

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah didefinisikan sebagai benda padat atau tidak padat yang sudah tidak digunakan kembali karena aktivitas makhluk hidup. Indonesia menjadi penyumbang sampah terbesar kedua di dunia setelah Cina, salah satunya karena rendahnya kesadaran masyarakat tentang daur ulang sampah (Sunanto & Utomo, 2022). Banyak masyarakat masih membuang sampah sembarangan dan kesulitan membedakan yang bisa atau tidak didaur ulang, yang memperburuk pengelolaan sampah. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang perbedaan tersebut, serta menyediakan solusi yang memudahkan pemisahan jenis sampah (Tanjung et al., 2022).

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2021, Indonesia menghasilkan 24,67 juta ton sampah, tetapi hanya setengahnya yang berhasil diolah sekitar 50,43%. Meski jumlahnya berkurang 13,38% dibandingkan tahun sebelumnya, setiap individu di Indonesia masih membuang sekitar 0,25 kg sampah setiap hari. Situasi ini mencerminkan krisis sampah yang serius, di mana peningkatan pengelolaan sampah menjadi sangat penting untuk mencegah dampak lingkungan yang lebih buruk (Ibnul Rasidi et al., 2022).

Dalam konteks ini, teknologi *Convolutional Neural Networks (CNN)* menawarkan solusi yang menjanjikan. CNN adalah jenis jaringan saraf tiruan yang sangat efektif untuk klasifikasi gambar karena kemampuannya mengekstraksi fitur visual secara otomatis melalui beberapa lapisan konvolusi. Namun, salah satu tantangan utama dalam melatih CNN dari awal adalah kebutuhan data yang sangat besar dan waktu pelatihan yang lama. Maka dari itu, metode *transfer learning* berperan memungkinkan penggunaan model yang sudah dilatih sebelumnya,

seperti model yang dilatih pada dataset besar, untuk diterapkan pada tugas yang lebih spesifik seperti klasifikasi gambar sampah (Jamil, 2023).

Pendekatan *transfer learning* ini memungkinkan penghematan waktu dan sumber daya dalam pelatihan model, sekaligus meningkatkan akurasi pada dataset yang lebih kecil. Algoritma CNN dengan *transfer learning* telah terbukti sangat efektif dalam mengklasifikasikan berbagai jenis sampah yang membantu dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi.

Penelitian sebelumnya, menunjukkan bahwa metode *Faster R-CNN* mampu mendeteksi objek sampah dengan akurasi 74% dari 100 gambar yang diuji. Untuk deteksi video *real-time*, kecepatan tertinggi adalah 1,35 fps pada resolusi 176x144. Meskipun *Faster R-CNN* dikenal cepat dalam pemrosesan gambar, implementasinya membutuhkan perangkat keras spesifikasi tinggi. Kegagalan deteksi terjadi karena fitur yang dihasilkan CNN menyerupai objek lain, membuatnya kurang efektif untuk sampah yang memiliki bentuk tidak tetap. Penelitian ini menekankan perlunya solusi deteksi yang lebih efektif untuk pengelolaan sampah (Rahman & Bambang, 2021).

Penelitian sebelumnya, mengusulkan penggunaan kombinasi karakteristik warna dan tekstur dengan penerapan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) untuk pengolahan citra, yang mencakup langkah-langkah seperti pengambilan gambar, persiapan data awal, pemisahan objek, transformasi struktural, identifikasi ciri-ciri gambar, dan pengelompokan hasil. Metode ini berhasil mencapai tingkat akurasi sebesar 84%, dengan precision 84,11%, recall 84,16%, dan F1-Score 84,08%. Meskipun hasil akurasi yang diperoleh terbilang baik, segmentasi yang belum optimal mengakibatkan pengaruh terhadap proses ekstraksi fitur citra. Oleh karena itu, diperlukan perbaikan pada prosedur morfologi untuk meningkatkan kualitas segmentasi dan ekstraksi fitur. (S.Intam et al., 2024) .

Penelitian lain menerapkan algoritma Support Vector Machine (SVM) untuk ekstraksi fitur menggunakan Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) dan Color Moments. Kombinasi fitur GLCM pada sudut 45 derajat bersama Color Moments

menghasilkan akurasi tertinggi sebesar 78,87% pada dataset TrashNet. Namun, pengujian yang dilakukan pada 30 citra sampah baru hanya menghasilkan akurasi 70%, hal ini disebabkan oleh kesamaan dalam distribusi warna dan kedekatan piksel abu-abu pada citra, yang mengarah pada kesalahan dalam proses klasifikasi. (Nisa et al., 2022).

Penelitian selanjutnya, berfokus pada penggunaan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan metode *transfer learning* untuk meningkatkan akurasi dalam deteksi jenis sampah. CNN dikenal efektif dalam pengolahan data citra karena kemampuannya mengenali pola dan fitur visual secara otomatis, namun pelatihan dari awal sering memerlukan banyak data dan waktu. *Transfer learning* memungkinkan pemanfaatan model yang sudah dilatih sebelumnya dengan dataset besar, yang dapat mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan akurasi ketika diterapkan pada dataset yang lebih kecil, seperti gambar sampah. Dalam deteksi sampah, *transfer learning* memanfaatkan kemampuan model pra-terlatih untuk mengidentifikasi fitur umum dari gambar dan menyesuaikannya dengan kategori spesifik sampah. Sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengelolaan sampah berbasis teknologi.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi Masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Sistem deteksi sampah daur ulang otomatis saat ini belum akurat dan efisien, sehingga kesulitan dalam mengklasifikasikan sampah dengan tepat.
2. Algoritma *Convolutional Neural Networks (CNN)* belum optimal dalam mendeteksi dan mengkategorikan sampah daur ulang, terutama ketika dihadapkan dengan variasi jenis dan kondisi sampah yang berbeda.
3. Metode *transfer learning* belum sepenuhnya dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi sistem, karena masih memerlukan waktu pelatihan yang lama dan data yang besar.

1.3 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengembangkan sistem deteksi sampah daur ulang otomatis yang lebih akurat dan efisien?
2. Apakah algoritma *Convolutional Neural Networks (CNN)* dapat digunakan untuk sistem mendeteksi dan mengategorikan sampah daur ulang secara otomatis?
3. Bagaimana penerapan metode *transfer learning* dapat meningkatkan akurasi deteksi dan efisiensi sistem tanpa memerlukan waktu pelatihan yang lama atau data yang besar?

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah dijabarkan, tujuan dari peneliti ini adalah:

1. Mengembangkan sistem deteksi sampah daur ulang otomatis menggunakan algoritma *Convolutional Neural Networks (CNN)* dengan metode *transfer learning*.
2. Meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses identifikasi serta pengelompokan sampah daur ulang berdasarkan jenisnya.
3. Mengurangi ketergantungan tenaga manusia dan mendukung pengelolaan sampah yang lebih optimal dan berkelanjutan.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian yang diperuntukkan untuk:

1. Masyarakat umum, mempermudah dan mempercepat pemilahan sampah dengan teknologi deteksi otomatis, meningkatkan partisipasi dan kesadaran terhadap daur ulang
2. Pemerintah dan pengelola lingkungan, mendukung efektivitas pengelolaan sampah dengan solusi teknologi yang mengurangi ketergantungan tenaga manusia dan mempercepat pencapaian target daur ulang
3. Industri pengelolaan sampah, meningkatkan efisiensi operasional dan produktivitas melalui otomatisasi deteksi, serta mengurangi biaya tenaga kerja

1.6 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, yaitu:

1. Dataset terbatas pada dataset (*ImageNet*) dengan variasi sampah terbatas
2. Jenis sampah fokus pada pemilahan sampah organik dan anorganik tidak termasuk sampah berbahaya atau elektronik
3. Resolusi gambar terbatas pada resolusi standar yang digunakan dalam pengujian
4. Kecepatan deteksi tidak menjadi fokus utama karena penelitian lebih menekankan pada akurasi

1.7 Kontribusi

Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan sistem deteksi sampah daur ulang secara otomatis dengan memanfaatkan algoritma *Convolutional Neural Networks (CNN)* dan *transfer learning*. Dengan pendekatan tersebut, diharapkan dapat meningkatkan tingkat akurasi dan efisiensi dalam pengelolaan sampah, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manusia, serta mempercepat proses daur ulang. Teknologi yang dihasilkan juga memiliki potensi untuk diterapkan lebih luas, tidak hanya dalam pengelolaan sampah, tetapi juga dalam sektor industri dan pemerintahan, untuk mendukung pengelolaan sampah yang lebih efisien dan berkelanjutan.