



BAB III

ANALISIS SISTEM YANG BERJALAN



Hak cipta dilindungi Undang-Undang
© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

A. Gambaran Umum Objek Penelitian

Objek penelitian yang dipilih penulis dalam penelitian ini adalah lingkup masyarakat dan lingkungan sekitar, khususnya dalam permasalahan pengelolaan kebersihan lingkungan akan sampah. Penelitian ini dilakukan dengan fokus pada sistem klasifikasi sampah berbasis teknologi *transfer learning* menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menerapkan dua model yang terpilih, yaitu *MobileNetV2* dan *EfficientNetB0*. Objek penelitian meliputi dataset gambar sampah yang dikategorikan ke dalam berbagai jenis, seperti plastik, besi, kaca, karton, kertas, dan sampah lain. Penelitian ini berorientasi pada pengembangan solusi teknologi yang dapat mendukung pengelolaan sampah di tingkat rumah tangga dan masyarakat luas.

B. Analisis Sistem yang Berjalan

Sistem pengelolaan dan pemilahan sampah yang saat ini berjalan di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan yang signifikan. Sebagian besar proses pemilahan sampah dilakukan secara manual di tingkat rumah tangga, tempat pembuangan sementara (TPS), maupun tempat pembuangan akhir (TPA). Proses manual ini sering kali tidak konsisten karena rendahnya kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemilahan sampah. Selain itu, waktu dan tenaga yang diperlukan untuk memilah sampah secara manual sangat besar, sehingga tidak efisien dalam menangani volume sampah yang terus meningkat. Ketergantungan pada tenaga manusia juga

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



meningkatkan risiko human error dan berdampak pada kesehatan para pekerja yang bersentuhan langsung dengan sampah, terutama sampah berbahaya.

Di sisi lain, infrastruktur pendukung untuk pemilahan sampah masih sangat terbatas. Tempat sampah yang dikategorikan berdasarkan jenis sampah belum tersedia secara merata di berbagai wilayah. Fasilitas daur ulang yang ada juga tidak cukup untuk menampung seluruh volume sampah yang telah dipilah. Rendahnya partisipasi masyarakat dalam memilah sampah menjadi faktor lain yang memperburuk kondisi ini. Masyarakat cenderung mencampur berbagai jenis sampah dalam satu wadah, sehingga mempersulit proses pemilahan di tahap selanjutnya.

Selain itu, sistem pengelolaan sampah yang berjalan sangat bergantung pada tenaga kerja manusia dan minim pemanfaatan teknologi modern. Teknologi berbasis kecerdasan buatan, seperti sistem klasifikasi otomatis, belum banyak diterapkan, sehingga efisiensi pengelolaan sampah tetap rendah. Data yang akurat mengenai jenis, volume, dan komposisi sampah juga masih kurang, sehingga menyulitkan perencanaan dan pelaksanaan solusi yang terukur dan spesifik.

Melihat berbagai permasalahan tersebut, diperlukan transformasi sistem yang signifikan melalui pemanfaatan teknologi modern. Algoritma transfer learning berbasis Convolutional Neural Network (CNN) dapat menjadi solusi utama untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam proses pemilahan sampah. Implementasi model MobileNetV2 dan EfficientNetB0 memungkinkan klasifikasi sampah dilakukan secara otomatis dengan akurasi tinggi dan konsumsi sumber daya yang minimal. Hasil klasifikasi ini juga dapat diintegrasikan dengan sistem pengelolaan sampah berbasis data, sehingga mempermudah monitoring dan pengambilan keputusan oleh pihak terkait.



Dengan integrasi teknologi berbasis kecerdasan buatan, diharapkan sistem pengelolaan sampah dapat bertransformasi menjadi lebih efisien, efektif, dan ramah lingkungan, sekaligus memberikan kontribusi nyata dalam mengurangi permasalahan sampah yang semakin kompleks.

C Metodologi Penelitian

Berikut adalah beberapa langkah penelitian yang penulis lakukan dalam karya akhir ini:

1. Teknik Pengumpulan Data

a. Data yang Dibutuhkan

Tanpa data, penelitian ini tentunya tidak dapat dilakukan. Karena itu, penelitian ini membutuhkan data berupa gambar sampah yang mencakup berbagai kategori, seperti sampah kertas, plastik, karton, besi, kaca, dan sampah lain. Dataset tersebut lalu digunakan untuk melatih dan menguji model *transfer learning* CNN, yaitu *MobileNetV2* dan *EfficientNetB0*.

b. Pengumpulan Data Citra

Pengumpulan data citra (gambar) menjadi proses penting dalam penelitian ini. Kesalahan yang dilakukan dalam proses pengumpulan data citra akan membuat proses *training* model klasifikasi sampah menjadi tidak optimal dan akurat. Selain itu, hasil dan kesimpulan pun akan menjadi tidak sesuai jika pengumpulan data tidak dilakukan dengan benar. Maka dari itu, penulis menyusun pengumpulan data citra dengan dua metode berikut ini:

(1) Pengambilan Data dari *Platform* Kaggle



Penulis mengambil data gambar sampah dari *platform* terpercaya bernama Kaggle yang sudah terkenal sebagai repositori *dataset* publik. *Dataset* yang diambil sudah diklasifikasikan berdasarkan jenis sampah yang sudah ditentukan, yaitu sampah kertas, karton, plastik, besi, kaca, dan sampah lain. *Dataset* yang dipilih penulis dari Kaggle memiliki total lebih dari 2500 gambar.

(2) Pengambilan Data Mandiri

Penulis juga mengambil data gambar (citra) secara mandiri menggunakan kamera ponsel. Gambar-gambar yang diambil secara mandiri ini akan ditambahkan ke dalam *dataset* dari *platform* Kaggle. Proses ini mencakup pengambilan foto sampah di berbagai lokasi, termasuk di rumah penulis, tempat pembuangan sampah di Kampus, dan area lainnya. Gambar-gambar yang diperoleh dikategorasikan secara manual untuk memastikan kualitas dan akurasi data.

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

2. Teknik Analisis Data

Data yang telah dikumpulkan sebelumnya tidak dapat digunakan secara langsung, melainkan harus melewati beberapa tahap analisis dan pengolahan data terlebih dahulu. Berikut adalah beberapa teknik yang digunakan untuk menganalisis data gambar dari *dataset* yang digunakan:

a. Data Cleaning

Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa *dataset* tidak mengandung data yang rusak, duplikat, atau tidak relevan. Total gambar yang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



ada pada *dataset* yang digunakan ada 2527 gambar. Setiap gambar diperiksa untuk memastikan kualitasnya, seperti kejelasan objek dan pencahayaan, sehingga model dapat mempelajari pola dengan lebih baik. Dataset juga dinormalisasi dengan mereskalakan nilai piksel ke rentang [0,1] untuk mempercepat konvergensi selama proses pelatihan model.

b. Augmentasi Data

Augmentasi data diterapkan untuk meningkatkan generalisasi model. Teknik augmentasi yang digunakan meliputi rotasi, *flipping* (secara horizontal dan vertical), dan *zooming* pada gambar. Proses augmentasi ini bertujuan untuk memperluas variasi data latih tanpa harus menambah jumlah dataset secara manual, sehingga model dapat lebih dinamis terhadap berbagai variasi data.

c. Pembagian Dataset

Dataset dibagi menjadi tiga subset, yaitu data pelatihan (training), data validasi (validation), dan data pengujian (testing) dengan proporsi pembagian 60%, 20%, dan 20%. Metode *stratified split* digunakan dalam pembagian *dataset* untuk memastikan distribusi data pada setiap kelas tetap seimbang di semua *subset*.

d. Preprocessing

Semua gambar dalam dataset diubah ukurannya menjadi resolusi 224x224 piksel agar sesuai dengan input *default* dari model *transfer learning* yang digunakan, yaitu MobileNetV2 dan EfficientNetB0. Selain itu, gambar-gambar tersebut diproses dalam *batch* menggunakan fungsi

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



ImageDataGenerator pada TensorFlow, yang memungkinkan proses pelatihan berlangsung lebih efisien.

3. Teknik Pengukuran Data

Pengukuran data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi hasil kinerja model klasifikasi sampah berbasis algoritma *transfer learning Convolutional Neural Network* (CNN), yaitu MobileNetV2 dan EfficientNetB0. Tahap ini dimulai dengan mempersiapkan *dataset* gambar sampah yang terdiri dari berbagai kategori, seperti kertas, karton, plastik, besi, dan sampah lain. Dataset tersebut dibagi menjadi dua subset utama, yaitu data latih (*training data*), data validasi (*validation data*) dan data uji (*testing data*), dengan proporsi yang sesuai untuk memastikan representasi data yang seimbang.

Model MobileNetV2 dan EfficientNetB0 dilatih menggunakan data pelatihan. Proses pelatihan ini bertujuan untuk mengoptimalkan bobot model sehingga mampu mengenali pola-pola unik pada masing-masing kategori sampah. Setelah model dilatih, data pengujian digunakan untuk mengukur kinerja model dalam melakukan klasifikasi terhadap gambar yang belum pernah dilihat sebelumnya.

Hasil dari proses klasifikasi dievaluasi menggunakan beberapa metode dan metrik berikut:

a. Confusion Matrix

Confusion Matrix digunakan untuk menganalisis performa model klasifikasi pada setiap kelas dataset. Matriks ini menyajikan jumlah prediksi yang benar (*True Positive*) dan salah (*False Positive, False Negative*) untuk setiap kelas. Hal ini akan membantu dalam mengidentifikasi kesalahan klasifikasi dan distribusi prediksi.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik IBI IKKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



Confusion Matrix juga menjadi dasar untuk menghitung metrik evaluasi lainnya.

Ⓒ Berikut adalah data-data yang dapat diperoleh dari Confusion Matrix:

1. Akurasi

Akurasi merupakan ukuran yang menunjukkan persentase prediksi yang benar dari total keseluruhan prediksi. Metode ini digunakan untuk memberikan gambaran umum mengenai sejauh mana model mampu mengklasifikasikan data dengan tepat.

Rumus perhitungan akurasi adalah:

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Jumlah Prediksi Benar}}{\text{Total Jumlah Data}}$$

2. Presisi

Presisi menghitung proporsi prediksi positif yang benar terhadap total prediksi positif. Presisi penting untuk menilai seberapa akurat model dalam memprediksi dan mengklasifikasi sampah pada masing-masing kategori. Rumus presisi adalah:

$$\text{Presisi} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

3. Recall

Recall dapat diartikan sebagai sensitivitas model. Metrik satu ini digunakan untuk mengukur kemampuan model dalam mendeteksi data yang relevan. Recall dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Recall} = \frac{\text{True Positive}}{\text{True Positive} + \text{False Negative}}$$

Recall penting untuk memastikan bahwa model tidak melewatkan prediksi sampah yang seharusnya diklasifikasi dengan benar.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Ⓒ Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



4. F1-Score

F1-score merupakan rata-rata harmonis antara presisi dan recall, yang digunakan untuk menilai keseimbangan antara kedua metrik tersebut. Metrik ini memberikan gambaran menyeluruh tentang performa model, terutama dalam kasus dengan distribusi kelas yang tidak seimbang. Rumus menghitung F1-score adalah:

$$F1 - Score = 2 \times \frac{Presisi \times Recall}{Presisi + Recall}$$

F1-score digunakan untuk menilai kinerja model secara keseluruhan, terutama ketika terdapat ketidakseimbangan data antar kelas.

Selain metrik evaluasi, pengukuran data juga melibatkan pengamatan langsung terhadap hasil prediksi model. Hal ini dilakukan untuk mengidentifikasi pola kesalahan (*misclassification*), seperti prediksi yang salah antara kategori sampah yang serupa, misalnya plastik dan karton. Pengamatan langsung ini juga dilakukan menggunakan data yang disajikan pada *confusion matrix*.

b. *Training dan Validation Loss*

Nilai loss digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesalahan yang dihasilkan model selama pelatihan (*training loss*) dan validasi (*validation loss*). Semakin rendah nilai *loss*-nya menunjukkan bahwa model semakin akurat dalam memprediksi data dengan benar. Evaluasi ini dilakukan menggunakan fungsi *loss* dari TensorFlow, yaitu `categorical_crossentropy`.

Waktu Pelatihan

Selain metrik akurasi dan loss, waktu pelatihan juga diukur untuk menilai efisiensi masing-masing model. Perbandingan waktu pelatihan antara

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.



MobileNetV2 dan EfficientNetB0 menjadi indikator tambahan untuk menilai keunggulan kedua model.

Dengan teknik pengukuran data ini, penelitian dapat mengevaluasi performa model secara menyeluruh dan memastikan bahwa hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk pengembangan lebih lanjut.

Dari hasil evaluasi, kesimpulan ditarik untuk menentukan model mana yang paling efektif dan efisien dalam mengklasifikasikan sampah. MobileNetV2 dan EfficientNetB0 dibandingkan berdasarkan akurasi, waktu pelatihan, serta kebutuhan sumber daya komputasi. Hasil ini kemudian digunakan sebagai dasar untuk merekomendasikan implementasi sistem klasifikasi otomatis dalam pengelolaan sampah di dunia nyata.

© Hak cipta milik IBI KKG (Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie)

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Institut Bisnis dan Informatika Kwik Kian Gie

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik dan tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IBIKKG.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IBIKKG.