

ABSTRAK

DETEKSI SAMPAH PLASTIK BERUKURAN KECIL MENGUNAKAN ARSITEKTUR *FASTER R-CNN*

Nama : Imelia Okta Rama yanti
NPM : 2255201164
Pembimbing : Dr. Erwin Dwika Putra, M.Kom.

Sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang terus mengalami peningkatan dan memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, baik di darat maupun perairan. Salah satu kendala dalam pengelolaan sampah plastik adalah proses identifikasi dan pemilahan yang masih banyak dilakukan secara manual. Kondisi tersebut menjadi lebih sulit ketika objek yang dideteksi berukuran kecil, seperti potongan plastik, tutup botol, dan pecahan plastik, karena objek memiliki detail yang terbatas serta sering bercampur dengan latar belakang yang kompleks. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode yang mampu mendeteksi objek kecil secara otomatis dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja metode (*Faster R-CNN*) dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital. Data penelitian diperoleh dari data primer dan data sekunder dengan perbandingan 60:40. Data primer dikumpulkan melalui pengambilan gambar secara langsung menggunakan kamera atau smartphone, sedangkan data sekunder diperoleh dari dataset publik. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan data, anotasi data, preprocessing citra, proses training dan testing model, hingga tahap prediksi objek menggunakan metode *Faster R-CNN*. Evaluasi performa model dilakukan dengan membandingkan hasil prediksi terhadap label asli untuk memperoleh nilai True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), dan False Negative (FN). Selanjutnya, kinerja model dianalisis menggunakan confusion matrix, precision, recall, dan F1-score. Metode *Faster R-CNN* dipilih karena memiliki kemampuan yang baik dalam mendeteksi objek dengan ukuran kecil serta mampu menghasilkan lokasi objek secara lebih akurat dibandingkan metode klasifikasi citra biasa. Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan kemampuan *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada berbagai kondisi citra, seperti variasi pencahayaan, bentuk objek, dan latar belakang yang beragam. Penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan teknologi deteksi sampah berbasis deep learning guna mendukung proses pengelolaan sampah yang lebih efektif dan efisien.

Kata kunci: *Faster R-CNN*, deteksi objek, sampah plastik, deep learning, citra digital

ABSTRACT

DETECTION OF SMALL-SIZED PLASTIC WASTE USING THE FASTER R-CNN ARCHITECTURE

NAME : Imelia Okta Rama Yanti
STUDENT ID : 2255201164
SUPERVISOR : Dr. Erwin Dwika Putra, M.Kom.

Plastic waste is an environmental problem that continues to increase and has negative impacts on both terrestrial and aquatic environments. One of the challenges in plastic waste management is that the identification and sorting processes are still largely carried out manually. This condition becomes more challenging when detecting small objects, such as pieces of plastic, bottle caps, and plastic fragments, because these objects have limited details and are often mixed with complex backgrounds. Therefore, a method capable of automatically and accurately detecting small objects is needed. This study aims to analyze the performance of the Faster R-CNN method in detecting small-sized plastic waste in digital images. The research data consisted of primary and secondary data in a 60:40 ratio. Primary data were collected by directly capturing images using a camera or smartphone, while secondary data were obtained from a public dataset. The research stages included data collection, data annotation, image preprocessing, model training and testing, and object prediction using the Faster R-CNN method. Model performance was evaluated by comparing the prediction results with the ground-truth labels to obtain the values of True Positive (TP), True Negative (TN), False Positive (FP), and False Negative (FN). The model performance was then analyzed using a confusion matrix, precision, recall, and F1-score. The Faster R-CNN method was selected because of its ability to detect small objects effectively and accurately and to determine object locations more precisely than conventional image classification methods. The results of this study are expected to demonstrate the capability of Faster R-CNN in detecting small-sized plastic waste under various image conditions, including variations in lighting, object shapes, and diverse backgrounds. This study is also expected to serve as a reference for the development of deep learning-based waste detection technology to support more effective and efficient waste management processes.

Keywords: Faster R-CNN, Object Detection, Plastic Waste, Deep Learning, Digital Images

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan sampah merupakan salah satu isu lingkungan yang terus meningkat di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Peningkatan jumlah penduduk serta tingginya aktivitas konsumsi masyarakat menyebabkan volume sampah yang dihasilkan setiap harinya semakin bertambah. Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap lingkungan, seperti pencemaran tanah, air, dan udara. Salah satu jenis sampah yang paling dominan dan menjadi perhatian utama adalah sampah plastik (Bakti & Shabrina, 2024)(Mustafi et al., 2022)(Vision, 2025).

Plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki berbagai keunggulan, seperti ringan, kuat, tahan terhadap air, serta mudah dibentuk menjadi berbagai produk. Namun, plastik memiliki sifat yang sulit terurai secara alami sehingga dapat bertahan di lingkungan dalam jangka waktu yang sangat lama. Kondisi ini menyebabkan pencemaran lingkungan yang berdampak pada ekosistem darat maupun perairan (Dharajat et al., 2026)(Rizkiyan et al., 2025a) (Prayuda et al., 2025).

Salah satu permasalahan utama dalam pengelolaan sampah plastik adalah proses pemilahan yang masih dilakukan secara manual. Proses ini membutuhkan waktu yang relatif lama serta memiliki tingkat kesalahan yang cukup tinggi. Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks ketika berhadapan dengan sampah

plastik berukuran kecil, seperti potongan plastik, tutup botol, dan pecahan plastik yang sulit dikenali secara visual (Hutamaputra et al., 2022)(Ho, 2023)(Setiawan et al., 2024a).

Dalam konteks pengolahan citra digital, objek berukuran kecil memiliki karakteristik yang menantang, seperti resolusi rendah, detail fitur yang terbatas, serta rentan terhadap gangguan latar belakang. Hal ini menyebabkan proses deteksi objek kecil menjadi lebih sulit dibandingkan dengan objek berukuran besar, sehingga diperlukan pendekatan yang mampu menangani kompleksitas tersebut secara efektif (Hakim, 2025)(Resa et al., 2022a)(Rahmatul et al., 2022a).

Perkembangan teknologi *Artificial Intelligence* (AI), khususnya *deep learning*, memberikan peluang dalam mengatasi permasalahan deteksi objek secara otomatis. Berbagai metode telah dikembangkan dalam bidang computer vision, seperti pendekatan *Convolutional Neural Network* (CNN), *You Only Look Once* (YOLO), serta *Faster R-CNN* (Auliya, 2025); (Hassadiqin & Utaminingrum, 2023) (Rahmatul et al., 2022b)(Rizkiyan et al., 2025b).

Penelitian oleh (Sari et al., 2025a) dengan judul “Otomatisasi Klasifikasi Sampah Menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) Sebagai Sistem Pendukung Keputusan” menggunakan metode CNN dengan dataset 1.200 citra dan menghasilkan akurasi sebesar 93,9%. Selain itu, penelitian ((Lisana Sidka Alia, 2023) dengan judul “Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan *Image Classification Convolutional Neural Network*” menggunakan arsitektur *MobileNetV2* dengan 3.025 citra dan menghasilkan akurasi hingga 92,74%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode CNN memiliki performa yang tinggi dalam klasifikasi citra, namun memiliki

keterbatasan karena hanya berfokus pada klasifikasi tanpa mampu menentukan lokasi objek secara spesifik.

Metode deteksi objek seperti YOLO juga banyak digunakan karena memiliki keunggulan dalam kecepatan proses. Penelitian oleh (Charibaldi, 2025a) dengan judul “Penerapan *Object Detection* Menggunakan *Deep Learning* YOLOv8 Untuk Mengidentifikasi Sampah Anorganik” menggunakan metode YOLOv8 nano dengan dataset 2.459 citra dan menghasilkan nilai mAP50 sebesar 87,1% serta mampu mendeteksi hingga 10 objek dalam satu citra. Selain itu, penelitian (Rahmatul et al., 2022b) dengan judul “Sistem Pengklasifikasi Jenis Sampah Plastik berdasarkan *Resin Identification Code* menggunakan Metode YOLOv5s berbasis Raspberry Pi” menunjukkan bahwa YOLOv5s efektif digunakan untuk klasifikasi dan deteksi sampah plastik secara real-time. Meskipun demikian, berdasarkan hasil analisis beberapa penelitian, metode YOLO cenderung mengalami penurunan performa dalam mendeteksi objek berukuran kecil dan pada kondisi citra yang kompleks.

Di sisi lain, metode *Faster R-CNN* menunjukkan performa yang baik dalam deteksi objek. Penelitian oleh (Fahmitra et al., 2026) dengan judul “Klasifikasi Sampah Plastik di Laut Menggunakan Algoritma *Faster Region Convolutional Neural Network* (R-CNN)” menggunakan *Faster R-CNN* dengan *backbone* ResNet-50 FPN dan menghasilkan nilai mAP 0.50 sebesar 82,64%. Penelitian yang secara khusus mengkaji deteksi sampah plastik berukuran kecil dengan karakteristik kompleks masih terbatas, terutama yang menggunakan metode *Faster R-CNN*. Oleh karena itu, terdapat kesenjangan penelitian berupa keterbatasan kajian yang secara

spesifik membahas kemampuan *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada kondisi lingkungan yang bervariasi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital. Analisis dilakukan dengan mengevaluasi performa model berdasarkan hasil pengujian menggunakan dataset citra sampah plastik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital?
2. Bagaimana performa metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil berdasarkan parameter evaluasi seperti *precision*, dan *recall*?
3. Bagaimana kemampuan metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada berbagai kondisi citra, seperti variasi pencahayaan, latar belakang, dan bentuk objek?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian hanya berfokus pada deteksi sampah plastik berukuran kecil.
2. Dataset yang digunakan berupa citra digital sampah plastik.
3. Metode yang digunakan adalah *Faster R-CNN* berbasis deep learning.
4. Proses penelitian dilakukan menggunakan bahasa pemrograman Python.

5. Evaluasi model dilakukan menggunakan parameter *Confusion matrix*, *precision*, *recall*, dan *F1 score*.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis kinerja metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada citra digital.
2. Mengetahui performa metode *Faster R-CNN* berdasarkan parameter evaluasi seperti *precision*, *recall*, dan *F1-score* dalam proses deteksi sampah plastik berukuran kecil.
3. Menganalisis kemampuan metode *Faster R-CNN* dalam mendeteksi sampah plastik berukuran kecil pada berbagai kondisi citra, seperti variasi pencahayaan, latar belakang, dan bentuk objek.