

KLASIFIKASI JENIS BUAH DENGAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) MENGGUNAKAN ARSITEKTUR XCEPTION

Nathanael Victorious

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Tarumanagara,
Jln. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, 11440, Indonesia
E-mail: nathanael.535180040@stu.untar.ac.id

ABSTRAK

Deep learning merupakan subbidang dari *machine learning* yang berfokus dalam melatih *artificial neural networks* untuk belajar dan mengambil keputusan secara cerdas. Pendekatan ini terinspirasi dari struktur neuron dan fungsi otak manusia. Salah satu jenis *artificial neural networks* yang terkenal adalah *Convolutional Neural Network* (CNN), CNN dikenal dengan keunggulannya dalam menganalisis data citra seperti pengenalan gambar, deteksi obyek, dan klasifikasi gambar. Adapun pada penelitian ini, arsitektur *Xception* digunakan untuk mengklasifikasi citra berbagai ragam buah. *Xception* merupakan salah satu jenis arsitektur CNN dan merupakan perluasan dari arsitektur *Inception*, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas CNN. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa CNN menggunakan arsitektur *Xception* dalam mengklasifikasi citra berbagai jenis buah, antara lain buah belimbing, buah durian, buah manggis, buah rambutan dan buah salak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN menggunakan arsitektur *Xception* dapat memprediksi gambar input dengan baik. Menggunakan metode evaluasi *confusion matrix*, model mendapatkan nilai presisi sebesar 0.98 dan nilai akurasi sebesar 0.98, sehingga model dapat dengan akurat mengklasifikasi input gambar ke kelas jenis buah yang sudah ditentukan.

Kata kunci: Deep Learning, Klasifikasi Citra, *Convolutional Neural Network*, Arsitektur *Xception*, *Confusion Matrix*

ABSTRACT

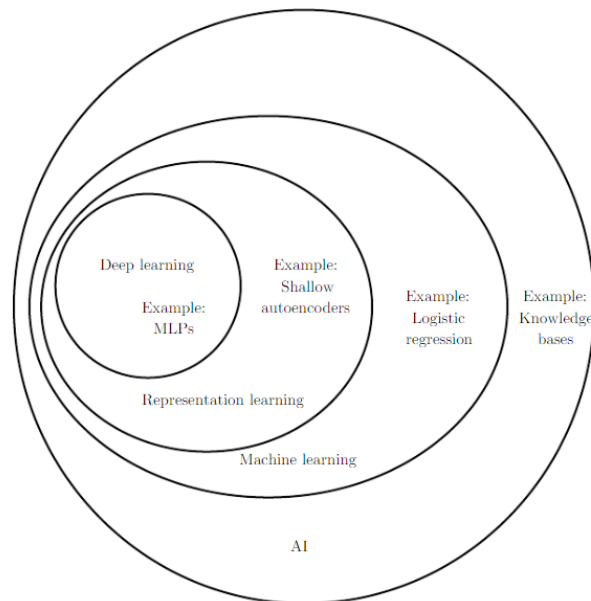
Deep learning is a subfield of *machine learning* that focuses on training *artificial neural networks* to learn and make intelligent decisions without being explicitly programmed. It is inspired by the structure and the functioning of the human brain. One of the most popular types of *artificial neural networks* is *Convolutional Neural Network* (CNN), CNN is known for its excellence in analyzing visual data such as image recognition, object detection, and image classification. In this research, CNN architecture exception is being used for classifying image of fruit variance. Exception is a type of CNN architecture, and it is an extension of the Inception architecture, which itself was designed to improve the efficiency and effectiveness of CNN. This research aims to know the performance of CNN using exception architecture in classify image of different types of fruits, such as Starfruit, Durian, Mangosteen, Rambutan, and Snake fruit. The result of this research shows that CNN models using exception architecture can predict image input very well. Using confusion matrix as an evaluation method, the model got 0.98 precision and 0.98 accuracy, therefore the model can accurately classify the image input to the fruit type classes that have been assigned.

Keywords: Deep Learning, Image Classification, *Convolutional Neural Network*, exception Architecture, *Confusion Matrix*

1. PENDAHULUAN

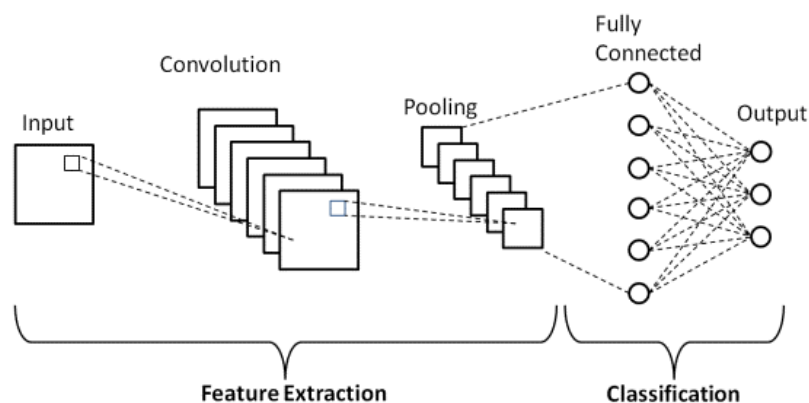
Deep learning adalah jenis *machine learning* khusus yang mencapai kekuatan dan fleksibilitas yang besar dengan mewakili dunia sebagai hierarki konsep yang bersarang, di mana setiap konsep didefinisikan dalam hubungannya dengan konsep yang lebih sederhana, dan representasi yang lebih abstrak dihitung dalam istilah yang kurang abstrak [1]. Singkatnya *deep learning* merupakan subbidang dari *machine learning* yang berfokus dalam melatih *artificial neural networks* untuk

belajar dan mengambil keputusan secara cerdas. Pendekatan ini terinspirasi dari struktur neuron dan fungsi otak manusia. Pada Gambar 1 dapat dilihat relasi antar studi *artificial intelligence*.



Gambar 1 Diagram Venn Bidang Artificial Intelligence

Salah satu pengaplikasian *deep learning* adalah bidang *computer vision*. Melalui proses dari *computer vision*, komputer atau mesin dapat memahami citra atau media visual lainnya di tingkat yang tinggi. Jenis *neural network* yang paling terkenal dalam memproses data citra adalah *Convolutional Neural Network* (CNN). CNN adalah tipe *artificial neural networks* yang dikenal dengan keunggulannya dalam menganalisis data citra seperti pengenalan gambar, deteksi obyek, dan klasifikasi gambar. Ada 3 jenis lapisan yang membangun CNN, antara lain *convolutional layers*, *pooling layers*, dan *fully connected layer*. *Convolutional layers* merupakan komponen kunci dalam CNN, lapisan ini melakukan konvolusi pada data input menggunakan filter atau kernel yang dapat dipelajari. Operasi ini memungkinkan jaringan untuk mendeteksi berbagai fitur visual, seperti *edges*, *corners*, dan tekstur pada gambar input. Lapisan-lapisan pada CNN dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah.



Gambar 2 Lapisan-lapisan pada CNN

Menurut penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, CNN terbukti efektif dalam mengklasifikasikan gambar. Adapun pada penelitian yang dilakukan oleh Wulandari *et al.*,

mengklasifikasikan gambar bumbu dan rempah-rempah dengan CNN mendapatkan nilai akurasi model sebesar 88,9% [2]. Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh Elvin *et al.*, yang menggunakan model CNN untuk mengklasifikasikan gambar jenis ikan dengan nilai akurasi model sebesar 99,1% [3]. Kemudian pengklasifikasian citra ras anjing yang dilakukan oleh Leovincet *et al.*, menggunakan model CNN dengan arsitektur ResNet-50 mendapatkan nilai akurasi model sebesar 99,35% [4].

Arsitektur *Xception* adalah salah satu jenis CNN yang pertama kali diperkenalkan oleh François Chollet di tahun 2016. *Xception* sendiri merupakan perluasan dari arsitektur *Inception*, yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas dari CNN. Penggunaan *Xception* pada penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, terbukti dapat mengklasifikasikan gambar dengan tingkat akurasi yang baik. Adapun pada penelitian tersebut, model CNN dengan arsitektur *Xception* digunakan untuk mengklasifikasikan gambar tanaman mendapatkan nilai akurasi model sebesar 93,36% [5]. Naufal *et al.*, juga melakukan penelitian serupa menggunakan arsitektur *Xception* untuk mendeteksi pemakaian masker pada wajah, penelitian tersebut mendapatkan tingkat akurasi model sebesar 98,8% [6].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi gambar dengan CNN menggunakan arsitektur *Xception*. Data citra yang digunakan pada penelitian ini adalah citra buah buahan, jenis buah yang digunakan adalah buah belimbing, buah durian, buah manggis, buah rambutan, dan buah salak. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan aplikasi pengolahan citra buah yang lebih akurat. Dengan model klasifikasi yang baik, diharapkan dapat mempermudah dan meningkatkan efisiensi dalam berbagai bidang yang membutuhkan identifikasi jenis buah, seperti dalam industri pertanian, sistem sortir otomatis, dan bidang ilmu pangan.

2. METODE PENELITIAN

1. Dataset

Dataset yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari citra buah buahan dengan jenis *extension jpg*. *Dataset* diunduh melalui situs [google.com](https://www.google.com), dengan menggunakan *web extension "Download All Images"* yang berfungsi untuk mengunduh semua gambar dari hasil pencarian [google image](https://www.google.com). Jumlah data citra yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 1.000 citra, yang terdiri dari 5 kelas buah dengan total data latih sebesar 700 citra dan total data uji sebesar 300 citra. Jenis buah yang digunakan untuk klasifikasi gambar dapat dilihat pada gambar 1

No.	Jenis Buah	Citra Buah
1	Belimbing	
2	Durian	
3	Manggis	
4	Rambutan	
5	Salak	

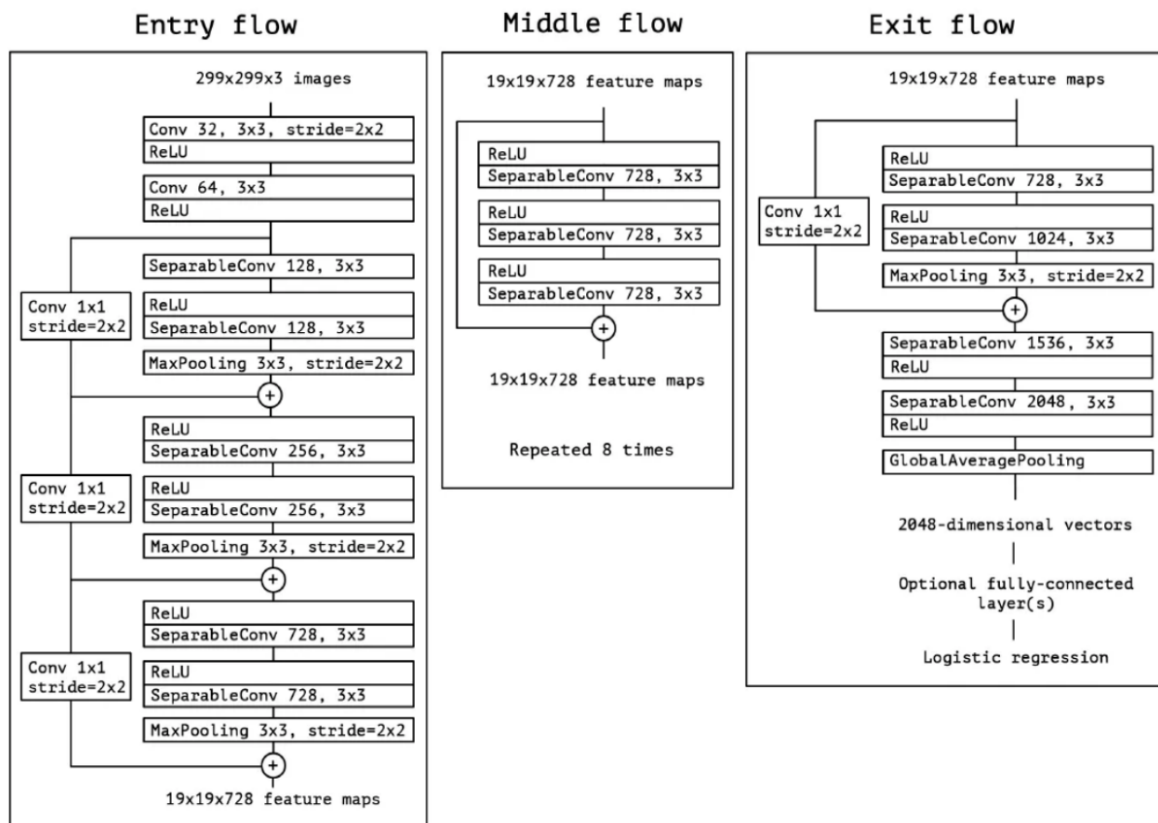
Gambar 1 Jenis buah buahan

2. Preprocessing Data

Proses *preprocessing* data dilakukan untuk menyiapkan data agar siap untuk diproses. Dikarenakan hasil pencarian dari google image bisa menampilkan gambar lain selain buah yang dimaksud, proses pemilahan dilakukan pada data citra yang diunduh untuk memilih gambar yang sesuai dengan kelas citra buah. Gambar dengan *extension* jpg yang hanya dipilih untuk proses pelatihan & pengujian. Kemudian *image augmentation* dilakukan pada setiap data citra, dengan menggunakan metode *Image Data Generator*, paramater yang digunakan antara lain: (1) *rescale* = $1/255$, (2) *width_shift_range* = 0.2, (3) *height_shift_range* = 0.2, (4) *shear_range* = 0.2, (5) *zoom_range* = 0.2, (6) *horizontal_flip* = *True*, (7) *validation_split* = 0.3. Setelah itu, *dataset* citra buah diunggah ke google drive agar dapat diakses melalui google colaboratory.

3. Convolutional Neural Network

Pada penelitian ini, model untuk mengklasifikasi citra jenis buah adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) dengan menggunakan arsitektur *Xception*. *Xception* merupakan model *open-source* CNN yang diriset dan didevelop oleh Google. *Xception* mempunyai *convolutional layer* yang menggabungkan *pointwise convolution* yang kemudian diikuti oleh *depthwise convolution* [7]. Arsitektur *Xception* mempunyai 36 *convolutional layer* yang membentuk basis dari jaringan ekstraksi fitur. Deskripsi lengkap dari arsitektur *Xception* dapat dilihat pada Gambar 3 [8].



Gambar 3 Arsitektur dari *Xception*

4. Training

Setelah mengumpulkan *dataset*, *preprocessing data*, dan menentukan arsitektur dari CNN. Pelatihan model CNN *Xception* dapat dilakukan, pelatihan dilakukan pada situs Google Colaboratory yang merupakan *executable document* bertujuan untuk menjalankan program, khususnya dibidang

machine learning. Program yang dijalankan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan *library* Keras untuk pembuatan model CNN.

5. Evaluasi

Setelah pelatihan model selesai, maka selanjutnya evaluasi perlu dilakukan untuk mengukur apakah model tersebut sudah memberikan hasil yang diinginkan atau tidak. Metode evaluasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Confusion Matrix*. *Confusion matrix* adalah tabel yang digunakan khusus untuk menggambarkan & mengukur performa dari sebuah algoritma klasifikasi.

Tabel 1 *Confusion Matrix*

	Positive	Negatives
Positive	True Positives (TP)	False Positives (FP)
Negative	False Negatives (FN)	True Negatives (TN)

Confusion matrix mempunyai 4 jenis hasil seperti yang terdapat pada Tabel 1 diatas; hasil prediksi yang positif & benar (*True Positive* / TP), hasil prediksi yang positif tapi sebenarnya salah (*False Positive* / FP), hasil prediksi yang negatif tapi sebenarnya benar (*False Negatives* / FN), dan hasil prediksi yang negatif dan sebenarnya negatif (*True Negatives* / TN). Jika nilai *confusion matrix* telah berhasil didapatkan, maka dari hasil tersebut dapat dihitung nilai akurasi, presisi, *recall* dan *F1*. Berikut rumus perhitungan performa klasifikasi menggunakan *confusion matrix*.

$$Akurasi = \frac{\sum_{i=1}^I \frac{TP_i + TN_i}{TP_i + TN_i + FP_i + FN_i}}{I} * 100\% \quad (1)$$

$$Presisi = \frac{\sum_{i=1}^I TP_i}{\sum_{i=1}^I (FP_i + TP_i)} * 100\% \quad (2)$$

$$Recall = \frac{\sum_{i=1}^I TP_i}{\sum_{i=1}^I (TP_i + FN_i)} * 100\% \quad (3)$$

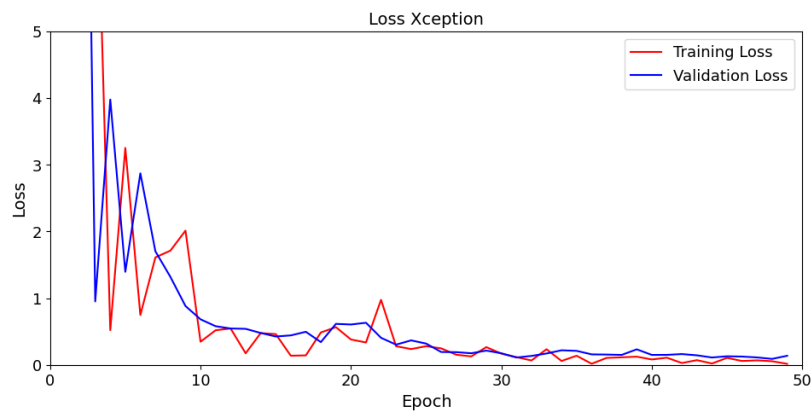
$$F1 = 2 * \frac{Presisi * Recall}{Presisi + Recall} \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pelatihan model CNN dengan arsitektur *Xception* untuk mengklasifikasi citra buah menghasilkan nilai akurasi yang tinggi. Pelatihan dilakukan dengan menggunakan 50 *epochs*, dari 50 *epochs* berhasil didapatkan nilai akurasi model sebesar 100% dan *loss* sebesar 0.0147. Hasil grafik dari fungsi *loss* dan nilai akurasi dapat dilihat pada



Gambar 4 Grafik Nilai Akurasi Model

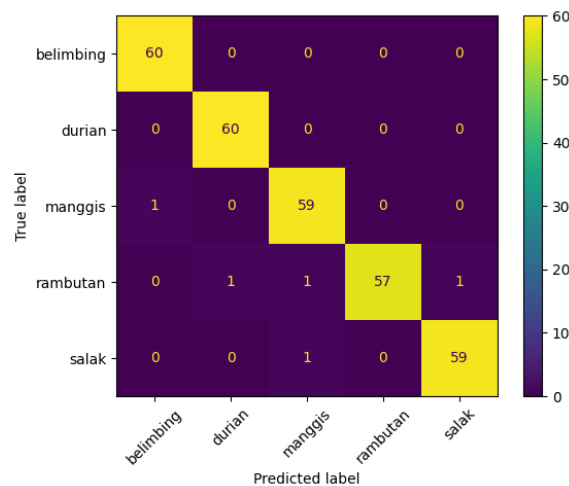


Gambar 5 Grafik Nilai Loss Model

Hasil *confusion matrix* pada model yang telah dibuat untuk mengklasifikasi citra buah dapat dilihat pada *table 2*. Perhitungan nilai presisi, *recall*, akurasi, dan *F1* pada tiap kelas menunjukkan hasil yang baik dengan hasil tertinggi sebesar 100% pada nilai *recall* kelas belimbing & durian, dan nilai presisi kelas rambutan. Hasil visualisasi dari *confusion matrix* pada gambar 6 menunjukkan bahwa model berhasil mengklasifikasikan pada kelas belimbing sebanyak 60 data citra, kelas durian sebanyak 60 data citra, kelas manggis sebanyak 59 data citra, kelas rambutan sebanyak 57 data citra, dan kelas salak sebanyak 59 data citra.

Tabel 2 Hasil *Confusion Matrix*

<i>class</i>	<i>precision</i>	<i>recall</i>	<i>f1-score</i>
belimbing	0.98	1.00	0.99
durian	0.98	1.00	0.99
manggis	0.97	0.98	0.98
rambutan	1.00	0.95	0.97
salak	0.98	0.98	0.98
accuracy		0.98	



Gambar 6. Visualisasi Confusion Matrix

4. KESIMPULAN

Klasifikasi jenis buah dengan *Convolutional Neural Network* (CNN) menggunakan arsitektur *Xception* mendapatkan tingkat akurasi yang baik. Dengan nilai presisi sebesar 0.98 dan nilai akurasi sebesar 0.98, model yang sudah dilatih dapat memprediksi data citra dengan baik. Pada proses pelatihan dengan 50 *epochs*, model mendapatkan nilai *loss* sebesar 0.0147, nilai *val_loss* sebesar 0.1364, nilai *val_accuracy* sebesar 0.9733 dan nilai akurasi sebesar 1.00. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari program klasifikasi jenis buah dengan CNN menggunakan arsitektur *Xception* dapat memprediksi jenis buah dengan akurat.

Dari hasil penelitian ini, saran yang dapat diberikan pada penelitian selanjutnya adalah pengumpulan dataset untuk pelatihan & uji yang lebih banyak kuantitasnya. Serta kelas pengklasifikasian yang lebih banyak jumlahnya. Sehingga model dapat mengklasifikasi jenis buah lebih banyak dan lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Goodfellow, I., Bengio, Y., dan Courville, A., 2016, *Deep Learning*, MIT Press, Cambridge.
- [2] Wulandari, I., Yasin, H., dan Widiyari, T., 2020, Klasifikasi Citra Digital Bumbu dan Rempah dengan Algoritma Convolutional Neural Network (CNN), *Jurnal Gaussian*, Vol. 9, No. 3, hal. 273-282.
- [3] Elvin, dan Lubis, C., 2022, Klasifikasi Citra Ikan Menggunakan Convolutional Neural Network, *Jurnal Ilmu Komputer dan Sistem Informasi*.
- [4] Leovinent, A., dan Yoannita, 2023, Klasifikasi Ras Anjing Berdasarkan Citra Menggunakan Convolutional Neural Network, *Jurnal Algoritme*, Vol. 3, No. 2, hal. 160-169.
- [5] Carnegie, J. O., Prabowo, A. R., Budiana, E. P., dan Singgih, I. K., 2022, Essential Oil Plants Image Classification Using Xception Model, *Procedia Computer Science*, Vol. 204, hal. 395-402.
- [6] Naufal, M. F., dan Kusuma, S. F., 2021, Pendeteksi Citra Masker Wajah Menggunakan CNN dan Transfer Learning, *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, Vol. 8, No. 6, hal. 1293-1300.
- [7] Chollet, F., 2017, Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions, *In Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, hal. 1251-1258.
- [8] Tsang, S., 2018, Review: Xception — With Depthwise Separable Convolution, Better Than Inception-v3 (Image Classification), <https://towardsdatascience.com/review-xception-with-depthwise-separable-convolution-better-than-inception-v3-image-dc967dd42568>, diakses tanggal 5 Juni 2023.

- [9] Jakaria, A., Mu'minah, S., Riana, D., dan Hadiani, S., 2021, Klasifikasi Varietas Buah Kiwi dengan Metode Convolutional Neural Networks Menggunakan Keras, *Jurnal Media Informatika Budidarma*, Vol. 5, No. 4, hal. 1309-1315.
- [10] Maulana, F. F., dan Rochmawati, N., 2019, Klasifikasi Citra Buah Menggunakan Convolutional Neural Network, *Journals of Informatics and Computer Science (JINACS)*, Vol. 1, No. 2, hal. 104-108.
- [11] Naik, S., dan Patel, B., 2017, Machine Vision based Fruit Classification and Grading, *International Journal of Computer Applications*, Vol. 170, No. 9, hal. 22-34.
- [12] Olah, C., 2014, *Conv Nets: A Modular Perspective*, <https://colah.github.io/posts/2014-07-Conv-Nets-Modular/>, diakses tanggal 30 Juni 2023.
- [13] Olah, C., 2014, *Understanding Convolutions*, <https://colah.github.io/posts/2014-07-Understanding-Convolutions/>, diakses tanggal 30 Juni 2023.
- [14] Bai, C. et al., 2018, Optimization of Deep Convolutional Neural Network for Large Scale Image Retrieval, *Neurocomputing*, Vol. 303, hal. 60-67.
- [15] Wu, X., Liu, R., Yang, H., dan Chen, Z., 2020, An Xception Based Convolutional Neural Network for Scene Image Classification with Transfer Learning, *2nd International Conference on Information Technology and Computer Application (ITCA)*, hal. 262-267.
- [16] Pedregosa, F. et al., 2011, Scikit-learn: Machine Learning in Python, *Journal of Machine Learning Research*, Vol. 12, hal. 2825-2830.
- [17] Srinivasan, K. et al., 2021, Performance Comparison of Deep CNN Models for Detecting Driver's Distraction, *Cmc-Tech Science Press*, Vol. 68, No. 3, hal. 4109-4124.