

# Implementasi Algoritma CNN Untuk Pemilahan Jenis Sampah Berbasis *Android* Dengan Metode *CRISP-DM*

Sita Alden<sup>1</sup>, Betha Nurina Sari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universitas Singaperbangsa Karawang, Karawang, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>1910631170046@student.unsika.ac.id, <sup>2</sup>betha.nurina@staff.unsika.ac.id

---

Informasi Artikel      Diterima: 13-01-2023      Direvisi: 14-02-2023      Disetujui: 14-03-2023

---

## Abstrak

Sampah merupakan masalah di seluruh dunia, terutama di negara berkembang. Masyarakat seringkali tidak memilah sampah dengan benar, sehingga sampah yang seharusnya dapat didaur ulang justru terkontaminasi dan tidak bisa lagi digunakan. Sebuah sistem diperlukan untuk membantu masyarakat dalam memilah sampah dengan benar. Implementasi algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk memilah jenis sampah berbasis *Android* dapat membantu masyarakat dalam memilah sampah dengan benar. Aplikasi ini akan menerima masukan berupa foto sampah yang diambil oleh pengguna dan kemudian menggunakan algoritma *CNN* untuk mengklasifikasikan jenis sampah. Hasil dari klasifikasi kemudian ditampilkan kepada pengguna sehingga dapat mengetahui jenis sampah dengan akurasi yang tepat untuk dibuang ke tempat sampah sesuai jenisnya. Pada pengujian pemilahan sampah organik dan anorganik berhasil dilakukan dengan menggunakan metode *Transfer Learning CNN* dengan menerapkan arsitektur *Mobile Net*. *Dataset* sampah yang terkumpul adalah sebanyak 5.428 di *train* di *ML Kit*. *Precision* 97,95% dan *recall* sebesar 95,18%. Pada pengujian menggunakan *Android* dengan *library tensorflow Lite*, kulit pisang dapat terdeteksi menghasilkan *output* sampah organik dengan akurasi sebesar 96%. Begitupun dengan sampah kardus dapat terdeteksi menghasilkan *output* sampah anorganik dengan akurasi sebesar 99%.

**Kata Kunci:** *Convolutional Neural Network, Android, Sampah*

## Abstract

*Garbage is a global problem, especially in developing countries. People often don't sort the waste properly, causing contaminated waste that can't be recycled. An Android-based application using Convolutional Neural Network (CNN) algorithm can help people sort waste correctly. The application receives input in the form of waste photos taken by users and classifies the waste types using CNN algorithm. The results are displayed to the user with accurate information to dispose of waste into the right trash can. The testing using Transfer Learning CNN with Mobile Net architecture on 5,428 waste datasets resulted in 97.95% precision and 95.18% recall. Using tensorflow Lite library on Android, banana peel waste can be detected with 96% accuracy as organic waste and cardboard waste can be detected with 99% accuracy as inorganic waste.*

**Keywords:** *Convolutional Neural Network, Android, Garbage*

## 1. Pendahuluan

Sampah merupakan masalah di seluruh dunia, terutama di negara berkembang. Masyarakat seringkali tidak memilah sampah dengan benar, sehingga sampah yang seharusnya dapat didaur ulang justru terkontaminasi dan tidak bisa lagi digunakan. Sebuah sistem diperlukan untuk membantu masyarakat dalam memilah sampah dengan benar.

Berdasarkan data KLHK RI, rata-rata produksi sampah harian sekitar 136.000 ton per hari pada tahun 2020 di Indonesia. Ini terus

meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kurangnya infrastruktur. Kota-kota besar seperti Jakarta dan Surabaya menghasilkan sampah terbanyak, dengan Jakarta menghasilkan sekitar 9.000-10.000 ton sampah per hari. Namun, hanya sekitar 30-40% dari sampah ini yang benar-benar terkumpul dan dibawa ke TPA yang telah ditentukan, sisanya berakhir di sungai, di jalanan dan juga di lautan. Ini adalah masalah yang memprihatinkan karena dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan masalah kesehatan masyarakat (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan,



2021). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada 2018 menunjukkan indeks ketidakpedulian masyarakat pada sampah sebesar 0,72. Hal ini berarti bahwa 72% masyarakat kurang peduli dengan pengelolaan sampah (Badan Pusat Statistik, 2018). Masyarakat masih kurang memiliki kesadaran dalam membuang sampah dengan kategori organik dan anorganik, sehingga mengakibatkan sampah yang tercampur dan tidak dapat diolah kembali. Hal ini dapat mengakibatkan pembuangan sampah yang tidak terkontrol dan tidak sesuai dengan tempatnya, sehingga tidak efisien dalam pengelolaan sampah (Yusron Nur Yusuf Alkautsar et al., n.d. 2020).

Jika pengelolaan sampah tidak seimbang dan tidak ramah lingkungan, hal tersebut dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan. Terdapat risiko yang tinggi jika sampah tidak dikelola dengan baik, sehingga dapat merusak kualitas hidup manusia, agar terjadi kelestarian lingkungan hidup yang sehat di masa yang akan datang, perlu dilakukan daur ulang sampah agar terhindar dari pencemaran dan tidak merugikan kesehatan manusia (Nurchahyo & Ernawati, n.d., 2019).

Pada penelitian sebelumnya, *YOLO v3* digunakan untuk tugas deteksi sampah secara *Real-Time*, mencapai hasil yang baik dari segi akurasi dan kecepatan prediksi. *YOLO TrashNet* juga mampu mengenali tempat sampah untuk memeriksa apakah ada sampah di sekitar serta memahami area dimana sampah harus dibersihkan atau tidak. Penelitian ini menggunakan video *stream analysis*, *computer vision*, *deep learning* (de Carolis et al., 2020). Penelitian ini masih terbatas pada jumlah *dataset* Gambar dan objek yang sedikit. Penggunaan *YOLO TrashNet* masih harus menggunakan komputer yang melakukan analisis video. Pada penelitian lainnya, tiga desain *Convolutional neural network* seperti *Resnet*, *DenseNet*, atau *VGG* digunakan untuk merancang sebuah pemilah sampah otomatis dengan akurasi sebesar 94,11% (Huynh, 2020).

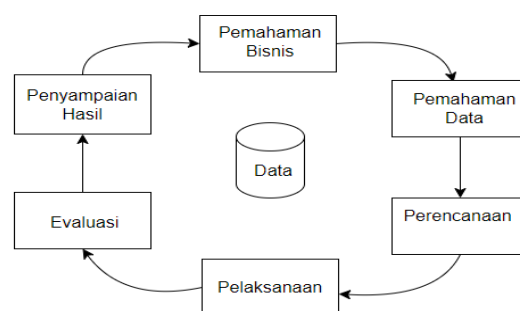
Untuk mengatasi masalah sampah bisa dengan mengaplikasikan teknologi Machine Learning, khususnya CNN (Abror, 2019). CNN adalah jenis algoritma yang sering digunakan untuk pengolahan citra data (Xin & Wang, 2019). Dengan menggunakan CNN, diharapkan dapat memilah sampah dengan lebih akurat (Sungheetha, 2021). Aplikasi ini akan menerima masukan berupa foto sampah yang diambil oleh pengguna, dan kemudian menggunakan algoritma CNN untuk mengklasifikasikan jenis sampah tersebut. Hasil dari klasifikasi tersebut kemudian akan

ditampilkan kepada pengguna dalam bentuk aplikasi *Android* yang mudah dibawa dan digunakan sehingga pengguna dapat mengetahui jenis sampah yang tepat untuk dibuang berdasarkan jenisnya.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 CRISP-DM

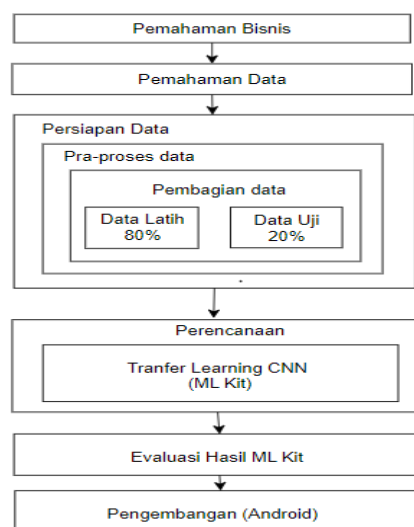
*Cross-Industry Standard Process for Data Mining* (CRISP-DM) adalah model yang digunakan untuk mengelola proses pengolahan data (*datamining*) dari awal hingga akhir. *CRISP-DM* merupakan model yang dikembangkan oleh *European Union* dan terdiri dari enam tahap utama (Schröer et al., 2021). Berikut enam tahapan utama *CRISP-DM* pada Gambar 1.



Sumber: (Schröer et al., 2021)

Gambar 1. Tahapan *CRISP-DM*

Metodologi penelitian yang akan dilakukan untuk implementasi CNN pada pemilahan jenis sampah berbasis *Android* pada Gambar 2.



Gambar 2. Metodologi Penelitian dengan konsep *CRISP-DM*

Langkah penelitian yang digunakan menggunakan metode *CRISP-DM* yang terdiri dari pemahaman bisnis, data, persiapan data yang meliputi pra-proses data, pembagian data yang terbagi menjadi data latih 80% dan data uji 20%, kemudian tahap perencanaan mengguna-

kan *Transfer Learning CNN* dengan menggunakan *Mobile Net* pada *ML Kit*, evaluasi hasil *ML Kit* serta yang terakhir adalah pengembangan *Android* dengan menggunakan bahasa pemrograman *java* dan *library tensorflow Lite*. *CRISP-DM* merupakan model yang fleksibel dan dapat diaplikasikan pada proyek *data mining* di berbagai industri. Model ini membantu untuk memastikan bahwa proyek data mining berjalan dengan efektif dan efisien (Wirth & Hipp, n.d.).

## 2.2 Sampah

Sampah adalah benda yang tidak diinginkan atau tidak terpakai lagi yang terbuat dari bahan organik atau anorganik (Mahpudin, 2022). Berasal dari rumah tangga, industri, atau lingkungan lainnya. Sifatnya merusak lingkungan jika tidak ditangani dengan benar, seperti dengan pembuangan yang tidak tepat atau penanganan yang tidak higienis. Oleh karena itu, penting untuk memilah sampah dengan benar dan membuangnya berdasarkan aturan yang berlaku agar tidak menimbulkan masalah (Hutgalung & Senjaya, 2021).

## 2.3 Jenis-jenis Sampah

Terdapat jenis-jenis sampah yang dapat dibedakan sesuai kelompoknya (Woestho et al., 2020). yakni :

- Sampah organik: terbuat dari bahan-bahan yang dapat terurai oleh organisme seperti tumbuhan atau hewan, seperti sisa makanan, daun, ranting dan kulit buah.
- Sampah anorganik: terbuat dari bahan yang tidak dapat terurai oleh organisme, seperti plastik, besi, aluminium, dan kertas.
- Sampah medis: berasal dari rumah sakit atau pusat kesehatan lainnya, seperti alat-alat medis, jarum suntik dan infus.
- Sampah radioaktif: mengandung bahan radioaktif yang berbahaya bagi manusia jika terpapar, seperti bahan-bahan yang digunakan dalam pengobatan kanker atau dalam industri.
- Sampah elektronik: komputer, ponsel, dan televisi yang sudah rusak dan tidak digunakan lagi.
- Sampah konstruksi: dihasilkan dari proses pembangunan atau renovasi, seperti batu, pasir dan besi.

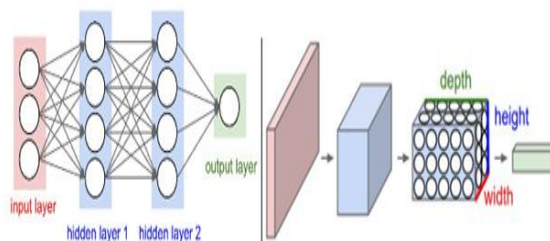
## 2.4 Pengolahan Sampah

Pengolahan sampah adalah proses pemrosesan sampah yang bertujuan untuk mengurangi volume sampah, mengefisienkan pengelolaan, dan membuat produk yang bermanfaat (Ruwandara et al., 2021) di antaranya adalah:

- Daur ulang: pemrosesan sampah dengan cara memisahkan sampah menjadi bagian-bagian yang dapat digunakan kembali seperti plastik, kertas, besi, dan lain-lain.
- Composting*: pemrosesan sampah organik dengan cara mencampurkan bahan lain seperti tanah, dan mengendapkannya selama beberapa minggu hingga terurai menjadi pupuk yang bermanfaat.
- Incineration*: pemrosesan sampah dengan cara membakarnya hingga menjadi abu.
- Landfill*: pemrosesan sampah dengan cara menimbun sampah di tempat pembuangan akhir yang telah disiapkan.
- Recycling*: pemrosesan sampah dengan cara mengolahnya kembali menjadi bahan-bahan yang dapat digunakan ulang.

## 2.5 Convolutional Neural Network

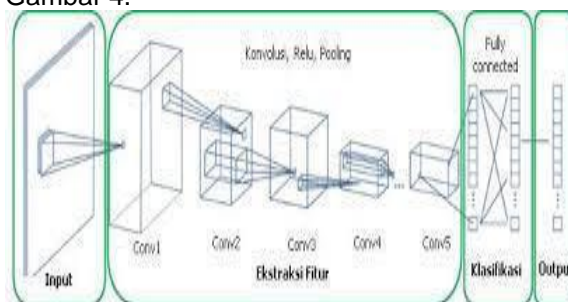
*Convolutional Neural Network* (CNN) merupakan pengembangan jaringan saraf tiruan dalam pemrosesan citra, dengan arsitektur yang terdiri dari lapisan-lapisan *convolutional*, *pooling*, dan *fully connected*. Arsitektur tersebut khas untuk CNN dan memungkinkannya untuk melakukan pemrosesan citra Gambar dengan baik (Naranjo-Torres et al., 2020). Berikut adalah dimensi *MLP* dan *CNN* yang terdapat pada Gambar 3.



Sumber: (Pramestya, 2018)

Gambar 3. Dimensi *MLP* (kiri) dan *CNN* (Kanan)

Arsitektur *CNN* yang terdiri dari *input*, ekstraksi fitur, klasifikasi dan *output* dapat dilihat pada Gambar 4.



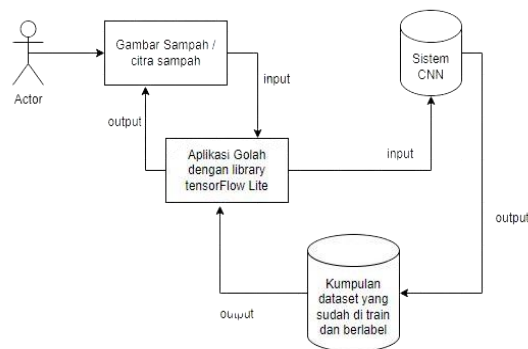
Sumber: (Pramestya, 2018)

Gambar 4. Arsitektur *CNN*

## 2.6 Android

*Android* dibangun di atas *kernel linux* dan dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi *mobile* berbasis *Java*. *Android* dilengkapi berbagai fitur seperti notifikasi *push*, kontak sosial, *GPS*, kamera, dan lain-lain yang dapat diakses oleh aplikasi yang diinstal di perangkat. *Android* juga memiliki toko aplikasi resmi yang disebut *Google Play Store* yang menyediakan beragam aplikasi yang dapat diunduh (Qiu, 2020).

Pada penelitian ini memanfaatkan perangkat *Android* untuk menjadi penghubung antara pengguna dan sistem *CNN*. Alur sistem akan yang dirancang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rancangan sistem pada *Android*

Penerapan metode *CNN* untuk mengklasifikasikan jenis sampah yang diberikan melalui citra dari input kamera *smartphone*. Pengguna dapat mengambil Gambar sampah yang ingin diklasifikasikan, kemudian aplikasi akan menggunakan sistem *CNN* untuk mengklasifikasikan jenis sampah tersebut sebagai sampah organik, anorganik, atau sampah lainnya.

## 2.7 Tensorflow Lite

*TensorFlow Lite* merupakan *framework* *Google* yang bersifat *open source* untuk memungkinkan pembuatan aplikasi *machine learning* yang bisa dijalankan pada perangkat *mobile* dan *embedded device* dengan spesifikasi rendah. *TensorFlow lite* menyediakan *library* yang dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi *mobile* untuk melakukan inferensi model *machine learning* yang telah dilatih di luar perangkat (Alsing, 2018)

*TensorFlow lite* memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan versi sebelumnya, yaitu:

- Lebih ringan: *Tensorflow lite* berukuran *file* yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk diinstal dan dijalankan pada perangkat *mobile*.
- Lebih cepat: *Tensorflow lite* menggunakan teknik-teknik optimasi seperti *quantization*

untuk meningkatkan kecepatan inferensi model.

- Lebih mudah digunakan: *Tensorflow lite* menyediakan *API* yang lebih mudah digunakan dan lebih terstruktur dibandingkan dengan versi sebelumnya.

*TensorFlow Lite* dapat digunakan untuk membuat aplikasi *machine learning* pada berbagai *platform*, seperti *Android*, *iOS*, dan *Raspberry Pi*. Aplikasi yang dibuat dengan *TensorFlow Lite* dapat melakukan berbagai macam tindakan seperti mengenali objek dalam citra dan mengklasifikasikan teks (Agarwal & Tech, n.d. 2018).

## 2.8 Mobile Net

*MobileNet* adalah sebuah arsitektur jaringan syaraf tiruan (*neural network architecture*) yang dikembangkan oleh *Google* untuk digunakan di perangkat *mobile* dan *IoT* (*Internet of Things*). *MobileNet* digunakan untuk melakukan klasifikasi, deteksi objek, dan pengenalan pola lainnya (Sinha, 2019). Arsitektur *Mobile Net* terdiri dari lapisan-lapisan *CNN* yang terhubung dengan filter konvolusi yang kecil. Arsitektur ini dirancang untuk memiliki jumlah parameter yang relatif kecil, sehingga dapat digunakan di perangkat dengan spesifikasi *hardware* yang terbatas. *MobileNet* juga dapat mengadopsi teknik *transfer learning*, yaitu teknik yang memungkinkan model yang telah dibuat untuk satu tujuan dapat diadaptasi untuk digunakan untuk tujuan lain. *MobileNet* dapat digunakan bersama dengan *library TensorFlow Lite* untuk menjalankan model *machine learning* di perangkat *mobile* dan *IoT* (Purnama, 2020).

## 2.9 ML Kit

*ML Kit* merupakan *SDK* (*Software Development Kit*) yang dikembangkan *Google* untuk memudahkan developer dalam menambahkan fitur *machine learning* ke dalam aplikasi *mobile* (*Android* dan *iOS*). Menyediakan berbagai macam alat dan model *machine learning* yang sudah ditentukan, seperti alat untuk pengenalan teks, wajah, suara, dan objek dalam Gambar, serta model untuk mengklasifikasikan Gambar, mengenali teks, dan konversi suara ke teks. *ML Kit* juga menyediakan opsi untuk menggunakan model yang di-hosting oleh *Google* atau menggunakan model yang di-hosting secara lokal pada perangkat pengguna. Ini memungkinkan *developer* untuk menggunakan fitur *machine learning* tanpa harus mengerti detail implementasi dari model tersebut, sekaligus memberikan fleksibilitas untuk menyesuaikan performa dan privasi aplikasi dengan menggunakan model lokal. Secara umum *ML Kit* sangat membantu dalam menambahkan fitur AI atau ML pada aplikasi



mobile dengan cepat dan mudah tanpa harus menulis banyak kode, sehingga developer dapat mengejar yang lebih penting yaitu pengembangan aplikasi itu sendiri (Singh, 2020)

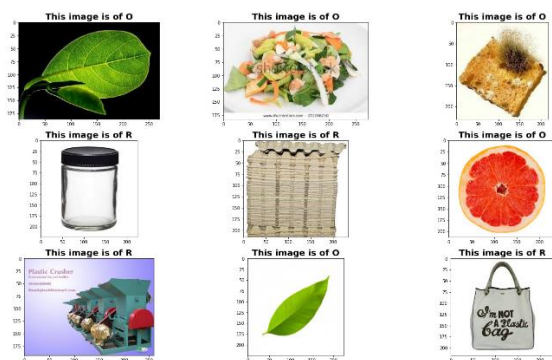
### 3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dihasilkan dari metode *Transfer Learning CNN* dengan menerapkan arsitektur *Mobile Net* serta klasifikasi *dataset* yang dilakukan pada *ML Kit*, untuk pengembangan aplikasi dari sistem *CNN* klasifikasi jenis-jenis sampah menggunakan aplikasi *Android* pemrograman bahasa *java* dengan tambahan *library Tensorflow Lite*.

#### 3.1 Dataset

Hasil penelitian dihasilkan dari metode *Transfer Learning CNN* dengan menerapkan arsitektur *Mobile Net* serta klasifikasi *dataset* yang dilakukan pada *ML Kit*, untuk pengembangan aplikasi dari sistem *CNN* klasifikasi jenis-jenis sampah menggunakan aplikasi *Android* pemrograman bahasa *java* dengan tambahan *library Tensorflow Lite*.

*Dataset* yang digunakan pada penelitian adalah sebanyak 5.428 yang didapat dari *website opensource kaggle (kaggle datasets download -d techsash/waste-classification-data)* dengan jumlah hasil bagi *test* dan *train* adalah sebanyak 601. Gambar 6 merupakan citra sampah pada *dataset*.



Gambar 6. Citra Sampah Pada *Dataset*

*Dataset train* digunakan untuk melatih model, *dataset validation* digunakan untuk mengevaluasi model saat melatih, dan *dataset test* digunakan untuk mengevaluasi model setelah melatih. Hasil pengujian *dataset* pada penelitian meliputi *dataset* yang di *train* pada *MLKit* dan menghasilkan *precision* dan *recall* serta *prediction table* (Stephen, 2019).

### 3.2 CRISP-DM

#### 3.2.1 Pemahaman bisnis

Tahap ini menganalisis permasalahan yang terjadi pada objek penelitian yakni

pemilahan jenis sampah. Setelah itu, mentransformasikan permasalahan yang dihadapi untuk diselesaikan dengan pendekatan *Deep Learning* menggunakan *CNN*

#### 3.2.2 Pemahaman data

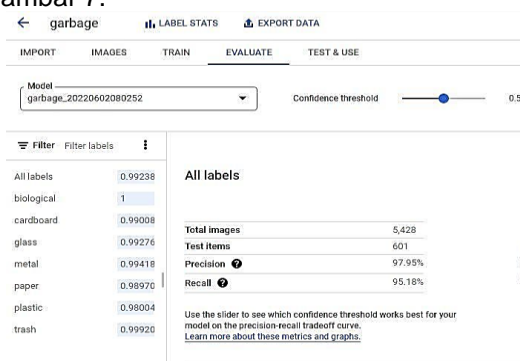
Tahap ini dilakukan pemilihan data yang valid, pembagian *dataset* dibagi 2 menjadi data latih dan data uji serta mengubah format data menjadi format *tf-record (train.record & test.record)*.

#### 3.2.3 Perencanaan

Tahap ini langkah yang dilakukan dalam proyek *datamining* menggunakan *ML Kit* yang disediakan oleh *platform Google*, yang dimana *ML Kit* dapat menganalisis data dan menentukan pembagian dalam *CNN*, diantaranya menganalisis *Precision, Recall, Intersection Over Union (IoU), Precision -Recall Curves*, dan *Mean Average Precision (mAP)*.

#### 3.2.4 Datamining

Tahap *datamining* menerapkan rencana *modeling* yang telah ditetapkan. *Data training* terdiri dari kumpulan data sampah yang sudah berlabel dengan jenis sampahnya. Model *machine learning* akan mempelajari pola-pola dari data sampah tersebut, sehingga kemudian dapat mengklasifikasikan jenis sampah baru dengan akurasi. *Dataset* yang sudah terkumpul lalu dilatih menggunakan *ML Kit*. *Dataset* yang ada adalah sebanyak 5.428 dengan *test item* 601. *Precision* 97,95% dan *recall* sebesar 95,18%. Berikut hasil *train* model data sampah pada *ML Kit* yang ditunjukkan Gambar 7.



Gambar 7. Hasil *train* model *dataset* sampah pada *ML Kit*

#### 3.2.5 Evaluasi

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil yang diperoleh dari proses *ML Kit*, serta mengevaluasi apakah tujuan proyek telah sesuai dan tercapai.

##### a. Precision dan Recall

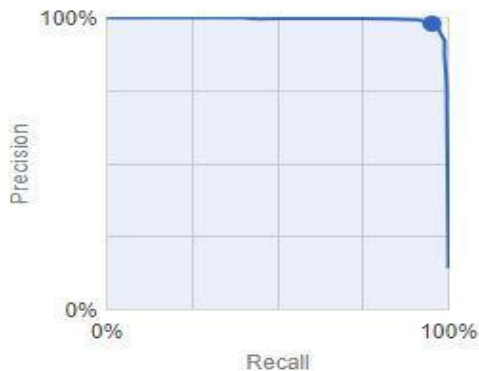
*Precision* pada *CNN (Convolutional Neural Network)* adalah sebuah matrik yang mengukur tingkat keakuratan dari model dalam mengidentifikasi suatu kelas. Rumus (3.1) dibawah ini merupakan cara menghitung *precision*.

$$\text{Precision} = \frac{\text{TruePositive}}{\text{TruePositive} + \text{FalsePositive}} \quad (1)$$

$$= \frac{\text{TruePositive}}{\text{TotalPredictedPositive}}$$

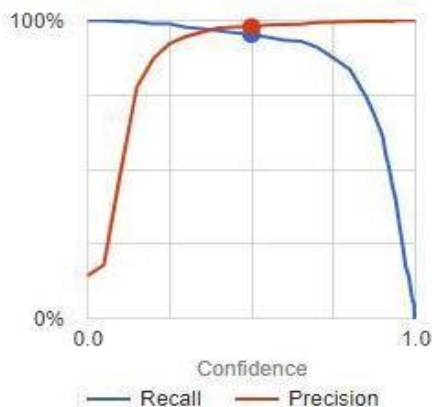
*Precision* dihitung dengan membagi jumlah *true positives* dengan jumlah *true positives* dan *false positives*. Semakin tinggi nilai *precision*, semakin baik kualitas dari model dalam mengidentifikasi suatu kelas. Akan tetapi, *precision* tidak akan memberikan gambaran yang lengkap tentang kualitas dari model, karena *Precision* tidak memperhitungkan *false negatives*. Oleh karena itu, biasanya digunakan juga metrik lain seperti *recall* atau *f1-score* untuk memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kualitas dari model (Dhika, 2020)

Pada grafik *precision* dan *recall* yang dihasilkan pada Gambar 8., pada model telah berhasil mengidentifikasi semua Gambar model sampah organik dan anorganik sebagai Gambar sampah organik dan anorganik dan tidak pernah mengidentifikasi Gambar yang tidak berisi sampah organik dan anorganik sebagai Gambar sampah tersebut.



Gambar 8. Grafik *Precision* dan *Recall*

Kurva *precision* dan *recall* pada Gambar 9 merupakan hasil dari *train* model data sampah pada *ML Kit*.



Gambar 9. Kurva *Precision* dan *Recall*

### b. Prediction table

*Prediction table* pada *CNN* juga dikenal sebagai *confusion matrix*. *Confusion matrix* merupakan tabel yang menyajikan hasil dari suatu evaluasi model dengan menggunakan metrik-metrik seperti *f1-score*, *recall* dan *precision*. *Confusion matrix* digunakan untuk mengevaluasi model yang digunakan dalam klasifikasi biner (*binary classification*), dimana model hanya memprediksi dua kelas saja.

Struktur dari *Confusion matrix* terdiri dari empat bagian, yaitu *true positif*, *false positif*, *false negatif*, dan *true negatif*. *True positif* merupakan jumlah *instance* yang merupakan kelas yang ditargetkan oleh model, dan juga benar-benar diidentifikasi oleh model sebagai kelas tersebut. *False positif* merupakan jumlah *instance* yang sebenarnya bukan kelas yang ditargetkan oleh model, tetapi diidentifikasi oleh model sebagai kelas tersebut. *False negatives* merupakan jumlah *instance* yang sebenarnya merupakan kelas yang ditargetkan oleh model, tetapi tidak diidentifikasi oleh model sebagai kelas tersebut. Dan *true negatives* merupakan jumlah *instance* yang sebenarnya bukan kelas yang ditargetkan oleh model, dan juga tidak diidentifikasi oleh model sebagai kelas tersebut. Berikut ini pada Gambar 10 hasil *confusion matrix* pada *ML Kit*.

Filter	Filter labels	Predicted Label							
		biological	metal	glass	trash	plastic	cardboard	paper	
All labels	0.99238								
biological	1								
cardboard	0.99008								
glass	0.99276								
metal	0.99418								
paper	0.98970								
plastic	0.98004								
trash	0.99920								
True Label		biological	metal	glass	trash	plastic	cardboard	paper	
biological		99%	-	-	-	-	-	1%	
metal		-	96%	-	-	1%	-	3%	
glass		-	1%	96%	-	3%	-	-	
trash		-	-	1%	97%	-	1%	-	
plastic		-	-	2%	-	96%	-	1%	
cardboard		-	2%	-	-	-	97%	1%	
paper		-	-	-	-	-	-	100%	

Gambar 10. Hasil *Confusion Matrix* pada *ML Kit*

Elemen pada diagonal utama (dari kiri atas ke kanan bawah) berwarna biru. Elemen-elemen ini mewakili jumlah prediksi yang benar dari model. Semakin besar nilai elemen pada diagonal utama, semakin baik kinerja model dalam melakukan klasifikasi.

Tabel 1. *Confusion Matrix* pada diagonal utama

Predict Label	Org/Bio	M	G	T	P	C	P
Actual Class	99	96	96	97	96	97	100
(%)							

Pada tabel 1 nilai *actual class* pada *predicted label* yang dihasilkan bernilai besar untuk sampah organik yakni 99%, metal 96%, plastic 96%, kardus 97% dan kertas biasa 100%. Gambar 11 menunjukkan elemen diagonal utama dan luar.

True Label	Predicted Label							
	biological	metal	glass	trash	plastic	cardboard	paper	
biological	99%	-	-	-	-	-	1%	
metal	-	96%	-	-	1%	-	3%	
glass	-	1%	96%	-	3%	-	-	
trash	-	-	1%	97%	-	1%	-	
plastic	-	-	2%	-	96%	-	1%	
cardboard	-	2%	-	-	-	97%	1%	
paper	-	-	-	-	-	-	100%	

Gambar 11. Elemen diagonal utama dan luar

Sedangkan, Elemen di luar diagonal utama mewakili jumlah prediksi yang salah dari model. Semakin kecil nilai elemen-elemen ini, semakin baik kinerja model dalam melakukan klasifikasi. Dalam Gambar 10 dapat dilihat elemen diagonal luar terdeteksi bernilai kecil dengan sampah organik yakni memiliki prediksi salah 1% dengan terbaca sebagai sampah kardus, metal 4% terdeteksi sebagai sampah plastik dan kertas, plastik 3% terbaca sebagai sampah kaca dan kardus, kardus 3% terbaca sebagai sampah organik dan kertas biasa dan kertas biasa memiliki prediksi salah 0%.

### 3.2.6 Pengembangan

Tahap pengembangan menyajikan hasil *datamining* berbasis *Android* yang akan digunakan oleh pihak yang berkepentingan atau pengguna, serta memberikan rekomendasi tindakan yang dapat diambil berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari proses *datamining*. Aplikasi *Android* yang dirancang menggunakan pemrograman Bahasa java dengan tambahan *library TensorFlow Lite* untuk dapat mendeteksi Gambar sampah, aplikasi ini diberi nama Golah Sampah.

Pada Gambar 12 dapat dilihat rancangan tampilan awal aplikasi ini merupakan *splash screen* dengan menunjukkan *loading* aplikasi selama 3 detik.

Pada Gambar 13 tampilan menu utama ini terdapat logo dan dan 2 buah *button* yaitu untuk cek jenis sampah dan tentang aplikasi. *Button* cek jenis sampah untuk mendeteksi Gambar yang nantinya akan disesuaikan dengan *dataset*.

Pada Gambar 14 dapat dilihat tampilan menu tentang aplikasi ini menerangkan mengenai Gambaran aplikasi Golah sampah.



Gambar 12. Tampilan Awal

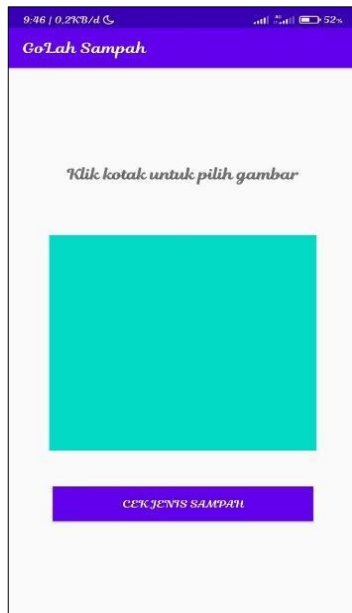


Gambar 13. Menu Utama



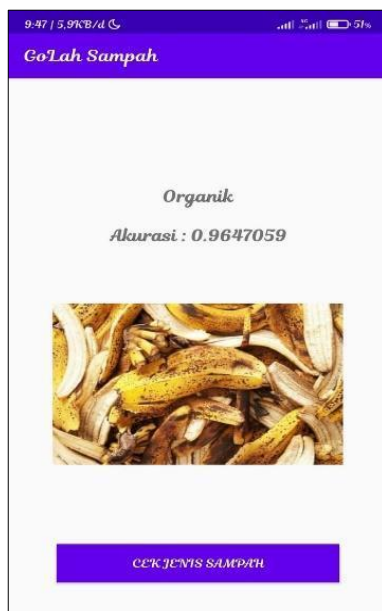
Gambar 14. Menu Tentang Aplikasi

Pada Gambar 15 dapat dilihat menu cek jenis sampah, terdapat keterangan untuk pengguna, kotak untuk menginput Gambar citra sampah yang telah di foto sebelumnya dari galeri *handphone* serta 1 tombol *button* untuk mengecek jenis sampah.



Gambar 15. Menu Cek Jenis Sampah

Pada Gambar 16 dapat dilihat menu cek jenis sampah, terdapat keterangan untuk pengguna, kotak untuk menginput Gambar citra sampah yang telah di foto sebelumnya dari galeri *handphone* serta 1 tombol *button* untuk mengecek jenis sampah. Serta menampilkan nama sampah dan juga akurasi Gambar yang sesuai dengan *dataset*.



Gambar 16. Pengujian Sampah Organik

Pada Gambar 17 dapat dilihat menu cek jenis sampah, terdapat keterangan untuk pengguna, kotak untuk menginput Gambar citra sampah yang telah di foto sebelumnya dari galeri hp serta 1 tombol *button* untuk mengecek jenis sampah. Serta menampilkan nama sampah dan juga akurasi Gambar yang sesuai dengan *dataset*.



Gambar 17. Pengujian Sampah Non Organik

Dengan adanya aplikasi pemilahan jenis sampah berbasis *Android*, pemilahan sampah dapat dilakukan dengan lebih cepat dan tepat. Hal ini karena algoritma *CNN* dapat mengklasifikasikan jenis sampah dengan akurasi yang tinggi, sehingga masyarakat dapat memilah sampah dengan benar dan tidak perlu mengeluarkan waktu yang banyak untuk melakukan pemilahan. Manfaat dari penerapan algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk memilah jenis sampah adalah efisiensi dalam pemilahan sampah dan peningkatan keberlanjutan lingkungan.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian implementasi algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* dalam pemilahan jenis sampah berbasis *Android* adalah pengujian pemilahan sampah organik dan anorganik berhasil dilakukan. Penelitian ini berhasil menggunakan metode *Transfer Learning CNN* dengan menerapkan arsitektur *Mobile Net*. Pada pengujian dengan objek citra kulit pisang dapat terdeteksi menghasilkan *output* sampah organik dengan akurasi sebesar 96%. Begitupun dengan pengujian citra sampah kardus dapat terdeteksi menghasilkan *output* sampah anorganik dengan akurasi sebesar 99%.

Implementasi algoritma *Convolutional Neural Network (CNN)* untuk pemilahan jenis



sampah berbasis *Android* dapat memberikan beberapa manfaat, seperti peningkatan efisiensi pemilahan sampah, peningkatan keberlanjutan lingkungan, dan pemanfaatan teknologi. Aplikasi android Golah sampah yang sudah dirancang ini dapat terus dikembangkan, misalnya dengan penambahan fitur.

## Referensi

- Abror, Z. F. (2019). Klasifikasi Citra Kebakaran Dan Non Kebakaran Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Rekayasa*, 24(2), 102–113.  
<https://doi.org/10.35760/tr.2019.v24i2.2389>
- Agarwal, K. (2018). *Object Detection in Refrigerators using Tensorflow* (Doctoral dissertation, University of Victoria).  
<http://hdl.handle.net/1828/10464>
- Alsing, O. (2018). *Mobile object detection using tensorflow lite and transfer learning*.  
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1242627/FULLTEXT01.pdf>
- Badan Pusat Statistik. (2018). Laporan Indeks Perilaku Ketidakpedulian Lingkungan Hidup Indonesia 2018.  
<https://www.bps.go.id/Publication/2018/09/21/C0a44f3a31ad3e85233550a0/Laporan-Indeks-Perilaku-Ketidakpedulian-Lingkungan-Hidup-Indonesia-2018.html>
- de Carolis, B., Ladogana, F., & MacChiarulo, N. (2020). YOLO TrashNet: Garbage Detection in Video Streams. *IEEE Conference on Evolving and Adaptive Intelligent Systems*, 2020-May.  
<https://doi.org/10.1109/EAIS48028.2020.9122693>
- Dhika, H., K. N. R., I. P., & A. W. (2020). Model Prediksi Jenis Hewan dengan Metode Convolution Neural Network. *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, 9(1), 31–40.  
<http://dx.doi.org/10.22441/format.2020.v9.i1.004>
- Hutgalung, R. S., & Senjaya, O. (2021). Pengelolaan dan Dinamika Sampah di Desa Ulekan Kabupaten Karawang Di Tinjau Dari Peraturan Daerah Kabupaten Karawang Nomor 9 Tahun 2017 Tentang Pengelolaan Sampah. *Wajah Hukum*, 5(2), 442.  
<https://doi.org/10.33087/wjh.v5i2.433>
- Huynh, M. H., P.-H. P. T., T. A. K., & N. T. D. (2020). Automated Waste Sorting Using Convolutional Neural Network. *2020 7th NAFOSTED Conference on Information and Computer Science (NICS) IEEE*, 102–107.  
<https://doi.org/10.1109/NICS51282.2020.9335897>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2021). Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional: Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah. *Desember 23*.  
[https://www.menlhk.go.id/site/single\\_post/4585/refleksi-klhk-2021-capaian-pengelolaan-sampah-limbah-dan-b3](https://www.menlhk.go.id/site/single_post/4585/refleksi-klhk-2021-capaian-pengelolaan-sampah-limbah-dan-b3)
- Mahpudin, E., B. R. L., & P. Z. A. N. (2022). Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kabupaten Karawang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 87–93.  
<https://jptam.org/index.php/jptam/article/download/3392/2887/6539>
- Naranjo-Torres, J., Mora, M., Hernández-García, R., Barrientos, R. J., Fredes, C., & Valenzuela, A. (2020). A review of convolutional neural network applied to fruit image processing. In *Applied Sciences (Switzerland)* (Vol. 10, Issue 10). MDPI AG.  
<https://doi.org/10.3390/app10103443>
- Nurchahyo, E., & Ernawati, D. (n.d.). Peningkatan Kesadaran Masyarakat Dalam Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Di Desa Mabalugo, Kabupaten Buton. In *Jurnal Pengabdian Masyarakat*.  
<https://www.kajianpustaka.com/2017/03/pengertian-bentuk-dan-tahapan-kebijakan-publik.html>
- Pramesya, R. H. (2018). Deteksi dan Klasifikasi Kerusakan Jalan Aspal Menggunakan Metode YOLO berbasis Citra Digital. *Master's Thesis*.  
[https://repository.its.ac.id/59044/1/06111650010019-Master\\_Thesis.pdf](https://repository.its.ac.id/59044/1/06111650010019-Master_Thesis.pdf)
- Purnama, I. N. (2020). Herbal Plant Detection Based on Leaves Image Using Convolutional Neural Network With Mobile Net Architecture. *JITK (Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Komputer)*, 6(1), 27–32.  
<https://doi.org/10.33480/jitk.v6i1.1400>
- Qiu, J., Z. J., L. W., P. L., N. S., & X. Y. (2020). A survey of android malware detection with deep neural models. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 53(6), 1–36.  
<https://doi.org/10.1145/3417978>
- Ruwandara, D., Jajuli, M., & Rizal, A. (2021). Analisis Algoritma K-Means Clustering Untuk Daerah Penyebaran Sampah di Kota Bekasi. *JOINS (Journal of Information System)*, 6(1), 56–63.  
<https://doi.org/10.33633/joins.v6i1.4085>
- Schröer, C., Kruse, F., & Gómez, J. M. (2021). A systematic literature review on applying CRISP-DM process model. *Procedia Computer Science*, 181, 526–534.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.01.199>

- Singh, A. , & B. R. (2020). Mobile Deep Learning with TensorFlow Lite, ML Kit and Flutter: Build scalable real-world projects to implement end-to-end neural networks on Android and iOS. . *Packt Publishing Ltd.*  
<https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3417978>
- Sinha, D. , & E.-S. M. (2019). Thin mobilenet: An enhanced mobilenet architecture. *2019 IEEE 10th Annual Ubiquitous Computing, Electronics & Mobile Communication Conference (UEMCON)*, 0280–0285.  
<https://doi.org/10.1109/UEMCON47517.2019.8993089>
- Stephen, S. , R. R. , & S. H. (2019). CNN Clasification Apps. *Jurnal Sistem Informasi Dan Telematika (Telekomunikasi, Multimedia Dan Informatika)*, 10(2).  
<http://dx.doi.org/10.36448/jsit.v10i2.1319>
- Sungheetha, A. (2021). 3D Image Processing using Machine Learning based Input Processing for Man-Machine Interaction. *Journal of Innovative Image Processing*, 3(1), 1–6.  
<https://doi.org/10.36548/jiip.2021.1.001>
- Wirth, R., & Hipp, J. (n.d.). *CRISP-DM: Towards a Standard Process Model for Data Mining*.  
<http://www.cs.unibo.it/~danilo.montesi/CB D/Beatriz/10.1.1.198.5133.pdf>
- Woestho, C., Thamrin, D., Saut, E., Hutahaeen, H., Raya, J., Raya Perjuangan, J., Mulya, M., Utara, B., & Barat, J. (2020). *Sosialisasi Pengelolaan Sampah Melalui Paradigma 3R di Lingkungan Masyarakat Sekitar DAS Ciliwung Kelurahan Tanjungmekar, Karawang Barat* (Vol. 3, Issue 2).  
<http://ejournal.ubharajaya.ac.id/index.php/Ja bdimas>
- Xin, M., & Wang, Y. (2019). Research on image classification model based on deep convolution neural network. *Eurasip Journal on Image and Video Processing*, 2019(1).  
<https://doi.org/10.1186/s13640-019-0417-8>
- Yusron Nur Yusuf Alkautsar, Y., Sindang Sari, J., Antapani, K., Antapani Wetan, K., & Ningtyas Arbaatun, C. (n.d.). *Matrash: The Use Of Machine Learning In The Waste Bank Based lot Integrated With Smart Trash Bin*.  
<https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/13943>