

RANCANG BANGUN ALAT PEMISAH SAMPAH CERDAS BERBASIS INTERNET OF THINGS

Tony Gunawan¹, Ahmad Subki², Ardiyallah Akbar³, Lalu Delsi Samsumar⁴,
Supardianto⁵

^{1,2,3,4,5}Universitas Teknologi Mataram, Indonesia

¹priabiasaaa@gmail.com, ²ahmad.subki1992@gmail.com, ³ardiyallah_akbar@gmail.com

⁴samsumarld@utmmataram.ac.id, ⁵Supardianto88mkom@gmail.com

Received: 14-09-2024

Revised: 25-09-2024

Approved: 30-09-2024

ABSTRACT

Jumlah sampah yang meningkat di kota-kota menimbulkan tantangan yang signifikan bagi sistem pengelolaan sampah. Sampah yang dipisahkan secara manual biasanya kurang efisien dan membutuhkan banyak tenaga kerja. Dengan merancang dan mengembangkan sebuah model alat pemisah sampah cerdas yang berbasis Internet of Things (IoT), penelitian ini berusaha mengatasi masalah ini. Dengan menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan NodeMCU ESP8266, alat ini dilengkapi dengan sensor infrared untuk mendeteksi sampah, sensor proximity induktif untuk memilah sampah berjenis logam dan non logam, dan sensor ultrasonik untuk memantau kapasitas tempat sampah. Data dari sensor diproses dan dikirim melalui aplikasi Blynk dan Telegram untuk pemantauan jarak jauh. Penelitian ini menggunakan metode prototype, yang melibatkan perancangan hardware dan software, pengujian system, dan implementasi. Tujuan meningkatkan efisiensi dalam pemilihan sampah secara otomatis menggunakan IoT. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki kemampuan untuk membedakan sampah logam dan non-logam dengan akurasi deteksi hingga 98%. Selain itu, system berhasil memberikan notifikasi ketika tempat sampah penuh, membantu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah.

Kata kunci: Internet of Things, Arduino Uno, NodeMCU ESP8266, Blynk, Telegram.

PENDAHULUAN

Pengelolaan sampah merupakan masalah serius yang dihadapi oleh banyak negara, termasuk Indonesia. Berdasarkan observasi di lapangan, Metode pengelolaan sampah saat ini sebagian besar dilakukan secara manual dan tidak efisien. Volume sampah yang terus meningkat setiap harinya tidak diimbangi dengan sistem pengelolaan yang memadai, menyebabkan penumpukan sampah dan pencemaran lingkungan yang semakin parah. Proses pemilahan sampah yang tidak efektif menjadi salah satu penyebab utama sulitnya mendaur ulang dan mengelola sampah dengan baik.

Teknologi Internet of Things (IoT) telah mengalami kemajuan yang pesat dan telah diterapkan di berbagai bidang, termasuk dalam pengelolaan sampah. IoT memungkinkan perangkat dan sensor untuk saling terhubung, mengumpulkan, memproses, serta mengirim data secara real-time. Dalam pengelolaan sampah, teknologi ini dapat dimanfaatkan untuk mengembangkan sistem pemisahan sampah yang lebih cerdas dan efisien. Dengan menggunakan sensor dan perangkat IoT, pemisahan sampah dapat dilakukan secara otomatis, mengurangi ketergantungan pada tenaga manusia, dan meningkatkan ketepatan dalam memilah jenis-jenis sampah.

Saat ini, sebagian besar tempat sampah di masyarakat belum dilengkapi dengan teknologi cerdas untuk pemisahan sampah. Proses pemilahan sampah masih sangat bergantung pada kesadaran individu, yang sayangnya masih rendah. Akibatnya, sampah logam dan non-logam sering kali tercampur, sehingga menyulitkan proses daur ulang dan pengelolaan lanjutan. Desain tempat sampah saat ini belum mampu memenuhi kebutuhan pemisahan sampah secara efektif. Oleh karena itu, dibutuhkan inovasi dalam desain tempat sampah yang dapat melakukan pemisahan secara otomatis dan terintegrasi dengan teknologi IoT.

Pengembangan alat pemilah sampah cerdas berbasis IoT diharapkan mampu menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah. Alat ini dapat secara otomatis membedakan sampah logam dan non-logam, mengurangi beban kerja manusia, dan meningkatkan akurasi pemilahan. Selain itu, dengan adanya notifikasi saat kapasitas tempat sampah penuh, alat ini juga dapat mencegah penumpukan sampah yang berlebihan. Diharapkan, inovasi ini tidak hanya membantu dalam pengelolaan sampah yang lebih baik tetapi juga Meningkatkan kesadaran dan keterlibatan masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pemisah sampah cerdas berbasis IoT yang mampu memisahkan sampah logam dan non-logam secara otomatis. Penelitian ini akan mencakup tahap perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, integrasi sensor dan modul IoT, serta pengujian dan evaluasi kinerja alat dalam kondisi nyata. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh solusi yang inovatif dan aplikatif dalam pengelolaan sampah, serta memberikan kontribusi nyata dalam upaya pelestarian lingkungan. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi rujukan untuk pengembangan teknologi pengelolaan sampah yang lebih cerdas dan efisien di masa depan. Di bawah ini adalah lima topik penelitian sebelumnya yang berkaitan atau erat kaitannya dengan penelitian yang dilakukan:

Penelitian yang dilakukan Sutarti, Siswanto, dan Jefri Mulyanto (2020) yang berjudul "Purwarupa Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno". Dalam proyek prototipe, penelitian ini menggunakan desain sampah pintar berbasis Arduino Uno untuk membedakan sampah organik, anorganik, dan logam. Prototype ini memiliki input berupa sensor ultrasonik, LDR, dan sensor proximity, dan output berupa LCD dan motor servo. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor ultrasonik dapat mengukur jarak dengan kesalahan rata-rata 3,9%, sensor proximity dapat membedakan jenis sampah, dan LCD dapat menampilkan teks sesuai dengan jenis sampah. Hasilnya menunjukkan bahwa desain smart trash berfungsi dengan baik.

Penelitian yang dilakukan Fauzan Azmi Hasibuan, Solikhun, dan Zukaini Masruro (2021) yang berjudul "Penggunaan Sistem Mikokontroler Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pemilah Otomatis Menggunakan Arduino Uno". Penelitian ini menggunakan sensor proximity induktif, inframerah, kelembaban, ultrasonik, dan motor servo. Penulis membuat sampah otomatis yang dapat membedakan berbagai jenis sampah. Tempat sampah nantinya dapat memilah sampah basah, kering, dan metal.

Penelitian yang dilakukan Rio Ramadhan dan Nila Feby Puspitasari (2023) yang berjudul "Prototipe Alat Pemilah Sampah Cerdas Berbasis Internet Of Things". Untuk membuat prototipe alat ini, mikrokontroler Arduino Nano dan Wemos D1 digunakan sebagai pusat pengoperasian. Alat ini memiliki sensor yang dimasukkan. Sensor ultrasonik membedakan sampah plastik dan kertas, dan sensor induktif membedakan sampah logam. Untuk menggunakan aplikasi Blynk Integrated Waste Management untuk mengirim dan menerima notifikasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menciptakan prototipe alat pemilah sampah cerdas yang bergantung pada Internet of Things (IoT) yang diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengolahan sampah.

Penelitian yang dilakukan Youla Gessel, Syamsul Bahari, dan Irma Nirmala (2023) berjudul "Sistem Pemilah Menggunakan Conveyer dan Pemantauan Ketinggian Sampah Logam, Anorganik, dan Organik Berbasis Internet Of Things". Untuk mendeteksi jenis sampah, sistem ini menggunakan sensor proximity induktif, kapasitif, dan optik. motor servo untuk pemilahan; dan sensor ultrasonik HC-SR04 untuk memantau ketinggian sampah. Antarmuka web digunakan untuk memantau tempat sampah dari jarak jauh. Selain itu, LED dan buzzer memberikan peringatan saat tempat sampah dalam keadaan penuh. Ketiga sensor ultrasonik HC-SR04 diuji dengan akurasi keberhasilan 96,67%. Nilai error untuk sensor HC-SR04 1 sebesar 2,517%, HC-SR04 2 sebesar 1,9315%, dan HC-SR04 3 sebesar 2,176%. Hasil pengujian sistem menunjukkan bahwa sampah yang terkumpul sudah sesuai dengan jenisnya dan membuatnya lebih mudah bagi pengguna untuk memantau tempat sampah.

Penelitian yang dilakukan Munawar Fadli, Devri Suherdi, dan Faisal Taufik yang (2023) berjudul "Implementasi Sensor Proximity Induktif Pada Sistem Pemilah Sampah Logam Menggunakan Metode Counter Berbasis Arduino". Sistem ini menggunakan sensor kapasitive

proximity, kapasitive induktif dan arduino uno R3 sebagai mikrokontroler. Sistem ini akan sangat membantu dalam menyortir sampah yang berbentuk logam agar tidak tercampur dengan jenis sampah lainnya karena jenis sampah logam merupakan jenis sampah yang sangat susah untuk terurai.

METODE PENELITIAN

Metode dalam penelitian ini yaitu Metode Prototype. Metodologi pembuatan prototype adalah pendekatan pengembangan produk atau sistem yang melibatkan pembuatan model atau prototipe sederhana yang menggambarkan fitur dan fungsionalitas utama dari produk atau sistem yang sedang dibuat.



Gambar 1. Alur Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode prototype. Metode ini melibatkan pembuatan model alat pemisah sampah cerdas yang berbasis IoT, dengan beberapa langkah sebagai berikut:

Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mempelajari konsep, materi, dan dasar ilmu yang terkait dengan judul penelitian: "Rancang bangun alat pemisah sampah cerdas berbasis internet of things."

Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri dari dua bagian utama: pertama, perancangan perangkat keras yang mencakup Arduino Uno, motor servo, sensor infrared, sensor proximity induktif, sensor ultrasonik, dan LCD. Kedua, perancangan perangkat lunak yang melibatkan NodeMCu ESP8266 sebagai penghubung WiFi untuk mengirim data ke aplikasi Blynk dan Telegram pada smartphone.

Membangun Sistem

Tahapan dalam pembangunan sistem menggambarkan proses pengkodean yang dilakukan untuk mengembangkan sistem penelitian, yaitu sensor sensor proximity induktif pemilah sampah logam atau non logam, sehingga servo bergerak ke wadah sampah yang sesuai, dan jika sampah penuh akan mengirim pemberitahuan ke Aplikasi Blynk dan telegram.

Pengujian Sistem

Pada tahap pengujian ini, penulis menguji sistem pemilah sampah untuk memastikan bahwa itu sesuai dengan harapan, sehingga kesalahan atau kegagalan

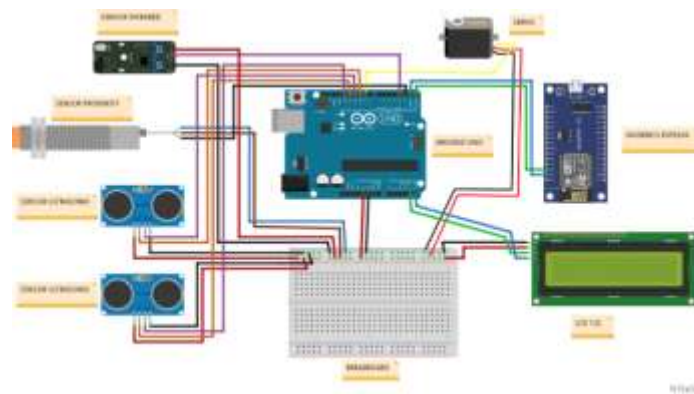
dapat segera diperbaiki.

Implementasi

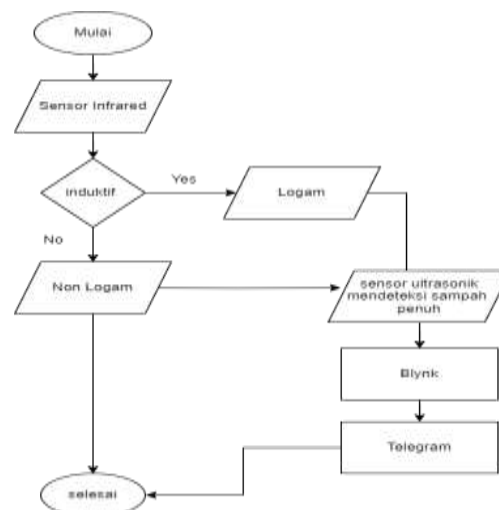
Dalam langkah terakhir ini, Anda harus memastikan bahwa sistem pemilah sampah berjalan dengan baik, tidak mengalami masalah, dan dapat digunakan pada miniatur yang sudah dibuat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan sistem yang digunakan dalam pemanfaatan teknologi IoT dalam rancang bangun alat pemisah sampah cerdas berbasis IoT. Sistem ini akan pemilah jenis sampa logam dan non logam menggunakan sensor infrared sebagai pendeteksi sampah, sensor proximity induktif sebagai pemilah, servo sebagai penggerak, dan sensor ultrasonik mengukur ketinggian sampah. Perancangan inilah yang bekerja sama untuk mencapai tujuan sistem tersebut.



Gambar 2. Skema Perancangan Sistem Hardware



Gambar 3. Flowchart Sistem

Pengujian Sensor Proximity Induktif

Pengujian sensor proximity induktif dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sensor dalam mendeteksi jenis sampah. Pengujian dilakukan dengan cara menempatkan beberapa jenis sampah diatas sensor proximity induktif yang

terdapat pada penampung. Hasil pengujian oleh sensor proximity induktif selanjutnya akan di tampilkan melalui serial monitor pada Arduino IDE dan LCD 16x2. Berikut ini merupakan hasil uji dari sensor proximity induktif:

Tabel 1 Hasil Pengujian Sensor Proximity Induktif

| Jenis Sampah | Maksimal Jarak | Keterangan |
|---------------|----------------|------------|
| Kertas HVS | 10 mm | Non Logam |
| Gelas Plastik | 10 mm | Non Logam |
| Botol Plastik | 10 mm | Non Logam |
| Kayu | 10 mm | Non Logam |
| Kaleng | 7 mm | Logam |
| Aluminium | 7 mm | Logam |
| Besi | 7 mm | Logam |
| Obeng | 5 mm | Logam |
| Gunting | 5 mm | Logam |
| Paku | 7 mm | Logam |
| Karet | 10 mm | Non Logam |

Pengujian Sensor Infrared

Sensor infrared digunakan untuk mendeteksi adanya sampah. Pengujian dilakukan dengan mendekatkan sampah untuk memastikan sensor dapat mendeteksi keberadaan sampah dengan akurat dan di tampilkan pada LCD 16x2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Infrared

| Deteksi | Hasil Deteksi |
|------------------|-------------------------------|
| Ada Sampah | Sensor mendeteksi objek |
| Tidak Ada Sampah | sensor Tidak Mendeteksi Objek |

Pengujian Sensor Ultrasonik

Pengujian sensor ultrasonik bertujuan untuk memastikan keberhasilan sensor dapat mendeteksi sampah penuh atau tidak di tempat wadah sampah, jarak hasil pengukuran oleh sensor akan dibandingkan dengan jarak sebenarnya untuk mengetahui selisih pengukuran. Pengujian dilakukan dengan cara meletakkan objek di depan sensor pada jarak tertentu.

Tabel 3. Hasil Pengujian Sensor Proximity Induktif

| Penggaris | Sensor Ultrasonik | Selisih |
|-----------|-------------------|---------|
| 5 cm | 4 cm | 1 cm |
| 10 cm | 11 cm | 1 cm |
| 15 cm | 15 cm | 0 |
| 20 cm | 20 cm | 0 |
| 25 cm | 24 cm | 1 cm |
| 30 cm | 29 cm | 1 cm |

Pengujian Sensor Ultrasonik

servo digunakan bertujuan untuk memastikan servo bergerak ke posisi yang benar untuk mengarahkan ke tempat sampah yang sesuai. pengujian ini dilakukan

dengan langsung menempatkan sampah pada penampung sampah.

Tabel 4. Hasil Pengujian Servo

| Sudut | Yang diharapkan | Hasil |
|-------|---|----------|
| 0° | Motor servo bergerak ke sampah tempat logam | Bergerak |
| 90° | Srvo posisi netral | Diam |
| 180° | Motor servo bergerak ke tempat sampah non logam | Bergerak |

Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD 16x2 dilakukan untuk menampilkan informasi pada layar sudah sesuai dengan kondisi sistem. Pengujian dilakukan dengan data dari sensor infrared, sensor proximity induktif, dan sensor ultrasonik.

Tabel 5. Hasil Pengujian LCD 16x2

| Sensor Infrared | Sensor Proximity Induktif | Sensor Ultrasonik | Hasil |
|-------------------|---------------------------|------------------------|----------|
| Sampah terdeteksi | Logam | Sampah Logam Penuh | Berhasil |
| Sampah Terdeteksi | Non Logam | Sampah Non Logam Penuh | Berhasil |

Hasil Perancangan sistem ini yang digunakan dalam pemanfaatan teknologi IoT dalam rancang bangun alat pemisah sampah cerdas berbasis IoT. Sistem ini akan pemilah jenis sampa logam dan non logam menggunakan sensor infrared sebagai pendeteksi sampah, sensor proximity induktif sebagai pemilah, servo sebagai pengerak, dan sensor ultrasonik mengukur ketinggian sampah. Perancangan inilah yang bekerja sama untuk mencapai tujuan sistem tersebut.



Gambar 4. Hasil Perancangan Sistem

Berikut adalah tabel hasil pengujian sistem secara keseluruhan sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

| No | Hardware | Fungsi | Hasil | Keterangan |
|----|---------------------------|--|--|----------------------|
| 1 | Arduino Uno | Sebagai mikrokontroler mengolah data bacaan sensor | Mampu membaca data sesuai kondisi | Berhasil dengan baik |
| 2 | NodeMCU ESP8266 | Mengirim dan menerima data dari Arduino | Mampu mengirim dan menerima data yang diteruskan ke Blynk dan Telegram | Berhasil dengan baik |
| 3 | Sensor Infrared | mendeteksi adanya keberadaan sampah | Menampilkan sampah terdeteksi di LCD | Berhasil dengan baik |
| 4 | Sensor Proximity Induktif | Mendeteksi jenis sampah logam atau non logam | Menampilkan Jenis sampah di LCD | Berhasil dengan baik |
| 5 | Sensor Ultrasonik | Mengukur jarak ketinggian pada wadah sampah | Mampu mengukur ketinggian sampah | Berhasil dengan baik |
| 6 | Servo | Mengarahkan sampah ke tempat wadah sesuai jenisnya | Bergerak sesuai dengan kondisi | Berhasil dengan baik |
| 7 | LCD 16x2 | Menampilkan informasi sesuai dengan kondisi sistem | Mampu menghasilkan text sesuai dengan data yang diterima oleh sensor | |

Pengujian perangkat lunak

Dilakukan pengujian software dengan melihat tampilan pada aplikasi Blynk dan Telegram. Berikut adalah hasil pengujian software pada aplikasi Blynk dan Telegram sebagai berikut :



Gambar 4. Hasil Pengujian Perangkat Lunak Pada Blynk

Pada gambar 4 diatas adalah hasil pengujian software pada aplikasi Blynk. Jarak tersebut menunjukkan semakin tinggi sampah maka range juga semakin tinggi. Jarak tersebut berhasil di tampilkan dengan gauge pada blynk.

Selanjutnya uji software pada aplikasi Telegram seperti terlihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. Hasil Pengujian Perangkat Lunak PadaTelegram

Pada gambar 5 diatas adalah hasil pengujian software pada aplikasi Telegram. Informasi tersebut seseuai dengan kondisi sistem bekerja yang dapat mengirimkan notifikasi teks ke telegram.

KESIMPULAN

Berdasarkan uji coba yang dilakukan pada penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa pemisah sampah cerdas berbasis internet of things(IoT) ini telah berhasil mencapai tujuan utamanya yaitu memisahkan sampah logam dan non logam secara efisien. Alat ini menggunakan sensor-sensor yang terintegrasi dengan NodeMCU untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah dengan akurat. Sistem ini juga terbukti mampu mengirimkan data ke aplikasi Blynk dan Telegram, memungkinkan pemantauan dan pengelolaan sampah secara real-time. Penggunaan teknologi IoT diharapkan dapat mempercepat proses daur ulang serta meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustya, Angga Fernanda, and Akhmad Fahruzi. 2020. "Rancang Bangun Alat Otomatis Pemilah Sampah Logam, Organik Dan Anorganik Menggunakan Sensor Proximity Induksi Dan Sensor Proximity Kapasitif." Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VIII 2020: 475–80.
- [2] Alamsyah, Nur, Hani Fitria Rahmani, and Yeni. 2022. "Lampu Otomatis Menggunakan Sensor Cahaya Berbasis Arduino Uno Dengan Alat Sensor LDR." Formosa Journal of Applied Sciences 1(5): 703–12. doi:10.55927/fjas.v1i5.1444.

- [3] Aprilliani, Shenlu, Nuril Fitriani, Nur Aminah, and Dharma Aryani. 2023. "Rancang Bangun Pencacah Sampah Organik Otomatis." *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro dan Informatika (SNTEI)*: 183–88.
- [4] Ariwibowo, Didik, Desmira, and Ratna Ekawati. 2021. "Otomatisasi Dalam Pandemi Dengan Sensor Proximity." *Edusaintek: Jurnal Pendidikan, Sains dan Teknolog* 8(1): 67–81.
- [5] Azmi Hasibuan, Fauzan, Zulaini Masruro, and Stikom Tunas Bangsa. 2021. "RESOLUSI: Rekayasa Teknik Informatika Dan Informasi Penggunaan Sistem Mikrokontroler Dalam Pembuatan Tempat Sampah Pemilah Otomatis Menggunakan Arduino Uno." *Media Online* 1(6): 368–77.
- [6] Fadli, Munawar, Devri Suherdi, and Faisal Taufik. 2023. "Implementasi Sensor Proximity Induktif Pada Sistem Pemilah Sampah Logam Menggunakan Metode Counter Berbasis Arduino." *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)* 2(4): 229. doi:10.53513/jursik.v2i4.7610.
- [7] Falinda, Wahyunita, Hadian Mandala Putra, and M Nuzuluddin. 2023. "Rancang Bangun Pemilah Sampah Logam, Plastik Dan Organik Secara Otomatis Berbasis Internet of Things (Iot)." *Jurnal Pengembangan Rekayasa Informatika dan Komputer* 1(2): 142–53.
- [8] Finamore, Poliana da Silva, Rodolfo Silva Kós, João Carlos Ferrari Corrêa, D, Luanda André Collange Grecco, Tatiana Beline De Freitas, Julia Satie, et al. 2021. "No Tite بن تيت." *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(February): 2021.
- [9] Gessel, Youla, Syamsul Bahri, and Irma Nirmala. 2023. "Sistem Pemilah Menggunakan Conveyor Dan Pemantauan Ketinggian Sampah Logam, Anorganik, Dan Organik Berbasis Internet of Things." *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)* 4(4): 965–75. doi:10.47065/josyc.v4i4.3841.
- [10] Malik, Muchamad, and Sumpena Sumpena. 2023. "Analisis Sistem Pemantauan Pemisah Sampah Logam Dan Non Logam Berbasis Internet of Things." *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material* 7(1): 63. doi:10.30588/jeemm.v7i1.1462.
- [11] Nugroho, Bagas Aditya, and Yan Mitha Djaksana. 2022. "Implementasi Mikrokontroler Arduino Uno Dan Multi Sensor Pada Tempat Sampah." *Jurnal Scientia Sacra: Jurnal Sains* 2(4): 70–77.
- [12] Putri, Tri Wahyu Oktaviana, Ginan Alvianingsih, and Pratiwi Maharani. 2023. "Perancangan Sistem Monitoring Pada Pemilah Sampah Otomatis Berbasis Internet of Things Menggunakan Aplikasi Blynk." *Energi & Kelistrikan* 15(1): 1–10. doi:10.33322/energi.v15i1.1942.
- [13] Ra'uf, Abdur, Ahmad Faisol, and Febriana Santi Wahyuni. 2023. "Penggunaan Internet of Things (Iot) Alat Pendeteksi Logam Dan Non-Logam Pada Tempat Sampah Pintar." *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)* 6(2): 1176–83. doi:10.36040/jati.v6i2.5398.
- [14] Ramadhan, R, and N F Puspitasari. 2023. "Prototipe Alat Pemilah Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things." *Jurnal Elektrosista* 10(2).
- [15] Rozaq, Abdur, Muhyiddin Zainul Arifin, and Sujono Sujono. 2021. "Rancang Bangun Manajemen Pemilahan Sampah Logam Dan Non-Logam Otomatis." *Saintekbu* 13(01): 56–61. doi:10.32764/saintekbu.v13i01.2519.
- [16] Studi, Program, Teknik Komputer, Departemen Teknik Elektro, and Universitas Hasanuddin. 2020. "Yedarson Malliwang."
- [17] Surbhakti, Enjar, R A Sekar Ciptaning, Yulisdin Mukhlis, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jl Margonda, and Raya Depok.

2021. “Perancangan Tempat Sampah Dengan Pemisah Sampah Logam Dan Nonlogam Secara Otomatis Dengan Kapasitas Yang Dapat Dipantau Menggunakan Aplikasi Berbasis IoT.” Jurnal Ilmiah Komputasi 20(1): 93–100. doi:10.32409/jikstik.20.1.2700.
- [18] Sutarti, Sutarti, Siswanto Siswanto, and Jefri Mulyanto. 2020. “Purwarupa Tempat Sampah Pintar Berbasis Arduino Uno.” *Dinamika Informatika* 9(2): 1–15.
- [19] Syabani, Toyib. 2021. “Pengembangan Aplikasi Android Tempat Sampah Otomatis.” 3(2): 6.
- [20] ZULKARNAEN, A C. 2022. “Rancang. Bangun Alat. Pemilah Sampah Logam. Dan. Non-Logam Menggunakan. Jaringan. Internet.” *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Elektro*: 1–10.