

Rancang Bangun Desain Pada Alat Mesin Pencacah Plastik Otomatis Untuk Bank Sampah

1st I Gst Arya Agung Putra Naryana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

agungnaryana@student.telkomuniversi
y.ac.id

2nd Ekki Kurniawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ekkekurniawan@telkomuniversity.ac.id

3rd Irham Mulkan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

irhammulkan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Pengelolaan sampah plastik menjadi semakin penting karena dampak negatifnya terhadap lingkungan. Salah satu solusi yang menjanjikan adalah penggunaan mesin pencacah botol plastik terprogram, seperti Reverse Vending Machine (RVM). Sistem ini menggunakan logika IF-ELSE dengan dua sensor infra merah untuk mengklasifikasikan botol berdasarkan jenisnya, namun masih memiliki kelemahan dalam mengenali ukuran botol secara akurat. Untuk mengatasi kekurangan tersebut, mesin ini dilengkapi dengan sensor berat dan fitur pencacah untuk meningkatkan efisiensi pengangkutan dan pengolahan sampah plastik. Komponen mekanis mesin ini mencakup tempat identifikasi botol, sensor dan aktuator, mesin pencacah, serta rangka mesin yang dirancang untuk stabilitas dan kemudahan perawatan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini bekerja sangat baik, dengan akurasi mencapai 90% untuk botol kosong berukuran 600 ml dan 330 ml, serta akurasi 100% untuk botol yang terisi air, membuktikan bahwa sistem ini optimal dalam mengelola botol plastik baik dalam keadaan kosong maupun terisi air.

Kata kunci— Pengelolaan sampah plastik, Mesin pencacah botol, Reverse Vending Machine (RVM), Sensor infra merah, Sensor berat,

I. PENDAHULUAN

Saat ini, sampah plastik menjadi salah satu masalah lingkungan yang paling penting karena berkontribusi terhadap lingkungan kita. Salah satu solusi yang potensial adalah penggunaan mesin seperti RVM (Reverse Vending Machine). Sistem yang digunakan adalah IF-ELSE yang memiliki dua sensor infra merah untuk memisahkan dan mengklasifikasikan botol berdasarkan jenisnya[1]. Namun sistem ini memiliki kelemahan, seperti kemungkinan botol berukuran kecil dan panjang dapat dikenali sebagai botol berukuran sedang, serta botol yang telah dipisahkan tidak diproses lebih lanjut sehingga mengurangi efektivitas pengelolaan limbah.

Untuk mengatasi kekurangan ini, kami menyertakan sensor berat untuk mengenali botol berukuran kecil dan sedang, serta fitur pencacah untuk memudahkan pengangkutan. komponen mekanis mesin pencacah meliputi tempat identifikasi botol, sensor dan aktuator, mesin pencacah, dan rangka mesin. tempat identifikasi dirancang untuk menangani botol 330ml dan 600 ml, dengan sensor

berat dan optik untuk mengenali botol berdasarkan berat dan ukurannya. rangka mesin menampung semua komponen dan dirancang untuk stabilitas dan kemudahan perawatan.

Dengan perancangan mekanis yang tepat, RVM dapat bekerja dengan baik dan efisien dalam membedakan, mengumpulkan dan memotong botol plastik, sehingga meningkatkan proses penggunaan kembali dan mengurangi jumlah sampah plastik yang harus diawasi.

II. KAJIAN TEORI

A. Mikrokontroler

1. ESP 32

ESP32 adalah penerus ESP8266, menawarkan beberapa peningkatan secara menyeluruh. Tidak hanya mendukung Wi-Fi, tetapi juga Bluetooth Low Energy yang membuat ESP32 semakin serbaguna. Prosesor pada ESP32 hampir sama dengan ESP8266 yaitu Xtensa LX6 dengan arsitektur 32-bit, namun kelebihan dari ESP32 adalah dual-core. Kecuali ESP32 memiliki ROM 128KB dan SRAM 416KB serta memori flash 64MB (untuk menyimpan program dan data). Di bawah ini adalah Gambar 2 yang merupakan diagram blok ESP32 secara keseluruhan.[2]

2. Arduino Uno R3

Arduino Uno R3 merupakan mikroprosesor yang dilengkapi dengan osilator 16Mhz dan regulator 5V. Ada banyak orang pintar di dalamnya. Pin 0 sampai 13 digunakan untuk sinyal digital yang hanya mempunyai nilai 1 dan 0. Tegangan A0 sampai A5 digunakan untuk sinyal analog [6]. Dalam penelitian ini penulis menggunakan mikrokontroler Atmega 328. Arduino Uno dilengkapi dengan static random access memory (SRAM) sebesar 2 kilobyte untuk penyimpanan data, memori flash sebesar 32 kilobyte, dan erasable read-only memory (EPROM) untuk penyimpanan program. Seperti inilah rupa Arduino Uno..[3].

B. Sensor

1. Infrared

Sensor inframerah adalah sensor yang mendeteksi rintangan dengan memantulkan cahaya inframerah. Ketika modul sensor mendeteksi suatu benda di depannya, maka intensitas cahaya yang dipantulkan dapat diatur

menggunakan potensiometer. Sensor ini menghasilkan keluaran berupa HIGH atau LOW, dimana nilai LOW menandakan ada hambatan di depan sensor, sedangkan nilai HIGH menandakan tidak ada hambatan. Sensor IR terdiri dari dua komponen utama yaitu pemancar IR dan penerima IR. Pemancar IR mengirimkan cahaya infra merah ke arah rintangan atau benda, yang kemudian dipantulkan kembali dan diterima oleh penerima infra merah.[4].

2. Loadcell and Hx711

Loadcell adalah sensor yang mengubah gaya atau tekanan menjadi energi listrik. Besarnya keluaran listrik ini berbanding lurus dengan gaya yang diberikan. *Loadcell* memiliki sensor regangan yang berubah bentuk ketika tekanan diterapkan. Dan kemudian pengukur regangan menghasilkan sinyal listrik karena perubahan resistansi regangan. *Loadcell* biasanya terdiri dari empat pengukur regangan dalam konfigurasi jembatan *Wheatstone*. Kemudian sinyal listrik yang dihasilkan *loadcell* harus diperkuat beberapa milivolt oleh amplifier *loadcell* HX711.[5].

HX711 merupakan modul penimbangan yang prinsip operasinya adalah mengubah perubahan resistansi yang diukur dan mengubahnya menjadi nilai tegangan menggunakan rangkaian yang ada. Jadi modul HX711 memperkuat keluaran tegangan rendah dari sel beban dan kemudian sinyal yang diperkuat dan dikonversi secara digital ini diumpankan ke Arduino nano. [6].

C. Aktuator

1. Servo Mg996r

Motor servo MG996R adalah motor servo bertenaga yang material roda giginya terbuat dari logam padat. Motor servo ini merupakan versi perbaikan dari servo MG995, dengan keunggulan akurasi lebih tinggi dan osilasi lebih halus.[7].

2. Motor Ac

Motor AC adalah motor listrik yang dijalankan dengan tegangan AC. Motor AC mempunyai dua bagian utama yaitu "stator" dan "rotor". Stator merupakan komponen stasioner pada motor AC. Rotor adalah komponen berputar dari motor AC.[8].

3. Pilot Lamp

Pilot Lamp disebut juga lampu indikator. Lampu indikator berguna untuk mengetahui kemajuan proses penyambungan. Lampu pilot digunakan sebagai indikator pada berbagai alat atau mesin. Lampu sinyal digunakan untuk memberitahukan dan meramalkan terjadinya kecelakaan kerja, peralatan dan perlengkapan lainnya seperti listrik, telekomunikasi, peralatan mesin, kapal laut, tekstil, mesin percetakan dan pertambangan. [9].

D. Komponen Elektronik

1. MCB

MCB atau Miniature Circuit Breaker adalah suatu alat yang memutuskan arus secara otomatis jika terjadi arus berlebih. MCB pada dasarnya adalah sebuah pemutus arus yang dapat memutuskan aliran listrik secara otomatis apabila terjadi masalah pada arus suplai.[10].

2. Step Down 240Vac to 12Vdc

Step down merupakan trafo yang berfungsi untuk menurunkan tegangan keluaran. Trafo instalasi mempunyai jumlah lilitan sekunder yang lebih sedikit dibandingkan

dengan lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai peredam tegangan. Trafo jenis ini sangat mudah ditemukan terutama pada adaptor AC-DC. [11].

3. Relay

Relay merupakan suatu komponen elektronika berupa saklar yang dikendalikan secara elektrik, yang dilengkapi dengan dua bagian yaitu bagian elektromagnet (Coil) dan bagian mekanis (Switch). Komponen ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan saklar sehingga dapat menghantarkan arus listrik.[12].

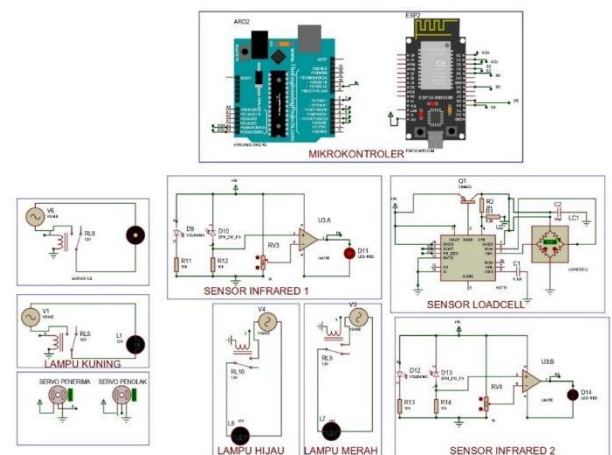
4. Adaptor

Adaptor adalah suatu alat yang fungsinya mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah. Tujuannya adalah untuk mengubah tegangan AC atau arus AC menjadi tegangan DC atau arus DC. Karena prinsip kerjanya, adaptor ini juga dapat berfungsi sebagai sumber listrik.[13].

III. METODE

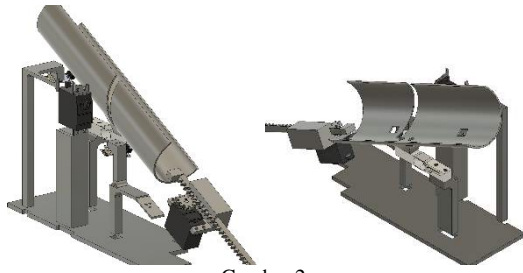
A. Perancangan Mekanik

Perancangan mekanik pada sistem ini melibatkan beberapa tahap penting, termasuk perancangan skema rangkaian system, alur kerja dari mesin, dan perancangan desain alat.



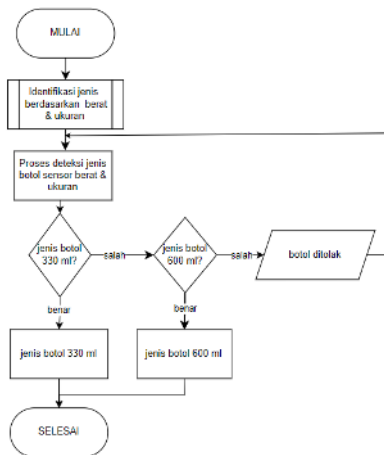
GAMBAR 1
(rangkain alat)

Rangkaian gambar 1 menggunakan 2 buah mikrokontroler, Arduino digunakan sebagai aktuator dan ESP 32 untuk pembacaan sensor dan komunikasi IoT, Gambar 1 menggunakan beberapa sensor dan aktuator, Inframerah pemindai botol digunakan sebagai sensor dan *loadcell* digunakan sebagai pendeteksi berat botol. Aktuator merupakan mekanisme pelayanan penerimaan dan penolakan botol, marker digunakan sebagai lampu indikator dan motor AC digunakan untuk pencacah botol.



Gambar 2
(rancangan desain)

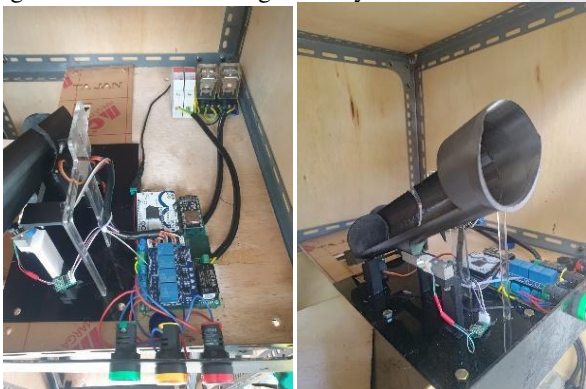
Pada perancangan area pelayanan penolakan dan pengumpulan ditempatkan sesuai Gambar 2. Agar dapat bekerja secara maksimal, wadah botol mempunyai sudut kemiringan 25 derajat agar botol dapat meluncur secara perlahan, ditempatkan sensor load cell di tengah-tengah. botol sehingga berat botol berada pada *loadcell*.



GAMBAR 3
(flowchart implementasi identifikasi botol)

B. Pembuatan desain

Perancangan sistem ini meliputi penempatan sensor, penempatan aktuator, penempatan botol pada titik deteksi, penempatan komponen elektronik, mekanisme penolakan botol, mekanisme penerimaan botol, mekanisme pemeliharaan komponen elektronik, mekanisme pengambilan hasil, membagi botolnya.



GAMBAR 4
(rangkai alat)

Dari gambar terlihat tidak banyak memiliki perbedaan dari perencanaan desain

C. Akurasi

Ketepatan atau yang lebih dikenal dengan akurasi merupakan suatu hal yang dianggap sangat penting bagi suatu sistem sensor yang berguna untuk alat ukur atau monitoring. Akurasi dapat diartikan sebagai suatu pengukuran yang menunjukkan nilai kesalahan maksimal yang terdapat pada sensor yang muncul pada saat melakukan pengukuran suatu variabel.[14]. Menurut Wahjoed, akurasi adalah kemampuan sistem dalam melakukan pembacaan dengan benar. Akurasi adalah suatu nilai/nilai yang mendekati nilai bacaan alat ukur, mendekati nilai sebenarnya dari variabel yang diukur.[15]. Rumus untuk akurasi adalah sebagai berikut.

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar}{Total\ Jumlah\ Data} \times 100\%$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

TABEL 1
(PENGUJIAN MEMASUKAN BOTOL KOSONG 600ml)

No Botol	Botol 600 Kosong	
	Ketentuan = Terima	
	Kondisi	
	Terima	Tolak
1	x	
2	x	
3	x	
4	x	

No Botol	Botol 330 ml Kosong	
	Ketentuan = Terima	
	Kondisi	
	Terima	Tolak
1	x	
2	x	
3		x

5	x	
6	x	
7	x	
8	x	
9	x	
10	x	
11	x	
12	x	
13	x	
14	x	
15	x	
16	x	
17		x
18	x	
19	x	
20	x	

4	x	
5	x	
6	x	
7	x	
8	x	
9	x	
10		x
11	x	
12	x	
13	x	
14	x	
15	x	
16	x	
17		x
18	x	
19	x	
20	x	

$$Akurasi = \frac{Jumlah\ Prediksi\ Benar}{Total\ Jumlah\ Data} \times 100\%$$

$$Akurasi = \frac{36}{40} \times 100\%$$

$$Akurasi = 90\%$$

TABEL 2
(PENGUJIAN MEMASUKAN BOTOL Terisi Sedikit Dan Setengah 600ml)

No Botol	Botol 600 ml Terisi Sedikit		No Botol	Botol 600 ml Terisi Setengah	
	Ketentuan = Tolak			Ketentuan = Tolak	
	Kondisi			Kondisi	
	Terima	Tolak		Terima	Tolak
1		x	1		x
2		x	2		x
3		x	3		x
4		x	4		x
5		x	5		x
6		x	6		x
7		x	7		x
8		x	8		x
9		x	9		x
10		x	10		x
11		x	11		x
12		x	12		x
13		x	13		x
14		x	14		x
15		x	15		x
16		x	16		x
17		x	17		x
18		x	18		x
19		x	19		x
20		x	20		x

TABEL 3

(PENGUJIAN MEMASUKAN BOTOL TERISI PENUH 600ml dan 330ml)

No Botol	Botol 600 ml <u>Isi Penuh</u>		No Botol	Botol 330 ml <u>Isi Penuh</u>	
	<u>Ketentuan = Tolak</u>			<u>Ketentuan = Tolak</u>	
	<u>Kondisi</u>			<u>Kondisi</u>	
	<u>Terima</u>	<u>Tolak</u>		<u>Terima</u>	<u>Tolak</u>
1		x	1		x
2		x	2		x
3		x	3		x
4		x	4		x
5		x	5		x
6		x	6		x
7		x	7		x
8		x	8		x
9		x	9		x
10		x	10		x
11		x	11		x
12		x	12		x
13		x	13		x
14		x	14		x
15		x	15		x
16		x	16		x
17		x	17		x
18		x	18		x
19		x	19		x
20		x	20		x

$$Akurasi = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Jumlah Data}} \times 100\% \quad [8]$$

$$Akurasi = \frac{80}{80} \times 100\%$$

$$Akurasi = 100\%$$

Pengujian dilakukan dengan memasukkan botol sebanyak 20 kali. Data yang diperoleh disajikan pada Tabel 1 sampai 3. Tabel 1 menunjukkan bahwa botol kosong 330 ml tidak terdeteksi 3 dari 20 kali pada kondisi tersebut. diisi air, seperti terlihat pada tabel 2 dan 3, hasil yang diperoleh sangat memuaskan, karena dalam 20 kali pengujian tidak terjadi kegagalan, hal ini menunjukkan keakuratan sensor dan aktuator cukup tinggi. [10]

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa sistem bekerja dengan sangat baik. Saat menguji botol kosong 600ml dan 330ml, sistem mencapai akurasi 90%. [11]

Hanya 4 dari 40 pengujian yang gagal Sementara itu, sistem mencapai akurasi 100% yang sangat baik saat menguji botol berisi air, yang menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan saat menguji botol berisi air. Hasil ini menunjukkan bahwa rancangan sistem bekerja secara optimal baik untuk botol kosong maupun berisi air.

REFERENSI

- E. F. Sinaga dan R. Irawan, "Developing barcode scan system of a small-scaled reverse vending machine to sorting waste of beverage containers," *Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control)*, vol. 18, no. 4, hlm. 2087–2094, 2020, doi: 10.12928/TELKOMNIKA.V18I4.14776.
- C. S. Mouhammad, A. Allam, M. Abdel-Raouf, E. Shenouda, dan M. Elsabrouty, "BLE Indoor Localization based on Improved RSSI and Trilateration," dalam *2019 7th International Japan-Africa Conference on Electronics, Communications, and Computations, (JAC-ECC)*, 2019, hlm. 17–21. doi: 10.1109/JAC-ECC48896.2019.9051304.
- A. Lestari dan O. Candra, "Prototype Sistem Pensortir Barang di Industri Menggunakan Loadcell berbasis Arduino Uno," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, hlm. 27, Mar 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.111504.
- M. Syefudin, "Cara Mengakses Sensor IR Obstacle Avoidance pada Arduino," indomaker.com.
- A. Cipta, I. Rukmana, dan A. Ro'uf, "Aplikasi Sensor Load Cell pada Purwarupa Sistem Sortir Barang," *IJEIS*, vol. 4, no. 1, hlm. 35–44, 2014.
- E. A. Akindele, O. V. Matthews, dan K. O. Idowu, "Development of an Electronic Weighing Indicator for Digital Measurement," *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 5, no. 9, 2018.
- A. Muhammad Satria Nugroho, "Implementasi Stepper 28BYJ-48 dan Servo MG996R sebagai Robot Lengan Pemanggang pada Alat Pemanggang Sate Otomatis Berbasis Arduino UNO," *Electrician*, vol. 15, no. 2, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n2.2169.
- M. Fahmi Wasik dan D. T. Laras Budiyo, "PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING MOTOR AC 3 FASA SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN MATA KULIAH MESIN LISTRIK DEVELOPMENT OF 3 PHASE AC MOTOR MONITORING SYSTEM AS A LEARNING MEDIA FOR ELECTRICAL MACHINE COURSE," 2018. [Daring]. Tersedia pada: <http://journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/elektro>
- P. Yosua, D. Budhi Santoso, A. Stefanie, U. H. Singaperbangsa Karawang Jl Ronggo Waluyo, dan T. Jambe Timur, "Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan Rancang Bangun Automatic Washing and Drying System untuk Mesin Pencuci Cylinder Block Motor", doi: 10.5281/zenodo.5167080.
- K. V. N. R. Ummah, S. Sutedjo, Moch. M. Rifadil, dan L. S. Mahendra, "Alat Uji MCB 1 Fasa Instalasi Milik Pelanggan (IML)," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19352.
- A. Emirwati, L. Sartika, dan A. M. Prasetya, "Analisis keandalan sistem trafo step down menggunakan metode logika fuzzy," *JURNAL ELTEK*, vol. 21, no. 2, 2023, doi: 10.33795/eltek.v21i2.3671.

- [12] N. Bloom dan J. Van Reenen, "Apa itu Relay? Berikut Pengertian, Jenis dan Fungsi Relay! Yuk Simak," NBER Working Papers.
- [13] Risky abadi, "Adaptor: Pengertian, Fungsi, Cara Kerja, Jenis Rangkaian," Thecityfoundry.
- [14] E. P. Erik, "Analisis Segmentation Customer Mall Menggunakan Clustering Algoritma K-Means," *Jurnal Ilmu Data*, vol. 2, no. 11, 2022.
- N. Kuswandi dan F. A. Rakhmadi, "PROTOTIPE SISTEM PENGUKURAN LAJU KENDARAAN BERMOTOR SEBAGAI UPAYA PENGAWASAN TERHADAP PELANGGARAN RAMBU-RAMBU LALU LINTAS".

