

ABSTRAK

Perilaku konsumtif manusia yang terus meningkat seiring perkembangan zaman dan kemudahan teknologi seringkali menyebabkan berkurangnya kepedulian terhadap lingkungan, khususnya dalam hal pengelolaan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah prototipe mesin pemilah sampah otomatis berbasis Arduino yang dilengkapi dengan sistem insentif atau imbalan guna mendorong kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan lingkungan.

Prototipe mesin dirancang menggunakan Arduino Uno, dilengkapi dengan antarmuka HMI berbasis DWIN, serta memanfaatkan sensor induktif dan sensor proksimitas untuk mendeteksi dan memilah jenis sampah. Sistem ini mampu membedakan antara sampah berupa botol plastik dan kaleng, kemudian secara otomatis mengarahkan sampah ke wadah penyimpanan yang sesuai.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat beroperasi secara stabil, sensor bekerja dengan baik dalam mengenali jenis sampah, serta antarmuka pengguna yang mudah dipahami. Diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi praktis yang turut meningkatkan kepedulian masyarakat terhadap kebersihan dan pengelolaan sampah secara lebih bijak.

Kata Kunci: Pemilah sampah otomatis, Arduino Uno, Antarmuka HMI DWIN, Sistem insentif, Pengelolaan sampah, Botol plastik dan kaleng

ABSTRACT

The increasingly consumptive behavior of humans, driven by technological advancements and modern conveniences, has led to a decline in environmental awareness, particularly in waste management. This study aims to design and develop a prototype of an automatic waste-sorting machine based on Arduino, which provides incentives or rewards as a means to encourage public awareness of environmental cleanliness.

The prototype is built using an Arduino Uno microcontroller, integrated with a Human-Machine Interface (HMI) through DWIN, and equipped with inductive and proximity sensors to detect and sort types of waste. The system is capable of distinguishing between plastic bottles and aluminum cans, and automatically directing them to separate storage compartments.

Test results show that the system operates reliably, with sensors accurately identifying the types of waste. The user interface is also intuitive and easy to use. This system is expected to serve as a practical solution that promotes greater public concern and responsibility for maintaining a clean and sustainable environment.

Keywords: *Automatic waste sorter, Arduino Uno, Inductive and proximity sensors, DWIN HMI interface , Incentive system, Waste management, Plastic bottles and cans*

DAFTAR ISI

RANCANG BANGUN TRASH2CASH: MESIN PENUKAR KALENG DAN BOTOL PLASTIK BEKAS MENJADI UANG.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Inspirasi Sistem Pfand Jerman dan Transformasi Sosial Melalui Insentif.....	4
2.2. Teknologi Pemilah Sampah Berbasis Sensor sebagai Solusi Efisien dan Replikatif.....	4
2.3. Efektivitas Insentif Finansial dan Sosial dalam Meningkatkan Partisipasi Daur.....	4

BAB III METODE PENELITIAN	6
3.1. Rancang Bangun Sistem Mekanik	6
3.2. Rancang Bangun Sistem Elektrikal	6
3.3. Rancang Bangun Program	6
3.4. Rencana Pelaksanaan	6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Hasil Mesin Rancang Bangun Trash2Cash: Mesin Penukar Kaleng Dan Botol Plastik Bekas Menjadi Uang	15
G. Sistem Insentif	16
H. Loadcell dan HX711	15
4.2. Pembahasan.....	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain Mesin Trash2Cash.....	6
Gambar 3.2 Desain HMI Trash2Cash	7
Gambar 3.3 Desain Sistem Kotak Kendali Trash2Cash.....	8
Gambar 3. 4 Servo koin	10
Gambar 3. 5 Rangkaian Sistem Elektronik Trash2Cash	11
Gambar 3. 6 Flowchart Sistem Trash2Cash.....	13
Gambar 3. 7 Metode Rancang Bangun Trash2Cash.....	15
Gambar 4. 1 Sistem Rancang Bangun Trash2Cash.....	17
Gambar 4. 2 Rangka Mesin.....	18
Gambar 4. 3 HMI <i>Counting</i>	19
Gambar 4. 4 Deteksi Logam	20
Gambar 4. 5 Deteksi Plastik.....	21
Gambar 4. 6 Gerakan Pemilah Plastik	22
Gambar 4. 7 Gerakan Pemilah Kaleng.....	22
Gambar 4. 8 Mesin Tampak Belakang.....	23
Gambar 4. 9 Tampilan HMI Virtual	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Alat..... 28

Lampiran 2 Rangkaian Elektronik 29

Lampiran 3 Hasil Alat 29

Lampiran 4 Program..... 29

Lampiran 5 Datasheet Komponen..... 29



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yogyakarta saat ini menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan pemilahan sampah, terutama di tengah meningkatnya volume timbulan sampah anorganik. Berdasarkan data triwulan pertama 2025, Kabupaten Sleman telah mengangkut sekitar 6.000 ton sampah, di mana 40–54% di antaranya merupakan sampah anorganik yang memerlukan proses pemilahan lebih lanjut sebelum dapat didaur ulang secara efektif [1]. Kondisi ini diperparah menjelang libur panjang seperti Lebaran, di mana timbulan sampah harian di wilayah Yogyakarta diprediksi melonjak hingga 550 ton per hari [2]. Sayangnya, sebagian besar sampah tersebut masih tercampur karena sistem pemilahan dari sumber belum berjalan optimal, baik di rumah tangga, asrama, maupun tempat umum. Pemkot Yogyakarta pun telah mengimbau pengetatan pengawasan terhadap pembuangan sampah liar, namun keterbatasan teknologi dan partisipasi masyarakat masih menjadi kendala utama dalam mengatasi permasalahan ini.

Menanggapi isu tersebut di tingkat komunitas, Romo Tito, pengelola kegiatan lingkungan di *Student Residence USD* (Universitas Sanata Dharma), telah menginisiasi upaya pemilahan sampah plastik dan non-plastik dengan menyediakan dua tempat sampah terpisah. Inisiatif ini bertujuan meningkatkan kesadaran mahasiswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan dan mendukung program daur ulang, khususnya untuk botol plastik dan kaleng. Namun, sistem pemilahan manual yang dijalankan menghadapi kendala signifikan. Prosesnya memakan waktu hingga 2 jam setiap hari dan sering mengalami kesalahan pemilahan, menyebabkan tingkat kontaminasi plastik mencapai 30%. Selain itu, rendahnya partisipasi mahasiswa hanya sekitar 15% juga menjadi hambatan, sebagian besar disebabkan oleh kurangnya insentif serta tidak tersedianya fasilitas berbasis teknologi yang memudahkan dan memotivasi keterlibatan.

Sebagai solusi atas permasalahan ini, tim pengusul menawarkan Trash2Cash, sebuah inovasi mesin pemilah sampah otomatis berbasis Arduino yang difokuskan untuk memisahkan botol plastik dan kaleng secara efisien. Sistem ini menggunakan Induktif Proximity Sensor (LJ12A3) dan Sensor Proximity E18-D80NK untuk membedakan material logam dan non-logam secara otomatis, dibantu oleh servo MG995 yang akan

mengarahkan sampah ke kontainer yang sesuai. Untuk meningkatkan partisipasi pengguna, terutama mahasiswa, mesin ini dilengkapi sistem insentif berbasis poin, di mana setiap interaksi akan memberikan koin yang dapat ditukar, serta antarmuka HMI *display* untuk menampilkan informasi dan volume kontainer secara *real-time*. Dengan sistem ini, Trash2Cash tidak hanya menjawab kebutuhan teknis pemilahan yang lebih cepat dan akurat, tetapi juga mendorong keterlibatan komunitas melalui pendekatan edukatif dan insentif.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang sistem pemilahan sampah otomatis berbasis sensor untuk membedakan botol plastik dan kaleng secara efisien di lingkungan asrama?
- b. Bagaimana meningkatkan partisipasi mahasiswa dalam kegiatan pemilahan sampah melalui penerapan sistem insentif berbasis poin dan *reward* ?
- c. Bagaimana mengintegrasikan teknologi HMI dan Arduino secara *real-time* guna mendukung keberlanjutan sistem pengelolaan sampah asrama?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengurangi beban kerja manual dalam pemilahan sampah.
- b. Meningkatkan partisipasi mahasiswa melalui sistem insentif.
- c. Memastikan keberlanjutan pengelolaan sampah dengan teknologi otomasi

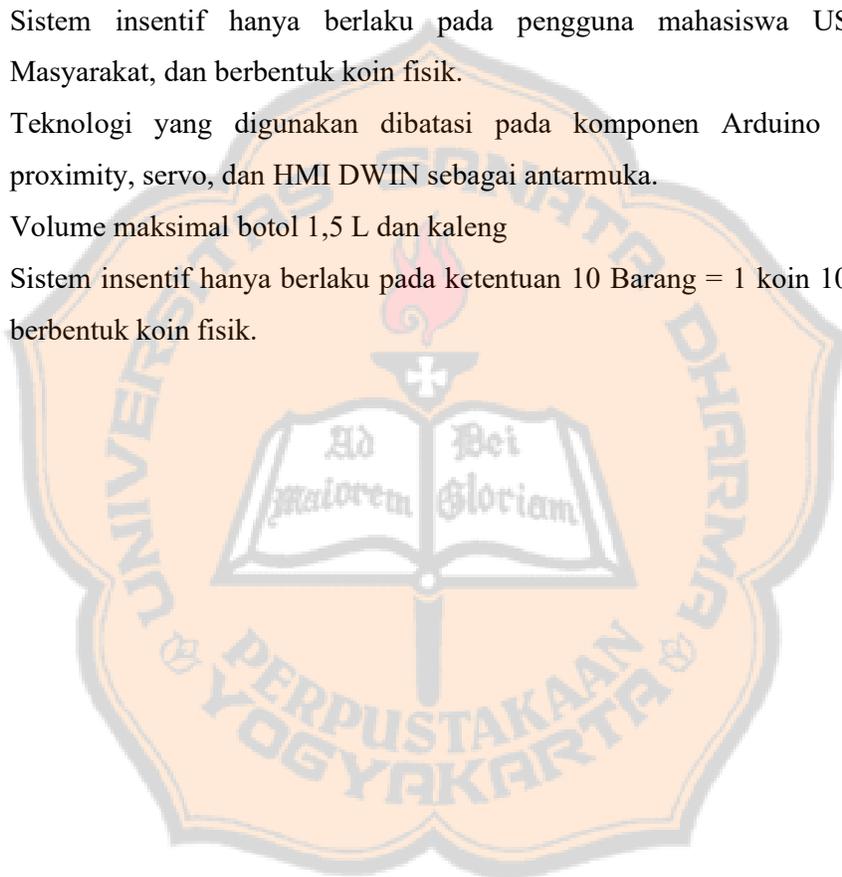
1.4. Manfaat Penelitian

- a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Meningkatkan kesadaran mahasiswa tentang daur ulang.
 - 2) Memberikan pengalaman langsung dalam pemanfaatan teknologi mikrokontroler dan sensor untuk solusi lingkungan.
 - 3) Menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan melalui insentif nyata (*reward*) dari hasil pemilahan sampah.
 - 4) Memberikan peluang penelitian lanjutan atau pengembangan sistem serupa sebagai tugas akhir.
- b. Bagi Pengelola
 - 1) Efisiensi waktu Pemilahan sampah otomatis mengurangi pekerjaan pemilahan sampah
 - 2) Penghematan biaya Pengurangan biaya tenaga kerja dan operasional.

- 3) Meningkatkan citra institusi sebagai kampus yang mendukung inovasi dan berwawasan lingkungan.
- 4) Menjadi sarana edukatif dan inspiratif untuk kegiatan sosial, green campus, dan kampanye lingkungan berkelanjutan.

1.5. Batasan Masalah

- a. Fokus pengembangan alat hanya terbatas pada pemilahan sampah anorganik jenis botol plastik (PET) dan kaleng logam (Aluminium).
- b. Sistem insentif hanya berlaku pada pengguna mahasiswa USD maupun Masyarakat, dan berbentuk koin fisik.
- c. Teknologi yang digunakan dibatasi pada komponen Arduino uno, sensor proximity, servo, dan HMI DWIN sebagai antarmuka.
- d. Volume maksimal botol 1,5 L dan kaleng
- e. Sistem insentif hanya berlaku pada ketentuan 10 Barang = 1 koin 100 perak dan berbentuk koin fisik.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Inspirasi Sistem Pfand Jerman dan Transformasi Sosial Melalui Insentif

Sistem Pfand (Deposit Return Scheme/DRS) di Jerman menjadi inspirasi utama dalam pengembangan Trash2Cash karena keberhasilannya dalam mendorong daur ulang melalui insentif finansial, dengan tingkat pengembalian botol plastik yang mencapai 97,4% [3]. keberhasilan teknis tersebut memunculkan dimensi sosial yang kompleks, seperti fenomena pfandsammler—orang-orang yang mengandalkan botol bekas untuk penghasilan harian—yang menimbulkan dilema antara solidaritas sosial dan ketimpangan struktural.[4] menambahkan bahwa DRS telah menciptakan sistem sosial informal di Berlin di mana botol sengaja diletakkan di tempat umum agar dapat diambil oleh pfandsammler, membuktikan bahwa sistem insentif dapat membentuk budaya kolektif baru. Disisi lain penerimaan publik terhadap program keberlanjutan sangat dipengaruhi oleh emosi, harapan, dan relevansi ekonomi lokal [5]. Konteks inilah yang mendorong rancangan sistem Trash2Cash—menggabungkan konsep insentif dari DRS Jerman dengan nilai-nilai lokal seperti pemberdayaan komunitas dan edukasi lingkungan—dengan pendekatan yang ramah secara sosial dan teknologis, seperti penggunaan koin hadiah dari biji bunga dan keterlibatan UMKM lokal. Trash2Cash dirancang bukan hanya sebagai alat pemilah sampah, tetapi sebagai alat transformasi sosial yang mendorong perubahan perilaku melalui penghargaan nyata, menumbuhkan harapan, dan menciptakan sirkulasi ekonomi lokal yang berkelanjutan.

2.2. Teknologi Pemilah Sampah Berbasis Sensor sebagai Solusi Efisien dan Replikatif

Keberadaan sampah dari hari ke hari selalu mengalami kenaikan. Di tahun 2019 sampah di Indonesia mencapai 98 juta ton [6]. Pengelompokkan sampah yang tidak dilakukan dengan baik dapat menghambat pengelolaan sampah. Pemilahan sampah menjadi kebutuhan mendesak seiring meningkatnya volume limbah global yang diperkirakan akan meningkat tiga kali lipat pada tahun 2050, sementara sebagian besar sampah di Indonesia masih belum dipilah dan langsung dibuang ke TPA [7]. Selain mengurangi beban lingkungan dan risiko kesehatan, pemilahan juga penting untuk mendaur ulang logam, yang dapat menghemat hingga 95% energi dibandingkan produksi logam dari bahan mentah [8]. Manajemen sampah cerdas, termasuk sistem pemilahan sampah berdasarkan jenisnya, sangat mendukung program "Sistem

Manajemen dan Kategorisasi Sampah Cerdas" untuk menunjang pengembangan kota modern. [9] Untuk itu, teknologi berbasis Arduino dan sensor seperti proximity terbukti efektif dalam memilah sampah secara otomatis. Sistem berbasis sensor elektrik dilakukan dengan tingkat akurasi evaluasi keseluruhan sebesar 94%. [10], dan penggunaan dua sensor proximity secara bersamaan terbukti meningkatkan akurasi hingga 78% dibanding satu sensor [8]. Sedangkan 22% mengalami kesalahan deteksi, di mana kesalahan terbesar terjadi pada deteksi botol plastik transparan kosong. [11] Di samping kinerjanya yang baik, sistem ini juga dinilai efisien secara biaya karena menggunakan komponen murah, terbuka, dan mudah direplikasi, sehingga cocok diterapkan di skala kecil maupun komunitas.

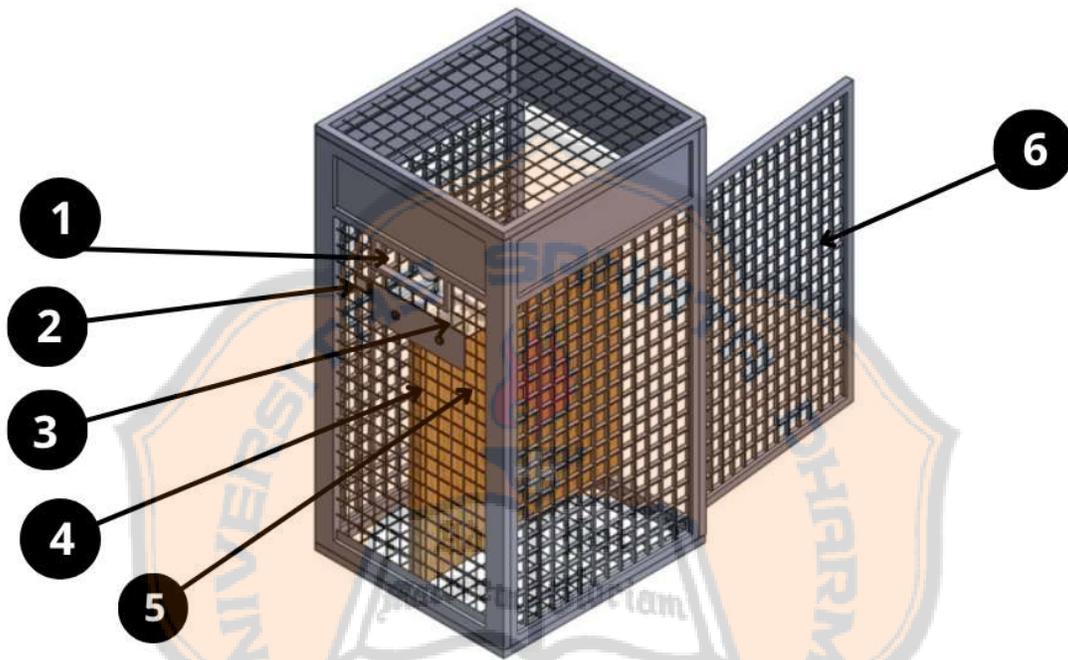
2.3. Efektivitas Insentif Finansial dan Sosial dalam Meningkatkan Partisipasi Daur

Penerapan insentif terbukti berperan signifikan dalam mendorong partisipasi masyarakat terhadap kegiatan pemilahan dan pengelolaan sampah. [12], baik insentif finansial maupun non-finansial mampu menurunkan konsumsi sumber daya, khususnya air, dengan dampak lebih besar ditunjukkan oleh insentif non-finansial, terutama bagi individu dengan sikap pro-lingkungan. Hal serupa dikemukakan oleh Wang [13], yang menemukan bahwa insentif finansial dan non-finansial memiliki pengaruh positif terhadap minat masyarakat untuk ikut serta dalam daur ulang daring, dengan persepsi nilai yang dimediasi oleh jarak waktu pemberian insentif—di mana insentif non-finansial lebih efektif dalam jangka pendek dan insentif finansial lebih dihargai dalam jangka panjang. Bucciol [14] mendukung temuan tersebut dalam konteks pengelolaan sampah kota, di mana kombinasi skema insentif pay-as-you-throw (PAYT) dan sistem pengumpulan door-to-door (DtD) secara signifikan meningkatkan rasio sampah terpilah terhadap total sampah sebesar 17% dan 15,7%. Ketiga studi ini menunjukkan bahwa pemberian insentif yang tepat, baik dalam bentuk uang maupun pengakuan sosial, mampu meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam sistem pemilahan sampah secara berkelanjutan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rancang Bangun Sistem Mekanik

Gambar desain Kerangka Rancang Bangun Trash2Cash: Mesin Penukar Kaleng Dan Botol Plastik Bekas Menjadi Uang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Mesin Trash2Cash

Berikut desain Kerangka mesin Trash2Cash dirancang untuk menampung seluruh sistem mekanik dan elektronik dalam satu unit yang kokoh, fungsional, dan mudah diakses untuk perawatan. Setiap bagian dari mesin ini disusun dengan mempertimbangkan alur kerja mulai dari proses memasukkan sampah, deteksi jenis material, pemilahan otomatis, hingga penyimpanan dan pemberian insentif. Berikut adalah uraian komponen utama pada kerangka mesin Trash2Cash:

1) Bagian Masuk Sampah (Lubang Masuk)

Bagian Lubang Masuk dirancang sebagai tempat masuknya sampah botol plastik dan kaleng ke dalam sistem pemilah. Inlet ini berbentuk persegi panjang dengan dimensi panjang 200 mm dan tinggi 100 mm, disesuaikan agar hanya satu Barang sampah dapat dimasukkan dalam satu waktu guna memastikan akurasi deteksi oleh sensor. Inlet terhubung langsung ke pipa paralon vertikal yang menjadi jalur utama menuju sistem deteksi dan pemilahan.

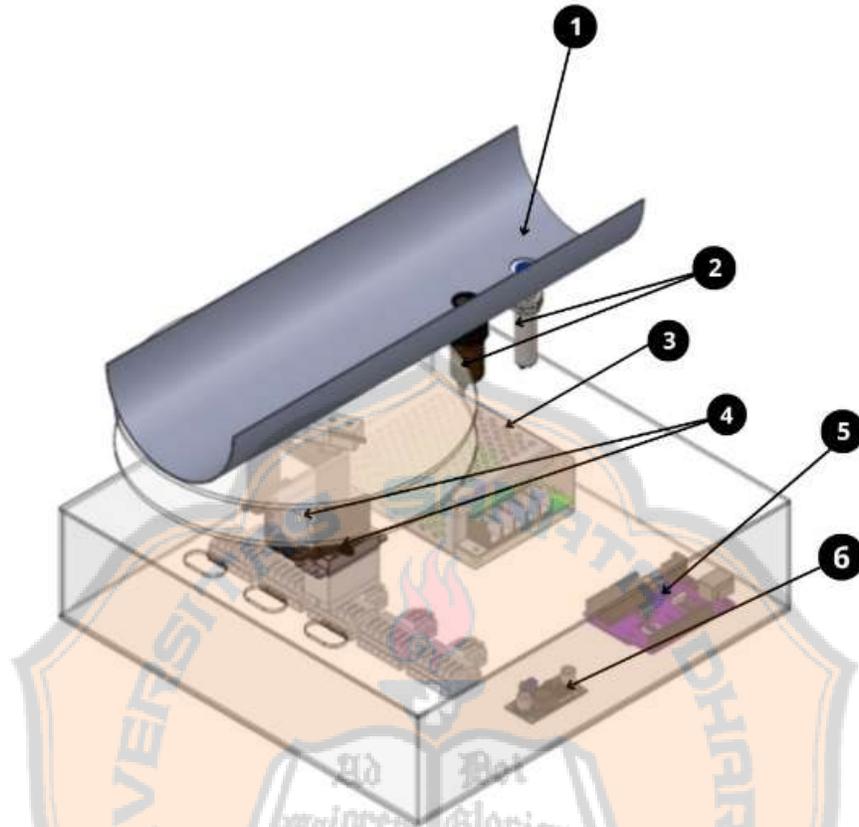
2) Sistem *Counter* HMI DWIN

Gambar 3.2 Desain HMI Trash2Cash

Sistem pengisian jumlah data masukan pada mesin Trash2Cash dirancang menggunakan fitur *counter* yang ditampilkan melalui HMI DWIN. HMI ini berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk menampilkan jumlah botol yang sudah diproses oleh mesin.

Nilai *counter* yang ditampilkan otomatis pada HMI sesuai dengan jumlah sampah yang dimasukkan ke dalam mesin.

3) Kotak Kendali



Gambar 3.3 Desain Sistem Kotak Kendali Trash2Cash

Kotak Pengendali berfungsi sebagai pusat integrasi seluruh sistem elektronik dan mekanik pada mesin Trash2Cash. Di dalam kotak ini terdapat berbagai komponen utama yang berperan dalam proses deteksi, pemilahan, serta pengendalian perangkat secara keseluruhan. Berikut adalah isi dan fungsi masing-masing komponen di dalam kotak pengendali:

1. Pipa Paralon (Jalur masukan)

Diposisikan secara vertikal sebagai tempat masuk sampah. Di dalam box, pipa ini menjadi jalur utama dari sensor ke sistem pemilah.

2. Sensor Infrared & Induktif

Dipasang bersebelahan dengan jalur input pipa paralon.

a. Sensor Induktif pertama mendeteksi logam (kaleng)

b. Sensor infrared kedua sebagai verifikasi logika (aktif bersamaan = kaleng, hanya satu = plastik)

3. Catu Daya 5V 10A

Digunakan untuk menyuplai daya ke servo motor (MG995) dan sensor-sensor yang membutuhkan arus tinggi. Keluaran langsung dari catu daya disalurkan ke:

- a. Motor servo pengarah
- b. Motor servo pendorong/pembuang
- c. Sensor infrared dan sensor induktif

4. Motor Servo MG995 dan Timbangan Elektrik

- a. Motor servo pengarah: Mengatur jalur pemilahan sesuai jenis sampah.
- b. Motor servo pembuang: Mendorong sampah jatuh ke dalam wadah.
- c. *Loadcell* dan modul HX711 Untuk melakukan pengukuran berat digunakan *loadcell* yang akan mengirimkan sinyal dan diubah menjadi bilangan integer oleh modul HX711

5. Arduino Uno

Berperan sebagai otak dari sistem. Arduino menerima data dari sensor dan mengatur pergerakan servo serta komunikasi ke HMI DWIN.

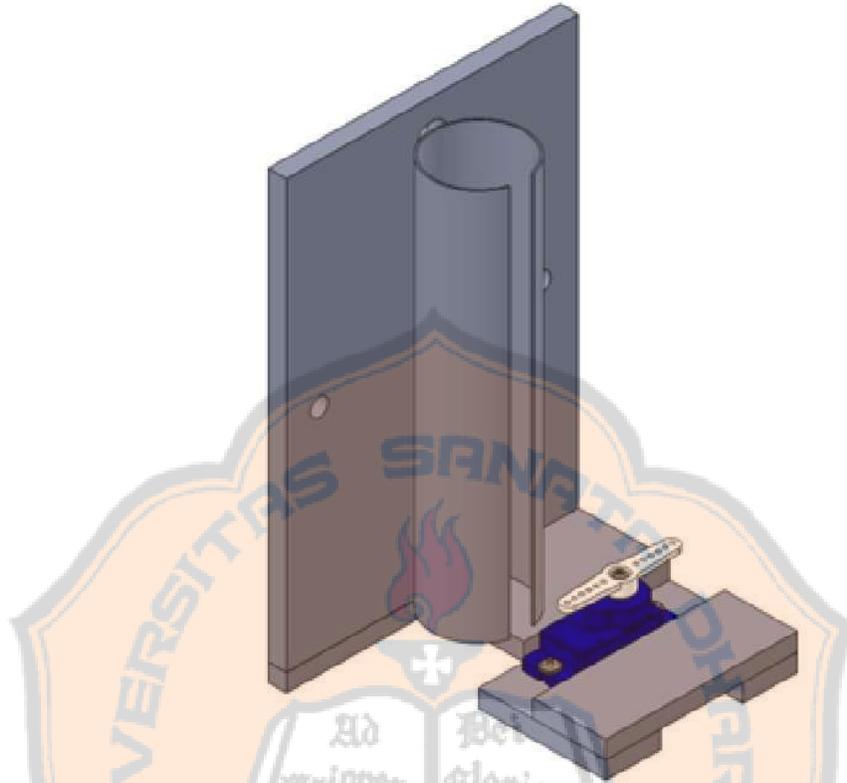
6. Step-Up Converter (DC-DC Boost Converter)

Digunakan untuk menaikkan tegangan dari 5V ke 7–9V untuk menyuplai Arduino Uno, sehingga lebih stabil dan tidak terganggu oleh lonjakan arus dari servo.

4) Bagian Penyekat Penyimpanan Sampah

Setelah proses deteksi dan pemilahan oleh sensor dan aktuator, sampah akan diarahkan ke dua wadah penyimpanan terpisah berdasarkan jenisnya, yaitu kaleng dan botol plastik. Kedua wadah ini memiliki ukuran yang sama, yaitu panjang 750 mm × lebar 400 mm × tinggi 800 mm, dan dilengkapi penyekat permanen di bagian tengah sebagai pemisah fisik antar jenis sampah. Material yang digunakan pada penyekat bersifat kokoh namun ringan untuk memudahkan pengangkutan serta proses pembersihan.

5) Sistem Insentif



Gambar 3. 4 Servo koin

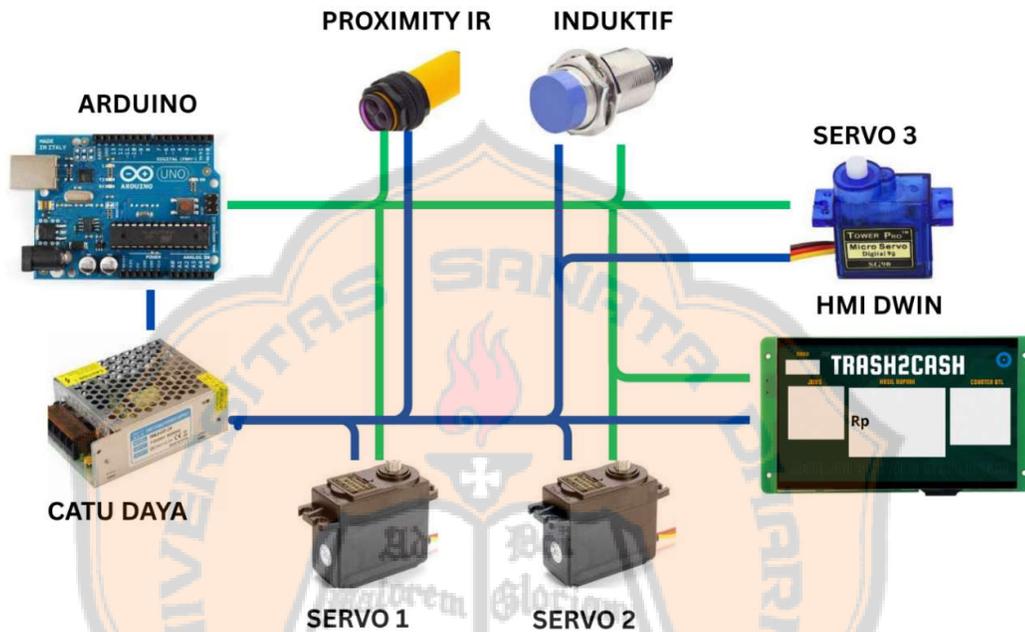
Motor servo ketiga menggunakan seri SG90. Servo ini berfungsi untuk memberikan insentif kepada pengguna berupa koin fisik 100 rupiah. Koin ini disimpan dalam wadah berbentuk tabung, yang menggunakan gaya gravitasi untuk menyuplai koin dan untuk mengirimkan koin ke wadah untuk diambil oleh pengguna.

6) Bagian Pintu Belakang (Akses Servis dan Pemeliharaan)

Untuk mendukung kegiatan pemeliharaan alat, pengambilan sampah yang telah terkumpul, serta pengisian ulang koin insentif, alat ini dilengkapi dengan pintu akses di bagian belakang. Pintu ini berukuran tinggi 800 mm dan lebar 1200 mm, cukup besar untuk memudahkan petugas dalam mengambil sampah serta mengakses kotak pengendali dan sistem pemberi koin. Pintu menggunakan engsel dan pengunci yang kuat agar aman saat alat dioperasikan

3.2.Rancang Bangun Sistem Elektrikal

Perancangan sistem elektronik Trash2Cash bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam satu sistem otomasi yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno. Skematik rangkaian ditampilkan pada Gambar 3.5 berikut ini:



Gambar 3. 5 Rangkaian Sistem Elektronik Trash2Cash

A. Komponen Utama

Beberapa komponen utama yang digunakan dalam sistem ini antara lain:

- a. Arduino Uno R3 sebagai unit kontrol utama.
- b. Sensor infrared untuk mendeteksi keberadaan objek non-logam (seperti botol plastik).
- c. Sensor Induktif untuk mendeteksi material logam (kaleng).
- d. Sensor *Load Cell* untuk menghitung berat sampah
- e. Tiga buah motor servo masing-masing untuk:
 - i. Pemilah arah (motor servo MG995)
 - ii. Pendorong sampah (motor servo MG995)
 - iii. Pengeluaran koin (motor servo SG90)
- f. TFT LCD 4.3'' DWIN HMI sebagai tampilan antarmuka pengguna.

- g. Catu daya eksternal untuk memberi daya ke motor dan sensor secara terpisah dari Arduino guna mencegah penurunan tegangan.

B. Integrasi Rangkaian

Sensor infrared dan induktif dan modul HX711 masing-masing disuplai oleh sumber daya eksternal 5V yang sama dan memiliki koneksi GND bersama. Output dari kedua sensor dihubungkan ke pin digital Arduino (dalam skematik disambungkan ke pin D4, D5, D6 dan D7) untuk membaca sinyal deteksi.

Ketiga motor servo dikendalikan oleh Arduino melalui pin PWM (masing-masing pada pin D3, D5, dan D9), dengan jalur sinyal (*pulse*) yang terhubung langsung ke Arduino. Namun, sumber daya (VCC) servo tidak diambil dari pin 5V Arduino, melainkan dari catu daya eksternal agar cukup kuat menangani beban arus dari motor servo.

HMI DWIN TFT 3.5" berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna. Modul ini terhubung ke Arduino melalui komunikasi serial, yaitu pin TX dan RX yang dihubungkan ke pin D0 (RX) dan D1 (TX) Arduino. Jalur GND dan 5V juga dihubungkan untuk memberi daya pada modul HMI.

C. Sistem Daya

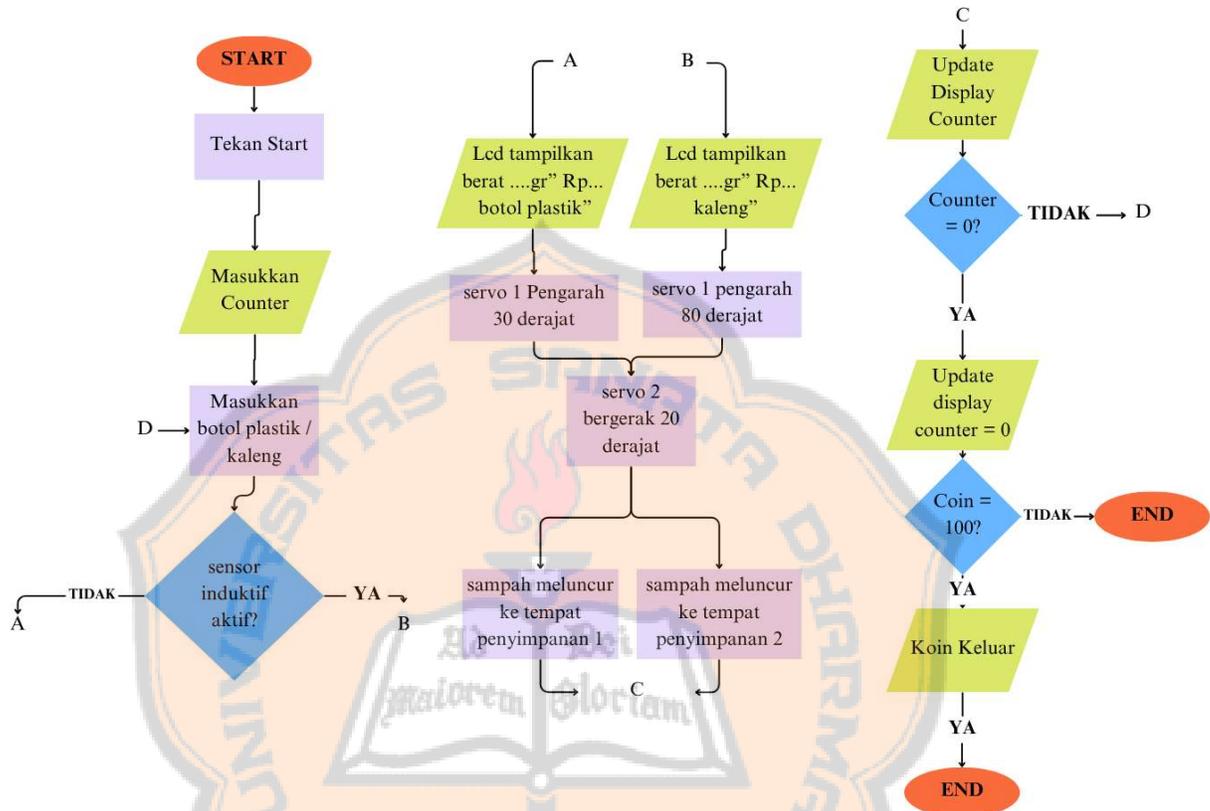
Catu daya eksternal digunakan untuk menyuplai tegangan 5V ke sensor, motor servo, dan HMI. Jalur *ground* dari semua komponen dihubungkan menjadi satu titik *ground* bersama dengan Arduino untuk memastikan referensi tegangan yang sama dan mencegah error sinyal.

D. Alur Kerja Rangkaian

- a. *Load cell* dan modul HX711 mendeteksi berat sampah
- b. Sensor infrared dan induktif aktif mendeteksi jenis material berdasarkan sinyal dari sensor:
 - i. Jika hanya infrared aktif → botol plastik
 - ii. Jika infrared dan induktif aktif → kaleng
- c. Arduino memproses masukan dan menggerakkan servo pengarah ke arah jenis material.
- d. Setelah itu, servo pembuang mendorong benda ke tempat yang sesuai.
- e. Sistem menghitung jumlah benda dan menampilkannya di HMI.
- f. Jika akumulasi mencapai nilai tertentu (misal Rp100), servo koin akan bergerak untuk mengeluarkan satu koin.

3.3. Rancang Bangun Program

TRASH2CASH FLOWCHART



Gambar 3. 6 Flowchart Sistem Trash2Cash

Gambar 3.6 merupakan perancangan sistem program Trash2Cash dilakukan dengan pendekatan logika terstruktur berbasis flowchart, yang menggambarkan alur kerja alat secara menyeluruh dari awal hingga akhir proses. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler (Arduino/ESP32) dan diintegrasikan dengan antarmuka pengguna melalui layar HMI DWIN. Berikut adalah uraian tahapan program

A. Inisialisasi Sistem

Proses dimulai saat pengguna memasukkan sampah ke mesin melalui lubang masuk. Sistem kemudian memilah jenis sampah dan membuang sesuai jenis sampahnya.

B. Proses Deteksi dan Klasifikasi Sampah

Saat Pengguna memasukkan sampah botol plastik atau kaleng ke dalam alat, sensor *Load Cell* modul HX711 mendeteksi berat sampah Sensor infrared dan sensor induktif bekerja secara bersamaan untuk mendeteksi jenis material:

- a. Jika hanya sensor infrared aktif, sistem mengidentifikasi botol plastik.
- b. Jika sensor infrared dan sensor induktif aktif, sistem mengidentifikasi kaleng (logam).

Data berat dan nominal uang ditampilkan pada layar HMI sesuai dengan jenis barang terdeteksi.

C. Kontrol Aktuator Pemilah

Berdasarkan hasil deteksi, sistem akan menggerakkan servo pengarah (motor servo 1) ke posisi tertentu:

- a. 30 derajat untuk botol plastik
- b. 80 derajat untuk kaleng

Kemudian, servo pendorong (motor servo 2) akan aktif dan bergerak sebesar 20 derajat untuk mendorong sampah ke tempat penyimpanan yang sesuai.

D. Penghitungan dan Update Display

Setelah pemilahan, sistem melakukan:

- a. Penambahan jumlah benda yang diproses
- b. Pembaharuan tampilan *counter* di layar HMI
- c. Menjalankan pengatur waktu

Jika *timer* mencapai nilai 0, sistem akan meriset jumlah benda yang dimasukkan oleh pengguna, total jumlah dan hasil rupiah akan kembali ke 0.

E. Sistem Reward Koin

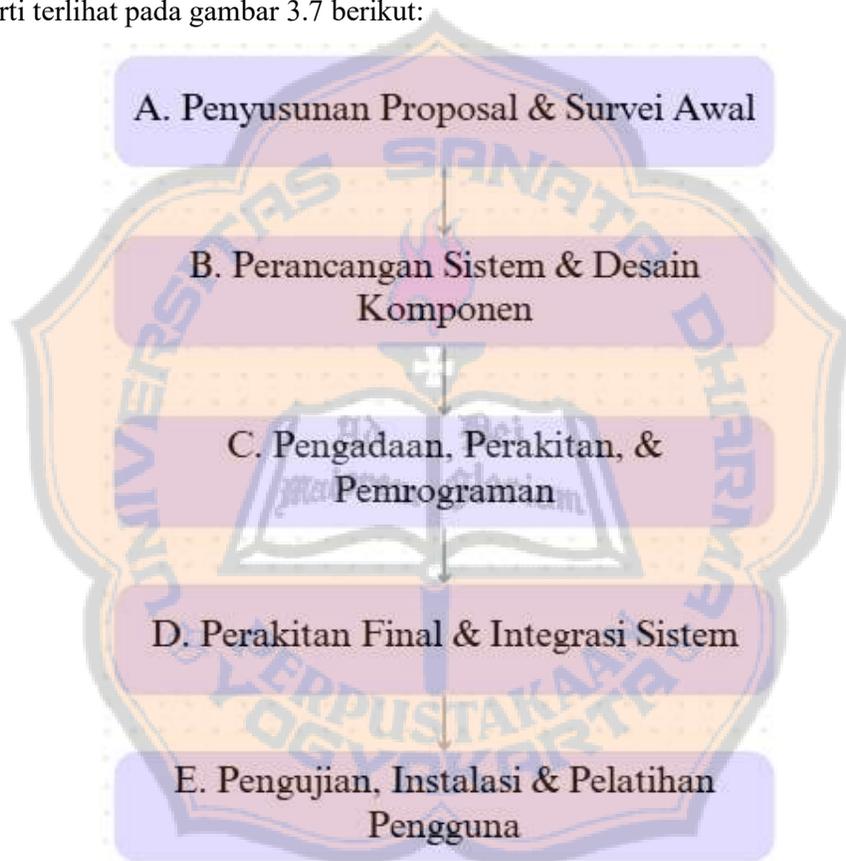
Sistem akan memeriksa apakah jumlah akumulasi koin telah mencapai Rp100 (berdasarkan 10 benda bernilai Rp10/benda). Jika ya, maka motor servo koin akan aktif untuk mengeluarkan satu koin sebagai bentuk *reward*. Setelah koin keluar, sistem kembali ke kondisi awal atau berhenti jika seluruh proses telah selesai

F. Reset dan Perulangan

Jika *timer* belum habis, sistem akan kembali ke proses deteksi dan pengolahan benda berikutnya. Namun, jika *timer* habis dan koin belum mencapai Rp100, sistem berhenti dan reset untuk memulai ulang.

3.4. Rencana Pelaksanaan

Rancang Bangun Trash2Cash ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan utama seperti terlihat pada gambar 3.7 berikut:

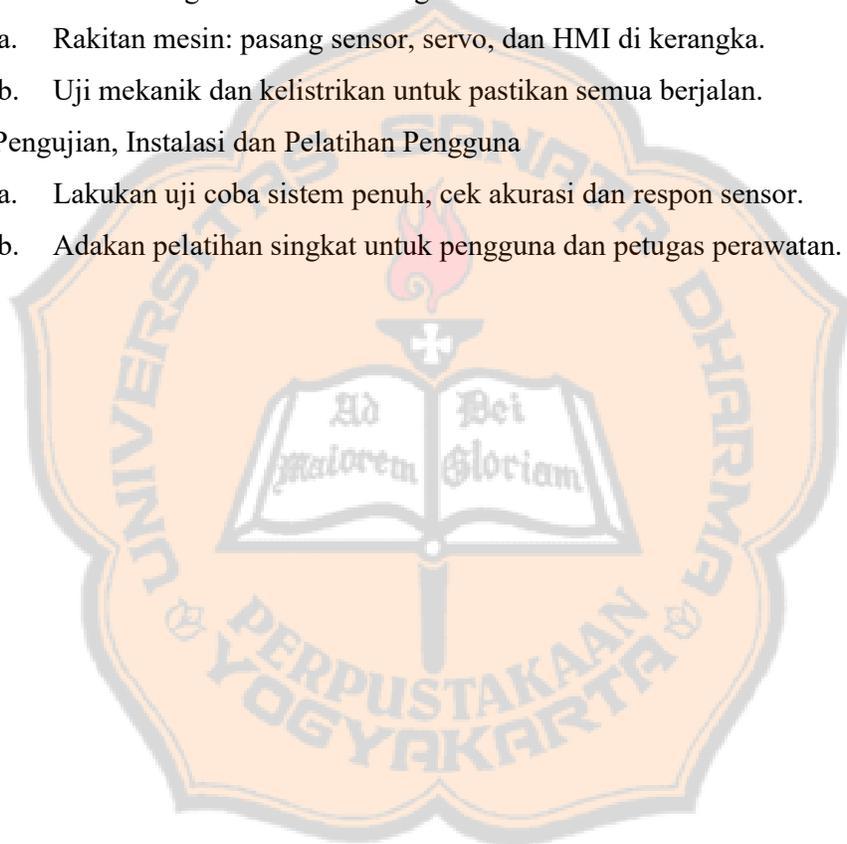


Gambar 3. 7 Metode Rancang Bangun Trash2Cash

Secara lebih detail, Rancang Bangun Trash2Cash adalah sebagai berikut:

- A. Penyusunan Proposal dan Survei Lapangan
a. Pembuatan proposal lengkap: masalah, tujuan, solusi, spesifikasi teknis, anggaran, dan timeline.
b. Survei kondisi pengelolaan sampah dan wawancara petugas.

- B. Perancangan Sistem dan Pemilihan Komponen
 - a. Desain Rancang skema kerja sistem pemilahan otomatis berbasis Arduino Uno.
 - b. Desain tata letak mesin dan mekanisme pemilahan. Perancangan Alat (Mekanik, Elektronik, Program).
- C. Pembelian komponen dan pembuatan alat
 - a. Pembelian komponen dan bahan
 - b. Pembuatan prototipe di *breadboard*.
 - c. *Debugging* dan optimasi program.
- D. Perakitan Kerangka Mesin dan Integrasi Sistem
 - a. Rakitan mesin: pasang sensor, servo, dan HMI di kerangka.
 - b. Uji mekanik dan kelistrikan untuk pastikan semua berjalan.
- E. Pengujian, Instalasi dan Pelatihan Pengguna
 - a. Lakukan uji coba sistem penuh, cek akurasi dan respon sensor.
 - b. Adakan pelatihan singkat untuk pengguna dan petugas perawatan.



ABSTRACT

The increasingly consumptive behavior of humans, driven by technological advancements and modern conveniences, has led to a decline in environmental awareness, particularly in waste management. This study aims to design and develop a prototype of an automatic waste-sorting machine based on Arduino, which provides incentives or rewards as a means to encourage public awareness of environmental cleanliness.

The prototype is built using an Arduino Uno microcontroller, integrated with a Human-Machine Interface (HMI) through DWIN, and equipped with inductive and proximity sensors to detect and sort types of waste. The system is capable of distinguishing between plastic bottles and aluminum cans, and automatically directing them to separate storage compartments.

Test results show that the system operates reliably, with sensors accurately identifying the types of waste. The user interface is also intuitive and easy to use. This system is expected to serve as a practical solution that promotes greater public concern and responsibility for maintaining a clean and sustainable environment.

Keywords: *Automatic waste sorter, Arduino Uno, Inductive and proximity sensors, DWIN HMI interface , Incentive system, Waste management, Plastic bottles and cans*

DAFTAR ISI

RANCANG BANGUN TRASH2CASH: MESIN PENUKAR KALENG DAN BOTOL PLASTIK BEKAS MENJADI UANG.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS.....	v
MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	x
<i>ABSTRACT</i>	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Inspirasi Sistem Pfand Jerman dan Transformasi Sosial Melalui Insentif.....	4
2.2. Teknologi Pemilah Sampah Berbasis Sensor sebagai Solusi Efisien dan Replikatif.....	4
2.3. Efektivitas Insentif Finansial dan Sosial dalam Meningkatkan Partisipasi Daur.....	4

BAB III METODE PENELITIAN	6
3.1. Rancang Bangun Sistem Mekanik	6
3.2. Rancang Bangun Sistem Elektrikal	6
3.3. Rancang Bangun Program	6
3.4. Rencana Pelaksanaan	6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1. Hasil Mesin Rancang Bangun Trash2Cash: Mesin Penukar Kaleng Dan Botol Plastik Bekas Menjadi Uang	15
G. Sistem Insentif	16
H. Loadcell dan HX711	15
4.2. Pembahasan.....	15
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	25
5.1 Kesimpulan.....	25
5.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Desain Mesin Trash2Cash.....	6
Gambar 3.2 Desain HMI Trash2Cash	7
Gambar 3.3 Desain Sistem Kotak Kendali Trash2Cash.....	8
Gambar 3. 4 Servo koin	10
Gambar 3. 5 Rangkaian Sistem Elektronik Trash2Cash	11
Gambar 3. 6 Flowchart Sistem Trash2Cash.....	13
Gambar 3. 7 Metode Rancang Bangun Trash2Cash.....	15
Gambar 4. 1 Sistem Rancang Bangun Trash2Cash.....	17
Gambar 4. 2 Rangka Mesin.....	18
Gambar 4. 3 HMI <i>Counting</i>	19
Gambar 4. 4 Deteksi Logam	20
Gambar 4. 5 Deteksi Plastik.....	21
Gambar 4. 6 Gerakan Pemilah Plastik	22
Gambar 4. 7 Gerakan Pemilah Kaleng.....	22
Gambar 4. 8 Mesin Tampak Belakang.....	23
Gambar 4. 9 Tampilan HMI Virtual	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rancangan Alat..... 28

Lampiran 2 Rangkaian Elektronik 29

Lampiran 3 Hasil Alat 29

Lampiran 4 Program..... 29

Lampiran 5 Datasheet Komponen..... 29



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Yogyakarta saat ini menghadapi tantangan serius dalam pengelolaan pemilahan sampah, terutama di tengah meningkatnya volume timbulan sampah anorganik. Berdasarkan data triwulan pertama 2025, Kabupaten Sleman telah mengangkut sekitar 6.000 ton sampah, di mana 40–54% di antaranya merupakan sampah anorganik yang memerlukan proses pemilahan lebih lanjut sebelum dapat didaur ulang secara efektif [1]. Kondisi ini diperparah menjelang libur panjang seperti Lebaran, di mana timbulan sampah harian di wilayah Yogyakarta diprediksi melonjak hingga 550 ton per hari [2]. Sayangnya, sebagian besar sampah tersebut masih tercampur karena sistem pemilahan dari sumber belum berjalan optimal, baik di rumah tangga, asrama, maupun tempat umum. Pemkot Yogyakarta pun telah mengimbau pengetatan pengawasan terhadap pembuangan sampah liar, namun keterbatasan teknologi dan partisipasi masyarakat masih menjadi kendala utama dalam mengatasi permasalahan ini.

Menanggapi isu tersebut di tingkat komunitas, Romo Tito, pengelola kegiatan lingkungan di *Student Residence USD* (Universitas Sanata Dharma), telah menginisiasi upaya pemilahan sampah plastik dan non-plastik dengan menyediakan dua tempat sampah terpisah. Inisiatif ini bertujuan meningkatkan kesadaran mahasiswa terhadap pentingnya menjaga lingkungan dan mendukung program daur ulang, khususnya untuk botol plastik dan kaleng. Namun, sistem pemilahan manual yang dijalankan menghadapi kendala signifikan. Prosesnya memakan waktu hingga 2 jam setiap hari dan sering mengalami kesalahan pemilahan, menyebabkan tingkat kontaminasi plastik mencapai 30%. Selain itu, rendahnya partisipasi mahasiswa hanya sekitar 15% juga menjadi hambatan, sebagian besar disebabkan oleh kurangnya insentif serta tidak tersedianya fasilitas berbasis teknologi yang memudahkan dan memotivasi keterlibatan.

Sebagai solusi atas permasalahan ini, tim pengusul menawarkan Trash2Cash, sebuah inovasi mesin pemilah sampah otomatis berbasis Arduino yang difokuskan untuk memisahkan botol plastik dan kaleng secara efisien. Sistem ini menggunakan Induktif Proximity Sensor (LJ12A3) dan Sensor Proximity E18-D80NK untuk membedakan material logam dan non-logam secara otomatis, dibantu oleh servo MG995 yang akan

mengarahkan sampah ke kontainer yang sesuai. Untuk meningkatkan partisipasi pengguna, terutama mahasiswa, mesin ini dilengkapi sistem insentif berbasis poin, di mana setiap interaksi akan memberikan koin yang dapat ditukar, serta antarmuka HMI *display* untuk menampilkan informasi dan volume kontainer secara *real-time*. Dengan sistem ini, Trash2Cash tidak hanya menjawab kebutuhan teknis pemilahan yang lebih cepat dan akurat, tetapi juga mendorong keterlibatan komunitas melalui pendekatan edukatif dan insentif.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang sistem pemilahan sampah otomatis berbasis sensor untuk membedakan botol plastik dan kaleng secara efisien di lingkungan asrama?
- b. Bagaimana meningkatkan partisipasi mahasiswa dalam kegiatan pemilahan sampah melalui penerapan sistem insentif berbasis poin dan *reward* ?
- c. Bagaimana mengintegrasikan teknologi HMI dan Arduino secara *real-time* guna mendukung keberlanjutan sistem pengelolaan sampah asrama?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengurangi beban kerja manual dalam pemilahan sampah.
- b. Meningkatkan partisipasi mahasiswa melalui sistem insentif.
- c. Memastikan keberlanjutan pengelolaan sampah dengan teknologi otomasi

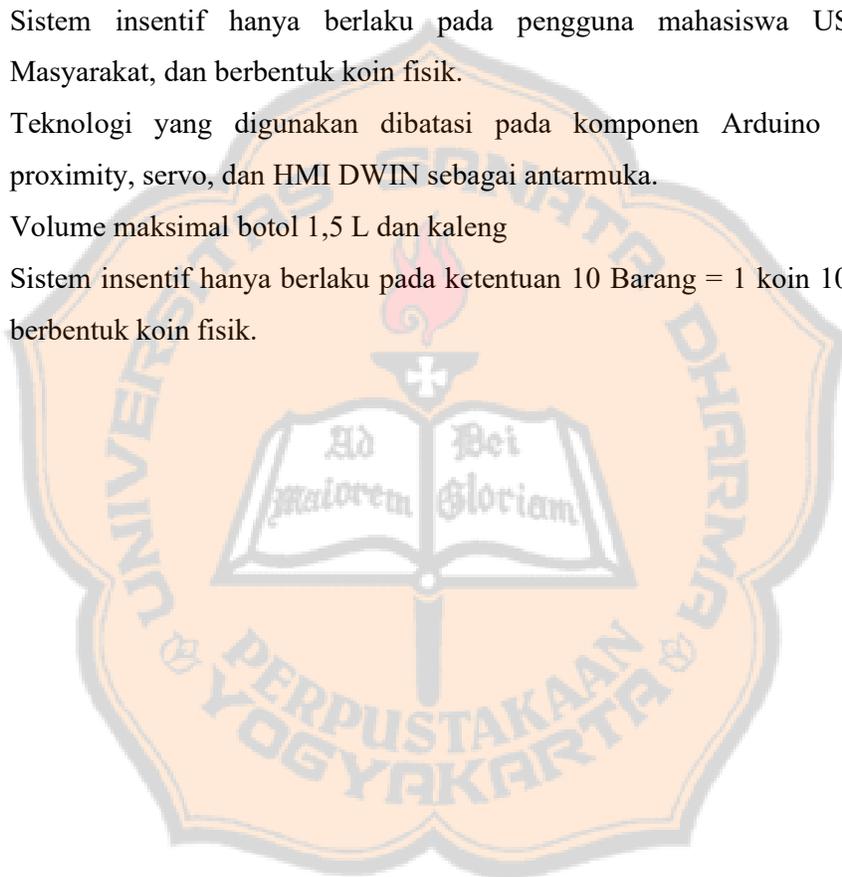
1.4. Manfaat Penelitian

- a. Bagi Mahasiswa
 - 1) Meningkatkan kesadaran mahasiswa tentang daur ulang.
 - 2) Memberikan pengalaman langsung dalam pemanfaatan teknologi mikrokontroler dan sensor untuk solusi lingkungan.
 - 3) Menumbuhkan sikap peduli terhadap lingkungan melalui insentif nyata (*reward*) dari hasil pemilahan sampah.
 - 4) Memberikan peluang penelitian lanjutan atau pengembangan sistem serupa sebagai tugas akhir.
- b. Bagi Pengelola
 - 1) Efisiensi waktu Pemilahan sampah otomatis mengurangi pekerjaan pemilahan sampah
 - 2) Penghematan biaya Pengurangan biaya tenaga kerja dan operasional.

- 3) Meningkatkan citra institusi sebagai kampus yang mendukung inovasi dan berwawasan lingkungan.
- 4) Menjadi sarana edukatif dan inspiratif untuk kegiatan sosial, green campus, dan kampanye lingkungan berkelanjutan.

1.5. Batasan Masalah

- a. Fokus pengembangan alat hanya terbatas pada pemilahan sampah anorganik jenis botol plastik (PET) dan kaleng logam (Aluminium).
- b. Sistem insentif hanya berlaku pada pengguna mahasiswa USD maupun Masyarakat, dan berbentuk koin fisik.
- c. Teknologi yang digunakan dibatasi pada komponen Arduino uno, sensor proximity, servo, dan HMI DWIN sebagai antarmuka.
- d. Volume maksimal botol 1,5 L dan kaleng
- e. Sistem insentif hanya berlaku pada ketentuan 10 Barang = 1 koin 100 perak dan berbentuk koin fisik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Inspirasi Sistem Pfand Jerman dan Transformasi Sosial Melalui Insentif

Sistem Pfand (Deposit Return Scheme/DRS) di Jerman menjadi inspirasi utama dalam pengembangan Trash2Cash karena keberhasilannya dalam mendorong daur ulang melalui insentif finansial, dengan tingkat pengembalian botol plastik yang mencapai 97,4% [3]. keberhasilan teknis tersebut memunculkan dimensi sosial yang kompleks, seperti fenomena pfandsammler—orang-orang yang mengandalkan botol bekas untuk penghasilan harian—yang menimbulkan dilema antara solidaritas sosial dan ketimpangan struktural.[4] menambahkan bahwa DRS telah menciptakan sistem sosial informal di Berlin di mana botol sengaja diletakkan di tempat umum agar dapat diambil oleh pfandsammler, membuktikan bahwa sistem insentif dapat membentuk budaya kolektif baru. Disisi lain penerimaan publik terhadap program keberlanjutan sangat dipengaruhi oleh emosi, harapan, dan relevansi ekonomi lokal [5]. Konteks inilah yang mendorong rancangan sistem Trash2Cash—menggabungkan konsep insentif dari DRS Jerman dengan nilai-nilai lokal seperti pemberdayaan komunitas dan edukasi lingkungan—dengan pendekatan yang ramah secara sosial dan teknologis, seperti penggunaan koin hadiah dari biji bunga dan keterlibatan UMKM lokal. Trash2Cash dirancang bukan hanya sebagai alat pemilah sampah, tetapi sebagai alat transformasi sosial yang mendorong perubahan perilaku melalui penghargaan nyata, menumbuhkan harapan, dan menciptakan sirkulasi ekonomi lokal yang berkelanjutan.

2.2. Teknologi Pemilah Sampah Berbasis Sensor sebagai Solusi Efisien dan Replikatif

Keberadaan sampah dari hari ke hari selalu mengalami kenaikan. Di tahun 2019 sampah di Indonesia mencapai 98 juta ton [6]. Pengelompokkan sampah yang tidak dilakukan dengan baik dapat menghambat pengelolaan sampah. Pemilahan sampah menjadi kebutuhan mendesak seiring meningkatnya volume limbah global yang diperkirakan akan meningkat tiga kali lipat pada tahun 2050, sementara sebagian besar sampah di Indonesia masih belum dipilah dan langsung dibuang ke TPA [7]. Selain mengurangi beban lingkungan dan risiko kesehatan, pemilahan juga penting untuk mendaur ulang logam, yang dapat menghemat hingga 95% energi dibandingkan produksi logam dari bahan mentah [8]. Manajemen sampah cerdas, termasuk sistem pemilahan sampah berdasarkan jenisnya, sangat mendukung program "Sistem

Manajemen dan Kategorisasi Sampah Cerdas" untuk menunjang pengembangan kota modern. [9] Untuk itu, teknologi berbasis Arduino dan sensor seperti proximity terbukti efektif dalam memilah sampah secara otomatis. Sistem berbasis sensor elektrik dilakukan dengan tingkat akurasi evaluasi keseluruhan sebesar 94%. [10], dan penggunaan dua sensor proximity secara bersamaan terbukti meningkatkan akurasi hingga 78% dibanding satu sensor [8]. Sedangkan 22% mengalami kesalahan deteksi, di mana kesalahan terbesar terjadi pada deteksi botol plastik transparan kosong. [11] Di samping kinerjanya yang baik, sistem ini juga dinilai efisien secara biaya karena menggunakan komponen murah, terbuka, dan mudah direplikasi, sehingga cocok diterapkan di skala kecil maupun komunitas.

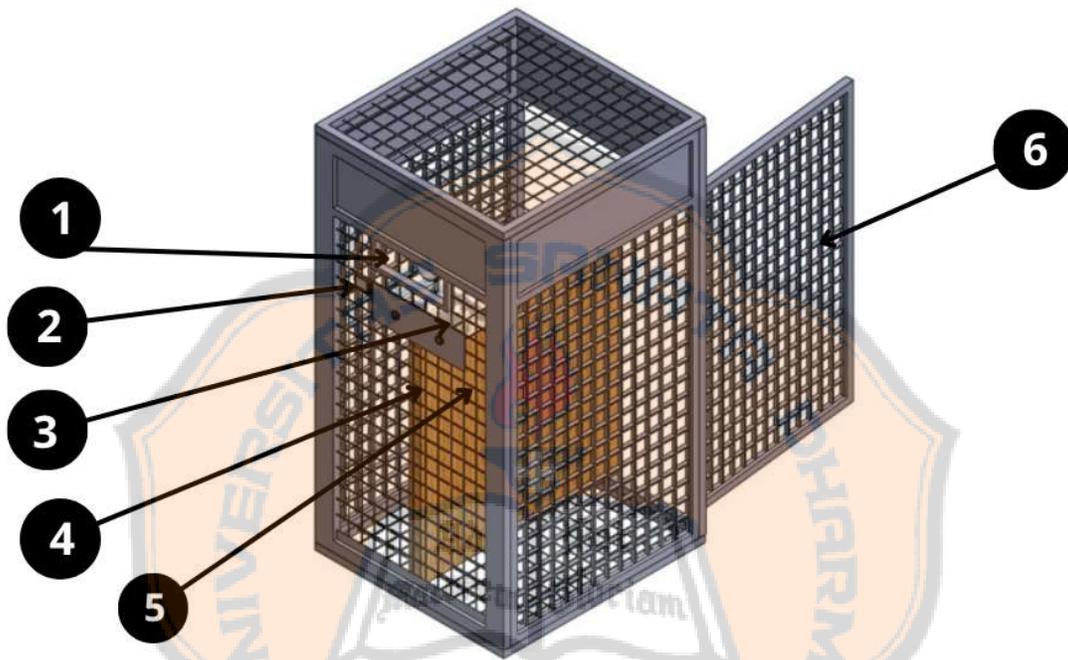
2.3. Efektivitas Insentif Finansial dan Sosial dalam Meningkatkan Partisipasi Daur

Penerapan insentif terbukti berperan signifikan dalam mendorong partisipasi masyarakat terhadap kegiatan pemilahan dan pengelolaan sampah. [12], baik insentif finansial maupun non-finansial mampu menurunkan konsumsi sumber daya, khususnya air, dengan dampak lebih besar ditunjukkan oleh insentif non-finansial, terutama bagi individu dengan sikap pro-lingkungan. Hal serupa dikemukakan oleh Wang [13], yang menemukan bahwa insentif finansial dan non-finansial memiliki pengaruh positif terhadap minat masyarakat untuk ikut serta dalam daur ulang daring, dengan persepsi nilai yang dimediasi oleh jarak waktu pemberian insentif—di mana insentif non-finansial lebih efektif dalam jangka pendek dan insentif finansial lebih dihargai dalam jangka panjang. Bucciol [14] mendukung temuan tersebut dalam konteks pengelolaan sampah kota, di mana kombinasi skema insentif pay-as-you-throw (PAYT) dan sistem pengumpulan door-to-door (DtD) secara signifikan meningkatkan rasio sampah terpilah terhadap total sampah sebesar 17% dan 15,7%. Ketiga studi ini menunjukkan bahwa pemberian insentif yang tepat, baik dalam bentuk uang maupun pengakuan sosial, mampu meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam sistem pemilahan sampah secara berkelanjutan

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Rancang Bangun Sistem Mekanik

Gambar desain Kerangka Rancang Bangun Trash2Cash: Mesin Penukar Kaleng Dan Botol Plastik Bekas Menjadi Uang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Mesin Trash2Cash

Berikut desain Kerangka mesin Trash2Cash dirancang untuk menampung seluruh sistem mekanik dan elektronik dalam satu unit yang kokoh, fungsional, dan mudah diakses untuk perawatan. Setiap bagian dari mesin ini disusun dengan mempertimbangkan alur kerja mulai dari proses memasukkan sampah, deteksi jenis material, pemilahan otomatis, hingga penyimpanan dan pemberian insentif. Berikut adalah uraian komponen utama pada kerangka mesin Trash2Cash:

1) Bagian Masuk Sampah (Lubang Masuk)

Bagian Lubang Masuk dirancang sebagai tempat masuknya sampah botol plastik dan kaleng ke dalam sistem pemilah. Inlet ini berbentuk persegi panjang dengan dimensi panjang 200 mm dan tinggi 100 mm, disesuaikan agar hanya satu Barang sampah dapat dimasukkan dalam satu waktu guna memastikan akurasi deteksi oleh sensor. Inlet terhubung langsung ke pipa paralon vertikal yang menjadi jalur utama menuju sistem deteksi dan pemilahan.

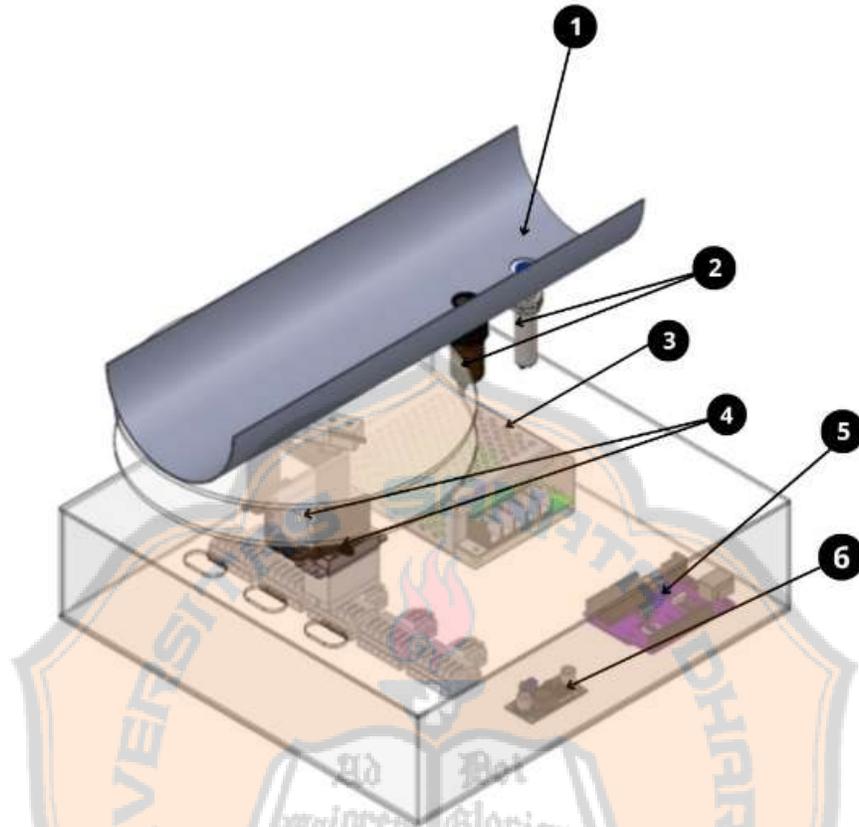
2) Sistem *Counter* HMI DWIN

Gambar 3.2 Desain HMI Trash2Cash

Sistem pengisian jumlah data masukan pada mesin Trash2Cash dirancang menggunakan fitur *counter* yang ditampilkan melalui HMI DWIN. HMI ini berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna untuk menampilkan jumlah botol yang sudah diproses oleh mesin.

Nilai *counter* yang ditampilkan otomatis pada HMI sesuai dengan jumlah sampah yang dimasukkan ke dalam mesin.

3) Kotak Kendali



Gambar 3.3 Desain Sistem Kotak Kendali Trash2Cash

Kotak Pengendali berfungsi sebagai pusat integrasi seluruh sistem elektronik dan mekanik pada mesin Trash2Cash. Di dalam kotak ini terdapat berbagai komponen utama yang berperan dalam proses deteksi, pemilahan, serta pengendalian perangkat secara keseluruhan. Berikut adalah isi dan fungsi masing-masing komponen di dalam kotak pengendali:

1. Pipa Paralon (Jalur masukan)

Diposisikan secara vertikal sebagai tempat masuk sampah. Di dalam box, pipa ini menjadi jalur utama dari sensor ke sistem pemilah.

2. Sensor Infrared & Induktif

Dipasang bersebelahan dengan jalur input pipa paralon.

a. Sensor Induktif pertama mendeteksi logam (kaleng)

b. Sensor infrared kedua sebagai verifikasi logika (aktif bersamaan = kaleng, hanya satu = plastik)

3. Catu Daya 5V 10A

Digunakan untuk menyuplai daya ke servo motor (MG995) dan sensor-sensor yang membutuhkan arus tinggi. Keluaran langsung dari catu daya disalurkan ke:

- a. Motor servo pengarah
- b. Motor servo pendorong/pembuang
- c. Sensor infrared dan sensor induktif

4. Motor Servo MG995 dan Timbangan Elektrik

- a. Motor servo pengarah: Mengatur jalur pemilahan sesuai jenis sampah.
- b. Motor servo pembuang: Mendorong sampah jatuh ke dalam wadah.
- c. *Loadcell* dan modul HX711 Untuk melakukan pengukuran berat digunakan *loadcell* yang akan mengirimkan sinyal dan diubah menjadi bilangan integer oleh modul HX711

5. Arduino Uno

Berperan sebagai otak dari sistem. Arduino menerima data dari sensor dan mengatur pergerakan servo serta komunikasi ke HMI DWIN.

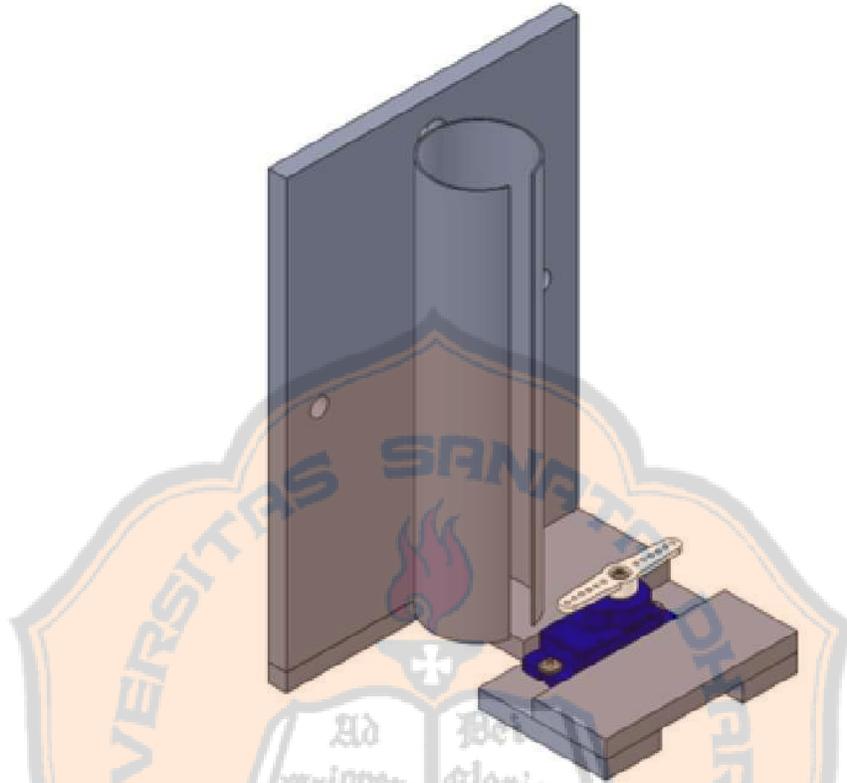
6. Step-Up Converter (DC-DC Boost Converter)

Digunakan untuk menaikkan tegangan dari 5V ke 7–9V untuk menyuplai Arduino Uno, sehingga lebih stabil dan tidak terganggu oleh lonjakan arus dari servo.

4) Bagian Penyekat Penyimpanan Sampah

Setelah proses deteksi dan pemilahan oleh sensor dan aktuator, sampah akan diarahkan ke dua wadah penyimpanan terpisah berdasarkan jenisnya, yaitu kaleng dan botol plastik. Kedua wadah ini memiliki ukuran yang sama, yaitu panjang 750 mm × lebar 400 mm × tinggi 800 mm, dan dilengkapi penyekat permanen di bagian tengah sebagai pemisah fisik antar jenis sampah. Material yang digunakan pada penyekat bersifat kokoh namun ringan untuk memudahkan pengangkutan serta proses pembersihan.

5) Sistem Insentif



Gambar 3. 4 Servo koin

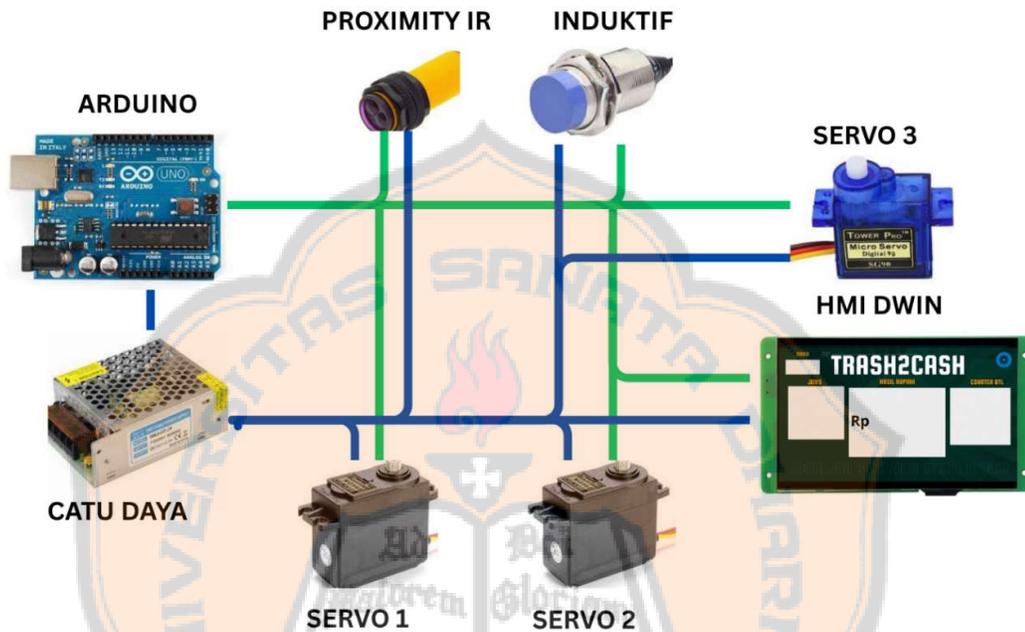
Motor servo ketiga menggunakan seri SG90. Servo ini berfungsi untuk memberikan insentif kepada pengguna berupa koin fisik 100 rupiah. Koin ini disimpan dalam wadah berbentuk tabung, yang menggunakan gaya gravitasi untuk menyuplai koin dan untuk mengirimkan koin ke wadah untuk diambil oleh pengguna.

6) Bagian Pintu Belakang (Akses Servis dan Pemeliharaan)

Untuk mendukung kegiatan pemeliharaan alat, pengambilan sampah yang telah terkumpul, serta pengisian ulang koin insentif, alat ini dilengkapi dengan pintu akses di bagian belakang. Pintu ini berukuran tinggi 800 mm dan lebar 1200 mm, cukup besar untuk memudahkan petugas dalam mengambil sampah serta mengakses kotak pengendali dan sistem pemberi koin. Pintu menggunakan engsel dan pengunci yang kuat agar aman saat alat dioperasikan

3.2.Rancang Bangun Sistem Elektrikal

Perancangan sistem elektronik Trash2Cash bertujuan untuk mengintegrasikan berbagai sensor dan aktuator ke dalam satu sistem otomasi yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Uno. Skematik rangkaian ditampilkan pada Gambar 3.5 berikut ini:



Gambar 3. 5 Rangkaian Sistem Elektronik Trash2Cash

A. Komponen Utama

Beberapa komponen utama yang digunakan dalam sistem ini antara lain:

- a. Arduino Uno R3 sebagai unit kontrol utama.
- b. Sensor infrared untuk mendeteksi keberadaan objek non-logam (seperti botol plastik).
- c. Sensor Induktif untuk mendeteksi material logam (kaleng).
- d. Sensor *Load Cell* untuk menghitung berat sampah
- e. Tiga buah motor servo masing-masing untuk:
 - i. Pemilah arah (motor servo MG995)
 - ii. Pendorong sampah (motor servo MG995)
 - iii. Pengeluaran koin (motor servo SG90)
- f. TFT LCD 4.3" DWIN HMI sebagai tampilan antarmuka pengguna.

- g. Catu daya eksternal untuk memberi daya ke motor dan sensor secara terpisah dari Arduino guna mencegah penurunan tegangan.

B. Integrasi Rangkaian

Sensor infrared dan induktif dan modul HX711 masing-masing disuplai oleh sumber daya eksternal 5V yang sama dan memiliki koneksi GND bersama. Output dari kedua sensor dihubungkan ke pin digital Arduino (dalam skematik disambungkan ke pin D4, D5, D6 dan D7) untuk membaca sinyal deteksi.

Ketiga motor servo dikendalikan oleh Arduino melalui pin PWM (masing-masing pada pin D3, D5, dan D9), dengan jalur sinyal (*pulse*) yang terhubung langsung ke Arduino. Namun, sumber daya (VCC) servo tidak diambil dari pin 5V Arduino, melainkan dari catu daya eksternal agar cukup kuat menangani beban arus dari motor servo.

HMI DWIN TFT 3.5" berfungsi sebagai antarmuka utama bagi pengguna. Modul ini terhubung ke Arduino melalui komunikasi serial, yaitu pin TX dan RX yang dihubungkan ke pin D0 (RX) dan D1 (TX) Arduino. Jalur GND dan 5V juga dihubungkan untuk memberi daya pada modul HMI.

C. Sistem Daya

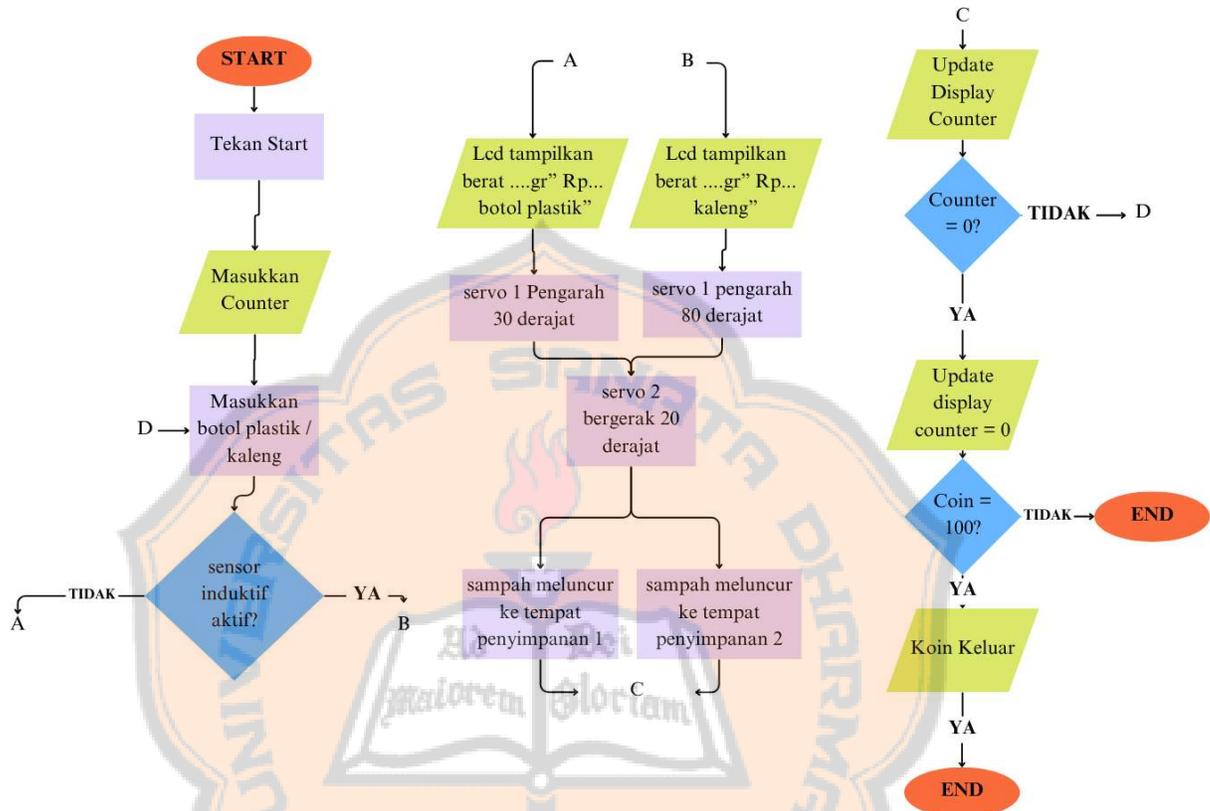
Catu daya eksternal digunakan untuk menyuplai tegangan 5V ke sensor, motor servo, dan HMI. Jalur *ground* dari semua komponen dihubungkan menjadi satu titik *ground* bersama dengan Arduino untuk memastikan referensi tegangan yang sama dan mencegah error sinyal.

D. Alur Kerja Rangkaian

- a. *Load cell* dan modul HX711 mendeteksi berat sampah
- b. Sensor infrared dan induktif aktif mendeteksi jenis material berdasarkan sinyal dari sensor:
 - i. Jika hanya infrared aktif → botol plastik
 - ii. Jika infrared dan induktif aktif → kaleng
- c. Arduino memproses masukan dan menggerakkan servo pengarah ke arah jenis material.
- d. Setelah itu, servo pembuang mendorong benda ke tempat yang sesuai.
- e. Sistem menghitung jumlah benda dan menampilkannya di HMI.
- f. Jika akumulasi mencapai nilai tertentu (misal Rp100), servo koin akan bergerak untuk mengeluarkan satu koin.

3.3. Rancang Bangun Program

TRASH2CASH FLOWCHART



Gambar 3. 6 Flowchart Sistem Trash2Cash

Gambar 3.6 merupakan perancangan sistem program Trash2Cash dilakukan dengan pendekatan logika terstruktur berbasis flowchart, yang menggambarkan alur kerja alat secara menyeluruh dari awal hingga akhir proses. Sistem ini dikendalikan oleh mikrokontroler (Arduino/ESP32) dan diintegrasikan dengan antarmuka pengguna melalui layar HMI DWIN. Berikut adalah uraian tahapan program

A. Inisialisasi Sistem

Proses dimulai saat pengguna memasukkan sampah ke mesin melalui lubang masuk. Sistem kemudian memilah jenis sampah dan membuang sesuai jenis sampahnya.

B. Proses Deteksi dan Klasifikasi Sampah

Saat Pengguna memasukkan sampah botol plastik atau kaleng ke dalam alat, sensor *Load Cell* modul HX711 mendeteksi berat sampah Sensor infrared dan sensor induktif bekerja secara bersamaan untuk mendeteksi jenis material:

- a. Jika hanya sensor infrared aktif, sistem mengidentifikasi botol plastik.
- b. Jika sensor infrared dan sensor induktif aktif, sistem mengidentifikasi kaleng (logam).

Data berat dan nominal uang ditampilkan pada layar HMI sesuai dengan jenis barang terdeteksi.

C. Kontrol Aktuator Pemilah

Berdasarkan hasil deteksi, sistem akan menggerakkan servo pengarah (motor servo 1) ke posisi tertentu:

- a. 30 derajat untuk botol plastik
- b. 80 derajat untuk kaleng

Kemudian, servo pendorong (motor servo 2) akan aktif dan bergerak sebesar 20 derajat untuk mendorong sampah ke tempat penyimpanan yang sesuai.

D. Penghitungan dan Update Display

Setelah pemilahan, sistem melakukan:

- a. Penambahan jumlah benda yang diproses
- b. Pembaharuan tampilan *counter* di layar HMI
- c. Menjalankan pengatur waktu

Jika *timer* mencapai nilai 0, sistem akan mereset jumlah benda yang dimasukkan oleh pengguna, total jumlah dan hasil rupiah akan kembali ke 0.

E. Sistem Reward Koin

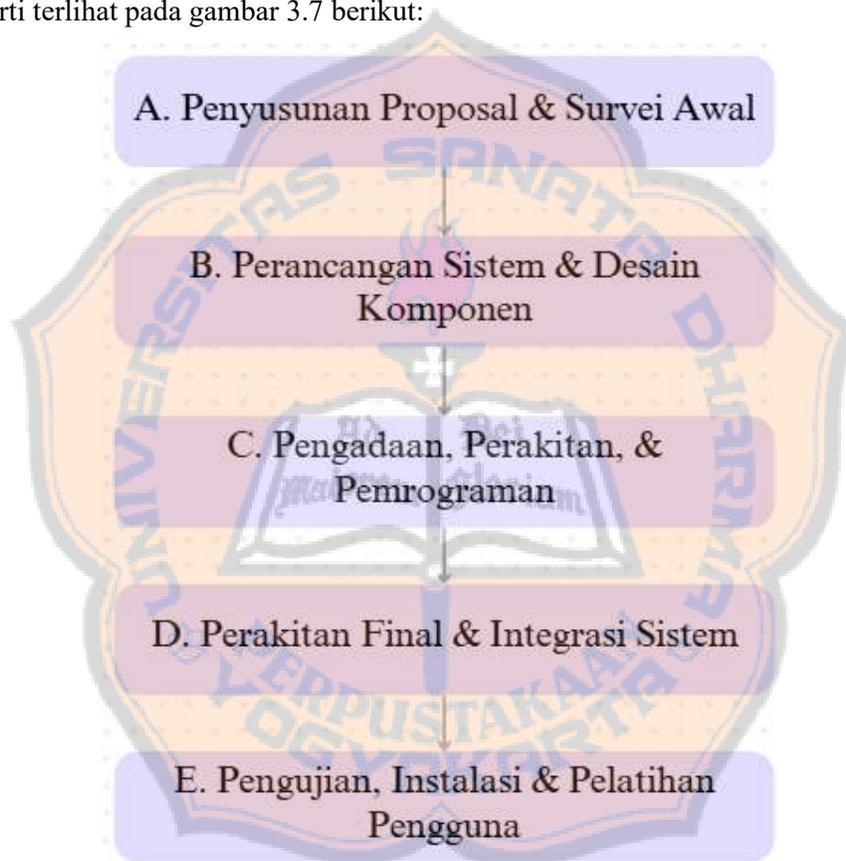
Sistem akan memeriksa apakah jumlah akumulasi koin telah mencapai Rp100 (berdasarkan 10 benda bernilai Rp10/benda). Jika ya, maka motor servo koin akan aktif untuk mengeluarkan satu koin sebagai bentuk *reward*. Setelah koin keluar, sistem kembali ke kondisi awal atau berhenti jika seluruh proses telah selesai

F. Reset dan Perulangan

Jika *timer* belum habis, sistem akan kembali ke proses deteksi dan pengolahan benda berikutnya. Namun, jika *timer* habis dan koin belum mencapai Rp100, sistem berhenti dan reset untuk memulai ulang.

3.4. Rencana Pelaksanaan

Rancang Bangun Trash2Cash ini akan dilakukan dalam beberapa tahapan utama seperti terlihat pada gambar 3.7 berikut:



Gambar 3. 7 Metode Rancang Bangun Trash2Cash

Secara lebih detail, Rancang Bangun Trash2Cash adalah sebagai berikut:

- A. Penyusunan Proposal dan Survei Lapangan
a. Pembuatan proposal lengkap: masalah, tujuan, solusi, spesifikasi teknis, anggaran, dan timeline.
b. Survei kondisi pengelolaan sampah dan wawancara petugas.

- B. Perancangan Sistem dan Pemilihan Komponen
 - a. Desain Rancang skema kerja sistem pemilahan otomatis berbasis Arduino Uno.
 - b. Desain tata letak mesin dan mekanisme pemilahan. Perancangan Alat (Mekanik, Elektronik, Program).
- C. Pembelian komponen dan pembuatan alat
 - a. Pembelian komponen dan bahan
 - b. Pembuatan prototipe di *breadboard*.
 - c. *Debugging* dan optimasi program.
- D. Perakitan Kerangka Mesin dan Integrasi Sistem
 - a. Rakitan mesin: pasang sensor, servo, dan HMI di kerangka.
 - b. Uji mekanik dan kelistrikan untuk pastikan semua berjalan.
- E. Pengujian, Instalasi dan Pelatihan Pengguna
 - a. Lakukan uji coba sistem penuh, cek akurasi dan respon sensor.
 - b. Adakan pelatihan singkat untuk pengguna dan petugas perawatan.

