

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah menjadi salah satu persoalan besar yang dihadapi berbagai negara, termasuk Indonesia. Jumlah sampah terus meningkat seiring pertumbuhan jumlah penduduk, perkembangan wilayah perkotaan, serta pola konsumsi masyarakat. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, timbunan sampah nasional mencapai lebih dari 67 juta ton per tahun, dengan hanya sebagian kecil yang berhasil masuk ke proses daur ulang. Situasi ini semakin rumit karena proses pemilahan masih dilakukan secara manual, yang dinilai kurang efisien, memakan banyak waktu, serta rawan kesalahan [1].

Permasalahan yang lebih mendalam terdapat pada tahap klasifikasi sampah. Dalam praktiknya, pemilahan biasanya hanya terbatas pada dua kelompok utama, yakni organik dan anorganik. Padahal, klasifikasi yang lebih rinci misalnya plastik, kertas, logam, kaca, maupun residu sangat diperlukan untuk mendukung proses daur ulang yang maksimal. Keterbatasan sistem manual dalam membedakan jenis sampah tersebut menyebabkan rendahnya efektivitas pengolahan di tempat pembuangan maupun fasilitas daur ulang [2].

Berbagai penelitian sebelumnya berupaya mengatasi kendala tersebut dengan pendekatan berbasis pengolahan citra menggunakan machine learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN). CNN dikenal efektif dalam mengekstraksi fitur visual dari gambar dan banyak digunakan untuk klasifikasi sampah. Beberapa studi melaporkan bahwa CNN mampu mencapai tingkat akurasi lebih dari 80% dalam membedakan kategori sampah [3]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pengaturan hyperparameter secara optimal dapat meningkatkan akurasi dari 67,6% hingga 91,2% [4]. Selain CNN yang dirancang khusus, pendekatan transfer learning menggunakan arsitektur seperti MobileNet maupun EfficientNet [5] juga terbukti mampu meningkatkan performa klasifikasi secara signifikan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini ditujukan untuk merancang sistem klasifikasi sampah berbasis CNN yang mampu mengenali berbagai kategori sampah dengan tingkat akurasi yang baik. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan kinerja CNN kustom dengan metode transfer learning guna mengetahui pendekatan yang lebih optimal. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat berkontribusi dalam pengembangan sistem klasifikasi sampah yang lebih efektif, efisien, serta aplikatif, sehingga mendukung pengelolaan sampah berkelanjutan di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi sampah berbasis Convolutional Neural Network (CNN) untuk dapat mengenali beberapa kategori sampah dengan akurasi yang baik?
2. Bagaimana membandingkan kinerja model CNN kustom dengan pendekatan transfer learning MobileNet dalam melakukan klasifikasi sampah?

1.3 Batasan Masalah

Beberapa batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada klasifikasi citra sampah daur ulang ke dalam enam kategori utama, yaitu plastik, kertas, logam, kaca, organik, dan residu.
2. Dataset yang digunakan berasal dari Kaggle maupun sumber dataset terbuka lain yang relevan, tanpa melakukan pengumpulan data citra langsung di lapangan.
3. Metode yang dibandingkan meliputi:
 - a. CNN kustom yang dibangun dan dilatih dari awal (from scratch).
 - b. Model transfer learning dengan arsitektur MobileNet serta EfficientNet.

4. Penelitian ini tidak mencakup pembahasan aspek non-teknis, seperti perilaku masyarakat dalam memilah sampah, kebijakan pemerintah, maupun pengelolaan operasional sistem persampahan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengembangkan model CNN kustom untuk klasifikasi citra sampah daur ulang.
2. Menerapkan transfer learning dengan arsitektur MobileNet serta membandingkannya dengan CNN kustom.
3. Mengevaluasi performa model menggunakan akurasi, precision, recall, F1-score, dan confusion matrix untuk menentukan metode terbaik.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis
 - a. Memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu di bidang Computer Vision dan Deep Learning, khususnya penerapan CNN untuk klasifikasi citra sampah.
 - b. Menjadi rujukan bagi penelitian selanjutnya yang mengkaji klasifikasi citra dengan metode atau arsitektur deep learning yang lebih kompleks.
 - c. Menjadi acuan akademis dalam pemanfaatan teknologi AI untuk mendukung pengelolaan lingkungan berkelanjutan.
2. Manfaat Praktis
 - a. Membantu instansi pengelola sampah melakukan pemilahan otomatis guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan manual.
 - b. Menyediakan solusi teknologi yang dapat diterapkan pada aplikasi atau perangkat pemilah sampah untuk mendukung program daur ulang.
 - c. Memberikan kemudahan bagi masyarakat maupun industri dalam memanfaatkan teknologi berbasis citra untuk mengurangi pencemaran dan

mendukung keberlanjutan lingkungan.

1.6 Sistematika Penulisan

Susunan penulisan skripsi ini disusun secara sistematis agar memudahkan pembaca dalam memahami alur penelitian yang dilakukan. Adapun uraian singkat isi masing-masing bab adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, Bab ini berisi latar belakang permasalahan terkait meningkatnya volume sampah dan keterbatasan pemilahan manual, serta urgensi penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam klasifikasi sampah. Selain itu, bab ini menjelaskan rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan yang ingin dicapai, manfaat penelitian, dan diakhiri dengan sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, Bab ini berisi kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan klasifikasi citra dan penggunaan CNN maupun Transfer Learning. Selain itu, disajikan pula landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi konsep sampah, klasifikasi, pengolahan citra digital, machine learning, deep learning, CNN, transfer learning, serta metrik evaluasi kinerja model.

BAB III METODE PENELITIAN, Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian, meliputi objek penelitian berupa citra sampah, alur penelitian dari tahap akuisisi data hingga implementasi model, serta penjelasan alat dan bahan yang digunakan. Di dalamnya juga diuraikan proses perancangan model CNN dan Transfer Learning, termasuk strategi preprocessing, pembagian data, serta skenario pelatihan dan pengujian model.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, Bab ini menyajikan hasil pelaksanaan penelitian secara menyeluruh, mulai dari proses akuisisi dan pra-pemrosesan data, pelatihan empat jenis model (CNN, CNN tanpa Dropout, Transfer Learning, dan Transfer Learning tanpa Dropout), evaluasi model menggunakan berbagai metrik, pengujian data uji, hingga perbandingan performa setiap model. Selain itu, bab ini juga membahas implementasi model terbaik ke dalam aplikasi berbasis Streamlit serta analisis kinerja sistem yang dihasilkan.

BAB V PENUTUP, Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, khususnya terkait efektivitas model dalam mengklasifikasikan citra sampah. Selain itu, disampaikan pula saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya agar sistem yang dibangun dapat lebih optimal dan aplikatif di masa mendatang.

