

# Klasifikasi Jenis Sampah Menggunakan Metode *Transfer Learning* Pada *Convolutional Neural Network* (CNN)

<sup>1</sup>Wahyu Vidiadivani, <sup>2</sup>I Ketut Gede Suhartana

<sup>a</sup>Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana  
Badung, Bali, Indonesia  
<sup>1</sup>vany0141@gmail.com  
<sup>2</sup>ikg.suhartana@unud.ac.id

## Abstract

Sampah merupakan buangan atau sisa hasil produksi. Berdasarkan sumbernya, sampah dapat berasal dari beberapa sumber atau tempat, yaitu sampah yang berasal dari masyarakat atau pemukiman yang biasanya sampahnya bersifat basah dan berjenis organik, sedangkan sampah dari tempat umum atau perdagangan sampahnya bersifat kering dan berjenis anorganik. Jumlah sampah yang sangat besar dan beragamnya jenis sampah yang tersebar di masyarakat, perlu adanya klasifikasi yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis sampah ke beberapa kategori sehingga mudah untuk didaur ulang kembali. Klasifikasi jenis sampah pada penelitian ini dibagi menjadi 12 jenis, yaitu *trash*, *clothes*, *green-glass*, *meal*, *paper*, *battery*, *biological*, *shoes brown-glass*, *cardboard plastic*, dan *white-glass* menggunakan metode *Transfer Learning* pada *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan salah satu algoritma *deep learning* yang populer digunakan untuk klasifikasi citra dan dinilai memiliki performa yang bagus. Pada penelitian ini, arsitektur yang digunakan adalah *EfficientNetB0*. Dataset yang digunakan dengan total data sebanyak 12412 data, data yang tervalidasi sebanyak 1552 data, dan data yang digunakan pada proses testing sebanyak 1552 data yang terbagi ke 12 kelas. Hasil dari penelitian ini menggunakan model *EfficientNetB0* menggunakan Metode *Transfer Learning* dengan tingkat akurasi sebesar 88,53 % dengan loss sebesar 41,41%

**Keywords:** *Waste, Computer Vision, CNN, Transfer Learning, EfficientNetB0*

## 1. Introduction

Sampah merupakan permasalahan setiap negara dari tahun ke tahun yang diyakini bahwa kehidupan manusia sehari-hari tidak akan pernah terlepas dari sampah dan aktivitas-aktivitas manusia menghasilkan sampah. Terdapat berbagai jenis sampah yang tersebar di masyarakat sehingga memakan waktu dan tenaga yang sangat besar untuk mengolah sampah-sampah tersebut. Pada penelitian ini mengkhususkan jenis-jenis sampah ke dalam 12 kelas, yaitu *trash*, *clothes*, *green-glass*, *meal*, *paper*, *battery*, *biological*, *shoes brown-glass*, *cardboard plastic*, dan *white-glass*.

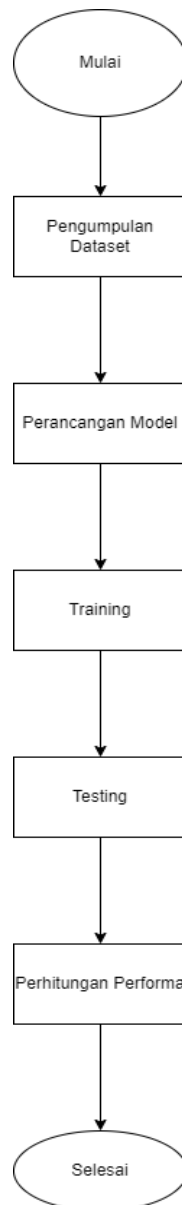
CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan salah satu algoritma *Deep Learning* yang umum digunakan untuk klasifikasi citra dimana terdapat beberapa arsitektur yang digunakan pada penelitian ini, yaitu *EfficientNetB0* yang merupakan salah satu pre-trained model CNN (*Convolutional Neural Network*) untuk metode *Transfer Learning* pada permasalahan klasifikasi citra dimana arsitektur ini memiliki fokus pada keefesienan waktu. Menurut Tan & Le (2019), arsitektus *EfficientNetB0* sudah menunjukkan akurasi tinggi dengan jumlah parameter rendah dan cepat dibandingkan model pre-trained lainnya. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Kusumaningrum T. F. (2018) yaitu implementasi CNN (*Convolutional Neural Network*) dalam klasifikasi jamur menggunakan metode Keras menunjukkan akurasi sebesar 81,667 %. Lalu, pada penelitian yang dilakukan oleh Naufal M. F. dan Kusuma S. F. (2021) melakukan pendeteksian citra masker wajah menggunakan CNN (*Convolutional Neural Network*) menghasilkan akurasi sebesar 98% menggunakan arsitektur *Xception*. Dari beberapa penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan salah satu algoritma terbaik yang populer digunakan untuk klasifikasi data citra dan perlu adanya

penelitian lebih lanjut untuk dapat membuktikan kesesuaian dalam pemilihan arsitektur CNN (Convolutional Neural Network).

Tujuan utama dari penelitian ini adalah mengklasifikasikan 12 jenis yaitu *battery*, *biological*, *brown-glass*, *cardboard*, *clothes*, *green-glass*, *meal*, *paper*, *plastic*, *shoes*, *trash*, dan *white-glass*, yang tersebar di masyarakat menggunakan dataset yang diperoleh dari situs kaggle yang terdiri dari 12412 data. Penggunaan CNN (Convolutional Neural Network) dengan Metode *Transfer Learning* yang diharapkan menghasilkan nilai akurasi yang lebih baik. Penelitian ini juga dilakukan untuk menganalisis kinerja masing-masing arsitektur dan memberikan informasi yang bermanfaat bagi peneliti memilih arsitektur yang tepat.

## 2. Research Methods

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah CNN CNN (Convolutional Neural Network) dengan metode Transfer Learning menggunakan arsitektur EffecientNetB0 untuk klasifikasi jenis sampah yang dibagi menjadi 12 kelas, yaitu *trash*, *clothes*, *green-glass*, *meal*, *paper*, *battery*, *biological*, *shoes*, *brown-glass*, *cardboard*, *plastic*, dan *white-glass* yang diperoleh dari situs website kaggle yang menyediakan dataset untuk penelitian. Langkah-langkah yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Figure 1.** Tahapan Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah dataset yang diperoleh dari situs website kaggle yang terdiri dari 12 jenis sampah, yaitu *battery* (945), *biological* (985), *brown-glass* (607), *cardboard* (891), *clothes* (5325), *green-glass* (629), *metal* (769), *paper* (1050), *plastic* (865), *shoes* (1977), *trash* (697), dan *white-glass* (775).

**Table 1.** Data Jenis-Jenis Sampah

Jenis Sampah	Jumlah
Metal	769
White-Glass	775
Biological	985
Paper	1050
Brown-glass	607
Battery	945
Trash	697
Cardboard	891
Shoes	1977
Clothes	5325
Plastic	865
Green-glass	629

Selanjutnya dilakukan tahapan perancangan model dengan metode Transfer Learning (Pre-Trained Model) menggunakan arsitektur EfficientNetB0 yang harapannya dengan menggunakan arsitektur tersebut dapat menghasilkan hasil yang sesuai dengan menggunakan parameter yang tepat.

```
base_model = EfficientNetB0(weights='imagenet', include_top=False,
input_shape=(im_shape[0], im_shape[1], 3))

x = base_model.output
x = Flatten()(x)
x = Dense(100, activation='relu')(x)
predictions = Dense(num_classes, activation='softmax',
kernel_initializer='random_uniform')(x)

model = Model(inputs=base_model.input, outputs=predictions)

# Freezing pretrained layers
for layer in base_model.layers:
    layer.trainable=False
# model.summary()

optimizer = Adam()
model.compile(optimizer=optimizer, loss='categorical_crossentropy', m
etrics=['accuracy'])
```

Saatnya melakukan proses Training menggunakan subset dataset yang digunakan untuk melatih model yang sudah dirancang sebelumnya dan proses Testing untuk melakukan pengecekan akurasi model yang telah dirancang.

```
score = model.evaluate(val_generator)
print('Val loss:', score[0])
print('Val accuracy:', score[1])

score = model.evaluate(test_generator)
print('Test loss:', score[0])
print('Test accuracy:', score[1])
```

### 3. Result and Discussion

#### 3.1. Pengumpulan Data

Dataset yang diambil dalam format .jpg di situs Kaggle dengan total gambar yang terkumpul sebanyak 12412 gambar yang kemudian dibagi menjadi 12 kelas, yaitu *battery (945)*, *biological (985)*, *brown-glass (607)*, *cardboard (891)*, *clothes (5325)*, *green-glass (629)*, *metal (769)*, *paper (1050)*, *plastic (865)*, *shoes (1977)*, *trash (697)*, dan *white-glass (775)*. Pada data train terdapat 7557 gambar dengan 12 kelas berbeda. Sedangkan, pada data test ditemukan 1940 gambar dengan 12 kelas berbeda.

#### 3.2. Pelatihan Data

Data training yang digunakan adalah 12 % dari total data gambar keseluruhan yang terbagi di 12 kelas. Berikut hasil training data adalah sebagai berikut:

```
Epoch 1/5
121/121 [=====] - 319s 3s/step - loss: 0.0179 - accuracy:
0.9951 - val_loss: 0.5203 - val_accuracy: 0.9309

Epoch 00001: val_loss improved from inf to 0.52026, saving model to model_Efficien
tnetB0.h5
Epoch 2/5
121/121 [=====] - 316s 3s/step - loss: 0.0273 - accuracy:
0.9935 - val_loss: 0.5270 - val_accuracy: 0.9314

Epoch 00002: val_loss did not improve from 0.52026
Epoch 3/5
121/121 [=====] - 316s 3s/step - loss: 0.0122 - accuracy:
0.9965 - val_loss: 0.6267 - val_accuracy: 0.9264

Epoch 00003: val_loss did not improve from 0.52026
Epoch 4/5
121/121 [=====] - 319s 3s/step - loss: 0.0203 - accuracy:
0.9953 - val_loss: 0.5152 - val_accuracy: 0.9392

Epoch 00004: val_loss improved from 0.52026 to 0.51520, saving model to model_Effi
cientnetB0.h5
Epoch 5/5
121/121 [=====] - 323s 3s/step - loss: 0.0184 - accuracy:
0.9960 - val_loss: 0.5603 - val_accuracy: 0.9297

Epoch 00005: val_loss did not improve from 0.51520
```

Figure 2. Hasil Training

Hasil training dari data di atas adalah 0,01 % loss dan 99,6 % akurasi kemudian dengan validation loss sebesar 5 % dan validation accuracy sebesar 92,97 %.

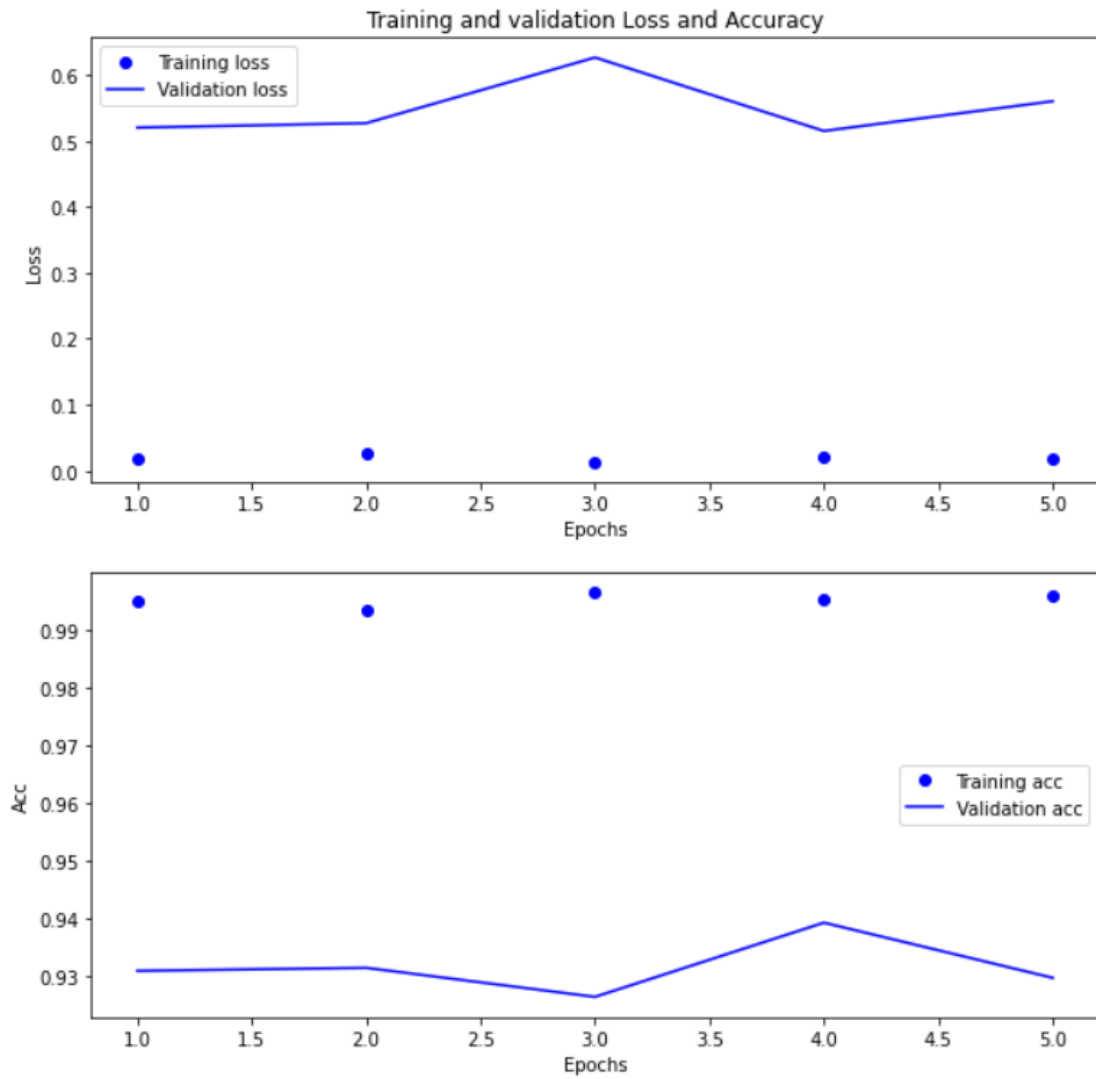


Figure 3. Grafik Training dan Validation Accuracy

Grafik berikut menggambarkan Training dan Validation Accuracy dan Training dan Validation Loss yang dapat disimpulkan bahwa akurasi yang dihasilkan sangat baik, namun loss yang dihasilkan juga terbilang cukup besar. Hal tersebut dikarenakan kurangnya sampel data gambar yang digunakan.

### 3.3. Hasil Klasifikasi

**Table 3.** Classification Report

Jenis Sampah	Precision	Recall	F1-Score	Support
White-Glass	0.69	0.83	0.75	98
Metal	0.88	0.76	0.81	123
Biological	0.92	0.96	0.94	118
Paper	0.89	0.92	0.90	123
Brown-glass	0.96	0.79	0.93	62
Battery	0.92	0.98	0.95	99
Trash	0.99	0.83	0.75	100
Cardboard	0.96	0.91	0.93	120
Shoes	0.95	0.99	0.97	257
Clothes	0.99	0.99	0.99	629
Plastic	0.82	0.78	0.80	123
Green-glass	0.88	0.95	0.92	88
Accuracy			0.93	1940
Macro avg	0.90	0.89	0.90	1940
Weighted avg	0.93	0.93	0.93	1950

### 4. Conclusion

Penelitian ini memberikan solusi tentang pengidentifikasian dan klasifikasi jenis-jenis sampah yang ada di masyarakat yang menggunakan algoritma CNN (Convolutional Neural Network) dengan metode Transfer Learning dan model arsitektur CNN, yaitu EffecientB0. Hasil dari penelitian ini menggunakan model EfficientNetB0 menggunakan Metode Transfer Learning dengan tingkat akurasi sebesar 88,53 % dengan loss sebesar 5% dimana loss yang dihasilkan masih cukup dibilang besar. Hal ini dikarenakan kurangnya sampel data gambar, yaitu hanya menggunakan 12% dari total gambar keseluruhan. Solusi yang dapat diberikan adalah menambahkan sampel data gambar pada validation, menambahkan beberapa epoches, dan pemodifikasian model CNN.

## References

- Azahro Choirunisa, N., Karlita, T., & Asmara, R. (2021). Deteksi Ras Kucing Menggunakan Compound Model Scaling Convolutional Neural Network. *Technomedia Journal*, 6(2), 236–251. <https://doi.org/10.33050/tmj.v6i2.1704>
- Alamgunawan, S., & Kristian, Y. (2021). Klasifikasi Tekstur Serat Kayu pada Citra Mikroskopik Veneer Memanfaatkan Deep Convolutional Neural Network. *Journal of Intelligent System and Computation*, 2(1), 06–11. <https://doi.org/10.52985/insyst.v2i1.152>
- Ibnul Rasidi, A., Pasaribu, Y. A. H., Ziqri, A., & Adhinata, F. D. (2022). Klasifikasi Sampah Organik dan Non-Organik Menggunakan Convolutional Neural Network. *Jurnal Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, 8(1), 142–149. <https://doi.org/10.28932/jutisi.v8i1.4314>
- Leonardo, L., Yohannes, Y., & Hartati, E. (2020). Klasifikasi Sampah Daur Ulang Menggunakan Support Vector Machine Dengan Fitur Local Binary Pattern. *Jurnal Algoritme*, 1(1), 78–90. <https://doi.org/10.35957/algoritme.v1i1.440>
- Rais, I. L., & Jondri, J. (2020). Klasifikasi Data Kuesioner dengan Metode Recurrent Neural Network. *EProceedings of Engineering*, 7(1), 2817–2826.
- Rima Dias Ramadhani, Nur Aziz Thohari, A., Kartiko, C., Junaidi, A., Ginanjar Laksana, T., & Alim Setya Nugraha, N. (2021). Optimasi Akurasi Metode Convolutional Neural Network untuk Identifikasi Jenis Sampah. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(2), 312–318. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i2.2754>
- Solihin, A., Mulyana, D. I., & Yel, M. B. (2022). Klasifikasi Jenis Alat Musik Tradisional Papua menggunakan Metode Transfer Learning dan Data Augmentasi. *Jurnal SISKOM-KB (Sistem Komputer Dan Kecerdasan Buatan)*, 5(2), 36–44. <https://doi.org/10.47970/siskom-kb.v5i2.279>
- Wonohadidjojo, D. M. (2021). Perbandingan Convolutional Neural Network pada Transfer Learning Method untuk Mengklasifikasikan Sel Darah Putih. *Ultimatics : Jurnal Teknik Informatika*, 13(1), 51–57. <https://doi.org/10.31937/ti.v13i1.2040>
- Zayd, M. H., Oktavian, M. W., Meranggi, D. G. T., Figo, J. A., & Yudistira, N. (2022). Improvement of garbage classification using pretrained Convolutional Neural Network. *Teknologi*, 12(1), 1–8. <https://doi.org/10.26594/teknologi.v12i1.2403>

*This page is intentionally left blank.*