // Debounce delay
    }

    // menampilkan berat di serial monitor
    Serial.print("BB : ");
    Serial.print(kgbaru);
    Serial.println(" Kg");

    // menampilkan berat di lcd
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Berat : ");
    lcd.print(kgbaru);
    lcd.print(" kg  ");

```

```

}
void button_rst(){
  // Check if the reset button is pressed
  if(Serial2.available() > 0)
  {
    Incoming_value = Serial2.read();
    Serial2.print(Incoming_value);
    if(Incoming_value == '1')
      digitalWrite(resetButton, LOW);
    encoder1 = 0;
    startTime = 0;
    elapsedTime = 0;
    jarak = 0.0;
    kg = 0.0;
    kgbaru=0.0;
    P = 0.0;
    Serial.println("Resetting values...");
    delay(200); // Debounce delay
  }
}
void rotary_encoder(){
  // Check if the reset button is pressed
  if (digitalRead(resetButton) == LOW) {
    encoder1 = 0;
    startTime = 0;
    elapsedTime = 0;
    jarak = 0.0;
    Serial.println("Resetting values...");
    delay(200); // Debounce delay
  }
}

```

```

// Calculate putaran and jarak only if encoder is rotating forward
putaran1 = (float)encoder1 / 600.0;    // Rumus Putaran
keliling_lingkaran = 3.14 * 1.4;      // Rumus Keliling Lingkaran (4.5
adalah diameter)
jarak = putaran1 * keliling_lingkaran; // Rumus Jarak dalam centimeter
jarak_m = jarak / 100;
isRotating = false; // Reset the flag

// Print values
Serial.print("Waktu: ");
Serial.print(elapsedTime);
Serial.println(" s");
Serial.print("Jarak: ");
Serial.print(jarak);
Serial.println(" cm");

lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Jarak : ");
lcd.print(jarak);
lcd.print(" cm  ");
}

void bacaencoder1() {
  bool A = digitalRead(ch_A1);
  bool B = digitalRead(ch_B1);

  if (A == B) {
    encoder1++;
    countingForward = true; // Encoder is rotating forward
  } else {
    encoder1--;

```

```

        countingForward = false; // Encoder is rotating backward
    }

    isRotating = true;
}

void kekuatan_OT(){
    if (elapsedTime > 0) {
        P = (kgbaru * jarak_m) / elapsedTime; // rumus kekuatan otot tungkai
    } else {
        P = 0.00; // Set P to 0 if elapsedTime is zero or less
    }
    Serial.print("KOT : ");
    Serial.print(P);
    Serial.println(" kg m/s ");

    lcd.setCursor(0, 3);
    lcd.print("KOT : ");
    lcd.print(P);
    lcd.print(" kg m/s ");
}

void Waktu_Rotary(){
    unsigned long currentTime = millis();

    // Check if the reset button is pressed
    if (digitalRead(resetButton) == LOW) {
        encoder1 = 0;
        startTime = 0;
        elapsedTime = 0;
        jarak = 0.0;
        Serial.println("Resetting values...");
        delay(200); // Debounce delay
    }
}

```

```

}

// Jika sedang berputar maju
if (isRotating && countingForward) {
    if (startTime == 0) { // Jika pertama kali berputar atau setelah berhenti
        startTime = currentTime;
    }
    lastUpdateTime = currentTime; // Reset waktu update terakhir
    elapsedTime = (currentTime - startTime) / 1000; // Hitung waktu yang
berlalu dalam detik
    isRotating = false; // Reset flag
}

// Jika tidak ada putaran maju terdeteksi selama 500 ms, hentikan timer
if ((currentTime - lastUpdateTime) > 500) {
    startTime = 0; // Hentikan waktu
}

lcd.setCursor(0,2);
lcd.print("Waktu : ");
lcd.print(elapsedTime);
lcd.print(" s   ");
}

```