

ABSTRAK

KLASIFIKASI CITRA SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK MENGGUNAKAN COMPUTER VISION DENGAN ARSITEKTUR MOBILENETV2

Nama : Shafa Tasya Annisa
NPM : 2255201103
Pembimbing : Ardi Wijaya,S.Kom,M.Kom

Pengelolaan sampah di Indonesia masih menghadapi kendala dalam pemilahan sampah organik dan non-organik. Rendahnya kesadaran masyarakat menyebabkan kedua jenis sampah tersebut sering tercampur, sehingga menghambat proses daur ulang dan meningkatkan jumlah sampah yang dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir. Selain itu, pemilahan secara manual membutuhkan waktu dan ketelitian yang cukup tinggi. Penelitian terdahulu terkait klasifikasi sampah menggunakan MobileNetV2 sebagian besar masih memanfaatkan dataset statis dan belum banyak menerapkan pengujian dengan citra yang diperoleh secara langsung melalui kamera. Kondisi nyata seperti pencahayaan, sudut pengambilan, dan jarak objek dapat memengaruhi hasil klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi citra sampah organik dan non-organik berbasis *Computer Vision* menggunakan MobileNetV2 yang dapat bekerja secara otomatis dan *real-time* melalui kamera. Metode yang digunakan adalah *Transfer Learning* dengan arsitektur MobileNetV2. Dataset terdiri atas 6.120 citra, yaitu 5.720 citra sekunder dari Kaggle dan 400 citra primer yang diperoleh melalui pengambilan gambar menggunakan kamera smartphone. Dataset dibagi menjadi 5.508 citra training, 428 citra validation, dan 184 citra testing. Tahap preprocessing meliputi *resize* citra menjadi 224×224 piksel dan normalisasi nilai piksel. Model dilatih selama 20 epoch menggunakan Python dan TensorFlow Keras, kemudian diintegrasikan dengan OpenCV untuk melakukan klasifikasi melalui kamera secara langsung. Hasil pengujian terhadap 184 citra testing menunjukkan 177 citra berhasil diklasifikasikan dengan benar dan 7 citra mengalami kesalahan klasifikasi. Model memperoleh *accuracy* sebesar 96,20%, *precision macro* sebesar 96,22%, *recall macro* sebesar 96,17%, dan F1-score macro sebesar 96,19%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa MobileNetV2 memiliki kemampuan yang baik dalam mengklasifikasikan sampah organik dan non-organik pada kondisi pengambilan citra secara langsung. Sistem yang dikembangkan juga berpotensi mendukung proses pemilahan sampah secara otomatis dan *real-time*.

Kata Kunci: *Transfer Learning, Confusion Matrix, Deep Learning, Deteksi Real-Time*

ABSTRACT

KLASIFIKASI CITRA SAMPAH ORGANIK DAN NON-ORGANIK MENGGUNAKAN COMPUTER VISION DENGAN ARSITEKTUR MOBILENETV2

Name : Shafa Tasya Annisa
NPM : 2255201103
Supervisor : Ardi Wijaya,S.Kom,M.Kom

Waste management in Indonesia still faces challenges regarding the sorting of organic and non-organic waste. Low public awareness often leads to the mixing of these two waste types, thereby hindering recycling processes and increasing the volume of waste sent to landfills. Furthermore, manual sorting is time-consuming and requires a high level of precision. Previous research on waste classification using MobileNetV2 has largely relied on static datasets, with limited testing involving images captured directly via a camera. Real-world conditions such as lighting, capture angles, and object distance can influence classification results. This study aims to design and implement a computer vision-based classification system for organic and non-organic waste images using MobileNetV2, capable of operating automatically and in real-time via a camera. This study employed Transfer Learning method with the MobileNetV2 architecture. The dataset included 6,120 images: 5,720 secondary images from Kaggle and 400 primary images captured using a smartphone camera. The dataset was divided into 5,508 training images, 428 validation images, and 184 testing images. Preprocessing steps include resizing images to 224×224 pixels and normalizing pixel values. The model was trained for 20 epochs using Python and TensorFlow Keras, then integrated with OpenCV to perform live classification via the camera. Testing results on the 184 test images showed that 177 images were correctly classified, while 7 images are misclassified. The model achieved an accuracy of 96.20%, a macro-precision of 96.22%, a macro-recall of 96.17%, and a macro-F1 score of 96.19%. These results demonstrate that MobileNetV2 possesses a strong capability to classify organic and non-organic waste under real-time image capture conditions. The developed system also has the potential to support automated, real-time waste sorting processes.

Keywords: *Transfer Learning, Confusion Matrix, Deep Learning, Real-Time Detection*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan material sisa yang sudah tidak digunakan dan dibuang oleh penggunanya, baik berasal dari kegiatan rumah tangga, industri, pertanian, maupun perkantoran. Secara umum, sampah dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu sampah organik dan sampah non-organik (Salim, 2024). Sampah organik berasal dari makhluk hidup seperti sisa makanan dan daun yang dapat terurai secara alami, sedangkan sampah non-organik berasal dari bahan sintetis atau hasil olahan manusia yang membutuhkan waktu sangat lama untuk terdekomposisi. Apabila tidak dikelola dengan baik, kedua jenis sampah tersebut berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Permasalahan utama dalam pengelolaan sampah di Indonesia adalah kurangnya kesadaran masyarakat dalam melakukan pemilahan sampah mengakibatkan sampah organik dan non-organik sering tercampur. Kondisi ini dapat menghambat proses pengolahan dan daur ulang sampah yang seharusnya dilakukan sesuai dengan jenisnya. Akibatnya, jumlah sampah yang masuk ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) terus meningkat dan berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan, termasuk pencemaran tanah, air, dan udara (Andono et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan solusi yang mampu membantu proses pemilahan sampah secara lebih efektif dan efisien.

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), terutama dalam bidang *Computer Vision*, membuka peluang untuk membantu menyelesaikan berbagai permasalahan melalui sistem klasifikasi citra secara otomatis. Salah satu pendekatan yang banyak diterapkan dalam tugas klasifikasi citra adalah *Convolutional Neural Network (CNN)*, yaitu metode *Deep Learning* yang mampu mempelajari pola visual serta mengekstraksi fitur dari citra secara otomatis. Di antara berbagai arsitektur CNN yang tersedia, MobileNetV2 menjadi salah satu yang banyak digunakan karena dirancang untuk menghasilkan performa klasifikasi yang baik dengan kebutuhan komputasi yang lebih rendah. Karakteristik tersebut menjadikan MobileNetV2 cocok diterapkan pada sistem yang memerlukan pemrosesan secara *real-time*. Selain itu, kemampuan MobileNetV2 dalam mengenali karakteristik visual objek telah mendorong pemanfaatannya dalam berbagai penelitian berbasis *Computer Vision*.

Penelitian yang dilakukan oleh Sean Edbert Thio dan Joko Susilo (2025) menerapkan metode *Transfer Learning* berbasis *Convolutional Neural Network (CNN)* dengan arsitektur MobileNetV2 dan EfficientNetB0 untuk melakukan klasifikasi berbagai jenis sampah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MobileNetV2 memberikan kinerja yang lebih unggul dibandingkan EfficientNetB0, dengan akurasi pelatihan mencapai 87,31% dan akurasi validasi sebesar 91,57%. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa MobileNetV2 mampu melakukan klasifikasi citra sampah dengan baik dan efisien. Namun, penelitian tersebut berfokus pada identifikasi enam jenis sampah menggunakan dataset citra

yang telah tersedia dan belum mengimplementasikan proses klasifikasi secara langsung menggunakan kamera dalam lingkungan *real-time*.

Berdasarkan penelitian terdahulu, MobileNetV2 terbukti memiliki performa yang baik dalam klasifikasi citra sampah dengan tingkat akurasi yang memuaskan. Akan tetapi, sebagian besar penelitian masih memanfaatkan citra yang berasal dari dataset yang telah tersedia sehingga belum menguji kemampuan model pada proses klasifikasi yang dilakukan secara langsung melalui kamera. Padahal, penggunaan kamera sebagai sumber input citra menghadirkan berbagai tantangan, seperti perubahan kondisi pencahayaan, variasi sudut pengambilan gambar, perbedaan jarak objek, serta keragaman latar belakang yang dapat memengaruhi hasil klasifikasi. Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan penelitian terkait implementasi MobileNetV2 pada sistem klasifikasi sampah organik dan non-organik berbasis kamera yang mampu beroperasi secara otomatis dan *real-time* pada kondisi penggunaan nyata.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan prototipe sistem klasifikasi citra sampah organik dan non-organik berbasis *Computer Vision* dengan memanfaatkan arsitektur MobileNetV2. Sistem yang dikembangkan menggunakan kamera sebagai media akuisisi citra, sehingga proses pengambilan gambar, pra-pemrosesan data, ekstraksi fitur, dan klasifikasi dapat dilakukan secara otomatis serta berlangsung secara *real-time*. Prototipe yang dihasilkan diharapkan mampu mendukung proses pemilahan sampah dengan lebih cepat dan efektif, sekaligus menjadi salah satu

penerapan teknologi kecerdasan buatan dalam upaya meningkatkan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan.

1.2 Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka pertanyaan dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi citra sampah organik dan non-organik berbasis *Computer Vision* menggunakan arsitektur MobileNetV2 yang mampu bekerja secara otomatis dan *real-time*?
2. Bagaimana kinerja model MobileNetV2 dalam mengklasifikasikan sampah organik dan non-organik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem klasifikasi berbasis *computer vision* yang mampu membedakan citra sampah organik dan non-organik. Dengan memanfaatkan input kamera, sistem pemisahan otomatis ini dikondisikan untuk bekerja secara langsung (*real-time*). Untuk mengukur efektivitas dan tingkat ketepatan model yang telah dibuat, evaluasi performa dilakukan secara menyeluruh menggunakan metrik pengujian seperti *accuracy*, *precision*, *recall*, serta *F1-score*.

1.4 Framework Penelitian

Tabel 1.1 Framework Penelitian

Tahap	Teknik yang digunakan	Tujuan
Identifikasi Masalah	Observasi lapangan, studi literatur	Menentukan permasalahan, batasan, dan tujuan penelitian yang akan dicapai
Pengumpulan Data	Pengambilan citra melalui kamera (400 data primer) dan dataset Kaggle (5720 data sekunder), pembagian dataset menjadi 90% data pelatihan (5.508 citra), 7% data validasi (428 citra), dan 3% data pengujian (184 citra)	Mengumpulkan dan menyiapkan data citra sampah organik dan non-organik yang representatif untuk proses pemodelan
Pra-pemrosesan Data	<i>resize, normalization, dan augmentation</i>	Melakukan standarisasi ukuran citra, normalisasi nilai piksel, serta augmentasi data untuk meningkatkan kemampuan generalisasi model dan mengurangi risiko overfitting.
Pemodelan MobileNetV2	<i>Transfer Learning</i> MobileNetV2, Fine-Tuning, Adam Optimizer, dan Softmax	Melatih model MobileNetV2 agar mampu mengenali dan mengklasifikasikan citra sampah organik dan non-organik secara akurat.
Pengujian & Evaluasi	<i>Confusion Matrix, accuracy, precision, recall, dan F1-score.</i>	Mengevaluasi kinerja model untuk memastikan tingkat ketepatan dan keandalan model.

Tahap	Teknik yang digunakan	Tujuan
Implementasi Prototipe Sistem	kamera, Python, TensorFlow, dan OpenCV	Mengimplementasikan model ke dalam sistem prototipe berbasis <i>Computer Vision</i> yang mampu melakukan klasifikasi sampah secara <i>real-time</i> .

