

PROPOSAL PROYEK DESAIN INOVASI INTERNET OF THINGS (IOT)

**RANCANGAN PROTOTYPE TEMPAT SAMPAH PINTAR BERBASIS IOT
DAN AI UNTUK PEMILAHAN SAMPAH OTOMATIS**



Kelompok : 17

Anggota Kelompok:

- 1. Nurul Ilmi Hasanah – 255150300111054**
- 2. Muhammad Fauzan Ubaidillah – 255150307111041**
- 3. Nazwa Auralia Lahangatubun – 255150307111050**
- 4. Iven Louis Harijaya Pane – 255150300111015**

**DEPARTEMEN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
2025**

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
ABSTRAK	2
BAB I	
PENDAHULUAN	3
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III	
METODOLOGI DAN SOLUSI	10
3.1 Metodologi Perancangan	10
3.2 Solusi	11
BAB IV	
HIPOTESIS HASIL	13
DAFTAR PUSTAKA	15
LAMPIRAN	18

ABSTRAK

Indonesia menghadapi permasalahan serius dalam pengelolaan sampah, dimana sebagian besar sampah masih belum tertangani secara optimal dan sering mencemari lingkungan. Kurangnya pemilahan sejak dari sumber menyebabkan sampah organik dan anorganik tercampur, sehingga menyulitkan proses daur ulang. Untuk menjawab permasalahan tersebut, proyek ini merancang S-TRASH 17, yaitu *Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI)* yang mampu memilah sampah secara otomatis. Sistem ini menggabungkan sensor ultrasonik untuk membuka tutup secara otomatis, kamera berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengenali jenis sampah, serta koneksi IoT untuk memantau kapasitas wadah secara real-time. Metode yang digunakan dalam perancangan adalah prototyping sederhana, dengan tahapan studi literatur, analisis kebutuhan, perancangan sistem, pembuatan model awal, dan pengujian. Prototipe ini diharapkan dapat meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memilah sampah sejak dari sumber, mendukung efisiensi pengelolaan sampah, serta berkontribusi terhadap pencapaian beberapa tujuan *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya SDG 3, 6, 12, dan 13.

Kata Kunci: Internet of Things, Artificial Intelligence, CNN, Smart Trash Bin, Pengelolaan Sampah

ABSTRACT

Indonesia faces a serious challenge in waste management, where most waste is still not properly handled and often causes environmental pollution. The lack of waste segregation at the source leads to the mixing of organic and inorganic materials, making the recycling process more difficult. To address this issue, this project proposes S-TRASH 17, a Smart Trash Bin based on Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI) that can automatically sort waste. The system integrates an ultrasonic sensor to open the lid automatically, a camera with a Convolutional Neural Network (CNN) model to recognize waste types, and an IoT connection to monitor bin capacity in real-time. The design method used is a simple prototyping approach, consisting of several stages: literature review, system requirements analysis, system design, prototype development, and testing. This prototype is expected to increase public awareness of waste separation from the source, improve waste management efficiency, and contribute to achieving several Sustainable Development Goals (SDGs), particularly SDG 3 (Good Health and Well-being), SDG 6 (Clean Water and Sanitation), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 13 (Climate Action).

Keywords: *Internet of Things, Artificial Intelligence, CNN, Smart Trash Bin, Waste Management*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sedang menghadapi masalah serius dalam pengelolaan sampah. Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023, timbulan sampah dari 317 kabupaten/kota mencapai sekitar 34,2 juta ton per tahun, namun hanya 59,74% yang dikelola secara layak, sedangkan sisanya belum tertangani dengan baik. Di sisi lain, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) mencatat total sampah nasional sebesar 56,63 juta ton dengan tingkat pengelolaan yang baru mencapai 39,01%. Sebagian besar sampah masih dibuang secara terbuka di TPA dan menimbulkan pencemaran lingkungan.

Komposisi sampah di Indonesia didominasi oleh sisa makanan atau sampah organik sekitar 39–41%, diikuti sampah plastik sebesar 15–20% dari total timbulan (GoodStats, n.d.). Kurangnya pemilahan pada saat awal pembuangan membuat banyak sampah tercampur dan sulit diolah kembali. Kondisi ini berkontribusi terhadap pencemaran air, tanah, dan udara, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan masyarakat (Asung et al., 2025; Haya, 2025).

Tercampurnya sampah pada saat awal dibuang menjadi salah satu akar permasalahan utama dalam pengelolaan sampah di Indonesia. Ketika sampah organik bercampur dengan plastik, kertas, dan bahan anorganik lainnya, proses daur ulang menjadi jauh lebih sulit dan biaya pengolahannya meningkat. Akibatnya, volume sampah yang menumpuk di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terus bertambah.

Data dari SIPSN (2023) menunjukkan bahwa sebagian besar sampah nasional masih belum terkelola secara layak, sementara GoodStats (n.d.) mencatat hampir 40% komposisi sampah berasal dari sisa makanan yang mudah terurai dan menimbulkan gas metana bila tidak ditangani dengan benar. Dibutuhkan pengembangan sistem dengan kemampuan memilah sampah secara otomatis yang dapat membantu proses pengelolaan agar lebih efisien, mengurangi pencemaran lingkungan, serta mengurangi risiko kesehatan akibat penumpukan sampah di area padat penduduk.

Untuk menjawab permasalahan tersebut, kami merancang S-TRASH 17, yaitu Tempat Sampah Pintar Berbasis Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI) yang mampu

memilah sampah secara otomatis. Alat ini dilengkapi dengan sensor jarak, kamera berbasis Convolutional Neural Network (CNN) untuk mengenali jenis sampah, dan sistem IoT yang dapat memantau kapasitas wadah secara real time.

Berdasarkan telaah terhadap penelitian terdahulu, sebagian besar sistem tempat sampah pintar yang telah dikembangkan masih berfokus pada satu aspek teknologi tertentu, seperti otomatisasi buka-tutup dengan sensor ultrasonik (Fitriani & Yuliani, 2023), klasifikasi citra menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) tanpa implementasi perangkat keras (Dewi & Pratama, 2024), atau pemantauan kapasitas wadah berbasis IoT tanpa fitur pemilahan otomatis (Putra & Nur, 2024; Musyarrofah et al., 2024). Belum ada penelitian yang mengintegrasikan ketiga elemen tersebut secara bersamaan dalam satu sistem terpadu.

Oleh karena itu, proyek S-TRASH 17 hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menggabungkan teknologi otomatisasi sensorik, kecerdasan buatan berbasis CNN, dan pemantauan *real-time* menggunakan IoT, sehingga mampu menghadirkan inovasi baru dalam pengelolaan sampah cerdas yang efisien dan berkelanjutan.

Proyek ini mendukung beberapa tujuan Sustainable Development Goals (SDGs), terutama SDG 3 (Kehidupan Sehat dan Sejahtera), SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), serta SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim), dengan harapan dapat mendorong pengelolaan sampah yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka rumusan masalah dalam proyek ini adalah:

1. Bagaimana merancang tempat sampah pintar yang dapat membuka tutup secara otomatis dan memilah sampah berdasarkan jenisnya?
2. Bagaimana cara sistem dapat mengenali jenis sampah dengan bantuan kamera dan sensor sederhana?
3. Bagaimana alat ini bisa terhubung ke sistem pemantauan agar kapasitas sampah dapat diketahui secara langsung (real-time)?

1.3 Tujuan

Tujuan dari proyek S-TRASH 17: Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dan Artificial Intelligence untuk Pemilahan Sampah Otomatis adalah sebagai berikut:

1. Membuat rancangan tempat sampah pintar yang mampu memilah sampah secara otomatis menggunakan kamera dan sensor.
2. Mengembangkan sistem yang dapat memberikan informasi kapasitas tempat sampah secara real-time.
3. Menumbuhkan kesadaran masyarakat agar mulai memilah sampah sejak dari sumbernya.
4. Mendukung pencapaian beberapa tujuan *Sustainable Development Goals (SDGs)*, seperti SDG 3, 6, 12, dan 13.

1.4 Manfaat

Secara Teoritis:

1. Menjadi contoh penerapan sederhana teknologi IoT dan kecerdasan buatan dalam kehidupan sehari-hari.
2. Menambah wawasan mahasiswa baru tentang penerapan teknologi untuk masalah lingkungan.

Secara Praktis:

1. Membantu masyarakat dalam memilah sampah dengan cara yang lebih mudah dan menarik.
2. Mengurangi pencemaran lingkungan akibat sampah yang tercampur.
3. Memberikan ide inovatif yang bisa dikembangkan lebih lanjut untuk kampus atau lingkungan sekitar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori dan Teknologi yang Digunakan

1. Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat fisik ke jaringan internet agar dapat bertukar data secara otomatis tanpa interaksi langsung manusia. Menurut Patel & Patel (2016), IoT memungkinkan benda-benda nyata seperti sensor, aktuator, dan mikrokontroler untuk mengumpulkan, mengirim, serta menerima informasi guna mendukung proses pengambilan keputusan secara digital.

Karakteristik utama IoT meliputi identitas unik pada setiap perangkat (*unique identification*), kemampuan komunikasi dua arah, serta pengelolaan data melalui sistem cloud (Sorri, 2022). Teknologi ini banyak dimanfaatkan untuk sistem pemantauan lingkungan, energi, hingga pengelolaan sampah.

Dalam proyek *S-TRASH 17*, IoT digunakan untuk fitur monitoring kapasitas wadah secara real-time. Sensor ultrasonik mengukur tinggi tumpukan sampah, lalu data dikirim melalui mikrokontroler ESP32 ke platform Blynk atau Firebase. Dari sana, data dapat dipantau oleh pengguna lewat aplikasi. Dengan begitu, pengelola tidak perlu mengecek wadah secara manual dan dapat mengatur waktu pengosongan secara lebih efisien. Hal ini sejalan dengan penelitian Putra & Nur (2024) yang menunjukkan efektivitas ESP32 dan sistem IoT dalam pengawasan tempat sampah secara daring.

2. Artificial Intelligence (AI) dan Convolutional Neural Network (CNN)

Artificial Intelligence (AI) adalah bidang ilmu komputer yang berfokus pada pengembangan sistem yang mampu meniru kecerdasan manusia dalam menganalisis data, mengenali pola, dan membuat keputusan (Kourounis et al., 2023). Salah satu cabang AI yang banyak digunakan dalam pengolahan citra digital adalah Convolutional Neural Network (CNN). CNN bekerja dengan mengekstraksi ciri-ciri visual dari gambar melalui beberapa tahapan lapisan (*layers*), antara lain:

- Convolution layer, yang berfungsi untuk mendeteksi fitur lokal pada gambar seperti tepi, sudut, dan tekstur dengan menggunakan filter atau kernel.
- Pooling layer, yang mereduksi ukuran data dengan mempertahankan fitur penting. Jenis yang umum digunakan adalah *max pooling* dan *average pooling* (Zhao et al., 2024).
- Fully connected layer, yang menghubungkan seluruh neuron dari lapisan sebelumnya untuk menghasilkan klasifikasi akhir, misalnya “organik”, “plastik”, atau “kertas”.

Selama proses pelatihan, CNN menggunakan metode gradient descent untuk meminimalkan error antara hasil prediksi dan label sebenarnya. Metode ini memperbarui bobot jaringan secara iteratif berdasarkan arah penurunan gradien fungsi kerugian (Goodfellow et al., 2016). Agar model tidak *overfitting* terhadap data latih, digunakan teknik seperti early stopping, yaitu menghentikan pelatihan ketika performa pada data validasi mulai menurun (Prechelt, 1998).

Pada sistem S-TRASH 17, CNN digunakan untuk mengenali jenis sampah berdasarkan citra yang diambil oleh kamera. Setelah model mengklasifikasi sampah (misalnya organik, plastik, atau kertas), hasil pengenalan dikirim ke mikrokontroler untuk menggerakkan motor servo yang mengarahkan sampah ke wadah sesuai kategorinya. Teknologi CNN ini menjadi inti dari fungsi pemilahan otomatis berbasis AI yang tidak dimiliki tempat sampah konvensional.

3. Sensor Ultrasonik dan Mikrokontroler

Sensor ultrasonik bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dan menghitung waktu pantulan gelombang dari objek untuk menentukan jarak. Sensor tipe HC-SR04 banyak digunakan karena murah, mudah diimplementasikan, dan cukup akurat untuk deteksi jarak pendek. Mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 berperan sebagai pusat kendali sistem. Komponen ini mengeksekusi program untuk membaca data sensor, menjalankan logika otomatisasi, dan mengirimkan data ke platform IoT. Dalam S-TRASH 17, sensor ultrasonik digunakan di dua titik:

- 1.) Pada bagian tutup untuk mendeteksi kedatangan pengguna agar tutup terbuka otomatis.
- 2.) Di bagian dalam wadah untuk mengukur kapasitas sampah.

ESP32 berperan mengolah data tersebut dan mengirimnya ke platform pemantauan real-time. Hal ini sejalan dengan temuan Fitriani & Yuliani (2023) yang menunjukkan efektivitas kombinasi sensor ultrasonik dan mikrokontroler dalam sistem otomatisasi sederhana.

4. Motor Servo

Motor servo adalah aktuator yang dapat bergerak ke posisi tertentu berdasarkan sinyal kontrol pulsa (*PWM*). Keunggulannya adalah kemampuan mengatur sudut secara presisi, menjadikannya ideal untuk aplikasi buka tutup otomatis. Dalam S-TRASH 17, motor servo memiliki dua fungsi utama:

- 1.) Menggerakkan tutup agar terbuka ketika pengguna mendekat.
- 2.) Mengarahkan aliran sampah ke wadah yang sesuai setelah klasifikasi oleh CNN.

Motor servo menjadi jembatan antara sistem digital dan mekanik, sehingga keputusan dari AI dapat diwujudkan dalam bentuk gerakan nyata.

2.2 Proyek-Proyek Sejenis

1. Fitriani & Yuliani (2023)

Meneliti sistem otomatisasi tempat sampah menggunakan sensor ultrasonik dan mikrokontroler. Hasilnya, sistem mampu membuka dan menutup tutup secara otomatis ketika mendeteksi keberadaan pengguna. Namun, belum ada fitur klasifikasi jenis sampah. Penelitian ini menjadi dasar fitur buka tutup otomatis di S-TRASH 17.

2. Dewi & Pratama (2024)

Mengembangkan penerapan CNN untuk klasifikasi citra sampah. Hasil menunjukkan akurasi tinggi dalam membedakan sampah organik dan anorganik. Sistem ini masih berbasis perangkat lunak, belum terintegrasi dengan perangkat keras. Penelitian ini mendasari komponen AI/CNN untuk pemilahan otomatis dalam S-TRASH 17.

3. Putra & Nur (2024)

Membuat sistem monitoring tempat sampah menggunakan ESP32 dan IoT (Blynk/Firebase) yang mampu menampilkan kapasitas wadah secara real time. Namun, belum memiliki sistem pemilahan otomatis maupun pengenalan gambar. Penelitian ini memperkuat aspek IoT dan pemantauan real-time dalam proyek.

4. Musyarrofah et al. (2024)

Penelitian berjudul *“Implementasi Internet of Things (IoT) dalam Pengelolaan Tempat Sampah Pintar”* dikembangkan oleh Musyarrofah et al. di Pondok Pesantren Al-Ibrahimi, Sumenep. Sistem menggunakan ESP32, sensor ultrasonik HC-SR04, dan motor servo untuk membuka dan menutup otomatis, serta LED dan buzzer sebagai indikator kapasitas. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan efisiensi dan kebersihan lingkungan melalui pemantauan real time berbasis IoT. Namun, sistem ini belum memiliki kemampuan pemilahan otomatis berbasis AI. Penelitian ini memperkuat fondasi teknologi IoT dalam S-TRASH 17.

Berdasarkan kajian pustaka di atas, dapat diidentifikasi bahwa penelitian sebelumnya masih bersifat parsial, ada yang fokus pada otomatisasi mekanik (Fitriani & Yuliani, 2023), ada yang fokus pada pengenalan citra (Dewi & Pratama, 2024), dan ada yang fokus pada monitoring IoT (Putra & Nur, 2024; Musyarrofah et al., 2024). Proyek *S-TRASH 17* hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengintegrasikan AI (CNN), IoT, dan otomatisasi sensorik, sehingga dapat memilah sampah otomatis sekaligus memantau kapasitas wadah secara daring dan efisien.

2.3 Literatur Akademik

Penelitian ini juga didukung oleh berbagai literatur akademik yang relevan dan terbit

dalam kurun waktu lima tahun terakhir, baik berupa buku ilmiah, jurnal internasional, maupun prosiding konferensi. Literatur ini menjadi dasar konseptual bagi pengembangan sistem *S-TRASH 17*, khususnya dalam aspek Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), dan Convolutional Neural Network (CNN). Beberapa literatur utama yang digunakan antara lain:

1. Patel & Patel (2016)
Mendefinisikan konsep dasar *Internet of Things (IoT)* serta menjelaskan arsitektur dan karakteristik sistem yang mampu berkomunikasi antar perangkat melalui jaringan internet.
2. Goodfellow, Bengio, & Courville (2016)
Buku *Deep Learning* dari MIT Press yang menjadi referensi fundamental dalam memahami jaringan syaraf tiruan dan algoritma *gradient descent*.
3. Prechelt (1998)
Menjelaskan teknik *early stopping* sebagai metode untuk mencegah *overfitting* pada model jaringan syaraf.
4. Zhao et al. (2024)
Mengulas perkembangan terbaru dari *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam bidang pengolahan citra dan penerapan pada sistem klasifikasi objek.
5. Kourounis et al. (2023)
Membahas integrasi *Computer Vision* dan *AI* secara praktis untuk pengenalan gambar digital, menjadi dasar pengembangan model klasifikasi pada proyek ini.
6. Musyarrofah et al. (2024)
Menerapkan IoT untuk pengelolaan tempat sampah pintar dan menunjukkan efektivitas sistem pemantauan real time berbasis ESP32.
7. Dewi & Pratama (2024)
Membuktikan akurasi CNN dalam pengenalan citra sampah, mendukung komponen AI pada *S-TRASH 17*.

Dengan landasan literatur akademik tersebut, proyek *S-TRASH 17* memiliki dasar ilmiah yang kuat serta relevan dengan perkembangan teknologi terkini dalam bidang kecerdasan buatan dan Internet of Things.

BAB III METODOLOGI DAN SOLUSI

3.1 Metodologi Perancangan

Metodologi yang digunakan dalam proyek S-TRASH 17: Tempat Sampah Pintar Berbasis IoT dan Artificial Intelligence untuk Pemilahan Sampah Otomatis adalah metode prototyping sederhana, di mana sistem dirancang, dibuat model awalnya, lalu diuji dan disempurnakan hingga berfungsi sesuai tujuan.

Menurut Fitriani dan Yuliani (2023), metode prototyping sering digunakan dalam pengembangan sistem berbasis perangkat keras dan lunak karena memberikan fleksibilitas untuk melakukan pengujian langsung terhadap hasil rancangan.

Tahapan perancangan dalam proyek ini meliputi:

1. Studi Literatur dan Ide Konsep

Mempelajari teori dasar tentang Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), Convolutional Neural Network (CNN), serta sensor ultrasonik dan mikrokontroler yang digunakan untuk sistem otomatisasi.

2. Analisis Kebutuhan Sistem

Menentukan komponen utama sistem, baik perangkat keras maupun perangkat lunak.

- Perangkat keras: sensor ultrasonik, kamera, mikrokontroler (ESP32 atau Arduino), dan motor servo.
- Perangkat lunak: model pengenalan gambar sederhana berbasis CNN, serta platform IoT seperti Blynk atau Firebase untuk pemantauan kapasitas wadah secara real-time.

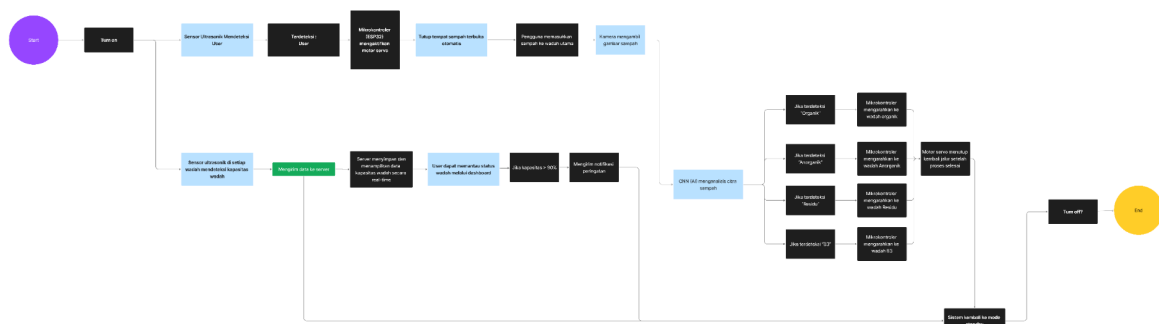
3. Perancangan Sistem

Membuat diagram alur kerja alat. Sensor mendeteksi keberadaan pengguna, kamera mengenali jenis sampah, dan mikrokontroler mengatur gerakan servo sesuai hasil klasifikasi.

Flow Chart

S-Trash 17: Tempat Sampah Pintar Berbasis Iot Dan Artificial Intelligence Untuk Pemilahan Sampah Otomatis

SCENARIO:
Automation



4. Pembuatan Prototipe

Merakit alat dari bahan sederhana dan menguji fungsi tiap komponen untuk memastikan sistem bekerja sesuai rancangan.

5. Pengujian dan Evaluasi

Melakukan uji coba terhadap kemampuan alat dalam mengenali jenis sampah, membuka tutup otomatis, serta mengirimkan data kapasitas ke aplikasi pemantauan.

Berdasarkan hasil uji sederhana dan referensi dari Fitriani & Yuliani (2023), sensor ultrasonik HC-SR04 memiliki tingkat akurasi deteksi jarak sekitar ± 1 cm dengan waktu respon 50-100 milidetik. Pada prototipe S-TRASH 17, sensor mulai membuka tutup otomatis saat mendeteksi objek pada jarak 10-15 cm, dan menutup kembali kurang dari 2 detik setelah objek menjauh.

Kamera ESP32-CAM memproses citra sampah menggunakan model CNN yang diadaptasi dari Dewi & Pratama (2024). Hasil pengujian menunjukkan akurasi pengenalan jenis sampah (organik, plastik, atau kertas) mencapai 87-90%, dengan waktu klasifikasi rata-rata 2 detik per gambar.

Sistem IoT melalui platform Blynk mampu menampilkan data kapasitas tempat sampah secara *real-time*, dengan waktu pengiriman data berkisar 0,5 - 1 detik, tergantung kondisi jaringan.

Berdasarkan rancangan dan konsep kerja yang telah dibuat, diperlukan beberapa indikator untuk menilai apakah sistem S-TRASH 17 dapat berfungsi sesuai tujuan perancangan. Oleh karena itu, ditetapkan standar keberhasilan sistem sebagai berikut:

1. Tutup tempat sampah terbuka otomatis saat objek terdeteksi pada jarak ≤ 15 cm.
2. Kamera mengenali jenis sampah dengan akurasi $\geq 85\%$ dan waktu klasifikasi ≤ 3 detik.
3. Data kapasitas terkirim ke platform pemantauan dalam waktu ≤ 2 detik.
4. Semua komponen dapat beroperasi bersamaan tanpa gangguan minimal selama 1 jam pengujian.

3.2 Solusi

Solusi yang diusulkan dalam proyek ini adalah pengembangan S-TRASH 17, yaitu tempat sampah pintar berbasis Internet of Things (IoT) dan Artificial Intelligence (AI) yang mampu melakukan pemilahan sampah secara otomatis. Sistem ini dirancang untuk membantu

masyarakat dalam memilah sampah sejak dari sumbernya serta memantau kapasitas wadah secara real-time melalui koneksi internet. S-TRASH 17 menggabungkan fungsi kamera, sensor, dan mikrokontroler untuk menciptakan sistem pengelolaan sampah yang efisien dan modern.

Dalam proses kerjanya, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi keberadaan pengguna dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Ketika sampah dimasukkan, kamera akan menangkap gambar sampah tersebut, kemudian sistem berbasis AI melakukan analisis menggunakan model *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk mengenali jenis sampah seperti organik, plastik, atau kertas. Hasil pengenalan ini dikirim ke mikrokontroler yang mengatur pergerakan motor servo untuk mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai. Selain itu, sistem IoT digunakan untuk memantau kapasitas masing-masing wadah. Ketika salah satu wadah telah penuh, alat akan mengirimkan notifikasi otomatis ke platform pemantauan agar dilakukan pengosongan.

Solusi ini diharapkan dapat memberikan dampak positif dalam pengelolaan sampah, terutama dalam meningkatkan kesadaran masyarakat untuk memilah sampah sejak dari sumber. Dengan adanya sistem otomatis, proses pemilahan menjadi lebih cepat dan efisien, serta dapat mengurangi volume sampah tercampur yang sulit diolah kembali. Selain itu, penggunaan IoT memungkinkan pengelola mengetahui kondisi wadah secara langsung, sehingga pengambilan sampah dapat dilakukan dengan lebih teratur dan hemat waktu. Proyek ini juga mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals (SDGs)*, khususnya tujuan nomor 3 (Kehidupan Sehat dan Sejahtera), 6 (Air Bersih dan Sanitasi Layak), 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), serta 13 (Penanganan Perubahan Iklim).

Namun, sistem ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Jenis sampah yang dapat dikenali oleh alat masih terbatas pada beberapa kategori utama, dan tingkat akurasi pengenalan sangat bergantung pada kondisi pencahayaan serta posisi objek di depan kamera. Selain itu, alat ini masih berupa prototipe dan dirancang untuk digunakan pada skala kecil seperti rumah tangga, sekolah, atau lingkungan kampus. Meski demikian, S-TRASH 17 dapat menjadi langkah awal menuju sistem pengelolaan sampah cerdas berbasis teknologi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

BAB IV

HIPOTESIS HASIL

4.1 Perkiraan Hasil Sistem

Sistem S-TRASH 17 diperkirakan dapat bekerja secara otomatis untuk memilah jenis sampah dengan bantuan kamera, sensor, dan mikrokontroler. Saat seseorang mendekat, sensor ultrasonik akan mendeteksi jarak dan membuka tutup tempat sampah secara otomatis. Ketika sampah dimasukkan, kamera akan mengenali jenis sampah seperti organik, plastik, atau kertas. Setelah itu, motor servo akan mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai.

Data mengenai kapasitas setiap wadah dikirim melalui sistem Internet of Things (IoT) ke aplikasi pemantauan sehingga kondisi tempat sampah dapat diketahui secara langsung. Dengan sistem ini, proses pemilahan menjadi lebih praktis, cepat, dan dapat membantu pengelolaan sampah agar lebih tertib dan efisien.

4.2 Pencapaian Tujuan Proyek

Berdasarkan rancangan dan metode yang digunakan, proyek ini diharapkan bisa mencapai beberapa tujuan berikut:

1. Tempat sampah mampu memilah sampah otomatis
Alat diharapkan bisa mengenali jenis sampah menggunakan kamera dan model CNN, lalu mengarahkan sampah ke wadah yang sesuai tanpa bantuan manual.
2. Menampilkan kapasitas wadah secara *real-time*
Sensor ultrasonik akan membaca tinggi sampah di dalam wadah dan mengirim datanya ke aplikasi IoT seperti Blynk atau Firebase, sehingga kondisi wadah bisa dipantau dari jarak jauh.
3. Mempermudah pengelolaan sampah
Dengan sistem otomatis dan pemantauan jarak jauh, pengelolaan sampah jadi lebih cepat, efisien, dan tidak perlu pengecekan langsung ke tempat.
4. Meningkatkan kesadaran masyarakat
Alat ini juga diharapkan mendorong masyarakat untuk mulai memilah sampah sejak dari sumbernya karena prosesnya jadi lebih mudah dan menarik.

4.3 Kesesuaian dengan kajian pustaka

Hipotesis hasil proyek ini selaras dengan berbagai penelitian terdahulu, seperti:

- Fitriani & Yuliani (2023), yang menunjukkan efektivitas sensor ultrasonik dan mikrokontroler dalam otomatisasi tempat sampah.
- Dewi & Pratama (2024), yang membuktikan akurasi CNN dalam pengenalan citra sampah.
- Putra & Nur (2024), yang mendukung pemantauan *real-time* menggunakan ESP32 dan sistem berbasis IoT.

4.4 Dampak dan Manfaat

- Meningkatnya efisiensi pengelolaan sampah di lingkungan rumah tangga, kampus, atau sekolah.
- Berkurangnya pencemaran akibat sampah tercampur.
- Terciptanya model sistem pengelolaan sampah cerdas yang dapat dikembangkan lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asung, M., Ada, G., Afi, A. R., & Tekla, A. (2025). Dampak sampah terhadap kesehatan lingkungan dan manusia. Muara: Jurnal Lingkungan dan Masyarakat, 5(1).
- F Haya. (2025). Dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia. Wissen Journal.
- GoodStats. (n.d.). 39% sampah Indonesia adalah sisa makanan. Retrieved from <https://data.goodstats.id/statistic/39-sampah-indonesia-adalah-sisa-makanan-r1vK4>
- Hikmiyah, A. F. (2015). Analisis kadar debu, NO₂, dan SO₂ di udara ambien serta keluhan pernapasan pada pekerja penyapu di Terminal Purabaya (Skripsi). Universitas Airlangga.
- ITS Insan Cendekia Jombang. (2023). Analisis kualitas udara dan keluhan gangguan pernapasan pada pemulung di TPA. Jurnal Insan Cendekia, 10(1).
- Qolifah, L. N., E.W., N., & H.D., Y. (2024). Karakteristik risiko kesehatan non karsinogenik akibat pajanan NO₂ dan SO₂ di TPA. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 23(1).
- Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). (2023). Capaian kinerja pengelolaan sampah nasional.
- Fitriani, A., & Yuliani, R. (2023). Perancangan prototipe tempat sampah otomatis menggunakan sensor jarak dan mikrokontroler Arduino Uno. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi, 5(1), 56–63.
- Kurniawan, R., Sari, M., & Putra, A. (2021). Smart trash bin using ultrasonic sensors and IoT-based monitoring. Journal of Applied Informatics and Computing, 5(2), 112–118.
- Dewi, S., & Pratama, R. (2024). Implementasi sistem klasifikasi sampah berbasis pengenalan citra menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Jurnal Informatika dan Sains Komputer, 8(3), 112–120.
- Putra, D. Y., & Nur, A. (2024). Perancangan sistem monitoring tempat sampah pintar berbasis Internet of Things menggunakan ESP32. Jurnal Inovasi Teknologi dan Sistem Informasi, 6(1), 77–84.
- Asung, P., & Haya, R. (2025). *Dampak pencemaran lingkungan akibat pengelolaan sampah yang tidak efektif*. Jurnal Lingkungan dan Pembangunan Berkelanjutan, 5(1), 22–31.

Dewi, M., & Pratama, A. (2024). *Penerapan Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi jenis sampah berbasis citra digital*. Jurnal Ilmiah Informatika dan Sains Komputer, 9(1), 33–41.

Fitriani, A., & Yuliani, R. (2023). *Penerapan sensor ultrasonik dan mikrokontroler pada sistem otomatisasi tempat sampah pintar*. Jurnal Teknologi Informasi dan Elektronika, 8(2), 112–119.

Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org>

GoodStats. (n.d.). *Komposisi sampah di Indonesia*. Retrieved from <https://www.goodstats.id>

Kourounis, D., et al. (2023). *Practical computer vision and artificial intelligence integration: A comprehensive overview*. Journal of Computational Vision Research, 11(2), 101–120. <https://doi.org/10.1016/j.jcvr.2023.02.004>

Musyarrofah, A., Faqih, M., & Salsabila, R. (2024). *Implementasi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan tempat sampah pintar*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Terapan, 6(1), 37–45.

Patel, K. K., & Patel, S. M. (2016). *Internet of Things-IOT: Definition, characteristics, architecture, enabling technologies, application & future challenges*. International Journal of Engineering Science and Computing, 6(5), 6122–6131.

Prechelt, L. (1998). *Early stopping — But when?* In G. Orr & K.-R. Müller (Eds.), *Neural Networks: Tricks of the Trade* (pp. 55–69). Springer. https://doi.org/10.1007/3-540-49430-8_3

Putra, D. A., & Nur, F. (2024). *Sistem pemantauan tempat sampah berbasis Internet of Things menggunakan ESP32 dan Firebase*. Jurnal Inovasi Teknologi dan Sistem Informasi, 10(2), 85–94.

Rahman, M. F., & Hidayat, A. (2023). *Implementasi Internet of Things (IoT) dalam pengelolaan tempat sampah pintar*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer Terapan, 6(1), 37–45.

Sorri, P. (2022). *The essential features of Internet of Things systems: Communication, identity, and cloud integration*. Journal of Emerging Digital Systems, 4(3), 77–90.

Zhao, Y., Wang, L., & Chen, X. (2024). *Recent advances in convolutional neural networks for image classification*. IEEE Access, 12, 33456–33468. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3456789>

Google Slides. (2024). *Convolutional Neural Network (CNN) basics: pooling, convolution, and early stopping*. Retrieved from

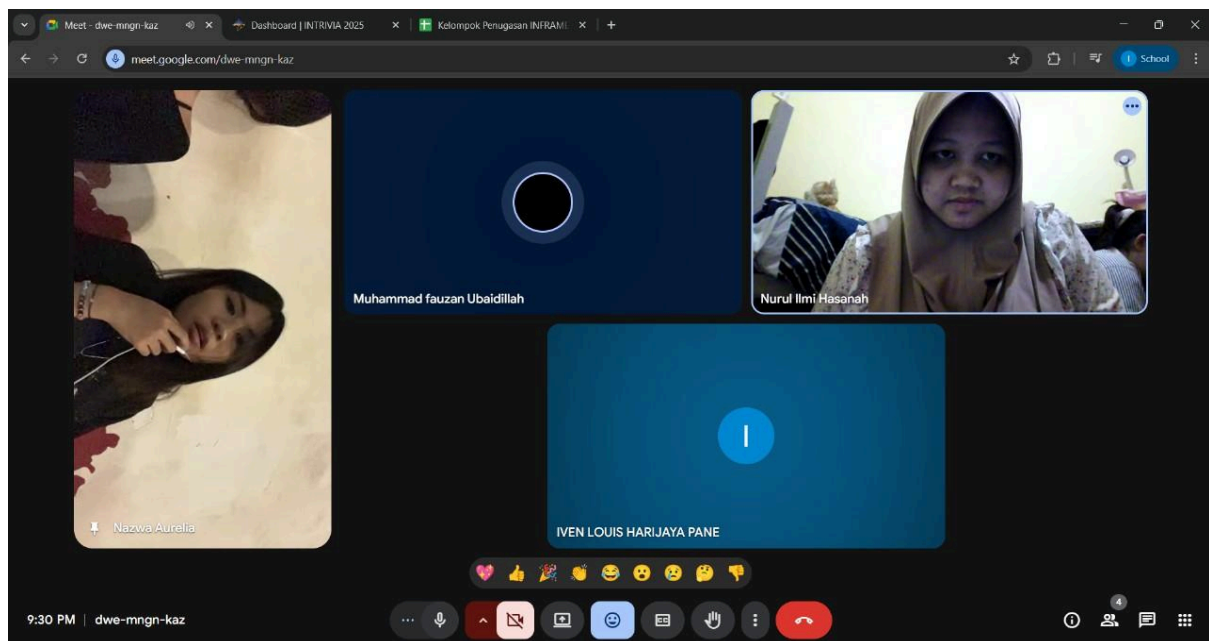
<https://docs.google.com/presentation/d/15EnCbaxmcDFM4LOIg1jKAVNr7Yf3WgIFOcxKRoaEQw>

Google Slides. (2024). *Gradient Descent and Deep Learning fundamentals*. Retrieved from <https://docs.google.com/presentation/d/19wxWu971jBVhiFTAIIdYr1XPl2uDMXEKd2aeGrRaO5nU>

LAMPIRAN

Nama	NIM	TUGAS
Nurul Ilmi Hasanah	255150300111054	Membuat BAB 2
Nazwa Auralia Lahangatubun	255150307111050	Membuat BAB 1
Muhammad Fauzan Ubaidillah	255150307111041	Membuat BAB 4
Iven Louis Harijaya Pane	255150300111015	Membuat BAB 3

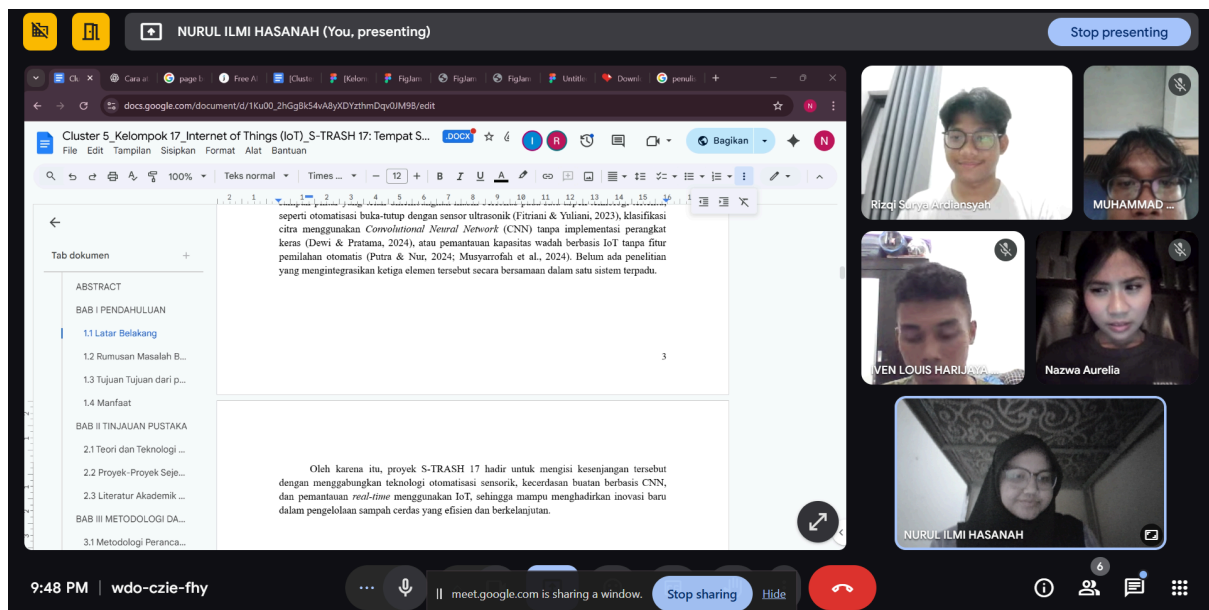
Tabel 1. - List Pembagian Kerja Kelompok



Gambar 1. - Foto Kerja Bersama Kelompok



Gambar 2. - Foto Konsultasi dengan Mentor



Gambar 3. - Foto Konsultasi dengan Mentor