

Rancang Bangun Alat Pendeteksi Sampah Logam dan Non Logam Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP32

Dewi Laksmiati^{1*}, Irvan Fariansyah²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Sarana Informatika, Jakarta 1045

*Korespondensi penulis: dewi.dlk@bsi.ac.id

(Received:24-03-2025; Revised: 26-05-2025; Accepted: 30-06-2025)

Abstract. Waste management still faces major challenges, particularly due to the use of conventional bins that mix metal and non-metal waste. This practice leads to the accumulation of mixed waste, negatively impacting environmental cleanliness and aesthetics, while also complicating the recycling process, which is crucial for ecosystem health and sustainability. Therefore, this study aims to design and develop an automatic metal and non-metal waste detection device based on the Internet of Things (IoT), utilizing the ESP32 microcontroller. The system integrates an ultrasonic sensor for detecting non-metal waste and monitoring volume, an inductive proximity sensor for identifying metal waste, and an infrared sensor to indicate when the bin is full. The device successfully classifies waste into two categories: metal and non-metal. The inductive proximity sensor effectively detects metal waste, while the ultrasonic sensor accurately identifies non-metal waste within a range of less than 15 cm. A servo motor directs metal waste to the right and non-metal waste to the left. Detected waste types are displayed on an LCD screen, and notifications are sent via the Blynk application. This system is expected to improve the efficiency and accuracy of waste management and support more effective environmental conservation efforts.

Keywords: ESP32 microcontroller, metal non-metal waste, waste management, internet of things.

Abstrak. Pengelolaan sampah di lingkungan perkotaan masih menghadapi tantangan besar, terutama akibat penggunaan tempat sampah konvensional yang mencampur sampah logam dan non-logam. Praktik ini tidak hanya memperburuk kebersihan dan estetika lingkungan, tetapi juga menyulitkan proses daur ulang yang penting bagi keberlanjutan ekosistem. Untuk mengatasi masalah ini, penelitian ini merancang dan mengembangkan alat pendeteksi sampah otomatis berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan mikrokontroler ESP32. Sistem ini mengintegrasikan sensor ultrasonik untuk mendeteksi sampah non-logam dan memantau volume, sensor *inductive proximity* untuk mengidentifikasi logam, serta sensor inframerah untuk mendeteksi kapasitas penuh tempat sampah. Sampah yang terdeteksi diklasifikasikan secara otomatis: logam diarahkan ke kanan dan non-logam ke kiri menggunakan motor servo. Informasi jenis sampah ditampilkan pada layar LCD, dan notifikasi dikirim melalui aplikasi Blynk secara real-time. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja secara efektif dan akurat, dengan sensor yang responsif pada jarak optimal. Alat ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan sampah, mengurangi pencemaran, serta mendukung upaya pelestarian lingkungan secara berkelanjutan.

Kata Kunci: mikrokontroler ESP32, sampah logam dan non-logam, manajemen sampah, internet of things

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) telah mengalami kemajuan signifikan dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat [1]. Termasuk dalam pengelolaan sampah, Dimana penggunaan perangkat IoT membuat pengelolaan sampah dapat dilakukan lebih efisien dan berbasis data [2]. Sistem pemilah sampah otomatis yang menggunakan

mikrokontroler dan sensor mampu mengidentifikasi jenis material dan mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai tanpa intervensi manusia [3]. Selain itu, tempat sampah otomatis dapat menarik perhatian masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya [4]. Sampah adalah bahan yang terbuang atau dibuang sebagai akibat dari kegiatan manusia dan alam dan tidak lagi digunakan karena telah kehilangan unsur dan fungsi dasarnya [5]. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, masalah kesehatan, dan penurunan kualitas hidup masyarakat. Sampah yang tidak dikumpulkan dan dikelola secara layak dapat menimbulkan masalah kesehatan masyarakat yang serius, mencemari lingkungan, serta berkontribusi terhadap emisi gas rumah kaca [6]. Dalam laporan World Cleanup Day (2023) dinyatakan bahwa sekitar 33% sampah global tidak dikelola dengan baik, sehingga mencemari tanah dan air, menyebabkan polusi udara, serta meningkatkan beban penyakit terutama di komunitas rentan [7]. Pemilahan sampah organik, non-organik, logam, dan non-logam merupakan tantangan utama dalam pengelolaan sampah [8]. Pemilahan manual masih umum dilakukan, namun memerlukan tenaga manusia, memakan waktu, dan rentan terhadap kesalahan [9]. Pemilahan sampah menjadi salah satu kegiatan yang sudah seharusnya tersentuh oleh kemajuan teknologi [10]. Penelitian ini mengacu pada studi sebelumnya oleh Akhiruddin et al. yang menggunakan Arduino UNO R3 dengan output LCD [11]. Sebagai pengembangan, penelitian ini menggunakan ESP32 yang mendukung pemrosesan data efisien dalam sistem IoT, serta menambahkan platform Blynk sebagai sarana pemantauan dan pengiriman notifikasi secara *real-time* [12]. ESP32 merupakan mikrokontroler fleksibel untuk proyek IoT dan aplikasi berbasis konektivitas [13], [14]. ESP32 juga mendukung konektivitas WiFi dan Bluetooth [15], menjadikannya pilihan utama dalam pengembangan perangkat pintar berbasis IoT. Pemanfaatan ESP 32 dengan tambahan sensor proximity switch metal, sensor ultrasonik, dan sensor infrared, sistem dapat memilah sampah logam dan non-logam secara cepat dan akurat [16]. Sensor proximity induktif telah digunakan secara luas dalam sistem pemilah sampah karena kemampuannya mendeteksi logam secara presisi, bahkan dalam kondisi lingkungan yang bervariasi [17]. Output sistem berupa tampilan LCD dan motor servo untuk mengarahkan sampah ke tempat yang sesuai, serta dukungan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh [18]. Aplikasi Blynk dipilih karena kemudahannya dalam menghubungkan perangkat IoT dengan antarmuka pengguna melalui smartphone, serta mendukung pemantauan dan pengendalian perangkat secara *real-time* dengan konfigurasi yang sederhana dan efisien [19]. Alat ini diharapkan menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan efisiensi pemilahan sampah di berbagai lokasi [20]. Dari permasalahan yang ada maka penelitian ini bertujuan untuk melakukan kegiatan membuat suatu alat pendeteksi tempat sampah logam dan non-logam otomatis yang nantinya dapat digunakan untuk mendeteksi sampah logam (tembaga dari kabel, baut besi, kaleng minuman) dan non-logam (contohnya kertas, botol plastik dan karet), dengan sensor ultrasonic, sensor proximity switch metal, sensor infrared dan ESP32 sebagai mikrokontroler dan LCD untuk menampilkan jenis sampah dan kondisi sampah. Sistem ini akan dihubungkan ke platform Blynk untuk pemantauan dan pengendalian jarak jauh [21].

METODE PENELITIAN

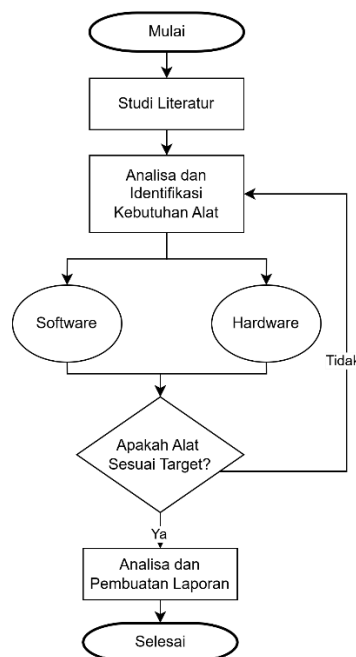
Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan serangkaian tahapan sistematis untuk merancang dan menguji alat pemilah sampah otomatis. Tahap pertama adalah perancangan, yang meliputi pembuatan blok diagram sistem, skema rangkaian elektronik, pemilihan komponen yang sesuai (mikrokontroler ESP32, sensor *proximity*, sensor infrared, sensor ultrasonik, motor servo, dan LCD), serta penyusunan flowchart sistem. Setelah perancangan selesai, dilakukan pembuatan alat fisik sesuai dengan desain yang telah dibuat, termasuk pengadaan komponen dan perakitan. Selanjutnya, alat diuji secara fungsional untuk memastikan kinerjanya sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian meliputi pengujian sensor proximity untuk mendeteksi logam, sensor ultrasonik untuk mendeteksi keberadaan

objek sampah, dan sensor infrared untuk mendeteksi kapasitas sampah, dimana akurasi sensor infrared mencapai 97,03%[22]. ESP32 dipilih karena memiliki spesifikasi lebih modern dibanding pendahulunya, dan ESP32 adalah mikrokontroler yang dikenalkan oleh Espressif System merupakan penerus dari mikrokontroler ESP8266 [8].

Pendekatan serupa juga digunakan dalam penelitian oleh Roihan et al, dalam [23] dimana dilakukan perancangan sistem smart trash berbasis ESP32 dengan sensor untuk memantau kapasitas tempat sampah dan memberikan notifikasi saat penuh. Kemudian sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur jarak antara tutup tempat sampah dengan dasar tempat sampah. Data jarak yang dikumpulkan oleh sensor ultrasonik ini akan memberikan informasi tentang tingkat pengisian tempat sampah. Selain itu, sensor ultrasonik dipilih sensor HC-SR04 dikarenakan memiliki akurasi tinggi, sebagaimana ditunjukkan dalam penelitian oleh Lakshmi et al. Dalam jurnal yang melaporkan akurasi sebesar 95% dalam aplikasi pemantauan limbah [24]. Selain itu, dilakukan pengujian waktu kerja alat dan pengujian sistem Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi Blynk untuk memantau dan mengontrol alat secara real-time. Tahapan ini sejalan dengan pendekatan yang digunakan dalam penelitian oleh Windarto et al., yang menerapkan metode Hardware Development Life Cycle (HDLC) dalam pengembangan sistem monitoring ruangan berbasis IoT menggunakan Blynk dan Thingsboard, mencakup perancangan perangkat keras, integrasi sensor, serta pengujian sistem secara menyeluruh [25]. Penelitian lain oleh Nurhakim dan Septianti (2024) menggunakan sensor logam dan proximity untuk memilah sampah logam dan non-logam, serta mengirimkan notifikasi ke smartphone melalui koneksi WiFi, meskipun sistem mereka masih menggunakan Arduino dan Telegram, bukan ESP32 dan Blynk [26].

Data yang diperoleh dari pengujian kemudian dianalisis dan dievaluasi untuk menilai kinerja dan efektivitas alat dalam memilah sampah logam dan non-logam secara otomatis.



GAMBAR 1. Flowchart penelitian.

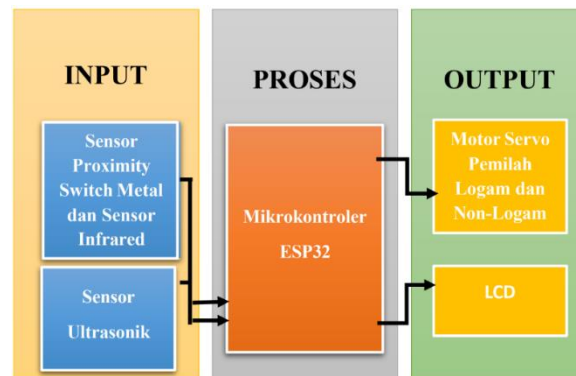
Rancang Bangun Alat

Rancang bangun adalah proses integral yang melibatkan penggambaran, perencanaan, dan pengaturan elemen-elemen terpisah menjadi satu kesatuan yang utuh dan berfungsi [27]. Tahap pertama perancangan yaitu membuat blok diagram, kemudian skema rangkaian, serta melakukan pemilihan komponen baik mikrokontroler, sensor dan motor yang mendukung, kemudian pembuatan *flowchart* sistem. Pendekatan ini juga diterapkan dalam penelitian oleh Subito et al., yang merancang sistem monitoring permukaan air berbasis

IoT menggunakan ESP32 dan sensor level, dengan tahapan mulai dari desain sistem, pemilihan komponen, hingga pengujian pengiriman data ke platform Blynk secara real-time [28]. Demikian pula, Mahendra dan Sukardi dalam studi mereka tentang kontrol pintu air otomatis berbasis IoT, menekankan pentingnya tahapan rancang bangun yang sistematis, mulai dari integrasi sensor, pemrograman mikrokontroler, hingga pengujian fungsional perangkat [29].

Blok Diagram Alat

Penelitian ini menggunakan blok diagram untuk menggambarkan metodologi yang diterapkan. Tahapan yang akan dilakukan dapat dilihat pada gambar 1.

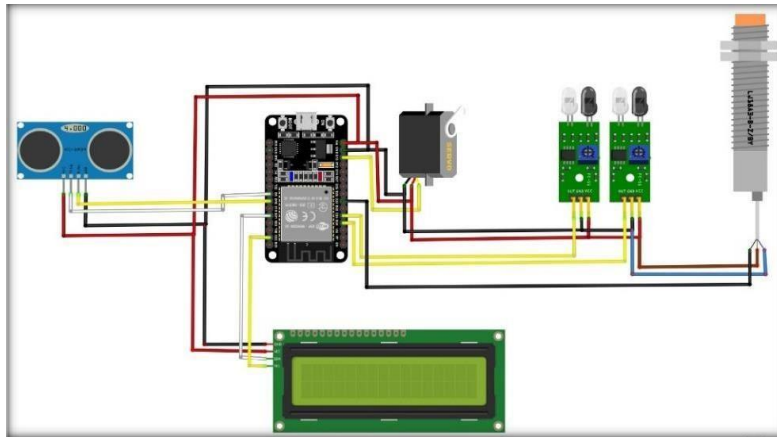


GAMBAR 2. Blok diagram alat.

Gambar 1 menggambarkan blok diagram dari sistem pemilah sampah yang mencakup pemisahan antara sampah logam dan non-logam. Komponen utama dalam sistem ini meliputi Sensor *Proximity Switch Metal*, Sensor Infrared dan Sensor Ultrasonik. Sensor *Proximity Switch Metal* dan Sensor Ultrasonik untuk mendeteksi semua jenis sampah atau membedakan antara sampah logam dan non-logam. Sensor Infrared untuk membaca ketinggian sampah. Selanjutnya Mikrokontroler ESP32 akan memproses data yang dikirim oleh Sensor *Proximity Switch Metal*, Sensor Infrared, dan Sensor Ultrasonik kemudian akan meneruskan ke output sebagai hasil dari program yang sudah dibuat. Lalu Motor servo berfungsi untuk mengarahkan sampah ke tempat penampungan yang sesuai dengan jenis sampahnya dan LCD akan menampilkan hasil yang sudah diproses oleh mikrokontroler.

Skema Rangkaian

Setelah diagram sistem dibuat, selanjutnya dilakukan pemilihan komponen. Kemudian buat rangkaian berdasarkan komponen yang dipilih. Skema perancangan pada alat ini terdiri dari rangkaian input, proses, dan output. Rangkaian input dalam alat ini terdiri dari sensor proximity switch metal, sensor infrared, dan sensor ultrasonik yang mendeteksi jenis sampah logam dan non-logam. Pendekatan serupa digunakan oleh Idris dan Jamaaluddin dalam rancang bangun perangkat tikus otomatis berbasis IoT, di mana sensor ultrasonik dan motor servo diintegrasikan dengan ESP32 dan aplikasi Blynk untuk mendeteksi dan mengendalikan gerakan pintu secara otomatis [30]. Proses dalam rangkaian alat ini menggunakan Mikrokontroler ESP32, yaitu dengan mengolah hasil data dari sensor proximity switch meta, sensor infrared, sensor ultrasonic. Sedangkan untuk rangkaian output dalam alat ini berupa tampilan hasil proses dengan menggunakan LCD 16x2 dan motor servo sebagai penggerak untuk mengarahkan sampah ke wadah sampah sesuai jenisnya. Serta didukung dengan aplikasi *Blynk* berbasis *Internet of Things* (IoT) sehingga memungkinkan untuk mengirim dan menerima data melalui jaringan internet dan *smartphone*.



GAMBAR 2. Skema blok diagram alat.

Flowchart

Untuk menggambarkan langkah-langkah yang diambil oleh sistem untuk mendeteksi sampah logam dan sampah non-logam menggunakan ESP32. Dibatasi flowchart yang dapat dilihat pada gambar 3.

Berdasarkan *flowchart* di atas dapat dilihat cara kerja sistem ini sebagai berikut:

Sistem ini diawali dengan inisialisasi lalu membaca apakah Sensor Ultrasonik mendeteksi jarak dibawah 15 cm terdapat objek dekat dengan tempat sampah? dan Sampah Terdeteksi kemudian Sensor *Proximity Switch Metal* Terdeteksi? A. Jika iya objek logam terdeteksi maka akan dilakukan sortir logam oleh motor servo bergerak ke kanan. Lcd akan menampilkan info objek yang di deteksi adalah sampah logam. B. Jika tidak objek non logam terdeteksi maka akan dilakukan sortir non logam oleh motor servo bergerak ke kiri. Lcd akan menampilkan info objek yang di deteksi adalah sampah non logam. Lalu A. IR Sensor 1 terdeteksi <10 cm. Jika terdeteksi objek metal penuh. Lcd akan menampilkan Data ‘‘Metal Penuh’’. B. IR Sensor 2 terdeteksi <10 cm. Jika terdeteksi objek non-metal penuh. Lcd akan menampilkan Data ‘‘Non-Metal Penuh’’. Kemudian mengirim data ke ESP32. Lalu ESP32 juga mengirimkan data atau notifikasi kepada pengguna melalui aplikasi *Blynk* memberikan informasi *real-time* tentang pendeteksian sampah logam dan non logam serta mendeteksi kapasitas sampah. Dan program selesai, kembali ke awal.

Pembuatan Alat

Setelah proses perancangan selesai, langkah berikutnya adalah implementasi pembuatan alat sesuai dengan desain yang telah dibuat. Pada tahap ini, dilakukan proses desain, pengadaan komponen, dan perakitan alat sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Tahap Pengujian jelaskan pengujian apa saja yang dilakukan

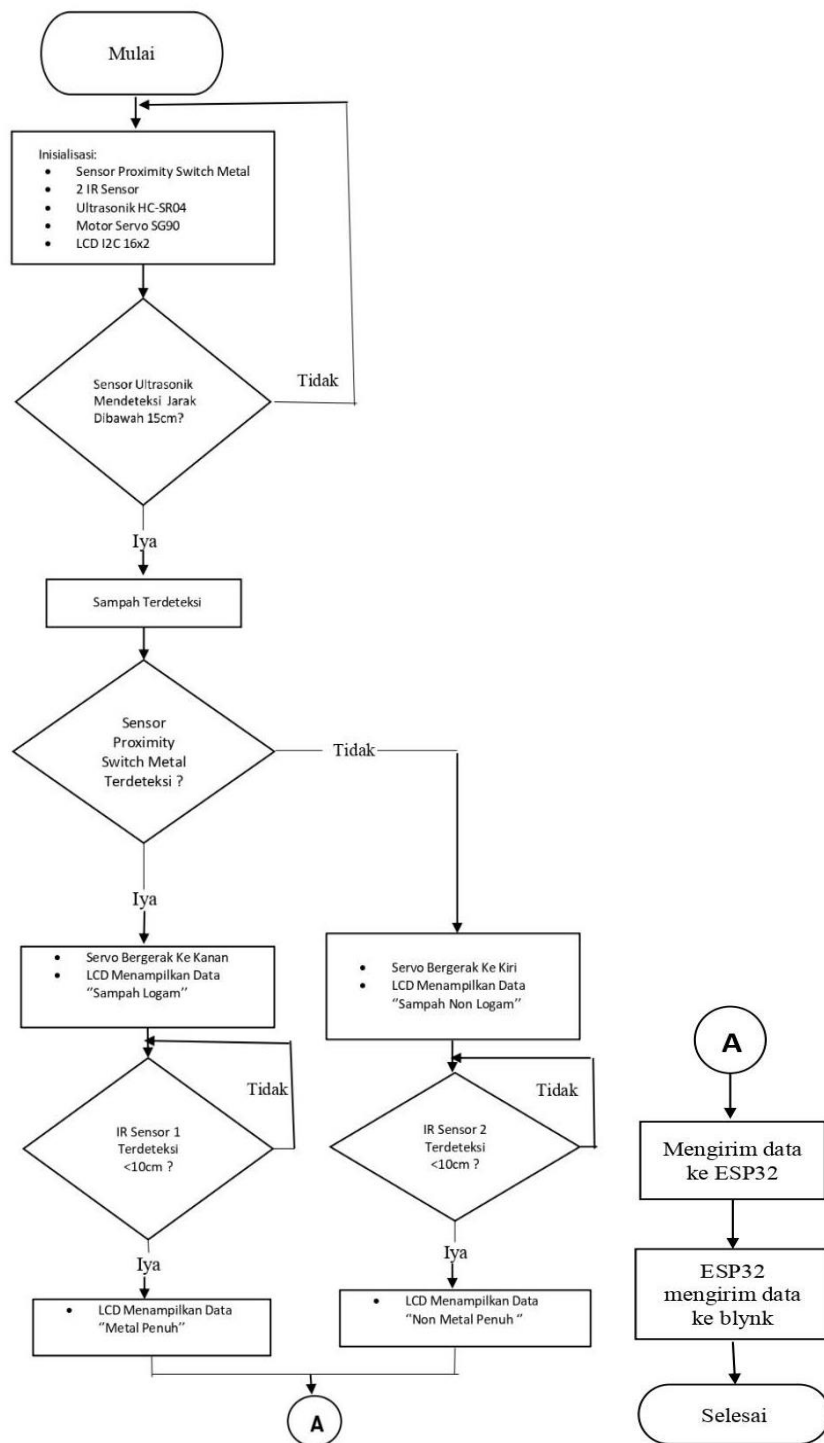
Setelah proses pembuatan alat, langkah selanjutnya yaitu tahap pengujian. Pada tahap ini, dilakukan serangkaian uji coba terhadap sensor *proximity inductive*, sensor ultrasonik, sensor *infrared* dan juga tampilan di LCD. Hal ini diperlukan untuk memastikan fungsi alat sesuai dengan tujuan penelitian. Pengujian dilakukan untuk mengukur kinerja alat, ketepatan keandalan, dan kinerja sistem secara lengkap.

Tahap Pengumpulan Data

Tahap terakhir dalam proses penelitian yaitu pengumpulan data. Pada tahap ini, peneliti menggunakan alat yang telah dikembangkan untuk memperoleh data yang sesuai dengan tujuan penelitian. Data yang diperoleh berasal dari tahap pengujian dan selanjutnya dianalisis dan dievaluasi.

Khusus untuk sensor ultrasonik akan dilakukan uji akurasi jarak, dimana jarak asli akan dibandingkan dengan jarak di sensor. Kemudian akan dihitung menggunakan persamaan (1).

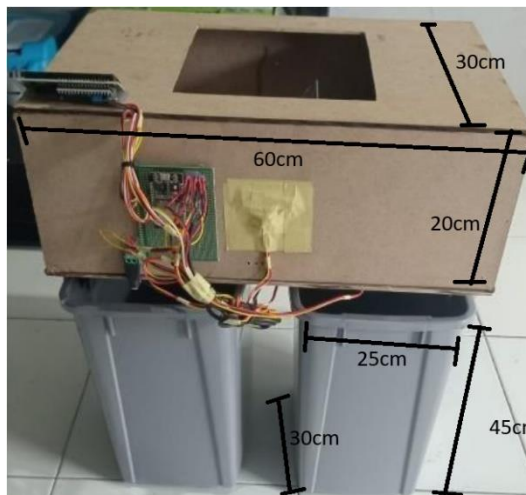
$$\text{KESALAHAN (\%)} = \frac{\text{Jarak pembacaan sensor} - \text{Jarak sebenarnya}}{\text{Jarak pembacaan sensor}} \times (100\%) \quad (1)$$



GAMBAR 3. Flowchart penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah prototipe selesai dirancang dan diprogram, tahap selanjutnya adalah pembuatan alat yang mengikuti rancangan. Berikut ini foto beserta dimensi alat, dan juga foto saat alat diuji dengan sampah logam dan non-logam.



GAMBAR 4. Dimensi alat pemilah sampah logam dan non-logam.



GAMBAR 5. Wadah pendeteksi sampah.

Untuk mengetahui akurasi alat, dilakukan pengujian lebih lanjut dengan berbagai objek untuk menguji keakuratan sensor yang akan dibahas di sub bab berikut.

Pengujian Pada Sensor *Proximity Inductive*

Pengujian sensor metal ini bertujuan untuk mengetahui jarak pada objek logam yang dapat di deteksi oleh sensor, pada saat sensor aktif maka tegangan output yang di hasilkan pada sensor yaitu 5 Volt DC. Pada saat sensor tidak aktif tegangan output yang dihasilkan pada sensor kurang dari 1 Volt DC. Berikut hasil pengujian dari sensor proximity induktif yang di pakai untuk proyek akhir.

TABEL 1. Hasil pengujian sensor *inductif proximity*.

Nama Sampah	Jarak (mm)	Kondisi output sensor
Minuman kaleng	0	Aktif
Sendok	1	Aktif
Baterai	2	Aktif
Gunting	3	Aktif
Gunting kuku	4	Aktif
Sendok	5	Tidak Aktif
Gunting Kuku	6	Tidak Aktif

Dan untuk pengujian sensor *inductive proximity* ini selanjutnya menguji apakah alat dapat mendeteksi benda asing atau tidak. Pada sensor jarak induktif mendeteksi serpihan logam. Pengujian sensor dilakukan dengan cara mendekatkan objek yang tergolong sampah logam yang jauh ke keluaran metal detector pada tampilan LCD. Pada pengujian ini sensor proximity inductive dapat mendeteksi sampah logam maka motor servo agak berputar ke arah kanan tempat sampah logam, Hasil pengujian dapat dilihat dari tabel yang

menunjukkan 5 pengujian skrap logam yang dilakukan dan waktu pembuangan, pada gambar layar output pendeteksian skrap logam pada tampilan layar LCD.

Pengujian Pada Sensor Ultrasonik

Pada pengujian ini sensor ultrasonik dapat mendeteksi keberadaan objek sampah lalu sensor proximity dapat mendeteksi sampah tersebut logam atau non logam, jika sampah terdeteksi non logam motor servo akan berputar kearah kiri tempat sampah non logam. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan jenis sampah yang berbeda untuk masing-masing jenis sampah logam dan non logam.

Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap jenis sampah guna memastikan konsistensi deteksi oleh sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor proximity inductive berhasil mengidentifikasi jenis sampah logam dan non logam secara konsisten. Tabel berikut menyajikan hasil akhir dari pengujian berdasarkan jenis sampah dan tampilan pada layar LCD.

TABEL 2. Hasil pengujian sampah logam

Nama Sampah	Tampilan Layar LCD
Kaleng Minuman	Sampah Logam
Gunting kuku	Sampah Logam
Gunting	Sampah Logam
Sendok	Sampah Logam
Baterai	Sampah Logam

TABEL 3. Hasil pengujian sampah logam

Nama Sampah	Tampilan Layar LCD
Botol Plastik	Sampah Non Logam
Bungkus Rokok	Sampah Non Logam
Kertas	Sampah Non Logam
Plastik	Sampah Non Logam
Tisu	Sampah Non Logam

TABEL 4. Hasil pengujian sampah logam

Jarak Asli (cm)	Jarak Sensor (cm)	Kesalahan (%)
1	4	75
2	4	50
3	4	25
4	4	0
5	5	0
8	8	0
9	9	0
10	10	0
11	11	0

Dari tabel 4 didapatkan bahwa sensor tidak akurat saat menilai jarak di bawah 4cm ada 4 nilai jarak yang salah, dan untuk jarak di atas 4cm benar.

Persentasi kesalahan dapat dihitung dengan persamaan (1)

$$\text{KESALAHAN (\%)} = (\text{jumlah salah} : \text{total percobaan}) \times 100\%$$

$$\text{KESALAHAN (\%)} = \frac{4}{8} \times 100\%$$

$$\text{KESALAHAN (\%)} = 50\%$$

Maka dari hasil pengujian sensor ultrasonik (HC-SR04) yang diperoleh persentasi kesalahan mendeteksi sebesar 50%. Kesalahan terjadi misalnya pada saat pembatas diletakan di penggaris sejauh 1 cm, sensor membaca 4 cm. Hal ini disebabkan karena batas minimum pembacaan data sensor ultrasonic (HC-SR04) adalah 4 cm. Pada saat pengujian dari 4cm sampai jarak 11cm tidak terjadi kesalahan hasil dari jarak sebenarnya dan jarak pembacaan sensor sama. Akan tetapi ketika jarak pembacaan lebih dari 18cm terjadi lagi kesalahan pembacaan. Hal ini disebabkan oleh adanya noise dapat berupa gangguan

gelombang dari luar atau interferensi gelombang. Interferensi gelombang adalah adalah interaksi antar gelombang di dalam suatu daerah.

Pengujian Sensor Ultrasonik pada Jarak Objek

TABEL 5. Hasil pengujian ultrasonik pada jarak objek

Objek	Jarak Sensor (cm)	Kesalahan (%)
Kaleng Minuman	4 cm	Jenis sampah logam Terdeteksi
Gunting Kuku	8 cm	Jenis sampah logam Terdeteksi
Gunting	9 cm	Jenis sampah logam Terdeteksi
Sendok	11 cm	Jenis sampah logam terdeteksi
Baterai	11 cm	Jenis sampah logam terdeteksi
Botol Plastik	4 cm	Jenis sampah non logam terdeteksi
Bungkus Rokok	8 cm	Jenis sampah non logam terdeteksi
Kertas	8 cm	Jenis sampah non logam terdeteksi
Plastik	9 cm	Jenis sampah non logam terdeteksi
Tisu	10 cm	Jenis sampah non logam terdeteksi

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan untuk menguji sensor pendeteksi jarak pada sampah logam dan non logam. Ketika jarak objek dekat dengan sensor maka sensor akan menangkap objek tersebut. Hasil dari pengujian sensor ultrasonik sebagai pedeteksi objek di dekat tempat sampah yang telah dilakukan, didapatkan nilai seperti tertera pada tabel 4 dan 5. Setelah itu menghasilkan output yang akan di proses oleh motor servo akan bergerak 25 derajat dan tutup sampah bergerak ke arah kanan jika sampah logam dan sebaliknya jika sampah non logam output yang akan di proses oleh motor servo akan bergerak 145 derajat dan tutup tempat sampah bergerak ke arah kiri secara otomatis. Setelah itu hasil pemilahan akan terlihat di LCD.

Pengujian Sensor Infrared

Pengujian sensor IR (Infrared) untuk mendeteksi kapasitas sampah metal dan non metal yang melalui tempat sampah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui jarak pembacaan maksimal dari sensor infrared tersebut. Sensor IR terpasang pada bagian dalam tempat sampah. Pengujian ini dilakukan dengan memasukkan tangan melewati tutup tempat sampah ketika ada objek yang mendekat maka sensor IR mendeteksi dan 2 lampu atau cahaya pada sensor IR menyala. Pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali dengan pengujian jarak antara tangan dan sensor IR yang dibuat bervariasi. Berikut ini adalah data hasil pengujian terhadap sensor IR yang digunakan sebagai pendeteksi sampah penuh pada tempat sampah.

TABEL 6. Pengujian jarak deteksi pada sensor infrared

Jarak (cm)	Uji Deteksi 1	Uji Deteksi 2	Uji Deteksi 3
1	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
2	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
3	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
4	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
5	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
6	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
7	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
8	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
9	Terdeteksi	Terdeteksi	Terdeteksi
10	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi	Tidak Terdeteksi

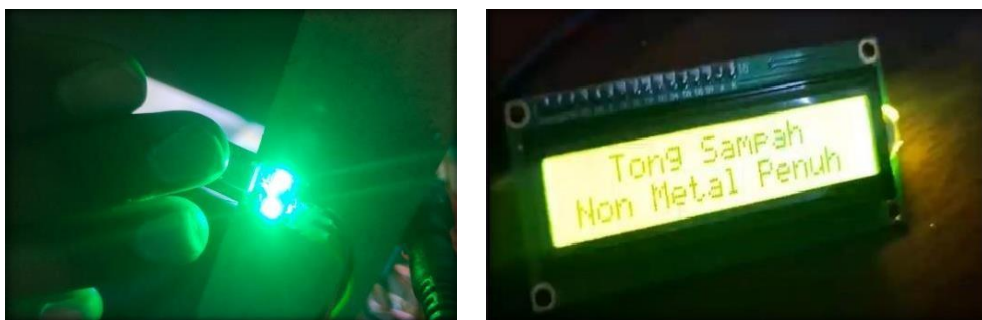
Pengujian Sensor Infrared dan Tampilan LCD

Pada pengujian sensor infrared untuk sampah logam ini jika ada objek sampah naik keatas maka 2 lampunya akan menyala, dan tampilan di LCDnya yaitu "Tong Sampah Metal Penuh" dan jika sampah penuh maka jarak yang dapat di deteksi yaitu < 10cm seperti terlihat pada gambar 4.



GAMBAR 4. Pengujian sensor infrared jika sampah logam penuh.

Pada pengujian sensor infrared untuk sampah non logam ini jika ada objek sampah naik keatas maka 2 lampunya akan menyala, dan tampilan di LCDnya yaitu ‘‘Tong Sampah Non Metal Penuh’’ dan jika sampah penuh maka jarak yang dapat di deteksi yaitu <10cm, seperti pada gambar 5.



GAMBAR 5. Pengujian sensor infrared jika sampah non logam penuh.

Pengujian Waktu Alat Kerja

Pengujian proses 1 barang dapat di lihat di bawah ini, proses pengujian ini dibutuhkan waktu 2 detik jenis sampah botol kaleng minuman sampai ke tempat wadah sampah jenis sampah logam. Dan waktu 3 detik jenis sampah kertas sampai ke tempat wadah sampah jenis sampah non logam.

TABEL 7. Pengujian jarak deteksi pada sensor infrared

Jenis Sampah	Waktu
Kaleng Minuman	2 detik
Sendok	3 detik
Gunting	2 detik
Botol Plastik	2 detik
Kertas	3 detik
Tisu	3 detik

Hasil Rancangan Sistem Pendeteksi Sampah Logam dan Non Logam

Berdasarkan pada tabel 8, rancangan sistem pemilah sampah logam dan non logam telah berhasil mendeteksi dan memilah sesuai dengan perintah dimana dari masing-masing objek yang telah diuji 3 kali, Dan dapat dilihat sampah terpilah sesuai perintah dan sesuai bagian yang diinginkan dan sesuai klasifikasi. Maka hal ini dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem mampu digunakan dan berhasil untuk memilah sampah.

TABEL 8. Hasil Pengujian Sampah Logam

Objek	Jenis Sampah	Uji 1	Uji 2	Uji 3	Keterangan
Kaleng Minuman	Logam	✓	✓	✓	Servo bergerak ke kanan sampah logam
Sendok		✓	✓	✓	Servo bergerak ke kanan sampah logam
Gunting		✓	✓	✓	Servo bergerak ke kanan sampah logam

Botol Plastik	Non-Logam	✓	✓	✓	Servo bergerak ke kiri sampah non logam
Kertas		✓	✓	✓	Servo bergerak ke kiri sampah non logam
Tisu		✓	✓	✓	Servo bergerak ke kiri sampah non logam



GAMBAR 6. Tampilan LCD dan posisi pemilah Saat terdeteksi sampah logam.

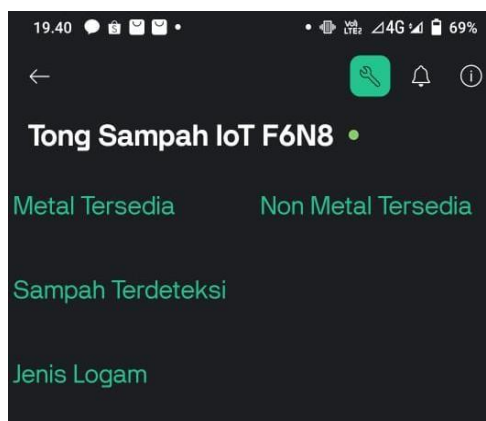


GAMBAR 7. Tampilan LCD dan posisi pemilah saat terdeteksi sampah non-logam.

Pengujian Pengujian Sistem Internet of Things (IoT)

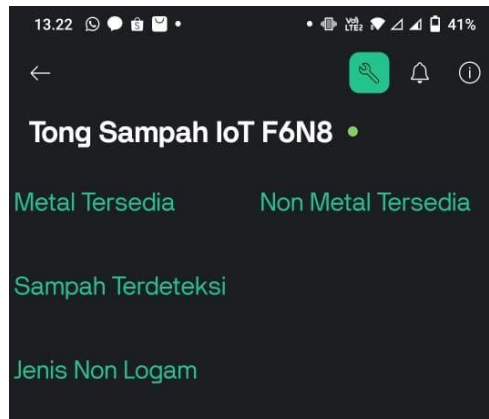
Pengujian ini dilakukan untuk melihat tampilan aplikasi Blynk terkait dengan pengujian alat.

1. Berikut ini tampilan Blynk yang menandakan sampah yang dibuang merupakan sampah metal.



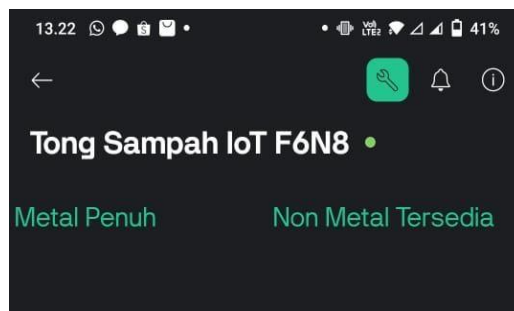
GAMBAR 6. Tampilan Pada Aplikasi Blynk Saat Terdeteksi Sampah Logam

2. Berikut ini tampilan Blynk yang menandakan sampah yang dibuang merupakan sampah metal.



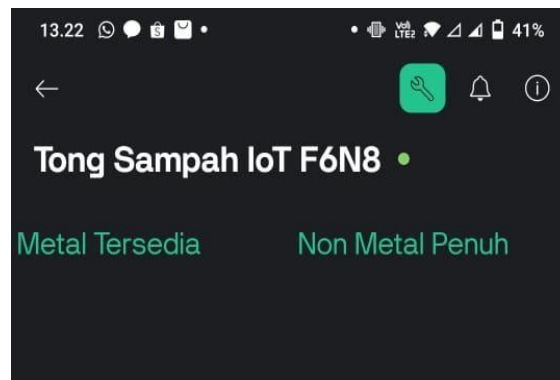
GAMBAR 7. Tampilan pada aplikasi Blynk saat terdeteksi sampah non-logam

3. Berikut ini tampilan Blynk yang menandakan tempat sampah metal terdeteksi penuh.



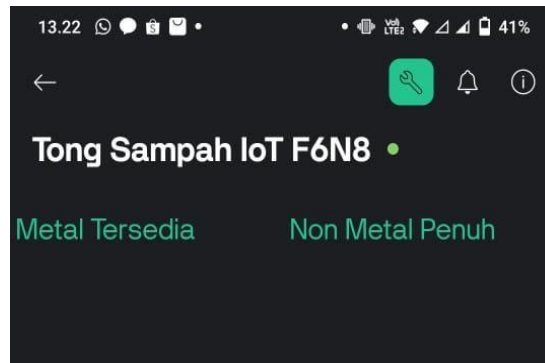
GAMBAR 8. Tampilan pada aplikasi Blynk saat tempat sampah metal terdeteksi penuh.

4. Berikut ini tampilan Blynk yang menandakan tempat sampah non-metalk terdeteksi penuh.



GAMBAR 9. Tampilan pada aplikasi Blynk saat tempat sampah non-metal terdeteksi penuh.

5. Berikut ini tampilan Blynk yang menandakan tempat sampah metal dan non-metal terdeteksi penuh.



GAMBAR 10. Tampilan pada aplikasi Blynk sampah metal dan non metal terdeteksi penuh.

KESIMPULAN

Sistem alat pendeteksi sampah logam dan non logam otomatis menggunakan ESP32 berbasis IoT atau aplikasi *Blynk* menunjukkan kinerja yang sangat baik dalam mendeteksi sampah logam dan non logam dan merespon secara otomatis dengan menggerakkan servo. Dengan keberhasilan pada sistem yaitu berhasil mendeteksi objek dalam jarak kurang dari 15 cm menggunakan sensor ultrasonik. Jika objek adalah sampah logam, sistem menampilkan pesan "Sampah Logam" di LCD, dan servo bergerak ke sudut 25° sebelum kembali ke posisi netral (90°). Jika objek adalah sampah non-logam, sistem menampilkan pesan "Sampah Non Logam" di LCD, dan servo bergerak ke sudut 145° sebelum kembali ke posisi netral (90°). Sistem dapat mendeteksi kondisi penuh pada tempat sampah dan jarak yang dapat terdeteksi yaitu <math><10\text{ cm}</math>, kemudian menampilkan pesan yang sesuai di LCD, seperti "Metal Penuh" atau "Non Metal Penuh". Sistem harus merespons secara real-time, dengan servo bergerak sesuai dengan jenis sampah dalam waktu yang ditentukan (± 3 detik). Sistem ini meningkatkan efisiensi pemilahan sampah di berbagai tempat dan memudahkan petugas kebersihan melalui monitoring real-time yang akurat. Aplikasi Blynk mendukung kemampuan ini dengan menampilkan sampah logam dan non logam yang terdeteksi secara tepat dan memberikan notifikasi yang responsif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MIT Technology Review, "The Next Generation of Connected IoT," MIT Technology Review. Accessed: Mar. 06, 2025. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/2023/03/23/1069199/the-next-generation-of-connected-iot/>
- [2] Direktorat Jendral Cipta Karya, "Pemanfaatan Internet of Things (IoT) dalam Smart Waste Management." Accessed: Mar. 17, 2025. [Online]. Available: <https://clearinghouse.pu.go.id/berita/baca/10/pemanfaatan-internet-of-things-iot-dalam-smart-waste-management>
- [3] Prajwal, S. Hosmani, R. B. Chigoni, and S. Kumar, "Automatic Waste Sorting System," *JETIR (Journal of Emerging Technologies and Innovative Research)*, vol. 12, no. 1, Jan. 2025, [Online]. Available: <https://www.jetir.org/papers/JETIR2501437.pdf>
- [4] A. Akhiruddin, I. Imnadir, and N. Nurjannah, "Rancang Bangun Alat Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Menggunakan Sensor Proximity Induktif dan Infrared Berbasis Arduino UNO R3," *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 8, no. 3, pp. 83–90, 2023, doi: 10.30743/jet.v8i3.8799.
- [5] S. N. Dewi, C. S., and D. S., "Set-up : Jurnal Keilmuan Teknik Prototype Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Arduino Uno Arduino Uno Based Automatic Garbage Sorting Prototype Set-up : Jurnal Keilmuan Teknik," *Set-up : Jurnal Keilmuan*

- Teknik*, vol. 02, no. 01, pp. 209–217, 2023, [Online]. Available: <https://e-journal.unipma.ac.id/index.php/SET-UP/article/view/17570>
- [6] D. C. Wilson, C. A. Velis, and C. R. Cheeseman, “Waste management—Still a global challenge in the 21st century: An evidence-based call for action,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 16, no. 6, p. 1060, 2019, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/1660-4601/16/6/1060>
- [7] S. Mitchell, “Health Effects of Waste Mismanagement,” Jul. 2023. Accessed: Apr. 09, 2025. [Online]. Available: <https://www.worldcleanupday.org/post/health-effects-of-waste-mismanagement>
- [8] A. Imran and M. Rasul, “Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32,” *Jurnal Media Elektrik*, vol. 17, no. 2, pp. 2721–9100, 2020, [Online]. Available: <https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>
- [9] A. Akhiruddin and M. Mastomo, “Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kapasitas Sampah Logam Dan Non Logam Menggunakan Sensor Ultrasonik Berbasis IoT,” *JET (Journal of Electrical Technology)*, vol. 9, no. 2, pp. 59–62, 2024, doi: 10.30743/jet.v9i2.9765.
- [10] M. Z. Hakim, “Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan,” in *Amanna Gappa*, Makassar: Amanna Gappa, 2019, pp. 111–121.
- [11] R. T. Ananda, Djameludin, and D. Sujana, “Sistem Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT Menggunakan Aplikasi Blynk,” *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan (JETT)*, vol. 8, no. 2, pp. 1–6, 2021, [Online]. Available: <https://journals.telkomuniversity.ac.id/jett/article/download/4073/1705>
- [12] R. Ramadhan and Nila Feby Puspitasari, “Intelligent waste sorting prototype-based internet of things,” *ELEKTROSISTA*, vol. 10, no. 2, 2023, [Online]. Available: <https://ojs.akmil.ac.id/index.php/jurnal-elektrosista/article/view/91/81>
- [13] A. C. Zulkarnaen, “Rancang. Bangun Alat. Pemilah Sampah Logam. Dan. Non-Logam Menggunakan. Jaringan. Internet,” *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*, pp. 1–10, 2022.
- [14] W. Falinda, H. M. Putra, and M. Nuzuluddin, “Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam, Plastik Dan Organik Secara Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot),” *Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika Dan Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 142–153, 2023, [Online]. Available: <https://ejournal.hamzanwadi.ac.id/index.php/printer/article/view/23079>
- [15] M. Merati, “ESP32: Setup Wifi Connection Using Bluetooth [3 Steps] - Electropeak.” Accessed: Mar. 30, 2025. [Online]. Available: <https://electropeak.com/learn/esp32-setup-wifi-connection-using-bluetooth/>
- [16] L. Harmaji and Khairullah, “Rancang Bangun Tempat Pemilah Sampah Logam Dan Nonlogam Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *Progresif: Jurnal Ilmiah Komputer*, vol. 15, no. 2, pp. 73–82, 2019, [Online]. Available: <http://ojs.stmik-banjarbaru.ac.id/index.php/progresif/article/view/409>
- [17] A. Djafar, R. Gunawan, H. D. Haryono, and D. Suanggana, “Efektifitas Respon Sensor Proximity Induktif dalam Menyortir Pecahan Logam pada Model Conveyor,” *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 8, no. 1, 2023, doi: 10.32672/jse.v8i1.5126.
- [18] K. V Vardhan, Y. K. Sai, and S. Musala, “IoT-Based Home Automation Using Blynk Application and Google Assistance,” in *Algorithms and Computational Theory for Engineering Applications*, Springer, 2025, pp. 119–125.
- [19] M. T. D. Kirana and I. O., “Sistem Monitoring Alat Pendeteksi Kebisingan Suara di Perpustakaan STIKOM Tunas Bangsa Pematangsiantar Berbasis Mikorokontroler Arduino Uno,” *JUPIN: Jurnal Penelitian Inovatif*, vol. 2, no. 1, pp. 79–86, Apr. 2022.

- [20] F. Muhtarom and H. Effendi, "Alat Pendeteksi Logam Pada Makanan Berbasis Arduino Uno," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 1, no. 2, pp. 43–48, 2020, doi: 10.24036/jtein.v1i2.14.
- [21] S. Arby and Hamdani, "Automatic Waste Sorting and Trash Bin Capacity Monitoring System Using Solar Panels Based on Internet of Things (IoT)," *Journal of Industrial Automation and Electrical Engineering*, vol. 1, no. 2, pp. 41–48, 2024, [Online]. Available: <https://jiaee.ppj.unp.ac.id/index.php/jiaee/article/download/70/50/179>
- [22] M. Sholakhudin, "Alat Praktikum Gerak Lurus Dengan Sensor Ir Berbasis Arduino," *SAINTIFIK Jurnal Pendidikan MIPA*, vol. 9, pp. 20–27, Jul. 2024, doi: 10.33387/saintifik.v9i1.8139.
- [23] A. Roihan, H. Kusumah, and M. N. Khairudin, "Perancangan Sistem Smart Trash Berbasis ESP32 Pada Kelurahan Manis Jaya," in *SEMNAS CORISINDO 2021*, 2021.
- [24] R. M. Lakshmi, G. A. V. S. K. R. R, P. H. R, and T. Pragadesh, "Next-Gen Water Waste Management Using ESP32 and Ultrasonic," *International Journal of Research Publication and Reviews*, vol. 6, no. 3, pp. XX–XX, 2024, [Online]. Available: <https://ijrpr.com/uploads/V6ISSUE3/IJRPR40420.pdf>
- [25] Y. E. Windarto, B. M. W. Samosir, and M. R. Assariy, "Monitoring Ruang Berbasis Internet of Things Menggunakan Thingsboard dan Blynk," *Walisongo Journal of Information Technology*, vol. 2, no. 2, 2020.
- [26] A. A. Nurhakim and K. D. Septianti, "Rancang Bangun Pemilah Sampah Organik maupun Non Organik Secara Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things)," 2024, Jakarta. [Online]. Available: <https://elibrary.bsi.ac.id/tugasakhir/B2130016/rancang-bangun-pemilah-sampah-organik-maupun-non-organik-secara-otomatis-berbasis-iot-internet-of-things->
- [27] E. Azhari, R. Suppa, and M. Mukramin, "Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam Dan Non Logam Otomatis," *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, 2024, doi: 10.23960/jitet.v12i3.4721.
- [28] R. Subito, A. Rahman, and D. P. Sari, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Permukaan Air Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dan Blynk," *Jurnal Teknik Elektro Tadulako*, vol. 9, no. 1, pp. 45–52, 2023, [Online]. Available: <https://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/JTE/article/view/23456>
- [29] G. Mahendra and S. Sukardi, "Rancang Bangun Kontrol Pintu Air Dan Monitoring Ketinggian Air Sungai Berbasis Internet of Things (IoT)," *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, vol. 2, no. 1, pp. 98–106, 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.134.
- [30] M. I. Andriansyah, J. Jamaaluddin, A. Ahfas, I. Anshory, and D. Hadidjaja, "Rancang Bangun Jebakan Tikus Berbasis Internet of Things dan Camera ESP32," *JASEE Journal of Application and Science on Electrical Engineering*, vol. 4, no. 02, pp. 43–53, 2023, doi: 10.31328/jasee.v4i02.442.