

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jumlah sampah di Indonesia terus meningkat setiap tahun, sehingga menjadikannya masalah yang cukup serius. Menurut data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2023, masyarakat Indonesia menghasilkan sekitar 69,9 juta ton sampah, dengan komposisi sampah yang didominasi oleh sisa makanan sebesar 41,60% dan sampah plastik sebesar 18,71% (Rahmat, 2024). Sebagian besar sampah berakhir di tempat pembuangan akhir (TPA), yang tidak hanya mengakibatkan penumpukan sampah, tetapi juga berpotensi mencemari lingkungan.

Dalam upaya menghadapi tantangan tersebut, teknologi dapat menjadi kunci untuk meningkatkan efisiensi dalam pemilahan sampah. Salah satu teknik yang sedang berkembang pesat dalam teknik komputasi adalah pengolahan citra digital. Pengolahan citra digital telah mengalami perkembangan yang sangat pesat sejak diperkenalkan pada tahun 1960-an, seiring dengan kemajuan teknologi komputer dapat memungkinkan pemrosesan algoritma yang lebih kompleks (Dijaya, 2023). Dengan kemampuan untuk menganalisis dan memanipulasi gambar secara digital, teknik ini telah diterapkan dalam berbagai sistem dan inovasi seperti kecerdasan buatan.

Salah satu metode dalam pengolahan citra digital yang banyak digunakan adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), sebuah metode *deep learning* yang dirancang khusus untuk memproses data visual seperti gambar dan video. CNN telah digunakan secara luas untuk berbagai aplikasi, seperti pengenalan karakter plat nomor kendaraan (Harani dkk., 2019), pengenalan wajah (Omotosho dkk., 2021), dan sistem pendeteksi jenis sampah (Bahagia & Akbar, 2024). Dalam penelitian ini, model CNN yang akan digunakan adalah MobileNetV2, sebuah arsitektur *deep learning* yang dirancang untuk efisiensi tinggi, terutama pada perangkat dengan sumber daya yang terbatas. MobileNetV2 memanfaatkan *depthwise separable convolution* untuk mengurangi jumlah parameter dan komputasi, sehingga memungkinkan model tetap ringan tanpa mengorbankan akurasi.

Untuk dapat lebih meningkatkan efektivitas pemilahan sampah, penerapan Raspberry Pi sebagai *Single Computer Board* (SCB) atau mikroprosesor dapat berperan besar dalam mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah. Raspberry Pi memiliki ukuran yang kecil, namun cukup kuat untuk menjalankan berbagai aplikasi, termasuk pemrosesan gambar, kontrol perangkat keras, dan automasi. Raspberry Pi dilengkapi dengan berbagai port, seperti USB, HDMI, dan GPIO (*General Purpose Input/Output*), yang memungkinkan sistem untuk menghubungkan berbagai perangkat eksternal, seperti kamera, sensor, dan motor servo. Dengan kemampuan GPIO, Raspberry Pi dapat mengendalikan perangkat keras yang diperlukan untuk melakukan tugas-tugas fisik, seperti membuka dan menutup tempat sampah berdasarkan jenis sampah yang terdeteksi.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menguji sistem klasifikasi sampah menggunakan MobileNetV2 dan Raspberry Pi. Sistem ini akan mengklasifikasikan sampah menjadi dua kategori, yaitu organik dan anorganik. Sistem ini akan memanfaatkan sensor untuk mendeteksi keberadaan objek sampah terlebih dahulu. Begitu sensor mendeteksi objek di dekat tong sampah, sensor akan mengirimkan sinyal untuk mengaktifkan kamera, yang kemudian menangkap gambar sampah tersebut secara *real-time*. Gambar yang diambil kemudian diproses oleh Raspberry Pi menggunakan model MobileNetV2 untuk mengklasifikasikan sampah menjadi kategori organik atau anorganik. Setelah proses klasifikasi selesai, hasilnya digunakan untuk mengontrol satu motor servo yang berfungsi memutar tempat peletakan sampah ke arah tong yang sesuai dengan kategori yang terdeteksi. Setelah tempat sampah berada pada posisi yang tepat, pengguna dapat memasukkan sampah ke dalamnya. Setelah itu, tempat peletakan sampah akan kembali ke posisi semula secara otomatis. Dengan sistem ini, diharapkan dapat dikembangkan prototipe klasifikasi sampah yang optimal sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pemilahan sampah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang telah diuraikan, dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang perlu dipecahkan sebagai berikut:

- 1) Bagaimana cara mengembangkan sistem berbasis Raspberry Pi yang dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah organik dan anorganik secara otomatis?
- 2) Bagaimana cara mengimplementasikan model MobileNetV2 untuk mengklasifikasikan sampah dengan akurasi yang tinggi pada sistem berbasis Raspberry Pi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Penelitian ini akan berfokus pada pengklasifikasian dua jenis sampah, yaitu sampah organik dan anorganik.
- 2) Penelitian ini akan menggunakan MobileNetV2 untuk pengolahan citra dan pengklasifikasian jenis sampah.
- 3) Sumber *dataset* gambar jenis sampah yang digunakan berasal dari sumber publik dan manual menggunakan kamera *smartphone*.
- 4) Sistem hanya dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan objek-objek sampah yang memiliki jenis sama (baik semua organik atau semua anorganik) dalam satu kali proses deteksi.
- 5) Penelitian ini hanya terbatas pada perancangan sistem pendeteksi sampah hingga tahap implementasi dan pengujian.
- 6) Sistem pendeteksian sampah dalam penelitian ini menggunakan webcam Logitech C270 yang memiliki resolusi maksimum sebesar 1280×720 piksel (HD 720p).

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengembangkan sistem berbasis Raspberry Pi yang memanfaatkan model MobileNetV2 untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan jenis sampah menjadi organik dan anorganik secara otomatis.
- 2) Mengimplementasikan dan mengevaluasi akurasi klasifikasi sampah menggunakan MobileNetV2.

1.4.2 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan sebagai berikut:

- 1) Menghasilkan sistem yang dapat memproses dan mengklasifikasikan sampah secara otomatis.
- 2) Mengembangkan sistem yang dapat diintegrasikan dengan perangkat keras untuk meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan sampah secara otomatis.

1.5 Metodologi Penelitian

Adapun metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan proyek akhir ini adalah:

- 1) Studi Literatur
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan berbagai informasi dari jurnal penelitian terdahulu, artikel ilmiah, dan buku referensi, serta sumber-sumber terpercaya yang tersedia di internet.
- 2) Analisis Kebutuhan
Melakukan analisis kebutuhan yang diperlukan dalam sistem yang akan dibangun. Metode analisis kebutuhan dilakukan dengan cara mengumpulkan data berupa gambar tentang berbagai jenis sampah, baik sampah organik maupun anorganik.
- 3) Perancangan Sistem
Pada tahap ini, perancangan sistem akan dimulai dengan merancang keseluruhan sistem yang akan dibangun. Perancangan sistem ini meliputi diagram arsitektur sistem, *flowchart*, dan perancangan algoritma model MobileNetV2.
- 4) Pengembangan dan Implementasi
Pada tahap ini, model MobileNetV2 akan dibuat dan dilatih dengan data gambar yang telah dikumpulkan. Sistem kemudian diintegrasikan dengan kamera dan Raspberry Pi. Kamera akan menangkap gambar sampah secara *real-time*, yang kemudian diproses oleh Raspberry Pi menggunakan model MobileNetV2. Untuk meningkatkan akurasi deteksi, sistem juga akan dilengkapi dengan sensor jarak, seperti sensor ultrasonik, yang berfungsi untuk mendeteksi objek yang mendekat ke kamera. Setelah proses klasifikasi selesai, sistem akan mengontrol motor servo untuk membuka dan menutup penutup tempat sampah sesuai dengan jenis sampah yang terdeteksi, yaitu organik atau anorganik.
- 5) Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap ini, Pengujian dilakukan dengan menguji terlebih dahulu model MobileNetV2 untuk mengevaluasi akurasi klasifikasi gambar menggunakan *Confusion Matrix*. Analisis terhadap *Confusion Matrix* dilakukan untuk menilai kemampuan model dalam mengklasifikasikan sampah secara benar, serta mengidentifikasi kesalahan klasifikasi seperti *False Positive* dan *False Negative*. Selanjutnya, sistem secara keseluruhan diuji menggunakan metode *Black Box Testing* untuk memastikan bahwa sistem berjalan sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

6) Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini, kesimpulan akan diambil berdasarkan pengujian yang telah dilakukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan proyek akhir ini secara keseluruhan terdiri dari empat bab, masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun pokok pembahasan dari masing-masing bab tersebut secara garis besar sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, perumusan masalah dan ruang lingkup masalah, tujuan dan manfaat penelitian, penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan beberapa hasil penelitian terdahulu dan landasan teori yang diperlukan untuk merancang sistem.

BAB III PERANCANGAN

Bab ini menjelaskan tentang perancangan sistem yang terdiri dari perancangan sistem yang akan dibangun.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini berisi informasi mengenai hasil pembangunan sistem serta pengujian dan analisisnya.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang diambil dari sistem yang dibangun dan saran pengembangannya terhadap sistem.