

IMPLEMENTASI COMPUTER VISION DALAM DETEKSI DAN KLASIFIKASI SAMPAH OTOMATIS PADA SISTEM PENGOLAHAN LIMBAH PERKOTAAN

Akbar Lusman¹⁾, Retno Devita²⁾, Ondra Eka Putra³⁾, Eva Rianti⁴⁾, Fajrul Islami⁵⁾

¹²³⁴⁵ Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Putra Indonesia “YPTK” Padang, Indonesia

Corresponding Author: ondraekaputra17@gmail.com

Article Info

Article history:

Received: Jan 09, 2026

Revised: Jan 15, 2026

Accepted: Jan 17, 2026

Published: Feb 01, 2026

Keywords:

Computer Vision

Waste Detection

Waste Classification

Arduino Mega 2560

Waste Management

ABSTRACT

Waste is a very serious environmental problem commonly faced by Indonesians. According to data from the National Waste Management Information System (SIPSN), Indonesia's waste volume reached 20.02 million tons in 2022. In Indonesia, the amount of waste generated reached 65 million tons per day in 2016 and increased to 66.5 million tons in 2018. The amount of waste in Indonesia continues to increase annually. In large cities, waste management is an increasingly pressing challenge, given the negative impacts caused by improper management, such as waste accumulation in landfills (TPA), water and air pollution, and public health issues. This study aims to design and implement an automatic waste classification system based on Computer Vision technologies as a solution for urban waste management. The system utilizes an Arduino Mega 2560, camera, ultrasonic sensor, servo motor, and conveyor to detect and classify five main types of waste: plastic, paper, glass, metal, and organic materials in real time. The camera captures images of waste, which are then analyzed using a Computer Vision model, while sensors and actuators control the flow and physical sorting process. This research seeks to improve waste processing efficiency by reducing human involvement in hazardous tasks and to promote the application of intelligent technologies in supporting sustainable recycling systems and reducing the burden on final disposal sites (landfills). The system created can detect and classify waste types well.



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY SA 4.0)

1. PENDAHULUAN

Penggunaan komputer saat ini merupakan salah satu kebutuhan dalam dunia Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, bisnis maupun kebutuhan pribadi karena pada dasarnya komputer merupakan alat bantu dalam penyelesaian masalah yang bersifat rutinitas diseluruh aspek kehidupan manusia [1]. Computer Vision merupakan kemampuan dari sebuah mesin atau komputer dalam melihat atau mengenali sebuah citra dengan sama atau bahkan dapat melebihi kemampuan penglihatan manusia asli [2][3]. Pengolahan citra salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar[4].

Citra gambar diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut lebih mudah diproses, sedangkan computer vision mempunyai tujuan utama yaitu untuk membuat suatu keputusan yang berguna tentang objek fisik nyata yang didapat dari perangkat atau sensor [5][6].

Sampah merupakan masalah lingkungan yang sangat serius yang umum dihadapi oleh masyarakat

Indonesia [7]. Berdasarkan data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) pada tahun 2022, tumpukan sampah di Indonesia mencapai 20,02 Juta ton Di Indonesia sendiri, jumlah sampah mencapai 65 juta ton per hari pada tahun 2016 (nasional.republika.co.id) dan meningkat menjadi 66,5 juta ton pada tahun 2018. Tumpukan sampah di Indonesia setiap tahunnya akan mengalami peningkatan. Diketahui bahwa sampah rumah tangga baik organik maupun anorganik dihasilkan setiap hari. Pemerintah dan pihak lain telah melakukan berbagai upaya untuk mengatasi permasalahan sampah di Indonesia [8][9]. Saat ini, cara pengelolaan sampah yang paling efisien adalah dengan memilah sampah sesuai jenisnya, yaitu berdasarkan jenisnya yaitu sampah organik, anorganik dan residu, yang masing-masing memerlukan penanganan yang berbeda. Pengetahuan mengenai cara pemilahan sampah sebaiknya diberikan sejak dini kepada anak-anak. Belajar mengenai sampah, pengelolaan sampah dan ancamannya berkaitan dengan karakter dan kebiasaan

[10]. Oleh karena itu, kita perlu mendidik anak sejak usia dini, agar membuang sampah pada tempatnya.

Beberapa dekade terakhir produksi sampah global telah meningkat secara eksponensial. Di kota-kota besar, pengelolaan sampah menjadi tantangan yang semakin mendesak, mengingat dampak buruk yang diakibatkan oleh pengelolaan yang tidak tepat, seperti penumpukan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA), pencemaran air dan udara, hingga masalah kesehatan masyarakat [11].

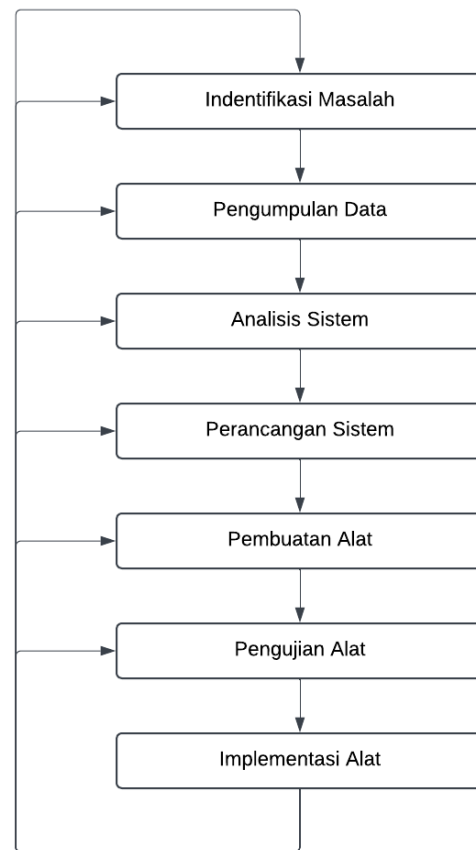
Memilah jenis sampah adalah pekerjaan yang membutuhkan waktu dan tenaga yang cukup besar apabila sampah yang akan dipilah memiliki jumlah volume sampah yang besar dan telah tercampur menjadi satu. Sampah yang telah terkontaminasi, seperti kertas yang lengket akibat tercampur dengan kantong plastik berminyak atau sisa makanan akan berkurang nilainya dikarenakan tidak terpilah dengan

baik dan akan lebih sulit didaur ulang lantaran akan memakan biaya lebih besar, menyerap lebih banyak waktu dan tenaga kerja [12][13].

Mengurangi banyaknya sampah dapat memanfaatkan sampah itu sendiri dengan mendaur ulang jenis sampah anorganik dan jenis sampah organik. Agar sampah dapat didaur ulang, dapat dijadikan sebagai kompos dan pupuk serta dijadikan sebagai bahan baku pembangkit listrik tenaga sampah. Oleh karena itu, perlu memilah mana yang sampah anorganik dan juga mana yang sampah organik sehingga nantinya tidak tercampur menjadi satu [14].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini digambarkan dalam bentuk kerangka kerja penelitian yang terstruktur. Kerangka kerja penelitian merupakan tahap awal yang dilakukan untuk pembuatan sistem. Dengan adanya kerangka kerja penelitian ini, maka susunan dari pembuatan sistem menjadi lebih jelas. Dalam perancangan ini banyak yang harus ditinjau terlebih dahulu. Untuk mempermudah dan memperjelas langkah-langkah yang akan digunakan untuk menyelesaikan masalah tersebut, maka diperlukanlah suatu kerangka kerja penelitian yang digunakan.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.1. Analisa Sistem

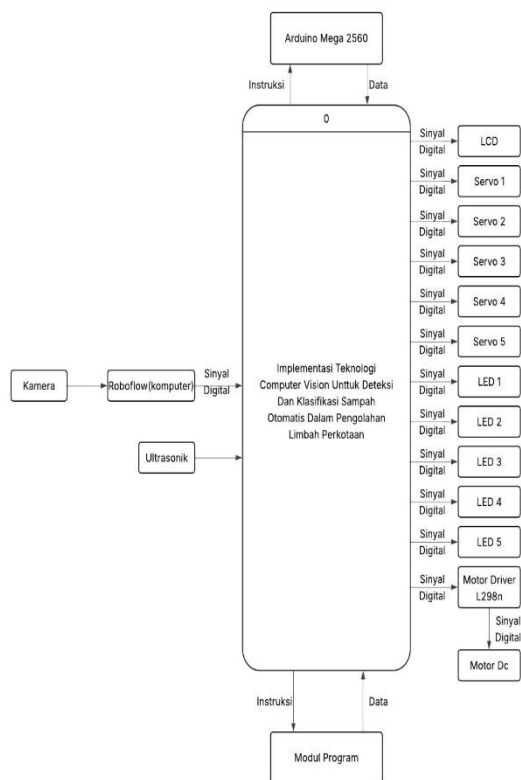
Tahap analisa merupakan tahapan yang paling penting dalam pengembangan sebuah sistem, karena pada tahap inilah nantinya dilakukan evaluasi dari sistem, serta rancang sistem dan langkah-langkah yang dibutuhkan untuk perancangan sistem dari alat yang akan dibuat sampai mendapatkan analisis yang diharapkan. Berdasarkan identifikasi masalah di atas, peneliti melakukan analisa data. Hal ini bertujuan agar pemecahan masalah dapat menghasilkan sebuah solusi yang baru sebelum melakukan sebuah perancangan alat.

Dalam analisa ini peneliti ingin menjeaskan input, Output, dan proses dari sistem yang akan dibuat. Input adalah sebuah masukan yang akan diproses dan menghasilkan keluaran yaitu output. Input dari salah satu komponen yang dipakai adalah sensor ultrasonik untuk mendeteksi objek atau orang, lalu kamera yang terintegrasi dengan Computer Vision mengambil gambar sampah yang telah ditentukan klasifikasi sampahnya [15].

Data yang dihasilkan oleh kamera di kirimkan ke motor Servo, LED, dan LCD untuk diproses sebagai output, Servo berugas untuk memilah sampah yang sudah dipindai oleh kamera, LED berkerja sebagai indikator sampah yang sudah terklasifikasi, dan LCD berfungsi sebagai indikator jenis sampah.

2.2. Perancangan Sistem

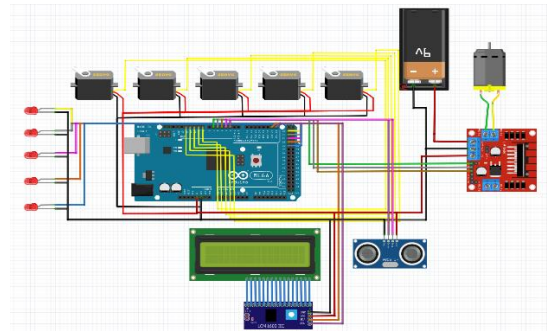
Tahap lanjutan setelah analisis, yaitu proses menggambarkan secara rinci bagaimana suatu sistem akan dibentuk, mencakup spesifikasi fungsional, data, dan aktivitasnya, untuk menghasilkan solusi komputasi yang memenuhi kebutuhan pengguna sebelum diimplementasikan. Dalam memudahkan desain dan perancangan sistem, digunakan Block Diagram, Context Diagram, Data Flow Diagram, Flowchart dan Desain Sistem, agar sistem yang dibuat jelas dan sesuai dengan rancangan.



Gambar 2. Perancangan Sistem

2.3. Rangkaian Sistem

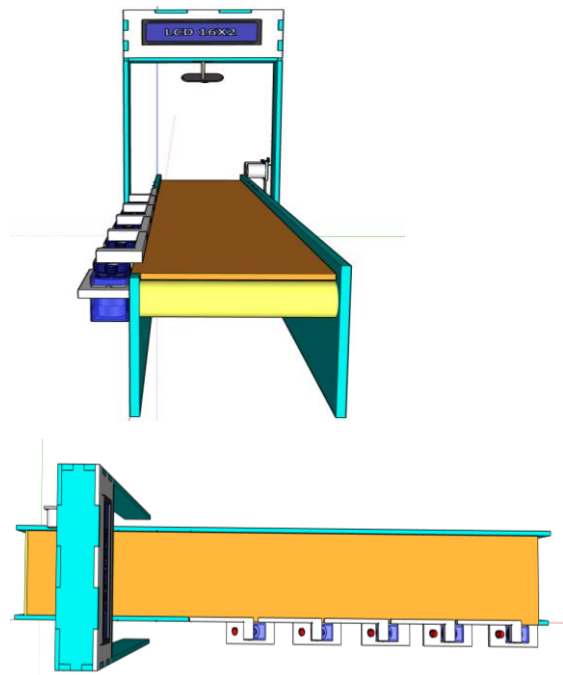
Rangkaian sistem merupakan kumpulan elemen atau komponen yang saling terhubung dan bekerja sama sesuai aturan untuk membentuk satu kesatuan fungsional. Rangkaian sistem berfungsi untuk membangun rangkaian fisik sistem agar dapat bekerja sesuai dengan yang dibutuhkan.



Gambar 3. Rangkaian Sistem

2.4. Rancangan Fisik Sistem

Perancangan alat ini merupakan tahap awal dari pemasangan dan menganalisa permasalahan yang dihadapi berdasarkan literatur yang menunjang perancangan alat.



Gambar 4. Rangkaian Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini berhasil mengimplementasikan sistem deteksi dan klasifikasi sampah otomatis berbasis computer vision yang mampu mengenali berbagai jenis sampah perkotaan secara real-time. Sistem diuji menggunakan dataset citra sampah yang terdiri dari beberapa kategori utama, yaitu sampah organik, plastik, kertas, logam, dan kaca. Dataset diperoleh dari kombinasi sumber terbuka serta pengambilan citra langsung di lingkungan perkotaan dengan variasi pencahayaan dan latar belakang.

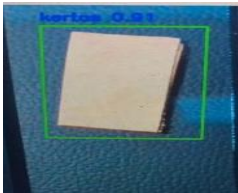
Model yang digunakan mampu melakukan proses deteksi objek dan klasifikasi secara simultan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat

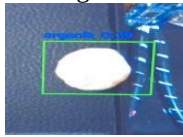
mengenali objek sampah dengan tingkat akurasi yang tinggi. Selain itu, pengujian waktu pemrosesan menunjukkan bahwa sistem mampu memproses citra dalam waktu kurang dari satu detik per frame, sehingga memungkinkan implementasi pada sistem konveyor atau smart bin di lingkungan perkotaan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki potensi untuk diterapkan secara langsung pada fasilitas pengolahan limbah modern.

3.1. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk menentukan hasil deteksi dan klasifikasi sampah berdasarkan input sampah yang diberikan.

Tabel 1. Pengujian Sistem

Gambar	Output		
	Servo	LED	LCD
Terdeteksi sampah plastik 	Servo 1 aktif dan terbuka 60°	Aktif sebagai indikator sampah terdeteksi	Aktif "Print nama sampah yg dideteksi"
Terdeteksi sampah kertas 	Servo 2 aktif dan terbuka 60°	Aktif sebagai indikator sampah terdeteksi	Aktif "Print nama sampah yg dideteksi"
Terdeteksi sampah kaca 	Servo 3 aktif dan terbuka 60°	Aktif sebagai indikator sampah terdeteksi	Aktif "Print nama sampah yg dideteksi"
Terdeteksi sampah logam 	Servo 4 aktif dan terbuka 60°	Aktif sebagai indikator sampah terdeteksi	Aktif "Print nama sampah yg dideteksi"

Gambar	Output		
	Servo	LED	LCD
Terdeteksi sampah organik 	Servo 5 aktif dan terbuka 60°	Aktif sebagai indikator sampah terdeteksi	Aktif "Print nama sampah yg dideteksi"

3.2. Implementasi Sistem

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan computer vision dalam sistem pengolahan limbah perkotaan mampu meningkatkan efisiensi proses pemilahan sampah dibandingkan metode konvensional berbasis tenaga manusia. Dengan kemampuan deteksi dan klasifikasi otomatis, sistem ini berpotensi mengurangi kesalahan pemilahan dan meningkatkan tingkat daur ulang. Sistem yang dikembangkan mampu bekerja secara adaptif terhadap kondisi lingkungan yang dinamis, seperti perubahan intensitas cahaya dan variasi bentuk sampah. Implementasi sistem dilakukan menggunakan semua entitas yang ada berdasarkan langkah-langkah yang telah ditentukan sebelumnya. Langkah implementasi keseluruhan dapat dilihat sebagai berikut.

- 1) Hubungkan power supply dengan sumber arus listrik agar sistem dapat berfungsi dan sensor ultrasonik akan bekerja mendeteksi objek yang ada didepannya untuk menggerakkan motor dc/conveyor, lalu lcd pada sistem akan menampilkan tulisan "Sistem siap".



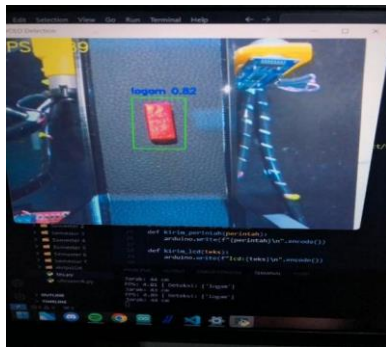
Gambar 5. Sistem Aktif

- 2) Sensor ultrasonic mendeteksi objek dengan logika Jika jarak $\leq 20\text{cm}$ maka motor DC akan aktif untuk menjalankan conveyor.



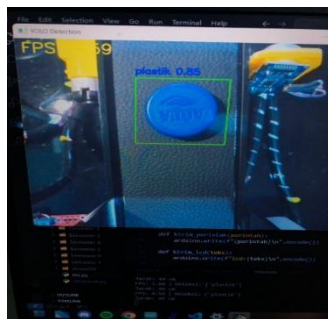
Gambar 6. Conveyor Aktif

- 3) Kamera akan mendeteksi benda sampah yang berjalan diatas conveyor yang nantinya akan memberikan perintah kepada motor servo, led, dan lcd untuk memilah sampah.



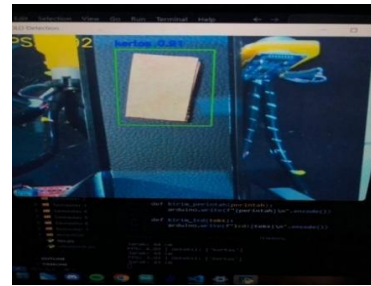
Gambar 7. Deteksi Objek

- 4) Sampah plastik terdeteksi oleh kamera maka servo 1 akan terbuka 60° untuk menghambat jalannya sampah di atas conveyor untuk di pilah sesuai bak sampah yang sudah disediakan dan LED 1 akan aktif sebagai simbol sampah yang terdeteksi sesuai dengan yang dikategorikan.



Gambar 8. Klasifikasi Sampah Plastik

- 5) Sampah kertas terdeteksi oleh kamera maka servo 2 akan terbuka 60° untuk menghambat jalannya sampah di atas conveyor untuk di pilah sesuai bak sampah yang sudah disediakan dan LED 2 akan aktif sebagai simbol sampah yang terdeteksi sesuai dengan yang dikategorikan.



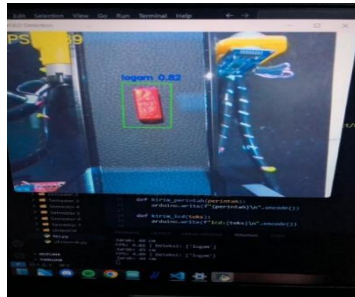
Gambar 9. Klasifikasi Sampah Kertas

- 6) Sampah kaca terdeteksi oleh kamera maka servo 3 akan terbuka 60° untuk menghambat jalannya sampah di atas conveyor untuk di pilah sesuai bak sampah yang sudah disediakan dan LED 3 akan aktif sebagai simbol sampah yang terdeteksi sesuai dengan yang dikategorikan.



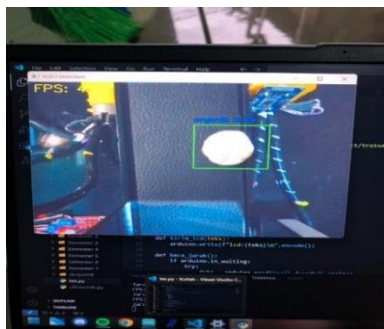
Gambar 10. Klasifikasi Sampah Kaca

- 7) Sampah logam terdeteksi oleh kamera maka servo 4 akan terbuka 60° untuk menghambat jalannya sampah di atas conveyor untuk di pilah sesuai bak sampah yang sudah disediakan dan LED 4 akan aktif sebagai simbol sampah yang terdeteksi sesuai dengan yang dikategorikan.



Gambar 11. Klasifikasi Sampah Logam

- 8) Sampah organik terdeteksi oleh kamera maka servo 5 akan terbuka 60° untuk menghambat jalannya sampah di atas conveyor untuk di pilah sesuai bak sampah yang sudah disediakan dan LED 5 akan aktif sebagai simbol sampah yang terdeteksi sesuai dengan yang dikategorikan.



Gambar 12. Klasifikasi Sampah Organik

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian terhadap realisasi alat dapat disimpulkan Integrasi teknologi Computer Vision, sensor ultrasonik, motor servo, dan penggerak conveyor secara efektif dapat membentuk sebuah sistem pemilahan sampah otomatis yang bekerja secara real-time. Kemudian sistem yang dirancang memiliki potensi untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan berbagai jenis sampah, seperti plastik, kaca, kertas, logam, dan organik, melalui pemrosesan citra berbasis kamera secara efisien dan berkelanjutan. Sistem ini dapat mengurangi ketergantungan terhadap tenaga manusia dalam proses pemilahan sampah, khususnya pada lingkungan kerja yang berbahaya, sehingga turut meningkatkan aspek keselamatan kerja. Sistem ini juga dapat menjadi solusi alternatif dalam pengolahan sampah di kawasan perkotaan, dengan memberikan kontribusi terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi proses daur ulang serta pengurangan dampak lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Subur, Joko, Muhammad Taufiqurrohman, and Novian Reza Al Hafizh. "Pemanfaatan Teknologi Computer Vision untuk Deteksi Ukuran Ikan Bandeng dalam Membantu Proses Sortir Ikan." *Cyclotron* 7.01 (2024): 52-60.
- [2] Fitri Mulyani, Nur Haliza. "Analisis perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) dalam pendidikan." *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling (JPDK)* 3.1 (2021): 101-109.
- [3] Computer, P., Menggunakan, V., Deep, M., Pada, L., Generasi, P., & Albab, U. (2021). *Jurnal Teknologi Terpadu PENERAPAN COMPUTER VISION MENGGUNAKAN METODE DEEP*. 7(2), 98–107.
- [4] Siagian, Novita. "Perancangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Untuk Penajaman Sisi Citra Hasil Fingerprint Menggunakan Metode Fourier Phase Only Synthesis." *Jurnal Ilmu Komputer, Teknologi Dan Informasi* 1.2 (2023): 66-75.
- [5] Mulya, M. A., Zaenul Arif, & Syefudin. *Tinjauan Pustaka Sistematis: Penerapan Metode Gabor Wavelet Pada Computer Vision*. *Journal Of Computer Science And Technology (JOCSTEC)*, 1(2), 83–88. 2023. <https://doi.org/10.59435/jocstec.v1i2.78>
- [6] Salsabila, Alifa, Rika Yunita, and Chaerur Rozikin. "Identifikasi citra jenis bunga menggunakan algoritma knn dengan ekstraksi warna hsv dan tekstur glcm." *Technomedia J* 6.1 (2021): 124-137.
- [7] Lingga, Leny Julia, et al. "Sampah di Indonesia: Tantangan dan solusi menuju perubahan positif." *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research* 4.4 (2024): 12235-12247.
- [8] Addahlawi, Hilmi Alwi, et al. "Implementasi prinsip good environmental governance dalam pengelolaan sampah di indonesia." *Jurnal Green Growth Dan Manajemen Lingkungan* 8.2 (2019): 106-118.
- [9] Nadjib, A. "Pengelolaan Sampah Anorganik Berbasis Hand Craft Dari Sampah Plastik Bernilai Ekonomis di Indonesia". *Jurnal Abdimas Peradaban*, 3(1), 55–62. (2022). <https://doi.org/10.54783/ap.v3i1.9>
- [10] Gunawan, T., Subki, A., Akbar, A., Samsumar, L. D., & Supardianto, S. "Rancang Bangun Alat Pemisah Sampah Cerdas Berbasis Internet of Things". (2024). *Journal of Computer Science and Information Technology*, 1(4), 359–368. <https://doi.org/10.70248/jcsit.v1i4.1279>
- [11] Wahyuningsih, S., Widiati, B., Melinda, T., & Abdullah, T. "Sosialisasi Pemilahan Sampah Organik dan Non-Organik

- Serta Pengadaan Tempat Sampah Organik dan Non-Organik”. (2023). DEDIKASI SAINTEK Jurnal Pengabdian Masyarakat, 2(1), 7–15. <https://doi.org/10.58545/djpm.v2i1.103>
- [12] Malik, M., & Sumpena, S. “Analisis Sistem Pemantauan Pemisah Sampah Logam dan Non Logam berbasis Internet of Things”. (2023). Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material, 7(1), 63. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v7i1.1462>
- [13] Anam, K., Salim, A., Handayani, T., & Ambarwati, A. “Sosialisasi Sampah Organik dan Sampah Anorganik dalam Optimalisasi Proklamasi di Desa Rowoboni”. (2023). Jurnal Bina Desa, 5(2), 225–230. <https://doi.org/10.15294/jbd.v5i2.43886>
- [14] Muchtar, K., Anshari, N. T., Chairuman, C., Alhabibie, K., & Munadi, K. (2022). “Rancang Bangun Purwarupa Pemilah Sampah Pintar Berbasis Deep Learning”. Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer, 9(3), 655. <https://doi.org/10.25126/jtiik.2022934976>
- [15] Endro Tri Susdarwono. “Artificial Intelligence (AI) Drone dalam Pertahanan : Problem dan Kemajuan”. (2021). Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS, 3(01), 11.