

**PERANCANGAN MESIN PENUKAR BOTOL MENGGUNAKAN
RFID DENGAN PEMILAHAN BERDASARKAN MATERIAL
UNTUK PENGURANGAN SAMPAH PADA UMKM**

LAPORAN TUGAS AKHIR



oleh

**Reza Najwa Shihab
NIM E32231279**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2026**

**PERANCANGAN MESIN PENUKAR BOTOL MENGGUNAKAN
RFID DENGAN PEMILAHAN BERDASARKAN MATERIAL
UNTUK PENGURANGAN SAMPAH PADA UMKM**

LAPORAN TUGAS AKHIR



sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)
di Program Studi Teknik Komputer
Jurusan Teknologi Informasi

oleh

Reza Najwa Shihab
NIM E32231279

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
JURUSAN TEKNOLOGI INFORMASI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER
2026**

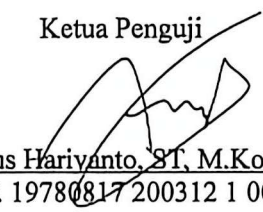
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI,
SAINS DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

**PERANCANGAN MESIN PENUKAR BOTOL MENGGUNAKAN
RFID DENGAN PEMILAHAN BERDASARKAN MATERIAL
UNTUK PENGURANGAN SAMPAH PADA UMKM**

**Reza Najwa Shihab
NIM E32231279**

Telah Diuji pada Tanggal 18 Juni 2026
dan Dinyatakan Memenuhi Syarat

Ketua Penguji


Agus Hariyanto, ST, M.Kom
NIP. 19780817 200312 1 005

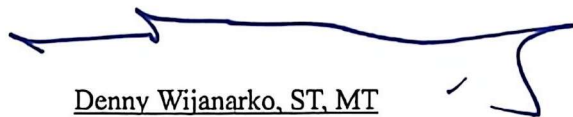
Sekretaris Penguji,


Denny Wijanarko, ST, MT
NIP. 19780908 200501 1 001

Anggota Penguji,


David Jul Ardyadi, S.Kom., M.Kom.
NIP. 199007022024061002

Dosen Pembimbing


Denny Wijanarko, ST, MT
NIP. 19780908 200501 1 001

Mengesahkan

Kepala Jurusan Teknologi Informasi



Yunit Riskiawan, S.Kom, M.Cs
NIP. 19830203 200604 1 003

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Reza Najwa Shihab

NIM : E32231279

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam Laporan Akhir saya yang berjudul “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID dengan Pemilahan Berdasarkan Material untuk Pengurangan Sampah pada UMKM” merupakan gagasan dan hasil karya saya sendiri dengan arahan komisi pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir Laporan Akhir ini.

Jember, 18 Juni 2026



Reza Najwa Shihab

NIM E32231279



**PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN
AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Reza Najwa Shihab
NIM : E32231279
Program Studi : Teknik Komputer
Jurusan : Teknologi Informasi

Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (Non-Exclusive Royalty Free Right) atas Karya Ilmiah **berupa Laporan Akhir saya yang berjudul :**

**PERANCANGAN MESIN PENUKAR BOTOL MENGGUNAKAN RFID
DENGAN PEMILAHAN BERDASARKAN MATERIAL UNTUK
PENGURANGAN SAMPAH PADA UMKM**

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini UPT. Perpustakaan Politeknik Negeri Jember berhak menyimpan, mengalih media atau format, mengelola dalam bentuk Pangkalan Data (Database), mendistribusikan karya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Politeknik Negeri Jember, Segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas Pelanggaran Hak Cipta dalam Karya ilmiah ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jember
Pada Tanggal : 18 Juni 2026



Nama : Reza Najwa Shihab
NIM : E32231279

HALAMAN MOTTO

“Di dunia ini, tidak ada yang tidak mungkin yang penting adalah apakah kamu
berani untuk berjuang”

(Xiao Yan, Battle Trough The Havenes)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segenap rasa syukur, Laporan Akhir saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, terima kasih atas segala dukungan, kasih sayang, serta pengorbanan yang tidak ternilai harganya. Doa yang tidak pernah putus selalu mengiringi setiap langkah saya hingga dapat menyelesaikan masa perkuliahan ini. Persembahan ini tentu belum sebanding dengan segala jerih payah, kesabaran, dan pengorbanan yang telah diberikan, namun besar harapan saya karya ini dapat menjadi salah satu wujud kebanggaan dan ungkapan rasa terima kasih yang tulus.
2. Bapak Denny Wijanarko, ST., MT., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, waktu, ilmu, serta kesabaran yang telah Bapak berikan selama proses penyusunan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Teman-teman sesama dosen pembimbing dan rekan seperjuangan, terima kasih atas semangat, kerja sama, bantuan, serta saran yang telah diberikan selama proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini. Dukungan dan kebersamaan yang terjalin sangat membantu saya, khususnya saat menghadapi berbagai kesulitan.
4. Teman-teman grup Empal Gemoy, terima kasih atas dukungan, kebersamaan, serta semangat yang diberikan selama masa perkuliahan. Saling berbagi informasi, membantu saat mengerjakan tugas kuliah, hingga proses penyusunan laporan Tugas Akhir ini menjadi lebih ringan.
5. Politeknik Negeri Jember, sebagai tempat saya menempuh pendidikan tinggi, belajar, dan berproses selama masa perkuliahan. Kampus ini telah menjadi ruang untuk menimba ilmu, pengalaman, serta berbagai pembelajaran berharga yang membentuk saya hingga tahap penyelesaian studi ini.

RINGKASAN

PERANCANGAN MESIN PENUKAR BOTOL MENGGUNAKAN RFID DENGAN PEMILAHAN BERDASARKAN MATERIAL UNTUK PENGURANGAN SAMPAH PADA UMKM, Reza Najwa Shihab, NIM E32231279, Tahun 2026, Teknik Komputer, Politeknik Negeri Jember, Denny Wijanarko, S.T., M.T. (Pembimbing)

Banyaknya sampah botol di lingkungan UMKM menjadi permasalahan yang serius yang belum tertangani secara optimal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengelolaan limbah botol, sehingga limbah tersebut dibuang tanpa proses pemilahan atau pengolahan lanjutan. Kondisi ini menyebabkan tingginya tumpukan sampah dan dapat memberikan dampak signifikan terhadap lingkungan. Dalam permasalahan tersebut saya merancang mesin penukar botol menjadi saldo elektronik guna untuk mengurangi sampah pada UMKM.

Sistem ini menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler dan pusat kendali, serta RFID card sebagai identitas pelanggan yang terhubung dengan aplikasi. Pelanggan cukup melakukan tap kartu RFID, kemudian mesin akan secara otomatis membuka tempat pemasukan botol. Sistem dilengkapi dengan LCD yang menampilkan informasi pelanggan. Botol yang dimasukkan akan diidentifikasi jenis materialnya menggunakan sensor, dengan nilai penukaran yang berbeda untuk setiap material, yaitu botol plastik sebesar Rp500, botol kaleng Rp1.000, dan botol kaca Rp2.000. Mesin akan menghitung jumlah botol yang dimasukkan serta total nominal saldo yang diperoleh pelanggan. Selanjutnya, nominal saldo tersebut akan secara otomatis ditambahkan ke akun pelanggan pada aplikasi.

PRAKATA

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya, saya berhasil menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM”**.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Ahli Madya (A.Md.) di Program Studi Teknik Komputer, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Jember, saya juga menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Syaiful Anwar, S. TP,MP selaku Direktur Politeknik Negeri Jember.
2. Bapak Ir. Hendra Yufit Riskiawan, S.Kom, M.Cs selaku ketua Jurusan Teknologi Informasi.
3. Bapak I Gede Wiryawan, S.Kom., M.Kom. selaku koordinator Program Studi Teknik Komputer.
4. Bapak Denny Wijanarko S.T., M.T. selaku dosen pembimbing.
5. Bapak Ahmad Fahriyannur Rosyady S.Kom., M.MT. selaku koordinator Laporan Akhir.
6. Dosen penguji Laporan Akhir.
7. Seluruh Dosen dan Staff Pengajar Program Studi Teknik Komputer.
8. Rekan-rekan serta semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penulisan laporan ini.

Saya berharap kritik dan saran yang diberikan untuk Laporan Akhir ini memberikan manfaat guna perbaikan di masa yang akan datang.

Jember, 18 Juni 2026



Reza Najwa Shihab

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN MAHASISWA	iv
SURAT PERNYATAAN PUBLIKASI	v
HALAMAN MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SEGMENT PROGRAM.....	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Perancangan	5
2.2 Mesin Penukar Botol.....	5
2.3 RFID (Radio Frekuensi Identification)	5
2.3.1 RFID Card	6
2.3.2 RFID Reader.....	6
2.4 Pemilahan.....	7

2.5	Material	7
2.6	Sampah.....	7
2.7	UMKM	7
2.8	ESP 32.....	8
2.9	Sensor Proximity	8
2.10	Sensor Inframerah	9
2.11	Load Cell	9
2.12	Servo	10
2.13	Liquid Crystal Display 16x2 (LCD).....	10
2.14	Motor Stepper Nema 17	11
2.15	Arduino IDE	11
2.16	Visual Studio Code	12
2.17	Flutter.....	12
2.18	Firestore	13
2.19	Karya Tulis Yang Mendahului	13
2.19.1	Karya tulis yang mendahului 1.....	13
2.19.2	Karya tulis yang mendahului 2.....	14
2.19.3	State Of The Art.....	14
BAB 3.	METODE KEGIATAN.....	16
3.1	Waktu dan Tempat Pelaksanaan	16
3.1.1	Waktu.....	16
3.1.2	Tempat Pelaksanaan	16
3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat	16
3.2.2	Bahan.....	17
3.3	Metodologi Penelitian	18
3.3.1	Studi Literatur.....	18
3.3.2	Perancangan Sistem.....	18
3.3.3	Perancangan Alat	23
3.3.4	Pembuatan Alat.....	24
3.3.5	Pengujian Alat	24

3.3.6	Evaluasi	25
3.3.7	Kesimpulan.....	25
3.3.8	Pembuatan Laporan	25
3.4	Jadwal Pelaksanaan	25
3.5	Gambaran Sistem.....	26
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Studi Literatur	28
4.2	Perancangan Sistem	28
4.2.1	Firestore	32
4.2.2	Identifikasi Kartu.....	34
4.2.3	Botol Kaleng.....	35
4.2.4	Botol Kaca	36
4.2.5	Botol Plastik	37
4.3	Perancangan Alat	37
4.4	Pembuatan Alat	38
4.5	Pengujian Alat	42
4.5.1	Tap Kartu	43
4.5.2	Botol Kaleng.....	45
4.5.3	Botol Kaca	46
4.5.4	Botol Plastik	47
4.6	Evaluasi	49
4.7	Pembuatan Laporan	50
BAB 5.	KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA.....		52
LAMPIRAN.....		54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2. 1 Mesin RFID (Radio Frequency Identification)	5
2. 2 RFID Card	6
2. 3 RFID Reader	6
2. 4 ESP 32	8
2. 5 Sensor Proximity Induktif	8
2. 6 Sensor Inframerah	9
2. 7 Load Cell	9
2. 8 Servo	10
2. 9 Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)	10
2. 10 Nema 17	11
2. 11 Logo Arduino IDE	11
2. 12 Logo Visual Studio Code	12
2. 13 Logo Flutter	12
2. 14 Logo Firebase	13
3. 1 Metode Kegiatan	18
3. 2 Flowchart 1	19
3. 3 Flowchart 2	20
3. 4 Skematik Alat	24
3. 5 Gambaran Sistem	26
4. 1 Flowchart Pengguna 1	29
4. 2 Flowchart Pengguna 2	30
4. 3 Flowchart Admin	31
4. 4 Penyimpanan Data Pengguna di Firebase	33
4. 5 Penyimpanan Data di Realtime Database	34
4. 6 Skematik Alat Pelanggan	38
4. 7 Perakitan Alat	40
4. 8 Box Tampak Depan dan Samping	41
4. 9 Kerangka Alat	41

4. 10 Tempat Memasukkan Botol	42
4. 11 Pendaftaran Kartu RFID.....	43
4. 12 Tampilan Manajemen Pengguna	44
4. 13 Tap Kartu Oleh Pelanggan	45
4. 14 Pengujian Botol Kaleng	46
4. 15 Pengujian Botol Kaca.....	47
4. 16 Pengujian Botol Plastik.....	48
4. 17 Tampilan Dashboard dan Riwayat	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
2. 1 State Of The Art	14
3. 1 Tabel Perangkat Keras	16
3. 2 Perangkat Lunak.....	17
3. 3 Bahan	17
3. 4 Rentang Berat Botol Plastik.....	23
3. 5 Rentang Berat Botol Kaca.....	23
3. 6 Metodologi Penelitian	26
4. 1 Konfigurasi Pin Komponen.....	38
4. 2 Botol Kaleng Yang di Uji.....	45
4. 3 Botol Kaca Yang di Uji	47
4. 4 Botol Plastik Yang di Uji.....	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kode Program Lengkap	54
2. Penyimpanan Botol	64
3. Slider	64
4. Tampilan Seluruh Alat.....	65

DAFTAR SEGMENT PROGRAM

	Halaman
4. 1 Menambahkan Akun Pengguna.....	32
4. 2 Menambah Data di Realtime Database.....	34
4. 3 Identifikasi Kartu	35
4. 4 Identifikasi Botol Kaleng.....	36
4. 5 identifikasi Botol Kaca.....	36
4. 6 Identifikasi Botol Plastik.....	37

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengelolaan sampah di Indonesia masih menjadi permasalahan serius yang belum tertangani secara optimal, terutama akibat rendahnya tingkat pengurangan sampah, keterbatasan lahan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA), serta tingginya tumpukan sampah plastik yang berdampak signifikan terhadap lingkungan (Sya'bani dkk, 2024). Menurut Saray (2011), desentralisasi sampah yang menekankan penyelesaian masalah sampah tidak di tumpukkan pada pemerintah lewat konsep TPA semata, akan tetapi tersebar di sumbernya masing-masing yaitu tingkat rukun warga (Khalil dkk, 2021).

Aktivitas Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) di Indonesia memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional, namun di sisi lain juga membawa akibat pada meningkatnya volume limbah, khususnya limbah botol plastik dari kegiatan produksi, distribusi, dan konsumsi (Yunaz dkk, 2021). Pada UMKM, pengelolaan limbah botol plastik masih belum menjadi prioritas, sehingga limbah tersebut umumnya dibuang bersama sampah domestik tanpa proses pemilahan atau pengolahan lanjutan. Kondisi ini diperparah oleh keterbatasan pengetahuan, teknologi, serta akses terhadap sistem pengelolaan sampah yang berkelanjutan, yang menyebabkan akumulasi limbah botol plastik dan berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan, kesehatan, serta keberlanjutan usaha UMKM itu sendiri.

Namun, hingga saat ini pemanfaatan teknologi berbasis insentif ekonomi dalam pengelolaan limbah botol plastik pada UMKM masih terbatas, sehingga diperlukan inovasi yang mampu mengintegrasikan aspek teknologi, ekonomi, dan lingkungan. Oleh karena itu solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah perancangan dan penerapan mesin penukar botol menjadi saldo elektronik. Mesin ini dirancang untuk mendorong pelaku UMKM dan konsumen melakukan pemilahan serta pengumpulan berbagai macam botol secara sistematis dengan memberikan insentif ekonomi berupa saldo elektronik, yang selanjutnya dapat

dipantau melalui aplikasi untuk mengetahui jumlah saldo yang diperoleh serta riwayat transaksi penukaran botol, sehingga limbah botol tidak dipandang hanya sebagai sisa produksi tetapi sumber daya yang memiliki nilai guna.

Meningkatnya limbah botol yang dihasilkan dari aktivitas UMKM akibat belum optimalnya sistem pengelolaan limbah dapat diatasi melalui penerapan mesin penukar botol menjadi saldo elektronik, karena solusi ini mendorong pemilahan dan pengumpulan botol secara lebih efektif serta memberikan insentif ekonomi yang dapat meningkatkan partisipasi pelaku UMKM dan konsumen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dikemukakan, maka terdapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengembangkan mesin penukar botol dalam mengoptimalkan pengelolaan limbah botol dari aktivitas UMKM ?
2. Bagaimana sistem kerja mesin penukar botol dalam melakukan pemilahan botol berdasarkan jenis material dan mendukung pengumpulan botol secara efektif ?
3. Bagaimana mekanisme mesin penukar botol dalam mengonversi botol yang dikumpulkan menjadi saldo elektronik serta menampilkannya ke aplikasi ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan, batasan masalah diperlukan agar penelitian lebih terarah, terukur, dan sesuai dengan ruang lingkup perancangan alat. Batasan masalah yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi pada perancangan dan pembuatan mesin pengumpul botol yang berfungsi untuk menukar botol menjadi saldo elektronik.
2. Mesin yang dirancang hanya difokuskan pada pengolahan limbah botol, tidak mencakup jenis limbah lainnya.
3. Sistem pemilahan botol pada mesin dibatasi berdasarkan jenis material botol yang sudah ditentukan yaitu plastik, kaleng, dan kaca.

4. Saldo yang dihasilkan oleh mesin dibatasi pada pencatatan nilai saldo secara virtual yang tersimpan dan ditampilkan di aplikasi, belum terintegrasi dengan sistem pembayaran elektronik atau layanan keuangan digital.
5. Penelitian ini hanya akan berfokus pada aspek teknis dan fungsional mesin, tidak membahas aspek kebijakan, regulasi, maupun analisis ekonomi makro

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan, maka terdapat tujuan utama yaitu sebagai berikut:

1. Merancang dan mengembangkan mesin penukar botol untuk mengoptimalkan pengelolaan limbah botol yang dihasilkan dari aktivitas UMKM.
2. Mengimplementasikan sistem pemilahan otomatis menggunakan agar dapat memilah botol sesuai dengan jenis material serta mendukung proses pengumpulan botol secara efektif.
3. Menerapkan sistem penukaran otomatis untuk mengubah botol menjadi saldo elektronik yang terintegrasi dengan aplikasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan berbagai macam manfaat di antara lain:

a. Bagi UMKM

1. Mengoptimalkan pengelolaan limbah botol bekas yang dihasilkan oleh usaha melalui sistem pengumpulan dan pemilahan yang lebih terstruktur.
2. Penerapan mesin penukar botol menjadi saldo elektronik dapat membantu UMKM mengurangi volume limbah.
3. Meningkatkan kebersihan lingkungan usaha, serta mendukung penerapan konsep pengelolaan limbah berkelanjutan.

b. Bagi konsumen

1. Memudahkan penukaran botol bekas menjadi saldo elektronik, sehingga mendorong konsumen untuk melakukan pemilahan dan pengumpulan botol secara lebih teratur.

2. Dengan adanya aplikasi dapat memudahkan konsumen dapat memantau saldo dan riwayat penukaran botol, sehingga limbah botol tidak lagi dipandang sebagai sampah semata, melainkan sebagai sumber nilai ekonomi.
- c. Bagi Politeknik Negeri Jember
1. Menjadi referensi untuk pengembangan penelitian lebih lanjut untuk mengelola limbah botol.
 2. Mendukung pengembangan inovasi dalam penerapan konsep pengelolaan limbah berkelanjutan.
- d. Bagi Penulis
1. Meningkatkan pengetahuan dan keterampilan di bidang perancangan sistem pengembangan mesin penukar botol menggunakan teknologi RFID.
 2. Memperoleh pengalaman dalam mengintegrasikan mikrokontroler dengan berbagai sensor untuk pemilahan material botol, pengolahan data penukaran menjadi saldo elektronik.
 3. Memperoleh kemampuan dalam menganalisis permasalahan lingkungan dan merancang teknologi yang aplikatif.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perancangan

Perancangan merupakan suatu proses sistematis yang dilakukan untuk menyusun dan merencanakan sebuah konsep sebelum diimplementasikan secara nyata. Proses ini mencakup tahapan perumusan tujuan yang hendak dicapai dengan memanfaatkan teknik atau metode tertentu agar rancangan yang dihasilkan terarah dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan (Fauzi dkk, 2023).

2.2 Mesin Penukar Botol

Mesin penukar botol adalah sebuah perangkat otomatis berbasis teknologi Internet of Things (IoT) yang dirancang untuk menerima sampah botol dari pengguna, melakukan proses identifikasi dan pemilahan jenis botol (seperti botol plastik, kaca, atau kaleng) secara otomatis menggunakan sensor tertentu (Iswanto & Budiarto, 2025).

2.3 RFID (Radio Frekuensi Identification)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi identifikasi otomatis yang memanfaatkan gelombang radio untuk membaca dan mengidentifikasi informasi yang tersimpan pada sebuah tag RFID, di mana informasi tersebut dapat berupa identitas unik atau data tertentu lainnya. Tag RFID akan mengenali diri sendiri ketika mendeteksi sinyal dari device yang kompatibel (Syahri & Basri, 2025).



Gambar 2. 1 Mesin RFID (Radio Frequency Identification)
(Sumber : Google.com)

2.3.1 RFID Card

RFID Card merupakan kartu pintar (smart card) yang dilengkapi dengan teknologi Radio Frequency Identification (RFID), di dalam kartu tersebut tertanam sebuah chip dan antena yang berfungsi untuk menyimpan serta mengirimkan data identitas secara nirkabel melalui gelombang radio ketika berinteraksi dengan perangkat pembaca (RFID reader).



Gambar 2. 2 RFID Card
(Sumber : Google.com)

2.3.2 RFID Reader

RFID Reader merupakan perangkat elektronik yang berfungsi sebagai pemancar gelombang radio untuk membaca RFID card dan akan mengidentifikasi data yang tersimpan di RFID card dengan cara mendekatkan atau menempelkan RFID card ke RFID Reader.



Gambar 2. 3 RFID Reader
(Sumber : Google.com)

2.4 Pemilahan

Pemilahan adalah suatu proses mengelompokkan atau memisahkan suatu objek berdasarkan karakteristik atau sifat tertentu (Imban, 2025). Pemilahan dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan seseorang dalam proses pencarian dan penemuan sesuatu, sehingga informasi atau objek yang dicari dapat ditemukan secara lebih sistematis dan efisien.

2.5 Material

Material adalah bahan baku yang diolah perusahaan industri dapat diperoleh dari pembelian lokal, impor atau pengolahan yang dilakukan sendiri (Hana dkk, 2022). Material tersebut selanjutnya diproses melalui tahapan produksi tertentu sehingga dapat dijadikan sebagai produk jadi atau setengah jadi yang memiliki nilai guna dan nilai tambah yang lebih bermanfaat bagi pengguna maupun perusahaan.

2.6 Sampah

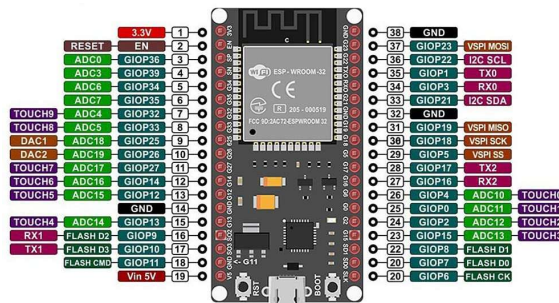
Sampah adalah sisa hasil aktivitas manusia yang tidak lagi memiliki nilai guna dan dibuang oleh pemiliknya (Dewi & Kusnita, 2023). Sampah menjadi permasalahan serius yang sering dihadapi di lingkungan penduduk saat ini. Permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh sampah menjadi problematika bersama.

2.7 UMKM

Menurut Rosita (2020) UMKM merupakan jaringan pengaman terutama bagi masyarakat yang berpenghasilan rendah untuk menjalani kegiatan ekonomi produktif, disamping itu usaha kecil, mikro dan menengah (UMKM) merupakan jenis usaha yang memiliki peran penting dalam peningkatan PDB (Pendapatan Domestik bruto) suatu negara khususnya indonesia dengan menghadapi era industri 4.0 (Wijaya dkk, 2021). UMKM dapat menghasilkan barang atau jasa guna memenuhi kebutuhan ekonomi serta meningkatkan pelaku usaha dan masyarakat.

2.8 ESP 32

ESP32 merupakan sebuah mikrokontroler yang banyak digunakan dalam proyek Internet of Things (IoT) karena telah dilengkapi dengan modul Wi-Fi dan Bluetooth yang terintegrasi langsung di dalam papan (board). Selain itu, ESP32 memiliki kinerja pemrosesan yang cukup tinggi, konsumsi daya yang relatif rendah, serta menyediakan hingga 36 pin GPIO yang dapat digunakan untuk menghubungkan berbagai sensor dan aktuator, sehingga mendukung pengembangan sistem IoT yang efisien dan fleksibel.



Gambar 2. 4 ESP 32
(Sumber : Google.com)

2.9 Sensor Proximity

Sensor proximity induktif hanya dapat mendeteksi material yang berbahan logam dengan mengandalkan medan elektromagnetik yang dihasilkan oleh kumparan di dalam sensor. Ketika objek logam berada dalam jangkauan medan tersebut, akan timbul arus eddy pada permukaan logam yang menyebabkan perubahan pada medan elektromagnetik, sehingga keberadaan objek dapat terdeteksi tanpa kontak fisik secara langsung.



Gambar 2. 5 Sensor Proximity Induktif
(Sumber : Google.com)

2.10 Sensor Inframerah

Sensor inframerah adalah komponen optoelektronik peka pada radiasi dengan sensitivitas spektral dalam rentang panjang gelombang inframerah $780\text{ nm} - 50\text{ }\mu\text{m}$ (Pitriyanti dkk, 2022). Sensor inframerah terdiri dari dua bagian utama, yaitu pemancar inframerah dan penerima inframerah. Pemancar inframerah akan mengirimkan sinar inframerah ke depan, kemudian jika ada objek di dekat sensor, sinar tersebut akan dipantulkan dan akan diterima oleh penerima inframerah.



Gambar 2. 6 Sensor Inframerah
(Sumber : Google.com)

2.11 Load Cell

Load cell merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur berat dengan cara mengonversi gaya tekan atau tarikan yang diberikan oleh suatu beban menjadi sinyal listrik, di mana perubahan sinyal tersebut sebanding dengan besarnya beban yang diterima oleh sensor.



Gambar 2. 7 Load Cell
(Sumber : Google.com)

2.12 Servo

Motor servo merupakan aktuator yang digunakan untuk mengendalikan posisi, sudut, atau kecepatan putaran secara presisi, servo standar hanya bisa dipura hingga 180 derajat. Motor servo bekerja dengan sistem umpan balik yang memungkinkan posisi poros motor dapat dikontrol dan dipertahankan sesuai dengan sinyal kendali yang diberikan. Sinyal kendali tersebut umumnya berupa sinyal pulsa (Pulse Width Modulation/PWM) yang menentukan sudut atau posisi putaran motor servo.



Gambar 2. 8 Servo
(Sumber : Google.com)

2.13 Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)

Liquid Crystal Display 16×2 (LCD) merupakan modul tampilan yang digunakan untuk menampilkan data dalam bentuk teks, di mana layar ini terdiri atas 16 kolom dan 2 baris karakter. LCD 16×2 umum digunakan dalam sistem berbasis mikrokontroler sebagai media antarmuka pengguna (user interface) untuk menampilkan informasi.



Gambar 2. 9 Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)
(Sumber : Google.com)

2.14 Motor Stepper Nema 17

Motor stepper NEMA 17 merupakan aktuator elektromekanik yang bekerja berdasarkan pulsa digital sehingga mampu menghasilkan gerakan posisi yang presisi dan mudah dikendalikan menggunakan sistem kontrol berbasis mikrokontroler maupun PLC (Muntashir dkk, 2023).



Gambar 2. 10 Nema 17
(Sumber : Google.com)

2.15 Arduino IDE

Arduino IDE merupakan sebuah perangkat lunak (software) yang digunakan untuk menulis, mengompilasi, dan mengunggah program ke mikrokontroler dengan menggunakan bahasa pemrograman berbasis C/C++. Arduino IDE menyediakan fitur yang memudahkan pengguna dalam proses pembuatan, pengujian, dan pengunggahan program ke perangkat mikrokontroler.



Gambar 2. 11 Logo Arduino IDE
(Sumber : Google.com)

2.16 Visual Studio Code

Visual Studio Code merupakan perangkat lunak pemrograman yang digunakan sebagai editor kode sumber untuk menulis, mengedit, dan mengelola program dalam berbagai bahasa pemrograman. Visual Studio Code menyediakan berbagai fitur pendukung, seperti penyorotan sintaks, pelengkapan kode otomatis, serta dukungan ekstensi, yang memudahkan pengembang dalam proses pengembangan perangkat lunak.



Gambar 2. 12 Logo Visual Studio Code
(Sumber : Google.com)

2.17 Flutter

Flutter merupakan sebuah framework yang dikembangkan oleh google untuk membangun aplikasi secara lintas platform seperti, Android, iOS, web, dan dekstop dengan menggunakan satu basis kode yang menggunakan bahasa Dart. Flutter juga dapat digunakan pada perangkat dengan spesifikasi rendah karena bersifat ringan dan efisien.



Gambar 2. 13 Logo Flutter
(Sumber : Google.com)

2.18 Firebase

Firebase merupakan sebuah platform backend yang menyediakan layanan basis data berbasis cloud. Firebase dapat digunakan secara gratis dengan batasan tertentu dan mendukung pengelolaan data secara real-time, autentikasi pengguna, serta integrasi dengan berbagai platform aplikasi, sehingga banyak dimanfaatkan dalam pengembangan aplikasi web dan mobile.



Gambar 2. 14 Logo Firebase
(Sumber : Google.com)

2.19 Karya Tulis Yang Mendahului

2.19.1 Karya tulis yang mendahului 1

“RANCANG BANGUN MESIN PENUKAR SAMPAH KALENG MENJADI UANG BERBASIS ARDUINO” (Nugroho dkk, 2024).

Pada penelitian ini di rancang mesin penukar sampah botol kaleng menjadi uang secara otomatis berbasis Arduino Uno, menggunakan mikrokontroller ATmega328P sebagai pusat pengendali dan komponen lain seperti sensor proximity induktif yang berfungsi sebagai input untuk mendeteksi objek dengan jarak 4 mm berupa sampah kaleng minuman berukuran 250 ml, berkapasitas 20 sampah kaleng. Motor servo sebagai output untuk membuka tempat sampah dan untuk mengeluarkan uang koin 500 rupiah, serta komponen pendukung lainnya, seperti LCD dan sebuah buzzer.

2.19.2 Karya tulis yang mendahului 2

“PURWARUPA MESIN PENUKAR SAMPAH BOTOL MENJADI POIN BERBASIS IOT” (Iswanto & Budiarto, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun purwarupa mesin penukar sampah botol menjadi poin berbasis Internet of things (IoT), mesin ini menggunakan mikrokontroler NodeMCU ESP8266 sebagai pusat kendali. Sensor proximity induktif dan kapasitif digunakan untuk mendeteksi jenis sampah. Sistem IoT memungkinkan pemantauan dan pengelolaan mesin secara real-time melalui aplikasi mobile.

2.19.3 State Of The Art

State of the art merupakan gambaran rancangan penelitian yang akan dikembangkan secara lebih mendalam dengan menonjolkan unsur kebaruan dan perbedaan dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu. State of the art berfungsi untuk menunjukkan posisi penelitian yang dilakukan terhadap perkembangan terbaru dalam suatu bidang kajian, sekaligus membantu peneliti dalam memahami penelitian yang telah ada serta mengidentifikasi permasalahan atau celah penelitian yang belum banyak dikaji sebelumnya.

Tabel 2. 1 State Of The Art

No	Judul	Penulis (Tahun)	Pembeda	Persamaan
1	Rancang Bangun Mesin Penukar Botol Menjadi Uang Berbasis Arduino	Agung Novrian Nugroho, Farhan Adhi Pradana, Darwis AR (2024)	Menggunakan ATMega328P, sensor proximity induktif, motor servo, LCD, Buzzer, Modul step down LM2596	Menggunakan sensor Proximity Induktif, Motor servo, LCD
2	Purwarupa Mesin Penukar Botol	Iswanto, Samsul	Menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor	Menggunakan Sensor Proximity Induktif, sensor

	Menjadi Poin Berbasis IoT	Budiarto (2025)	proximity induktif, sensor proximity kapasitif, step down 9v, power suplay 12v 3A, web, Aplikasi	proximity kapasitif, Aplikasi
3	Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM	Reza Najwa Shihab (2026)	ESP 23, RFID, Load Cell	Sensor proximity induktif, motor servo, LCD

BAB 3. METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

3.1.1 Waktu

Perancangan Mesin Pengumpul dan Pemilah Botol Menjadi Saldo Elektronik dikerjakan dalam kurun waktu 5 bulan dimulai dari bulan Januari 2026 sampai dengan bulan Mei 2026.

3.1.2 Tempat Pelaksanaan

Pelaksanaan tugas akhir yang berjudul “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM” akan dilaksanakan di Jember di rumah saya sendiri yang bertempat di Perumahan Bangsalsari Land Blok Melati No. 16, Desa Bangsalsari, Kecamatan Bangsalsari.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang dibutuhkan untuk pembuatan “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM” adalah sebagai berikut:

a. Perangkat Keras

Tabel 3. 1 Tabel Perangkat Keras

NO	Alat	Jumlah
1	Laptop Lenovo V14 ALC AMD Ryzen 3	1
2	Redmi 10C ROM 64 GB RAM 4	1
3	Gergaji	1
4	Palu	1
5	Bor Listrik	1
6	Solder	1
7	Gunting	1
8	Cutter	1
9	Tang	1

b. Perangkat Lunak

Tabel 3. 2 Perangkat Lunak

No	Perangkat Lunak
1	Sistem Operasi Windows 11 64 bit
2	Arduino IDE
3	Visual Studio Code
4	Flutter
5	Firebase

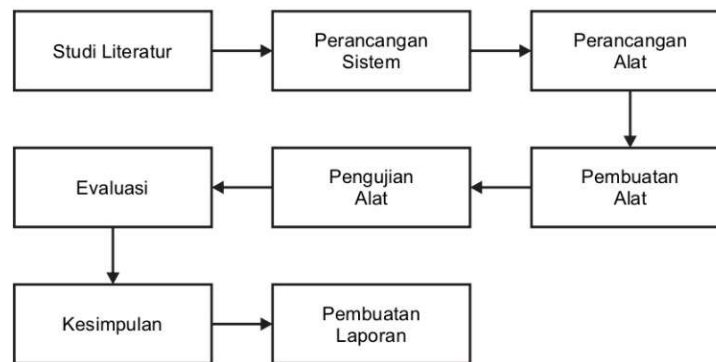
3.2.2 Bahan

Tabel 3. 3 Bahan

No	Bahan	Jumlah
1	Mikrokontroler ESP32	1
2	Sensor proximity induktif	1
3	Sensor proximity kapasitif	1
4	Load cell	1
5	RFID Reader	1
6	RFID Card	1
7	LCD 16x2	1
8	Motor Servo	2
9	Saklar	1
10	Button	1
11	Pin header	Secukupnya
12	Timah	Secukupnya
13	Kabel jumper	Secukupnya
14	Kawat ram	Secukupnya
15	Besi holo reng	1
16	Pipa paralon	0,5 meter
17	Skrup	Secukupnya
18	Nema 17	1

3.3 Metodologi Penelitian

Berikut merupakan alur dalam proses pengerjaan “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM”



Gambar 3. 1 Metode Kegiatan
(Sumber : Dokumen Pribadi)

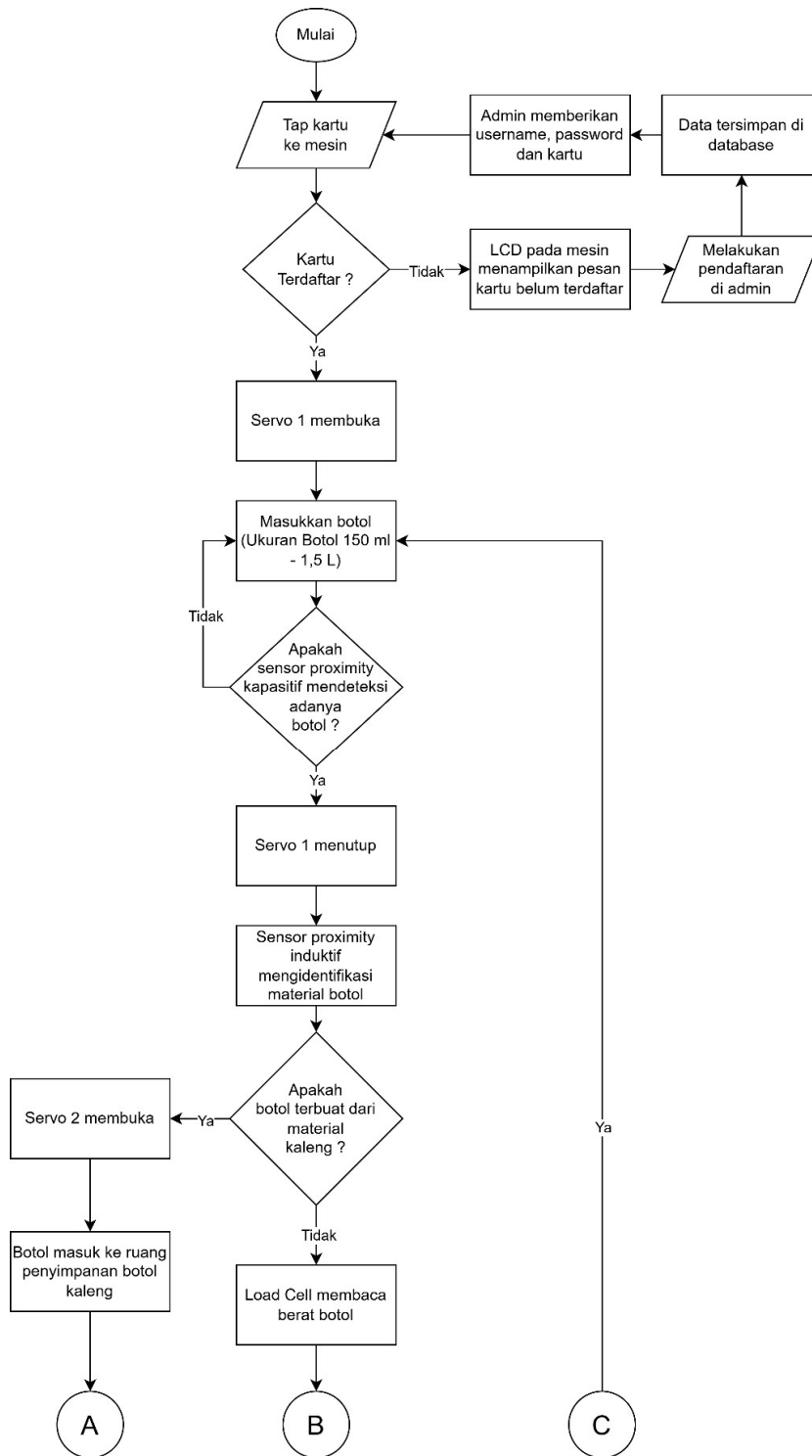
Berdasarkan alur metode kegiatan yang telah diuraikan sebelumnya, saya selanjutnya akan menjelaskan secara ringkas tahapan-tahapan yang membentuk mekanisme pelaksanaan metode kegiatan yang diterapkan dalam penelitian ini.

3.3.1 Studi Literatur

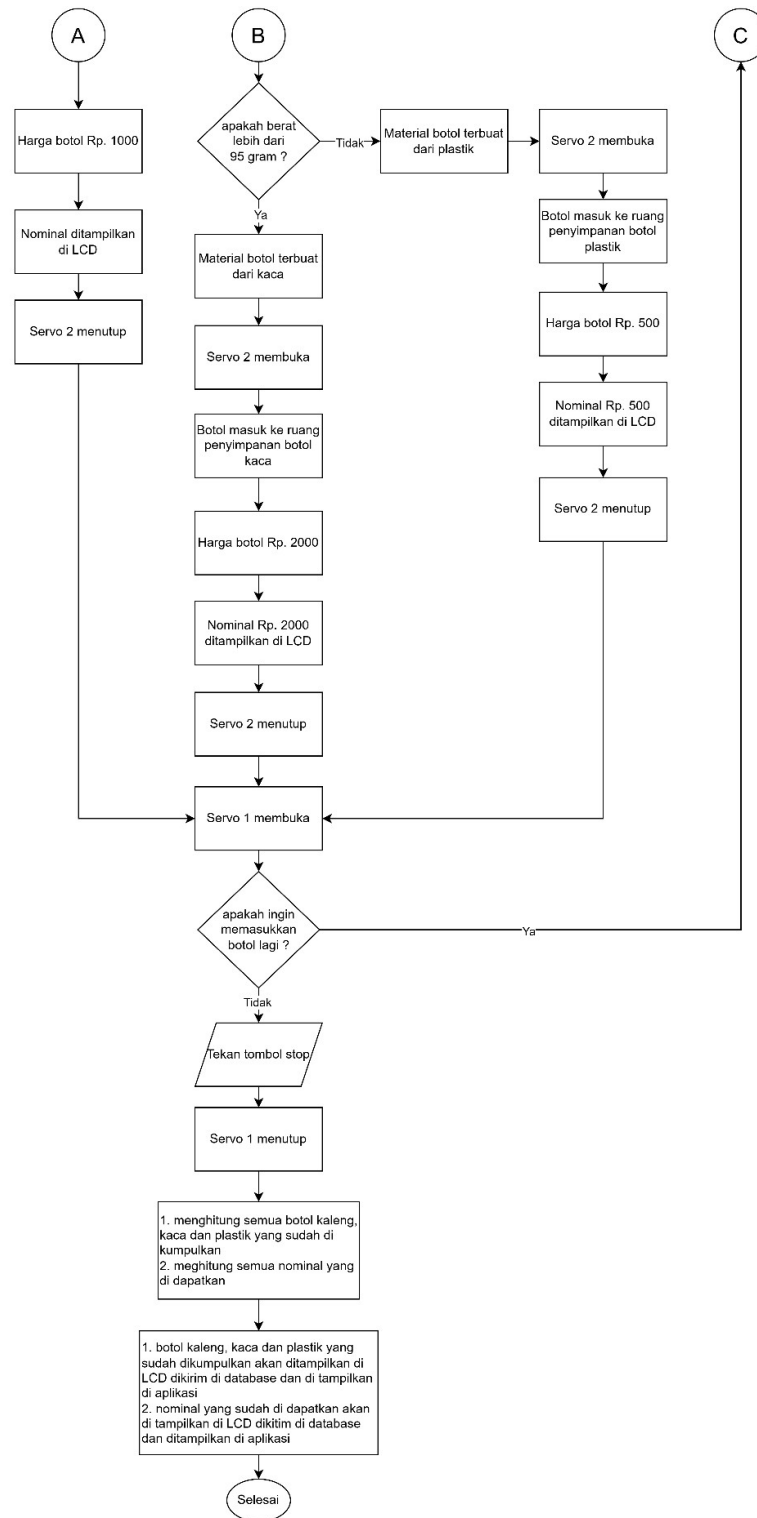
Saya akan melakukan pengumpulan dan penelusuran referensi yang relevan dengan sistem pengumpulan serta pemilahan botol yang berpotensi dikonversi menjadi saldo elektronik. Fokus kajian pada studi literatur ini mencakup mekanisme pemilahan botol berdasarkan jenis material, proses konversi setiap botol menjadi saldo elektronik, serta pemanfaatan aplikasi berbasis mobile untuk menampilkan saldo yang diperoleh dan memantau riwayat transaksi penukaran botol.

3.3.2 Perancangan Sistem

Saya akan melakukan perancangan sistem ini dengan tujuan untuk mengatur alur logika kerja alat serta mengoordinasikan keterhubungan antar sistem yang akan diintegrasikan ke dalam perangkat. Melalui perancangan sistem yang terstruktur, saya berharap setiap komponen dapat berfungsi secara optimal dan saling terhubung sesuai dengan mekanisme yang telah direncanakan.



Gambar 3. 2 Flowchart 1
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 3. 3 Flowchart 2
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Berikut merupakan penjelasan flowchart sistem “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM”:

1. Mulai : titik awal dari proses sistem yang akan di lakukan
2. Pengguna melakukan tap kartu RFID pada mesin.
3. Sistem melakukan pemeriksaan status kartu, terdapat dua kondisi yaitu Ya dan Tidak. Jika kartu tidak terdaftar (Tidak), LCD menampilkan pesan kartu belum terdaftar dan pengguna diarahkan untuk melakukan pendaftaran melalui admin. Setelah kartu didaftarkan, data pengguna disimpan ke dalam database, kemudian pengguna melakukan tap kartu ulang. Jika kartu sudah terdaftar (Ya), sistem melanjutkan ke proses berikutnya.
4. Setelah kartu terverifikasi (Ya), servo 1 membuka dan LCD menampilkan username serta ID kartu.
5. Pelanggan memasukkan botol ke tempat yang telah disediakan (ukuran botol 150 ml – 1,5 L).
6. Sistem melakukan pendeteksian botol menggunakan sensor proximity kapasitif, terdapat dua kondisi yaitu Ya dan Tidak. Jika sensor tidak mendeteksi botol (Tidak), sistem kembali ke proses pemasukan botol. Jika sensor mendeteksi botol (Ya), sistem melanjutkan ke proses berikutnya.
7. Servo 1 menutup, kemudian botol diidentifikasi menggunakan sensor proximity induktif.
8. Sistem melakukan identifikasi material botol (kaleng), terdapat dua kondisi yaitu Ya dan Tidak. Jika botol teridentifikasi sebagai kaleng (Ya), servo 2 membuka, sistem menetapkan nominal Rp1.000, nominal ditampilkan pada LCD, kemudian servo 2 menutup dan botol diarahkan ke tempat penyimpanan botol kaleng. Jika botol bukan material kaleng (Tidak), sistem melanjutkan ke proses penimbangan.
9. Sistem melakukan penimbangan berat botol menggunakan load cell.
10. Sistem melakukan pemeriksaan berat botol, terdapat dua kondisi yaitu Ya dan Tidak. Jika berat botol lebih dari 95 gram (Ya), botol dikategorikan

sebagai botol kaca, servo 2 membuka, sistem menetapkan nominal Rp2.000, nominal ditampilkan pada LCD, kemudian servo 2 menutup dan botol diarahkan ke tempat penyimpanan botol kaca. Jika berat botol kurang dari atau sama dengan 95 gram (Tidak), botol dikategorikan sebagai botol plastik, servo 2 membuka, sistem menetapkan nominal Rp500, nominal ditampilkan pada LCD, kemudian servo 2 menutup dan botol diarahkan ke tempat penyimpanan botol plastik.

11. Servo 1 akan membuka lagi
12. Apakah ingin memasukkan botol lagi? : di sini terdapat 2 kondisi ya dan tidak jika ya maka akan kembali ke kondisi memasukkan botol, jika tidak button stop di tekan dan servo 1 akan menutup.
13. Sistem melakukan perhitungan jumlah botol kaleng, kaca, dan plastik yang terkumpul serta total nominal yang diperoleh.
14. Sistem melakukan penyimpanan data jumlah botol dan total nominal ke dalam database.
15. Semua nominal dan jumlah botol yang sudah dikumpulkan akan ditampilkan di LCD dan aplikasi.

Pemilahan objek pada sistem ini dilakukan berdasarkan jenis material dan berat objek dengan memanfaatkan beberapa sensor. Tahap pertama pemilahan dilakukan untuk mendeteksi material kaleng menggunakan sensor proximity induktif. Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi keberadaan material logam. Apabila objek yang masuk terdeteksi sebagai logam, maka sistem secara otomatis mengklasifikasikan objek tersebut sebagai kaleng, dan proses pemilahan selanjutnya tidak dilanjutkan.

Apabila objek tidak terdeteksi sebagai logam oleh sensor proximity induktif, maka sistem melanjutkan proses pemilahan pada tahap berikutnya, yaitu berdasarkan berat objek yang diukur menggunakan sensor load cell. Pemilahan berdasarkan berat digunakan untuk membedakan botol plastik dan botol kaca. Rentang berat botol ditentukan berdasarkan karakteristik botol minuman plastik dan kaca dengan ukuran 150 ml hingga 1,5 liter.

Berdasarkan hasil perancangan sistem objek dengan berat tertentu di klasifikasikan sebagai botol plastik atau botol kaca sesuai dengan rentang berat yang sudah di tetapkan.

a. Rentang berat botol plastik

Tabel 3. 4 Rentang Berat Botol Plastik

Volume Botol	Berat (gram)	Kategori	Jenis Botol
150 ml	8 – 12 g	Ringan	Plastik tipis (botol kecil)
250 ml	12 – 18 g	Ringan	Air mineral kecil
350 ml	18 – 25 g	Ringan	Botol plastik standar
600 ml	25 – 35 g	Sedang	Botol air mineral
1 liter	35 – 50 g	Sedang	Botol plastik besar

b. Rentang berat botol kaca

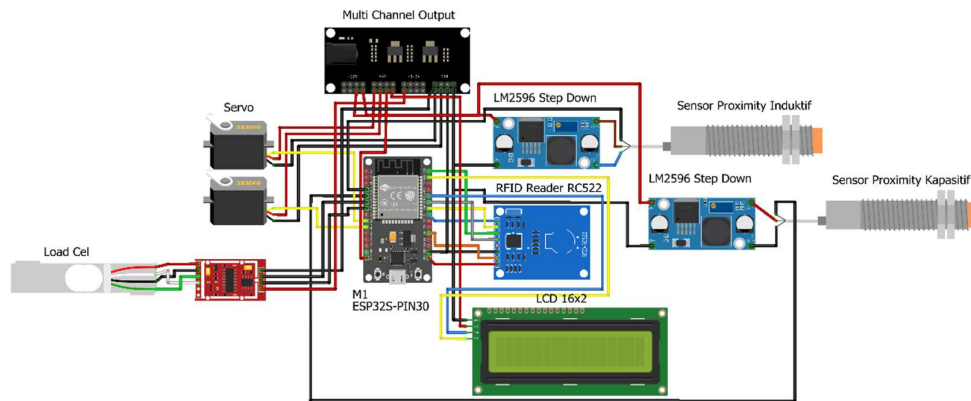
Tabel 3. 5 Rentang Berat Botol Kaca

Volume Botol	Berat (gram)	Kategori	Jenis Botol
150 ml	115 – 250 g	Sedang	Botol kaca kecil
250 ml	250 – 350 g	Sedang	Botol kaca minuman
350 ml	300 – 450 g	Berat	Botol kaca standar
600 ml	450 – 650 g	Berat	Botol kaca besar
1 liter	600 – 900 g	Sangat Berat	Botol kaca tebal

3.3.3 Perancangan Alat

Perancangan alat ini bertujuan untuk merancang struktur dan mekanisme kerja perangkat secara menyeluruh. Dalam perancangan ini, saya akan menggunakan beberapa komponen utama, yaitu multi channel output digunakan untuk memberi tagangan kepada seluruh komponen, sensor proximity untuk mendeteksi keberadaan objek dan mendeteksi maerial yang digunakan botol, stepdown untuk menghidupkan sensor proximity karena sensor tersebut berjalan di 9v sedangkan tegangan dari multi channel output adalah 12v, sensor RFID sebagai media identifikasi pengguna, sensor load cell untuk mengukur berat botol, serta motor servo yang berfungsi sebagai

aktuator dalam mekanisme pemilahan botol. Seluruh komponen tersebut dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 yang berperan sebagai pusat pengolahan data dan pengendali sistem secara keseluruhan.



Gambar 3. 4 Skematik Alat
(Sumber : Dokumen Pribadi)

3.3.4 Pembuatan Alat

Setelah perancangan alat selesai dibuat, saya akan menghubungkan seluruh komponen perangkat keras yang telah disiapkan, yaitu sensor proximity induktif, sensor proximity kapasitif, RFID reader, load cell, LCD 16x2 dan motor servo ke ESP32. Selanjutnya, program sistem diunggah ke ESP32 menggunakan perangkat lunak Arduino IDE agar perintah dan logika sistem yang telah dirancang dapat dijalankan dengan baik.

3.3.5 Pengujian Alat

Pengujian alat akan dilakukan oleh saya untuk memastikan seluruh komponen sistem berfungsi sesuai dengan perancangan. Pengujian dimulai dengan pemeriksaan catu daya dan koneksi perangkat, kemudian dilanjutkan dengan pengujian sensor proximity induktif dan kapasitif untuk memastikan kemampuan pendeteksian objek, pengujian RFID reader untuk membaca kartu dengan benar, pengujian load cell untuk mengukur berat secara akurat, serta pengujian motor servo untuk memastikan pergerakan sesuai perintah. Setelah seluruh komponen berfungsi dengan baik, saya melakukan pengujian

sistem secara keseluruhan guna memastikan integrasi dan alur kerja sistem berjalan sesuai dengan yang dirancang.

3.3.6 Evaluasi

Setelah tahap pengujian selesai dilakukan, saya akan melakukan evaluasi terhadap kinerja sistem secara menyeluruh untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat yang telah dirancang. Evaluasi ini bertujuan untuk mengidentifikasi kendala atau kesalahan yang terjadi selama proses pengujian, menilai kesesuaian hasil pengujian dengan perancangan awal, serta menentukan perbaikan yang diperlukan agar sistem dapat bekerja secara optimal.

3.3.7 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang telah mampu bekerja sesuai dengan tujuan yang diharapkan. Seluruh komponen, yaitu sensor proximity induktif dan kapasitif, RFID reader, load cell, serta motor servo yang dikendalikan oleh ESP32, dapat berfungsi dengan baik dan saling terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan proses pendeteksian, identifikasi, pengukuran, dan pengendalian secara otomatis, sehingga alat dapat digunakan sebagai solusi dalam mendukung proses penukaran botol secara efektif dan efisien.

3.3.8 Pembuatan Laporan

Tahap akhir yang akan dilakukan oleh saya adalah penyusunan laporan. Tahap ini bertujuan untuk mendokumentasikan seluruh proses perancangan, pembuatan, dan pengujian sistem penukar botol menjadi saldo elektronik, sehingga dapat dijadikan sebagai referensi yang lebih mendalam bagi pengembangan dan penelitian selanjutnya.

3.4 Jadwal Pelaksanaan

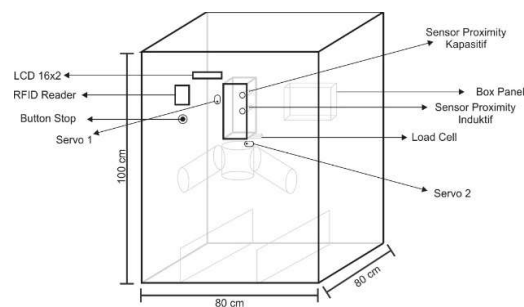
Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM” adalah sebagai berikut

Tabel 3. 6 Metodologi Penelitian

No	Metodologi Penelitian	Bulan ke				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur	■				
2	Perancangan Sistem	■	■			
3	Perancangan Alat		■	■	■	
4	Pembuatan Alat		■	■	■	
5	Pengujian Alat			■	■	■
6	Evaluasi				■	■
7	Kesimpulan					■
8	Pembuatan Laporan					■

3.5 Gambaran Sistem

Menurut saya gambaran sistem sebagai bagian penting dalam penyusunan Tugas Akhir, khususnya pada “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID Dengan Pemilahan Berdasarkan Material Untuk Pengurangan Sampah Pada UMKM”. Gambaran sistem ini bertujuan untuk memberikan pemahaman umum mengenai cara kerja sistem yang dikembangkan, mulai dari tujuan, fungsi utama, komponen yang digunakan, alur data, hingga teknologi pendukung yang diterapkan dalam sistem.



Gambar 3. 5 Gambaran Sistem
(Sumber : Dokumen Pribadi)

1. Pelanggan mendaftar ke admin menggunakan email
2. Admin akan mendaftarkan pelanggan, dan data pelanggan akan masuk ke dalam database.

3. Jika sudah terdaftar maka pelanggan akan mendapatkan username, password dan kartu dari admin.
4. Pelanggan melakukan tap kartu ke RFID reader yang ada mesin.
5. Pada LCD akan tertampil nama pelanggan dan ID kartu.
6. Servo 1 akan membuka pintu untuk memasukkan botol.
7. Pelanggan memasukkan botol ke tempat yang sudah disiapkan.
8. Sensor proximity induktif akan merespon jika material botol teridentifikasi menggunakan material kaleng, servo 2 akan membuka dan akan memasukkan botol ke ruang penyimpanan yang sudah di sediakan.
9. Jika sensor proximity induktif tidak merespon botol maka load cell akan menimbang berat botol.
10. Loadcell menimbang berat botol jika berat kurang dari 95 gr maka botol teridentifikasi menggunakan material dari plastik dan botol akan masuk ke dalam tempat penyimpanan yang sudah di sediakan.
11. Load cell menimbang berat botol jika berat botol lebih dari 95 gram maka botol teridentifikasi menggunakan material dari kaca dan botol akan masuk ke dalam tempat penyimpanan yang sudah di sediakan.
12. Botol yang sudah masuk akan di hitung dan akan di tampilkan di LCD beserta nominal harga botol.
13. Nominal harga setiap botol di lihat dari material yang digunakan, botol plastik = Rp 500, botol kaleng Rp 1000, botol kaca Rp 2000.

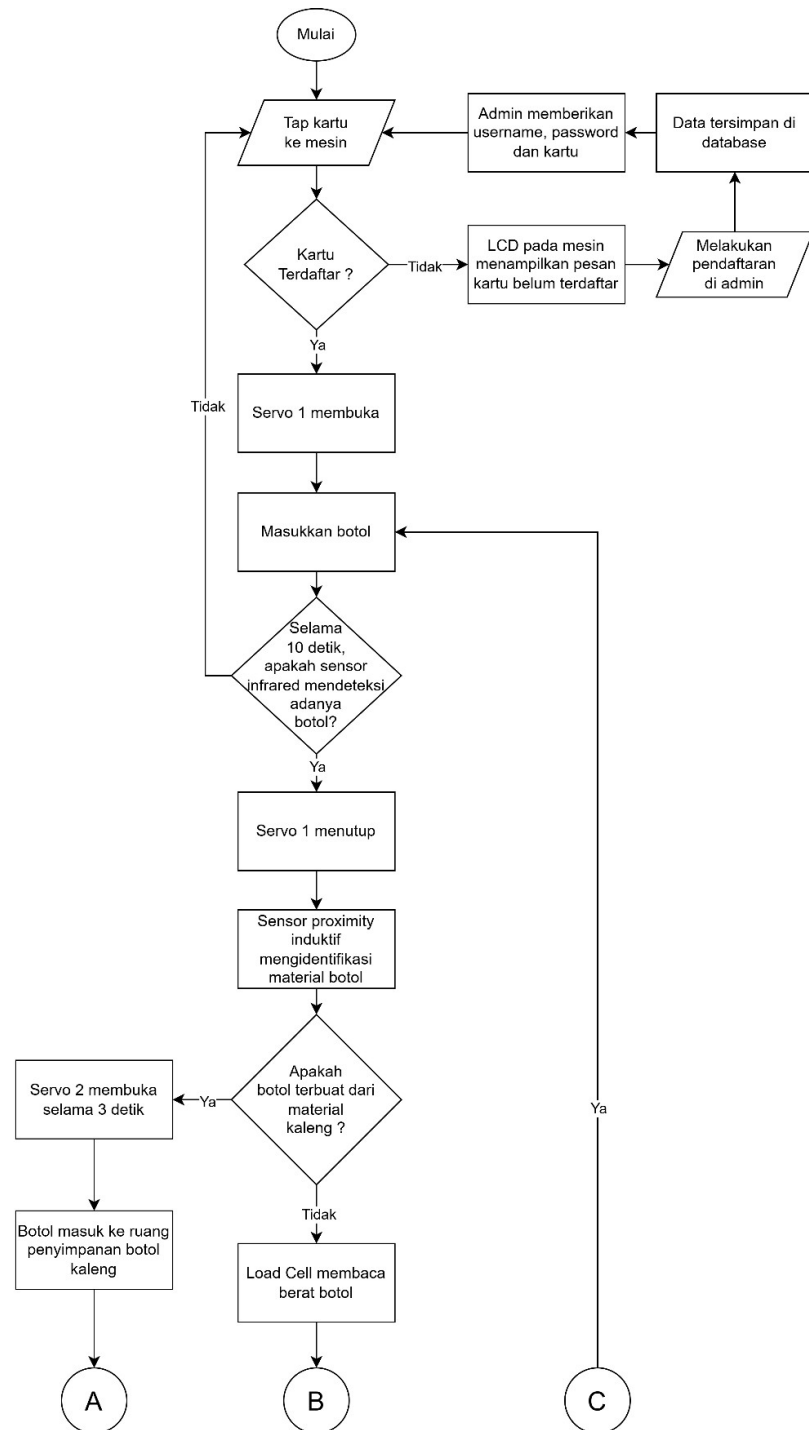
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Studi Literatur

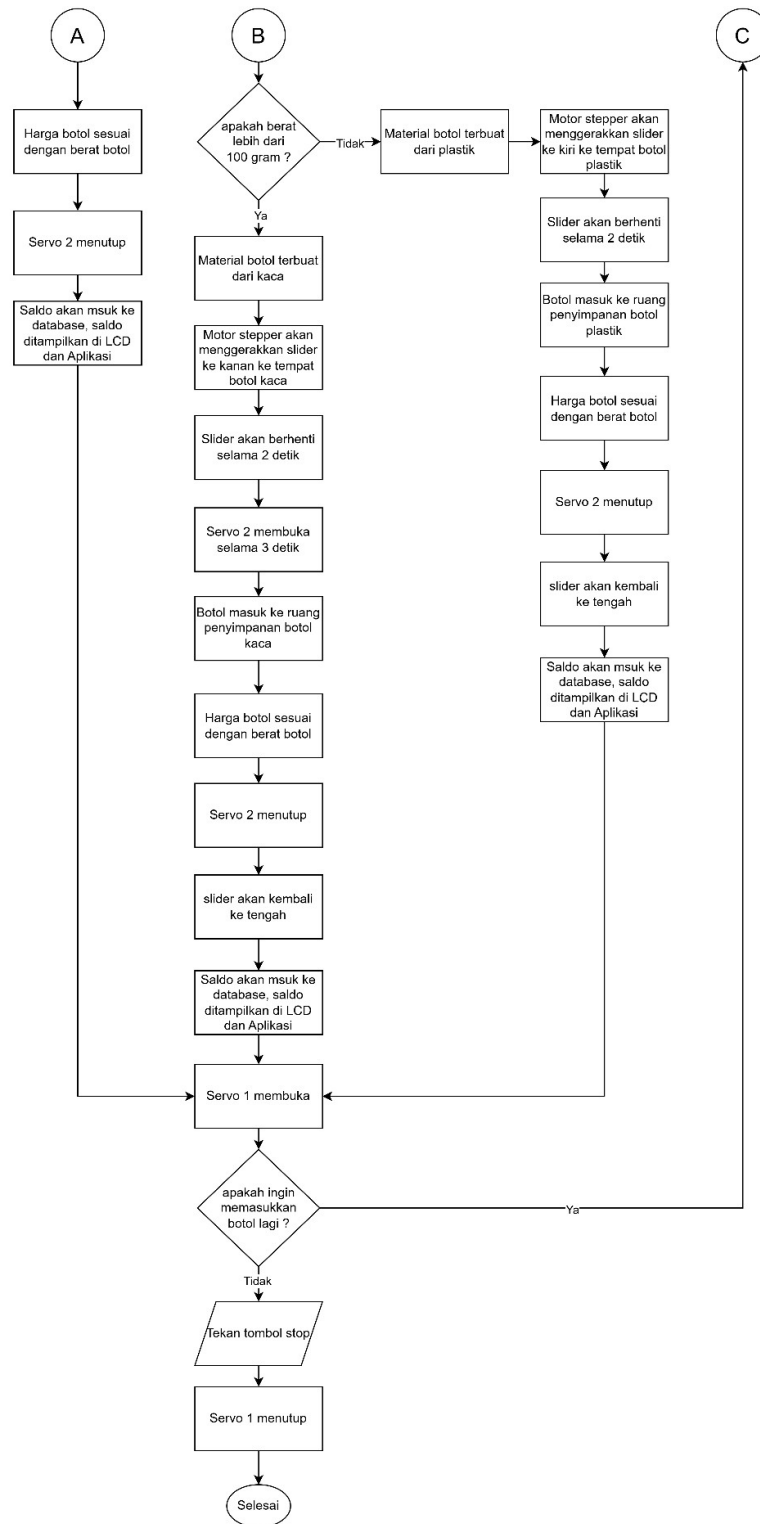
Saya telah melakukan pengumpulan dan membaca berbagai referensi dari berbagai macam jurnal terkait sistem pengupulan serta pemilahan botol yang dikonversi menjadi saldo elektronik. Analisis yang saya lakukan mencakup mekanisme pemilahan botol berdasarkan jenis material, proses penukaran botol menjadi saldo elektronik, serta pemanfaatan aplikasi mobile untuk menampilkan saldo yang diperoleh dan memantau riwayat transaksi penukaran botol. Saya juga mempelajari berbagai metode dan teknologi yang telah diterapkan pada penelitian sebelumnya sebagai bahan pertimbangan dalam merancang sistem.

4.2 Perancangan Sistem

Saya telah melakukan perancangan sistem untuk mengatur alur logika kerja alat dan keterhubungan antar sistem yang terintegrasi antar perangkat. Perancangan sistem ini mencakup pembuatan database menggunakan Firebase Realtime Database, membuat logika alat di ESP32 dengan menggunakan Arduino IDE, dan pembuatan aplikasi untuk menampilkan informasi saldo dan riwayat kepada pengguna. Selain itu, saya juga telah memprogram hubungan dan pertukaran data antara alat, database dan aplikasi sehingga setiap komponen dapat terintegrasi dan berkomunikasi dengan baik. Untuk menjelaskan alur kerja sistem yang telah dirancang, dibuat flowchart sistem yang menggambarkan urutan proses serta interaksi antar komponen yang terlibat. Flowchart tersebut terdiri dari dua bagian, yaitu flowchart admin dan flowchart user, flowchart ini pembaharuan dari flowchart pada gambar 3.2 dan gambar 3.3.

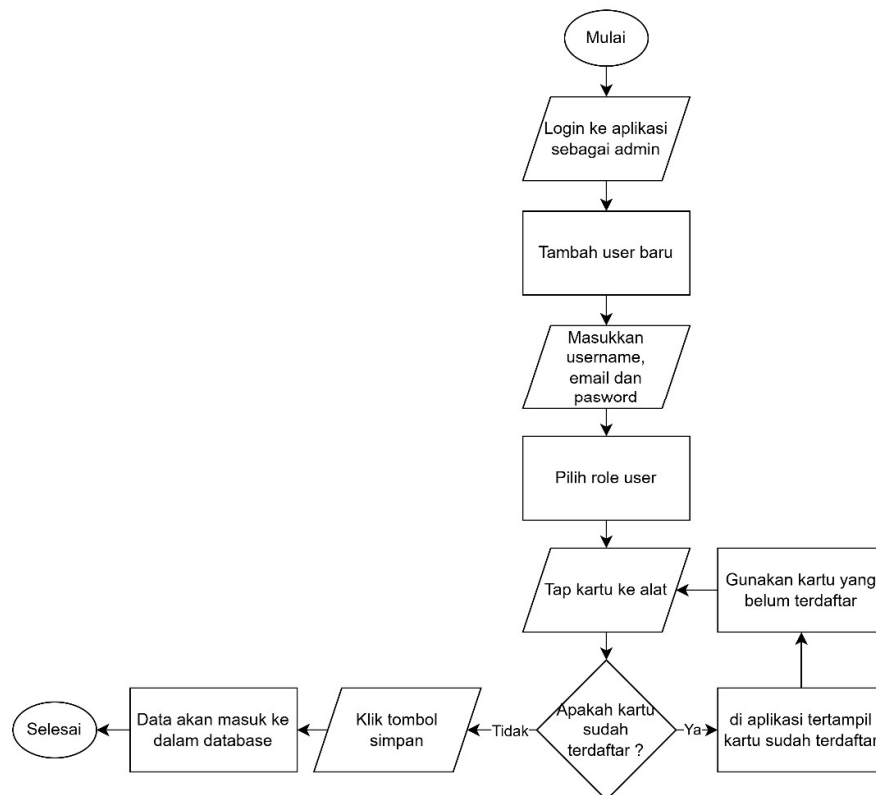


Gambar 4. 1 Flowchart Pengguna 1
(Sumber : Dokumen Pribadi)



Gambar 4. 2 Flowchart Pengguna 2
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 merupakan flowchart untuk pengguna, ketika pengguna menempelkan kartu RFID pada mesin. Sistem akan memeriksa apakah kartu telah terdaftar di database. Jika kartu belum terdaftar, pengguna harus melakukan registrasi melalui admin. Jika kartu berhasil dikenali, Servo 1 akan membuka sehingga pengguna dapat memasukkan botol ke dalam alat. Sensor inframerah kemudian mendeteksi keberadaan botol, lalu sistem mengidentifikasi jenis material botol menggunakan sensor proximity induktif dan load cell. Botol yang terdeteksi sebagai kaleng akan diarahkan ke tempat penyimpanan kaleng dan memperoleh saldo Rp1.000. Jika bukan kaleng, berat botol akan diperiksa untuk menentukan apakah botol termasuk kaca atau plastik. Botol kaca memperoleh saldo Rp2.000, sedangkan botol plastik memperoleh saldo Rp500. Saldo yang diperoleh akan disimpan ke database dan ditampilkan pada LCD serta aplikasi. Setelah proses selesai, pengguna dapat memasukkan botol berikutnya atau mengakhiri transaksi dengan menekan tombol stop.



Gambar 4. 3 Flowchart Admin
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Pada gambar 4.3 merupakan flowchart admin, Flowchart admin dimulai dengan proses login ke aplikasi menggunakan akun administrator. Setelah berhasil masuk, admin menambahkan data pengguna baru dengan mengisi informasi seperti username, email, password, dan role pengguna. Selanjutnya admin mendaftarkan kartu RFID dengan menempelkan kartu pada alat. Sistem akan memeriksa apakah kartu sudah terdaftar atau belum. Jika kartu belum terdaftar, data kartu akan dikaitkan dengan akun pengguna dan disimpan ke dalam database. Setelah proses penyimpanan berhasil, kartu RFID dapat digunakan oleh pengguna untuk melakukan transaksi penukaran botol pada mesin.

4.2.1 Firebase

Pada sistem pemilahan botol ini, saya menggunakan layanan Firebase sebagai backend untuk mendukung penyimpanan dan pengelolaan data sistem. Firebase Authentication digunakan untuk mengelola proses autentikasi pengguna, seperti login dan identifikasi akun. Cloud Firestore digunakan untuk menyimpan data pengguna, informasi kartu RFID. Realtime database digunakan untuk menyimpan saldo, jumlah botol, serta riwayat transaksi penukaran botol. Selain itu, Firebase juga berperan dalam menghubungkan data antara perangkat dan aplikasi sehingga informasi dapat diperbarui secara otomatis dan ditampilkan secara real-time. Berikut merupakan konfigurasi Firebase yang digunakan pada sistem pemilah botol yang telah dirancang.

Program 4. 1 Menambahkan Akun Pengguna

```

1 final credential =
2     await auth
3         .createUserWithEmailAndPassword(
4         email: emailController.text
5         .trim(),
6         password:
7             passwordController.text
8             .trim(),
9     );
10
11 await firestore
12     .collection('users')
13     .doc(
14         credential.user!.uid,
15     )

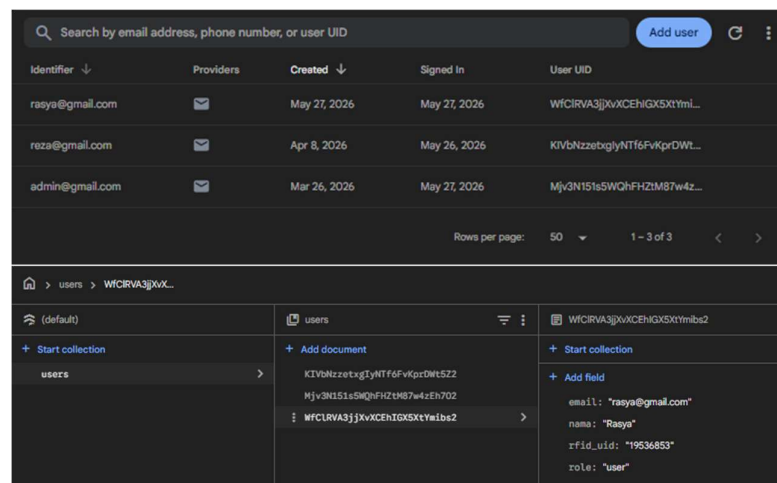
```

```

16         .set({
17         "nama":
18             namaController.text.trim(),
19         "email":
20             emailController.text.trim(),
21         "role": role,
22         "rfid_uid":
23             role == "user"
24                 ? rfidController.text
25                 : "",
26     });

```

Program diatas berfungsi untuk menambahkan akun pengguna baru ke dalam sistem menggunakan Firebase Authentication dan Could Firestore. Saat data pengguna dimasukkan sistem membuat akun menggunakan email dan kata sandi yang telah di daftarkan, selanjutnya sistem akan menyimpan data seperti nama, email, role, dan rfid_uid ke dalam database firebase. Untuk hasil dari penyimpanan data di firebase bisa dilihat di gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Penyimpanan Data Pengguna di Firebase
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Firebase realtime database digunakan untuk menyimpan data jumlah botol yang berhasil ditukarkan, saldo yang diperoleh pengguna, dan riwayat transaksi. Data tersebut akan diperbarui otomatis setiap kali terjadi transaksi penukaran botol, sehingga informasi yang ditampilkan pada aplikasi selalu sesuai dengan data terbaru yang tersimpan di database. Berikut konfigurasi

program untuk membuat data jumlah botol, saldo, dan riwayat di Realtime database.

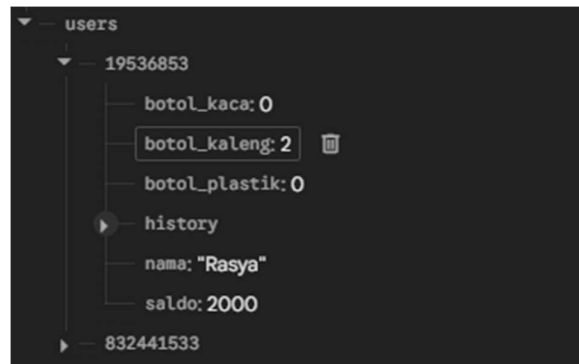
Program 4. 2 Menambah Data di Realtime Database

```

1  if (role == "user") {
2      await usersRef
3          .child(
4              rfidController.text,
5          )
6          .set({
7              "nama":
8                  namaController.text
9                  .trim(),
10             "saldo": 0,
11             "botol_plastik": 0,
12             "botol_kaleng": 0,
13             "botol_kaca": 0,
14             "history": {},
15         });
16     }

```

Hasil dari program di atas data akan masuk ke dalam realtime data base seperti di gambar 4.5 dan program lengkapnya ada di lampiran.



Gambar 4. 5 Penyimpanan Data di Realtime Database
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.2.2 Identifikasi Kartu

Proses identifikasi pengguna dilakukan menggunakan RFID Reader dengan cara mendekatkan atau menempelkan kartu RFID pada modul pembaca. Setelah kartu terdeteksi, RFID Reader akan membaca data yang tersimpan pada kartu dan memperoleh kode unik (UID) yang dimiliki oleh setiap kartu. Kode unik tersebut kemudian digunakan sebagai identitas

pelanggan dalam sistem untuk proses autentikasi dan pengambilan data pengguna yang tersimpan di database. Berikut program untuk identifikasi kartu pengguna.

Program 4. 3 Identifikasi Kartu

```

1   if (!prosesAktif) {
2
3       if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) return;
4       if (!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return;
5
6       currentUID = "";
7
8       for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
9           currentUID += String(mfrc522.uid.uidByte[i]);
10      }
11
12      lcd.clear();
13      lcd.print("Cek Data...");
14
15      HTTPClient http;
16      String url = String(FIREBASE_URL) + currentUID + ".json";
17
18      http.begin(url);
19
20      if (http.GET() == 200) {
21
22          String payload = http.getString();
23
24          if (payload == "null") {
25
26              lcd.clear();
27              lcd.print("Tidak Terdaftar");
28              delay(2000);
29              resetSystem();
30          }
31          else {
32
33              StaticJsonDocument<256> doc;
34              deserializeJson(doc, payload);
35
36              String nama = doc["nama"];
37              int saldo = doc["saldo"];

```

4.2.3 Botol Kaleng

Proses Identifikasi botol kaleng dilakukan menggunakan dua buah sensor proximity induktif yang terhubung dengan mikrokontroller ESP32 yang diprogram menggunakan Arduino IDE. Ketika salah satu sensor

proximity atau kedua sensor mendeteksi adanya logam, sistem akan mengenali botol tersebut sebagai botol kaleng. Berikut kode program untuk mengidentifikasi botol kaleng.

Program 4. 4 Identifikasi Botol Kaleng

```

1      bool prox1 = digitalRead(PROX_PIN1);
2      bool prox2 = digitalRead(PROX_PIN2);
3
4      bool logam =
5          (prox1 == LOW) ||
6          (prox2 == LOW);
7
8      String type = "";
9      int nilai = 0;
10
11     if (logam) {
12
13         type = "kaleng";
14         nilai = 1000;
15
16         lcd.clear();
17         lcd.print("Kaleng");
18
19         saldoBaru += nilai;
20         kaleng++;
21
22         bukaServoBawah();
23     }
```

4.2.4 Botol Kaca

Proses identifikasi botol kaca dilakukan menggunakan sensor load cell yang berfungsi untuk mengukur berat botol yang masuk ke dalam sistem. Penentuan kategori botol kaca didasarkan pada parameter berat yang telah ditetapkan berdasarkan hasil pengujian dan dapat dilihat pada Tabel 3.5. Setelah berat botol terbaca oleh load cell, sistem akan membandingkan nilai tersebut dengan batas parameter yang telah ditentukan. Apabila berat botol melebihi 100 gram, maka sistem akan mengidentifikasi botol tersebut sebagai botol kaca. Berikut kode program untuk mengidentifikasi botol kaca.

Program 4. 5 identifikasi Botol Kaca

```

1      float berat = scale.get_units(5);
2
3      if (berat > 100) {
4
5          type = "kaca";
```

```

6         nilai = 2000;
7
8         lcd.clear();
9         lcd.print("Kaca");
10
11        saldoBaru += nilai;
12        kaca++;
13
14        stepMotor(25000, HIGH);
15        delay(1000);
16        bukaServoBawah();
17        stepMotor(25000, LOW);
18    }

```

4.2.5 Botol Plastik

Proses identifikasi botol plastik juga dilakukan menggunakan sensor load cell, mengidentifikasinya juga menggunakan parameter berat bisa dilihat di tabel 3.4, jika berat dibawah 100 gram maka botol tersebut teridentifikasi botol plastik. Berikut program identifikasi botol plastik.

Program 4. 6 Identifikasi Botol Plastik

```

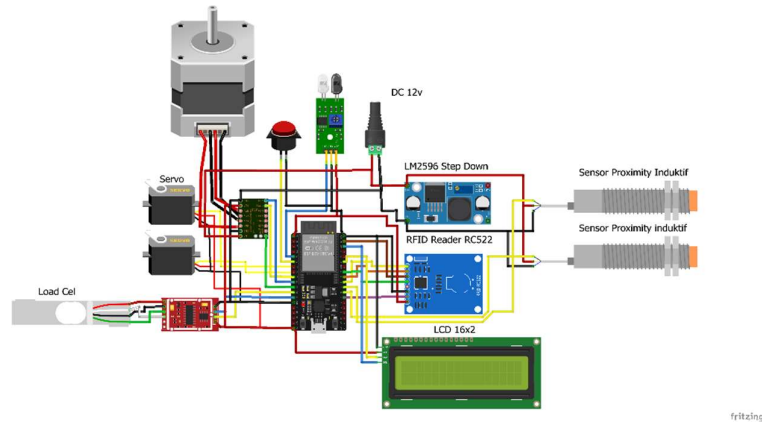
1  else {
2
3      type = "plastik";
4      nilai = 500;
5
6      lcd.clear();
7      lcd.print("Plastik");
8
9      saldoBaru += nilai;
10     plastik++;
11
12     stepMotor(25000, LOW);
13     delay(1000);
14     bukaServoBawah();
15     stepMotor(25000, HIGH);
16 }
17 }

```

4.3 Perancangan Alat

Saya telah merancang beberapa komponen utama yaitu Esp32 sebagai otak pengatur komponen lainnya, sensor proximity induktif berfungsi untuk mengidentifikasi botol kaleng, loadcell berfungsi untuk mengidentifikasi botol kaca dan plastik berdasarkan berat, RFID reader berfungsi untuk menscan kartu, servo

berfungsi untuk pintu pada alat ini, stepdown digunakan untuk menurunkan tegangan dari powersupply 12v menjadi 5v untuk menyuplai Esp32, LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan pemberitahuan, motor stepper nema 17 digunakan untuk menggerakkan slider ke kiri dan ke kanan. Berikut skematik rangkaian alat yang sudah saya buat.



Gambar 4. 6 Skematik Alat Pelanggan
(Sumber : Dokumen Pribadi)

4.4 Pembuatan Alat

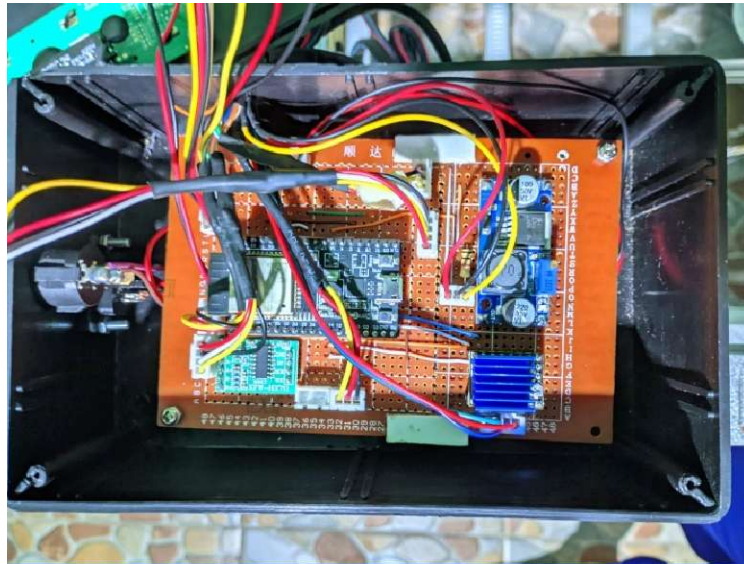
Pada tahap ini saya telah melakukan proses pembuatan alat berdasarkan rangkaian komponen yang telah direncanakan sebelumnya. Untuk memastikan setiap komponen dapat saling terhubung dan bekerja dengan baik, saya melakukan konfigurasi pin untuk mempermudah perakitan dan memastikan setiap jalur sudah terhubung dengan benar. Berikut konfigurasi pin pada setiap komponen bisa dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Konfigurasi Pin Komponen

No	Komponen	Pin Komponen	Pin Esp32
1.	RFID RC522	SDA	GPIO 5
		RST	GPIO 4
		SCK	GPIO 18
		MISO	GPIO 19
		MOSI	GPIO 23
		VCC	3.3V
		GND	GND

2.	Proximity 1	VCC	Power Supply 12 volt
		GND	GND
		OUT	GPIO 16
3.	Proximity 2	VCC	Power Supply 12 volt
		GND	GND
		OUT	GPIO 17
4.	Sensor Infrared	VCC	3.3V
		GND	GND
		OUT	GPIO 34
5.	Pushbutton	Kaki +	GPIO 35
		Kaki -	GND
6.	Load Cell HX711	VCC	5V
		GND	GND
		DT	GPIO 14
		SCK	GPIO 12
7.	LCD 16x2	VCC	5V
		GND	GND
		SDA	GPIO 21
		SCL	GPIO 22
8.	Servo 1	VCC	5V
		GND	GND
		OUT	GPIO 32
9.	Servo 2	VCC	5V
		GND	GND
		OUT	GPIO 33
10	TMC2209	STEP	GPIO 25
		DIR	GPIO 26
		ENABLE	GPIO 27
		GND	GND
		VCC	5V

Seluruh komponen pada alat ini, saya hubungkan menggunakan PCB agar susunan komponen lebih rapi dan terstruktur, dan juga menggunakan pin header dan beberapa konektor untuk mempermudah proses pemasangan, pelepasan, serta perawatan komponen apabila terjadi kerusakan. Semua komponen tersebut dibungkus box project ukuran x6. Hasil dari rangkaian PCB yang sudah dibuat bisa dilihat di gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Perakitan Alat
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada bagian depan box terdapat dua buah lubang yang dibuat menggunakan gerinda mini. Lubang bagian atas berbentuk persegi panjang dan digunakan sebagai tempat pemasangan LCD yang berfungsi untuk menampilkan informasi dari sistem. Sementara itu, lubang pada bagian bawah berbentuk lingkaran kecil yang digunakan untuk pemasangan tombol stop (stop button). Pada bagian kanan box, tepat di balik penutup, terdapat RFID Reader yang digunakan untuk melakukan proses pemindaian kartu RFID pengguna. Selain itu, pada bagian samping box juga dipasang saklar ON/OFF dan konektor power sebagai sumber catu daya alat. Hasil perancangan dan pemasangan komponen pada box alat dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Box Tampak Depan dan Samping
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada pembuatan kerangka alat, saya menggunakan besi holo berukuran 4×4 cm sebagai rangka utama agar alat memiliki struktur yang kuat dan kokoh. Setiap bagian holo dipotong menggunakan gerinda sesuai dengan ukuran yang telah direncanakan, yaitu panjang 80 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 80 cm. Setelah proses pemotongan selesai, seluruh bagian rangka disatukan menggunakan paku rivet sehingga menghasilkan konstruksi yang lebih stabil dan rapi. Penggunaan besi holo dipilih karena memiliki daya tahan yang baik serta mampu menopang seluruh komponen alat yang dipasang pada sistem pemilahan botol. Selain itu, metode penyambungan menggunakan paku rivet juga mempermudah proses perakitan dan membantu menjaga kekuatan sambungan antar rangka. Hasil dari kerangka alat bisa dilihat di gambar 4.9



Gambar 4. 9 Kerangka Alat
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada bagian tengah kerangka alat terdapat saluran untuk memasukkan botol yang dibuat menggunakan pipa paralon berukuran 3 inci dengan diameter dalam sekitar 8,5 cm. Pipa yang digunakan memiliki panjang 30 cm dan dipasang sebagai jalur masuk botol menuju sistem pemilahan. Berdasarkan ukuran pipa tersebut, alat ini dapat digunakan untuk menerima berbagai jenis botol dengan kapasitas mulai dari 150 mL hingga 1 liter. Untuk hasilnya bisa dilihat di gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Tempat Memasukkan Botol
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.5 Pengujian Alat

Pada tahap pengujian ini, saya telah melakukan pengujian terhadap kinerja alat secara keseluruhan untuk memastikan setiap komponen dan sistem dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Pengujian dilakukan mulai dari proses pendaftaran kartu RFID, pembacaan identitas pengguna, proses memasukkan botol, pendeteksian jenis botol, hingga proses pemilahan botol ke tempat penyimpanan yang sesuai. Selain itu, pengujian juga

dilakukan untuk memastikan data saldo dan riwayat transaksi dapat tersimpan dan ditampilkan dengan baik pada aplikasi.

4.5.1 Tap Kartu

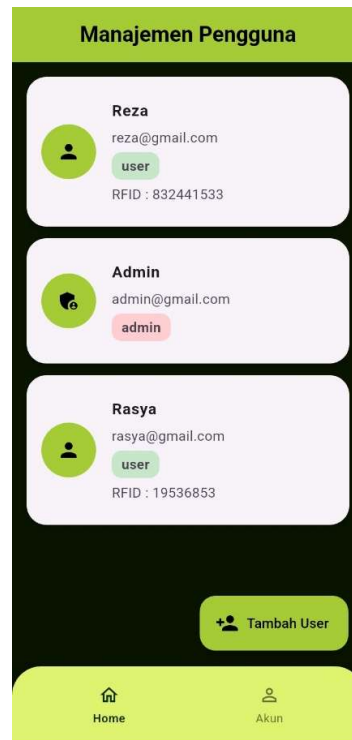
Pada proses tap kartu terdapat dua jenis penggunaan kartu RFID, yaitu tap untuk pendaftaran dan tap untuk penggunaan oleh pelanggan. Pada tahap pendaftaran, kartu RFID ditempelkan pada alat yang berada di admin agar kartu dapat terdaftar ke dalam sistem dan disimpan pada database. Setelah kartu berhasil dipindai, sistem akan membaca UID (Unique Identifier) dari kartu tersebut dan menampilkannya pada aplikasi. UID tersebut digunakan sebagai identitas unik pelanggan pada sistem. Selanjutnya, pada aplikasi admin dilakukan pengisian data pengguna seperti username, email, password, serta UID kartu yang telah terbaca sebelumnya. Setelah seluruh data disimpan, kartu RFID tersebut dapat digunakan oleh pelanggan untuk melakukan proses transaksi pada alat pemilahan botol. Untuk hasilnya bisa dilihat di gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Pendaftaran Kartu RFID
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Setelah proses pendaftaran kartu berhasil dilakukan, data pelanggan akan otomatis tersimpan ke dalam database dan ditampilkan pada dashboard admin. Data tersebut meliputi informasi akun pengguna serta UID kartu RFID yang telah didaftarkan. Selanjutnya, pelanggan dapat melakukan login ke aplikasi menggunakan akun yang telah dibuat sebelumnya. Setelah berhasil

login, pelanggan dapat menggunakan kartu RFID yang sudah terdaftar untuk melakukan tap pada mesin sebagai proses identifikasi pengguna saat melakukan penukaran botol. Untuk hasilnya bisa dilihat di gambar 4.12.



Gambar 4. 12 Tampilan Manajemen Pengguna
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

Pada tahap penggunaan oleh pelanggan, kartu RFID yang telah terdaftar ditempelkan pada alat pemilah botol untuk proses identifikasi pelanggan. Setelah kartu berhasil dibaca oleh RFID Reader, sistem akan mencocokkan UID kartu dengan data yang tersimpan pada database. Jika data sesuai, LCD pada alat akan menampilkan informasi username dan jumlah saldo yang dimiliki pelanggan. Tampilan informasi tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa kartu berhasil dikenali oleh sistem sekaligus memberikan informasi saldo kepada pelanggan sebelum melakukan proses penukaran botol. Hasilnya bisa dilihat pada gambar 4.13.



Gambar 4. 13 Tap Kartu Oleh Pelanggan
(Sumber : Dokumen Pribadi)

4.5.2 Botol Kaleng

Berdasarkan hasil pengujian yang telah saya lakukan, botol kaleng berhasil teridentifikasi dengan baik oleh sistem menggunakan sensor proximity. Sensor proximity yang digunakan telah bekerja sesuai dengan program yang dirancang pada mikrokontroler sehingga mampu mendeteksi keberadaan material logam pada botol kaleng. Ketika sensor mendeteksi logam, sistem secara otomatis mengklasifikasikan botol tersebut sebagai botol kaleng. Pengujian dilakukan menggunakan beberapa jenis dan ukuran kaleng untuk mengetahui tingkat keberhasilan deteksi sensor pada sistem. Hasil pengujian dan proses identifikasi botol kaleng pada alat dapat dilihat pada tabel 4.2 dan gambar 4.14.

Tabel 4. 2 Botol Kaleng Yang di Uji

No	Nama Botol	Ukuran	Proximity	Material
1	Adem Sari Cingku	320 ml	ON	Logam
2	Indomilk Susu Steril	189 ml	ON	Logam
3	Larutan Cap Kaki Tiga	200 ml	ON	Logam



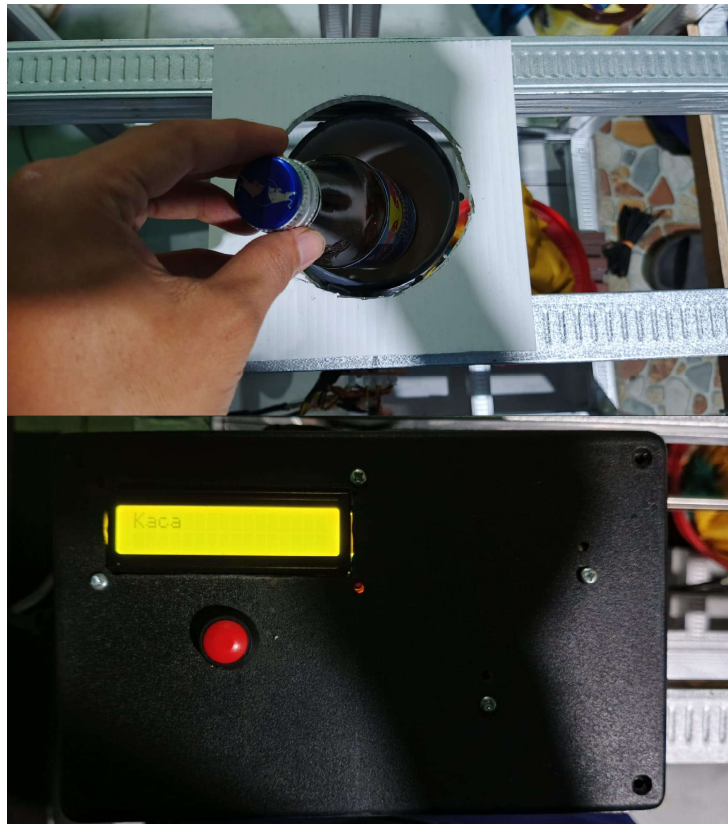
Gambar 4. 14 Pengujian Botol Kaleng
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.5.3 Botol Kaca

Berdasarkan hasil pengujian yang telah saya lakukan, sistem berhasil mengidentifikasi botol kaca dengan baik sesuai dengan parameter yang telah ditentukan. Proses identifikasi botol kaca dilakukan menggunakan sensor load cell yang berfungsi untuk mengukur berat botol yang masuk ke dalam alat. Setelah berat botol terbaca, sistem akan membandingkan nilai tersebut dengan batas berat yang telah ditetapkan. Apabila hasil pembacaan menunjukkan berat lebih dari 100 gram, maka botol akan diklasifikasikan sebagai botol kaca. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor load cell mampu bekerja dengan baik dalam membedakan botol kaca dari jenis botol lainnya berdasarkan beratnya. Hasil proses pengujian identifikasi botol kaca bisa dilihat di tabel 4.3 dan gambar 4.15.

Tabel 4. 3 Botol Kaca Yang di Uji

No	Nama Botol	Ukuran	Load cell	Material
1	Marjan	460 ml	330 gram	Kaca
2	Kratingdaeng	150 ml	150 gram	Kaca
3	Botol Saos	340 ml	232 gram	Kaca



Gambar 4. 15 Pengujian Botol Kaca
(Sumber : Dokumen Pribadi)

4.5.4 Botol Plastik

Berdasarkan hasil pengujian yang telah saya lakukan, botol plastik berhasil diidentifikasi dengan baik oleh sistem menggunakan sensor load cell. Proses identifikasi dilakukan berdasarkan parameter berat yang telah ditentukan pada sistem. Setelah botol ditimbang, nilai berat yang terbaca oleh load cell akan dibandingkan dengan batas berat yang telah ditetapkan. Apabila berat botol berada di bawah 100 gram, maka sistem akan

mengklasifikasikan botol tersebut sebagai botol plastik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor load cell mampu membedakan botol plastik dan kaca berdasarkan karakteristik beratnya. Hasil pengujian identifikasi botol plastik bisa dilihat di tabel 4.4 dan gambar 4.16.

Tabel 4. 4 Botol Plastik Yang di Uji

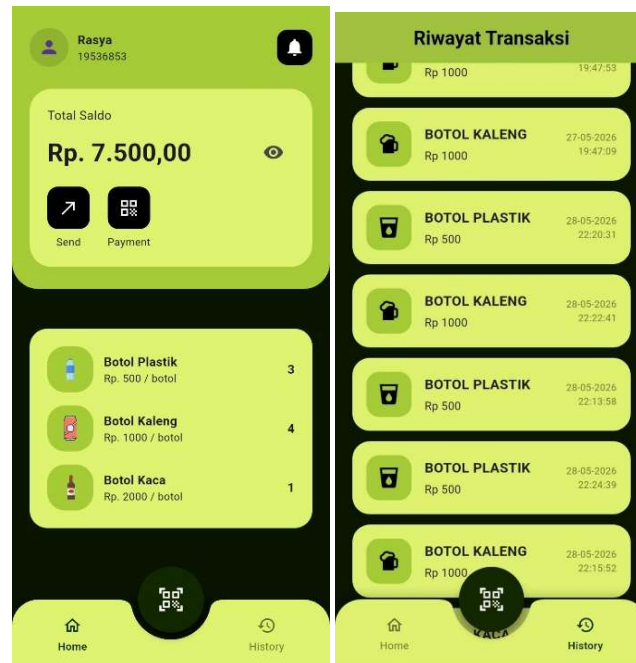
No	Nama Botol	Ukuran	Load cell	Material
1	Teh Javana	350 ml	15 gram	Plastik
2	Aqua	600 ml	18 gram	Plastik
3	Vit	600 ml	25 gram	Plastik



Gambar 4. 16 Pengujian Botol Plastik
(Sumber : Dokumen Pribadi)

Setiap botol yang berhasil diidentifikasi oleh sistem akan secara otomatis diarahkan ke tempat penyimpanan sesuai dengan jenis materialnya, yaitu kaleng, kaca, atau plastik. Proses pemilahan ini dilakukan berdasarkan hasil pembacaan sensor yang telah ditentukan pada sistem. Selain itu, setiap botol yang berhasil

ditukarkan akan tercatat pada database dan nilai saldo yang diperoleh pelanggan akan diperbarui secara otomatis. Informasi mengenai jumlah botol yang telah terkumpul, total saldo yang dimiliki pelanggan, serta riwayat transaksi penukaran botol dapat dipantau melalui aplikasi. Tampilan dashboard dan halaman riwayat transaksi pada aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 17 Tampilan Dashboard dan Riwayat
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

4.6 Evaluasi

Berdasarkan hasil pengujian yang telah saya lakukan, sistem pemilahan botol telah berhasil menjalankan fungsi utamanya sesuai dengan perancangan. Proses identifikasi pengguna menggunakan RFID, pendeteksian jenis botol menggunakan sensor proximity dan load cell, serta penyimpanan data saldo dan riwayat transaksi pada aplikasi dapat berjalan dengan baik. Namun, masih terdapat beberapa kendala yang ditemukan, seperti pergerakan motor servo yang terkadang kurang presisi saat menutup dan sensor proximity yang sesekali mengalami ketidakkonsistenan dalam mendeteksi material logam. Meskipun demikian, secara keseluruhan sistem telah berfungsi dengan baik dan sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

4.7 Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan ini dilakukan setelah proses perancangan, pembuatan, dan pengujian alat “Perancangan Mesin Penukar Botol Menggunakan RFID dengan Pemilahan Berdasarkan Material untuk Mengurangi Sampah pada UMKM” selesai dilaksanakan. Laporan ini disusun berdasarkan hasil yang diperoleh selama penelitian berlangsung, mulai dari tahap perancangan sistem hingga pengujian alat. Selain itu, saya juga menggunakan berbagai referensi yang berkaitan dengan penelitian sebagai pendukung dalam penyusunan laporan. Saya berharap laporan ini dapat memberikan manfaat dan menambah pengetahuan bagi pembaca, serta dapat dijadikan sebagai referensi untuk pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Mesin pemilahan botol berdasarkan material untuk mengurangi sampah pada UMKM merupakan inovasi yang dirancang untuk membantu mengatasi permasalahan limbah botol sekaligus meningkatkan kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan. Sistem ini bekerja dengan memilah botol berdasarkan jenis materialnya dan memberikan insentif berupa saldo elektronik kepada pengguna yang melakukan penukaran botol. Saldo yang diperoleh serta riwayat transaksi dapat dipantau melalui aplikasi yang terintegrasi dengan sistem. Dengan adanya mesin ini, proses pengumpulan dan pemilahan botol menjadi lebih teratur, sehingga limbah botol dapat dimanfaatkan kembali dan tidak berakhir sebagai sampah yang mencemari lingkungan. Selain memberikan manfaat bagi lingkungan, sistem ini juga memberikan nilai ekonomi yang dapat mendorong partisipasi pelaku UMKM dan masyarakat dalam pengelolaan limbah secara berkelanjutan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan alat di masa mendatang, terdapat beberapa aspek yang dapat ditingkatkan agar kinerja sistem menjadi lebih optimal. Salah satunya adalah penambahan mekanisme lift atau penyangga pada jalur botol kaca sehingga botol tidak langsung jatuh ke tempat penyimpanan. Dengan adanya mekanisme tersebut, risiko botol kaca pecah akibat benturan dapat dikurangi. Selain itu, sistem deteksi material logam juga dapat ditingkatkan dengan menambahkan sensor proximity atau melakukan modifikasi pada metode pendeteksiannya. Pengembangan ini diharapkan dapat meningkatkan akurasi pembacaan material logam sehingga proses identifikasi dan pemilahan botol kaleng menjadi lebih konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, L. W., & Kusnita, K. L. (2023). *Edukasi Pemilahan Sampah Sejak Dini di SDN 1 Wongaya Gede*. Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat, 166-170.
- Fauzi, R., Zainy, A., Nasution, H. N., Hastini, F., & Simanjuntak, F. A. (2023). *Perancangan Aplikasi Pariwisata Berbasis Android di Kota Padang Seidempuan*. Jurnal Education and development, 437-432.
- Hana, P. D., Sulisna, A., & Meliana, S. A. (2022). *Faktor Penghambat Belum Diterapkannya Rekam Medis Elektronik (RME) di Klinik Aksara Tahun 2022*. Indonesian Trust Health Journal, 45-50.
- Imban, P. N. (2025). *Edukasi Pemilahan Sampah Organik dan Anorganik serta Pengelolaan Sampah Yang Tepat di SDN Lolayan*. Jurnal Pengabdian Masyarakat Bhineka, 1914-1919.
- Iswanto, & Budiarto, S. (2025). *Purwarupa Mesin Penukar Sampah Botol Menjadi Poin Berbasis IoT*. Jurnal Informatika, 1751-1768.
- Khalil, F. I., Abdullah, S. H., Sumarsono, J., Priyati, A., & Setiawati, D. A. (2021). *Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Medi Hidroponik di Desa Kediri Kecamatan Kediri Kabupaten Lombok Barat*. Jurnal Abdi Mas TPB, 40-48.
- Muntashir, A. A., Rizky, M. A., & Nugroho, M. S. (2023). *Kendali Motor Stepper pada Fast Shot & Slow Shot Valve Die Casting Machine Menggunakan PLC Omron*. Jurnal Integrasi, 163-170.
- Nugroho, A. N., Pradana, F. A., & AR, D. (2024). *Rancang Bangun Mesin Penukar Sampah Kaleng Menjadi Uang Berbasis Arduino*. Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP), 1047-1055.
- Pitriyanti, L., Saragih, Y., & Latifa, U. (2022). *Implementasi Modul Infrared Pada Rancang Bangun Smart Detection For Queue Otomatic Berbasis IoT*. Power Elektronik: Jurnal Orang Elektro, 188-193.
- Sya'bani, N. L., Saktiawan, Y., & Wahyuni, I. D. (2024). *Pengaruh Pengelolaan Sampah Reduce Recycle Terhadap Pengurangan Volume Sampah Menuju TPA di TPS3R Mitra Patemon*. Jurnal Kesehatan Tambusai, 8856-8867.
- Syahri, A., & Basri, M. (2025). *Perancangan Sistem Keamanan untuk Deteksi Pencurian Menggunakan Sensor*. Jurnal Ilmu Komputer, 163-170.

Yunaz, H., Hasibuan, A. N., Wahab, D., & Andriyanty, R. (2021). *Pengurangan Penggunaan Plastik Pada UMKM Perkampungan Wisata*. Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 805-814.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program Lengkap

```
1 #include <WiFi.h>
2 #include <HTTPClient.h>
3 #include <WiFiManager.h>
4 #include <SPI.h>
5 #include <MFRC522.h>
6 #include <Wire.h>
7 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
8 #include <ArduinoJson.h>
9 #include "HX711.h"
10 #include <ESP32Servo.h>
11 #include <time.h>
12
13 // =====
14 // FIREBASE
15 // =====
16 #define FIREBASE_URL "https://botolplus-1592d-default-
17 rtdb.firebaseio.com/users/"
18
19 // =====
20 // RFID
21 // =====
22 #define SS_PIN 5
23 #define RST_PIN 4
24
25 MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
26
27 // =====
28 // LCD
29 // =====
30 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
31
32 // =====
33 // SENSOR
34 // =====
35 #define PROX_PIN1 16
36 #define PROX_PIN2 17
37 #define IR_PIN 34
38 #define BTN_STOP 35
39
40 // =====
41 // LOADCELL
42 // =====
43 #define DT 14
44 #define SCK 12
45
46 HX711 scale;
```

```

47 float calibration_factor = 709;
48
49 // =====
50 // SERVO
51 // =====
52 Servo servo1;
53 Servo servo2;
54
55 #define SERVO1_PIN 32
56 #define SERVO2_PIN 33
57
58 // =====
59 // MOTOR
60 // =====
61 #define STEP_PIN 25
62 #define DIR_PIN 26
63 #define EN_PIN 27
64
65 // =====
66 // STATUS
67 // =====
68 bool prosesAktif = false;
69 String currentUID = "";
70 unsigned long lastBotolTime = 0;
71 bool irKosong = false;
72
73 // =====
74 // RUNNING TEXT
75 // =====
76 void runningText(String text, int speedDelay) {
77
78     String pad = "          ";
79     String full = pad + text + pad;
80
81     lcd.clear();
82
83     for (int i = 0; i < full.length() - 15; i++) {
84
85         lcd.setCursor(0, 0);
86         lcd.print(full.substring(i, i + 16));
87         delay(speedDelay);
88     }
89 }
90
91 String getDateTime() {
92
93     struct tm timeinfo;
94
95     if (!getLocalTime(&timeinfo)) {
96         return "Waktu Tidak Tersedia";
97     }
98

```

```

99  char buffer[30];
100
101  strftime(
102      buffer,
103      sizeof(buffer),
104      "%d-%m-%Y %H:%M:%S",
105      &timeinfo);
106
107  return String(buffer);
108 }
109
110 // =====
111 // FIREBASE UPDATE SALDO
112 // =====
113 void updateFirebase(
114     String uid,
115     int saldoBaru,
116     int kaleng,
117     int plastik,
118     int kaca
119 ) {
120
121     if (WiFi.status() == WL_CONNECTED) {
122
123         HTTPClient http;
124         String url = String(FIREBASE_URL) + uid + ".json";
125
126         http.begin(url);
127         http.addHeader("Content-Type", "application/json");
128
129         String json = "{";
130         json += "\"saldo\":\"" + String(saldoBaru) + ",";
131         json += "\"botol_kaleng\":\"" + String(kaleng) + ",";
132         json += "\"botol_plastik\":\"" + String(plastik) + ",";
133         json += "\"botol_kaca\":\"" + String(kaca);
134         json += "\"}";
135
136         http.PATCH(json);
137         http.end();
138     }
139 }
140
141 // =====
142 // TAMBAH RIWAYAT
143 // =====
144 void addHistory(String uid, String type, int nilai) {
145
146     if (WiFi.status() != WL_CONNECTED) return;
147
148     HTTPClient http;
149
150     String url =

```

```

151     String(FIREBASE_URL) +
152     uid +
153     "/history.json";
154
155     http.begin(url);
156     http.addHeader("Content-Type", "application/json");
157
158     String waktu = getDateTime();
159
160     String json = "{";
161     json += "\"type\": \"" + type + "\", ";
162     json += "\"nilai\": " + String(nilai) + ", ";
163     json += "\"waktu\": \"" + waktu + "\"";
164     json += "}";
165
166     int httpCode = http.POST(json);
167
168     Serial.print("History Code : ");
169     Serial.println(httpCode);
170
171     http.end();
172 }
173
174 // =====
175 // MOTOR
176 // =====
177 void stepMotor(unsigned long durasiMs, bool arah) {
178
179     digitalWrite(DIR_PIN, arah);
180
181     unsigned long start = millis();
182
183     while (millis() - start < durasiMs) {
184
185         digitalWrite(STEP_PIN, HIGH);
186         delayMicroseconds(80);
187
188         digitalWrite(STEP_PIN, LOW);
189         delayMicroseconds(80);
190
191         if (digitalRead(BTN_STOP) == HIGH) return;
192     }
193 }
194
195 // =====
196 // SERVO BAWAH
197 // =====
198 void bukaServoBawah() {
199
200     servo2.write(110);
201     delay(3000);
202     servo2.write(0);

```

```

203 }
204
205 // =====
206 // RESET
207 // =====
208 void resetSystem() {
209
210     prosesAktif = false;
211     currentUID = "";
212     irKosong = false;
213
214     servo1.write(0);
215     servo2.write(0);
216
217     lcd.clear();
218     lcd.print("Tempel Kartu");
219 }
220
221 // =====
222 // SETUP
223 // =====
224 void setup() {
225
226     Serial.begin(115200);
227
228     SPI.begin(18, 19, 23, SS_PIN);
229     mfrc522.PCD_Init();
230
231     Wire.begin(21, 22);
232     lcd.init();
233     lcd.backlight();
234
235     pinMode(PROX_PIN1, INPUT);
236     pinMode(PROX_PIN2, INPUT);
237     pinMode(IR_PIN, INPUT);
238     pinMode(BTN_STOP, INPUT);
239
240     pinMode(STEP_PIN, OUTPUT);
241     pinMode(DIR_PIN, OUTPUT);
242     pinMode(EN_PIN, OUTPUT);
243
244     digitalWrite(EN_PIN, LOW);
245
246     servo1.attach(SERVO1_PIN);
247     servo2.attach(SERVO2_PIN);
248
249     servo1.write(0);
250     servo2.write(0);
251
252     scale.begin(DT, SCK);
253     scale.set_scale(calibration_factor);
254     scale.tare();

```

```

255
256  lcd.print("Setup WiFi");
257
258  WiFiManager wm;
259
260  // Untuk reset WiFi tersimpan (opsional)
261  // wm.resetSettings();
262
263  bool res = wm.autoConnect("BOTOL_PLUS");
264
265  if (!res) {
266      lcd.clear();
267      lcd.print("WiFi Gagal");
268      delay(2000);
269      ESP.restart();
270  }
271
272  lcd.clear();
273  lcd.print("WiFi Connected");
274  lcd.setCursor(0,1);
275  lcd.print(WiFi.localIP());
276
277  delay(2000);
278
279  configTime(
280      7 * 3600,
281      0,
282      "pool.ntp.org",
283      "time.nist.gov");
284
285  lcd.clear();
286  lcd.print("Sync Time...");
287
288  struct tm timeinfo;
289
290  int retry = 0;
291
292  while (!getLocalTime(&timeinfo) && retry < 20) {
293      delay(500);
294      retry++;
295  }
296
297  lcd.clear();
298  lcd.print("Time OK");
299  delay(1000);
300
301  resetSystem();
302 }
303
304 // =====
305 // LOOP
306 // =====

```

```

307 void loop() {
308
309     // STOP
310     if (digitalRead(BTN_STOP) == HIGH) {
311
312         lcd.clear();
313         lcd.print("STOP");
314
315         delay(1000);
316
317         runningText("Terimakasih Telah Menjual Botol", 250);
318
319         resetSystem();
320         return;
321     }
322
323     // RFID
324     if (!prosesAktif) {
325
326         if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) return;
327         if (!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) return;
328
329         currentUID = "";
330
331         for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++) {
332             currentUID += String(mfrc522.uid.uidByte[i]);
333         }
334
335         lcd.clear();
336         lcd.print("Cek Data...");
337
338         HTTPClient http;
339         String url = String(FIREBASE_URL) + currentUID + ".json";
340
341         http.begin(url);
342
343         if (http.GET() == 200) {
344
345             String payload = http.getString();
346
347             if (payload == "null") {
348
349                 lcd.clear();
350                 lcd.print("Tidak Terdaftar");
351                 delay(2000);
352                 resetSystem();
353             }
354             else {
355
356                 StaticJsonDocument<256> doc;
357                 deserializeJson(doc, payload);
358

```

```

359     String nama = doc["nama"];
360     int saldo = doc["saldo"];
361
362     prosesAktif = true;
363
364     lcd.clear();
365     lcd.print(nama);
366     lcd.setCursor(0, 1);
367     lcd.print("Saldo:");
368     lcd.print(saldo);
369
370     delay(3000);
371
372     servol.write(90);
373     lastBotolTime = millis();
374
375     lcd.clear();
376     lcd.print("Masukkan Botol");
377 }
378 }
379
380 http.end();
381 mfrc522.PICC_HaltA();
382 }
383
384 // PROSES BOTOL
385 if (prosesAktif) {
386     // TIMEOUT
387     if (digitalRead(IR_PIN) == HIGH) {
388
389         if (!irKosong) {
390             irKosong = true;
391             lastBotolTime = millis();
392         }
393
394         if (millis() - lastBotolTime >= 30000) {
395
396             servol.write(0);
397
398             lcd.clear();
399             lcd.print("TIME OUT");
400
401             delay(2000);
402
403             resetSystem();
404             return;
405         }
406     }
407
408     return;
409 }
410 else {

```

```

411     irKosong = false;
412 }
413
414     lastBotolTime = millis();
415
416     lcd.clear();
417     lcd.print("Botol Terdeteksi");
418
419     unsigned long t = millis();
420
421     while (millis() - t < 3000) {
422         if (digitalRead(IR_PIN) == HIGH) return;
423     }
424
425     servo1.write(0);
426     delay(1000);
427
428     HTTPClient http;
429     String url = String(FIREBASE_URL) + currentUID + ".json";
430
431     http.begin(url);
432     http.GET();
433
434     String payload = http.getString();
435
436     StaticJsonDocument<256> doc;
437     deserializeJson(doc, payload);
438
439     int saldo = doc["saldo"];
440     int kaleng = doc["botol_kaleng"] | 0;
441     int plastik = doc["botol_plastik"] | 0;
442     int kaca = doc["botol_kaca"] | 0;
443
444     int saldoBaru = saldo;
445
446     bool prox1 = digitalRead(PROX_PIN1);
447     bool prox2 = digitalRead(PROX_PIN2);
448
449     bool logam =
450         (prox1 == LOW) ||
451         (prox2 == LOW);
452
453     String type = "";
454     int nilai = 0;
455
456     if (logam) {
457
458         type = "kaleng";
459         nilai = 1000;
460
461         lcd.clear();
462         lcd.print("Kaleng");

```

```

463
464     saldoBaru += nilai;
465     kaleng++;
466
467     bukaServoBawah();
468 }
469 else {
470
471     float berat = scale.get_units(5);
472
473     if (berat > 100) {
474
475         type = "kaca";
476         nilai = 2000;
477
478         lcd.clear();
479         lcd.print("Kaca");
480
481         saldoBaru += nilai;
482         kaca++;
483
484         stepMotor(25000, HIGH);
485         delay(1000);
486         bukaServoBawah();
487         stepMotor(25000, LOW);
488     }
489     else {
490
491         type = "plastik";
492         nilai = 500;
493
494         lcd.clear();
495         lcd.print("Plastik");
496
497         saldoBaru += nilai;
498         plastik++;
499
500         stepMotor(25000, LOW);
501         delay(1000);
502         bukaServoBawah();
503         stepMotor(25000, HIGH);
504     }
505 }
506
507 // UPDATE SALDO
508 updateFirebase(currentUID, saldoBaru, kaleng, plastik,
509 kaca);
510
511 // SIMPAN RIWAYAT
512 addHistory(currentUID, type, nilai);
513
514 lcd.clear();

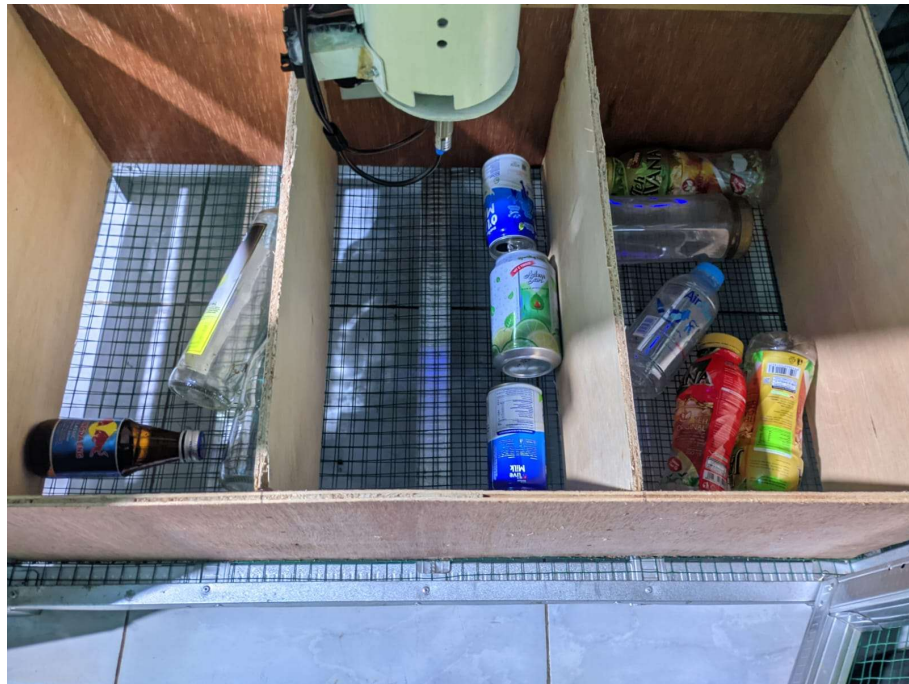
```

```

515     lcd.print("Saldo Baru");
516     lcd.setCursor(0, 1);
517     lcd.print(saldoBaru);
518
519     delay(3000);
520
521     servol.write(90);
522     lastBotolTime = millis();
523
524     lcd.clear();
525     lcd.print("Masukkan Botol");
    }
}

```

Lampiran 2. Penyimpanan Botol



Lampiran 3. Slider



Lampiran 4. Tampilan Seluruh Alat

