

**PERBANDINGAN KINERJA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DAN *TRANSFER LEARNING* MOBILENETV2 PADA DETEKSI
PENYAKIT TANAMAN MAWAR**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



Oleh

Alang Sati Nan Tongga

1904033

PROGRAM STUDI REKAYASA PERANGKAT LUNAK

KAMPUS UPI DI CIBIRU

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2023

**PERBANDINGAN KINERJA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DAN *TRANSFER LEARNING MOBILENETV2* PADA DETEKSI
PENYAKIT TANAMAN MAWAR**

Oleh
Alang Sati Nan Tongga
NIM 1904033

Sebuah Skripsi yang Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak di
Universitas Pendidikan Indonesia Kampus Cibiru

© Alang Sati Nan Tongga
Universitas Pendidikan Indonesia
Juli 2023

© Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan cara dicetak
ulang, difotokopi atau dengan cara lain tanpa seizin dari peneliti.

HALAMAN PENGESAHAN

ALANG SATI NAN TONGGA

**PERBANDINGAN KINERJA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* DAN
TRANSFER LEARNING MOBILENETV2 PADA DETEKSI PENYAKIT
TANAMAN MAWAR**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Indira Syawanodya, M.Kom.

NIP.920190219920423201

Pembimbing II



M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.

NIP.920190219910328101

Mengetahui

Ketua Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak



M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom.

NIP 920190219910328101

**PERNYATAAN
KEASLIAN SKRIPSI DAN BEBAS PLAGIARISME**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Perbandingan Kinerja *Convolutional Neural Network* Dan *Transfer Learning* MobilenetV2 Pada Deteksi Penyakit Tanaman Mawar” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 24 Juli 2023

Yang membuat pernyataan,

A 1000 Rupiah postage stamp is shown with a handwritten signature in black ink over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'SEPUJUH RIBU RUPIAH', '1000', 'TBL', 'METERA', and 'TEMPEL'. The serial number '5A545AJX017204518' is visible at the bottom of the stamp.

Alang Sati Nan Tongga

NIM 1904033

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT. pencipta seluruh alam yang telah banyak memberikan kenikmatan pada setiap hambanya karena dengan ridho-Nya penulis ini dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perbandingan Kinerja *Convolutional Neural Network* Dan *Transfer Learning Mobilenetv2* Pada Deteksi Penyakit Tanaman Mawar”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Rekayasa Perangkat Lunak.

Begitu banyak pihak yang telah terlibat membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih sebanyak - banyaknya kepada pihak-pihak yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. M. Solehuddin, M.Pd., MA., selaku Rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak Prof. Dr. Asep Herry Hernawan, M.Pd., selaku Direktur UPI Kampus di Cibiru.
3. Bapak M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku kepala program studi Rekayasa Perangkat Lunak yang telah memberikan pelayanan terbaiknya.
4. Ibu Asyifa Imanda Septiana, S.Pd., M.Eng., selaku dosen pembimbing akademik yang telah mempermudah segala bentuk administrasi selama penulis berkuliah.
5. Ibu Indira Syawanodya, M.Kom., selaku dosen pembimbing skripsi pertama yang telah meluangkan banyak waktu untuk mengarahkan penelitian penulis serta banyak bersabar akan sifat penulis yang suka rendah diri dengan skripsi orang lain.
6. Bapak M. Iqbal Ardimansyah, S.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing skripsi kedua yang selalu support dan percaya akan kemampuan penulis menyelesaikan skripsi ini, serta memberikan masukan yang bermanfaat bagi keberlangsungan penelitian.
7. Seluruh dosen RPL yang telah memberikan banyak sekali ilmu selama penulis mengenyam pendidikan disini.

8. Semua anggota keluarga yang telah memberikan dukungan baik secara moril, materiil, spiritual kepada penulis selama kuliah hingga menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman – teman kontrakan yang senasib – sepenanggungan, saling bahu – membahu menyemangati dan mensupport agar lulus tepat waktu.
10. Orang terdekat saya Hikmawati Fajriah Ayu Wardana yang selalu setia mewarnai hari – hari saya dan mensupport saya dalam masa – masa sulit pembuatan skripsi ini, yang tanpa bantuan dia dalam pembuatan model *machine learning* saya mungkin tidak akan pernah seminar proposal.
11. Teman – teman seangkatan yang telah memberikan seluruh usaha terbaiknya demi kemajuan RPL ini.

Saya menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun dengan dukungan dan bantuan dari semua pihak di atas, saya yakin skripsi ini akan memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Ucapan terima kasih yang teramat dalam penulis persembahkan kepada semua yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian sekaligus penyusunan skripsi ini hingga selesai, semoga kita semua selalu dalam ridho dan lindungannya. Semoga semua kebaikan yang telah diberikan mendapat balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin

Bandung, 24 Juli 2023



Alang Sati Nan Tongga

NIM 1904033

**PERBANDINGAN KINERJA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*
DAN *TRANSFER LEARNING* MOBILENETV2 PADA DETEKSI
PENYAKIT TANAMAN MAWAR**

Alang Sati Nan Tongga

1904033

ABSTRAK

Dalam bidang patologi tanaman, model *deep learning* telah digunakan untuk mendeteksi penyakit bintik hitam pada tanaman mawar menggunakan hyperspectral imaging dengan menggunakan arsitektur *convolutional neural network* (CNN). Namun, untuk mendapatkan model dengan akurasi yang baik masih menjadi permasalahan, terutama dengan tipe model untuk klasifikasi gambar. Beberapa arsitektur CNN yang digunakan dalam deteksi penyakit pada tanaman diantaranya InceptionV3, InceptionResNetV2, MobileNetV2, dan EfficientNetB0. Diantara ketiga model tersebut, MobileNetV2 dan EfficientNetB0 memerlukan waktu pelatihan paling sedikit, dengan MobileNetV2 menghasilkan model dengan ukuran paling kecil serta penggunaan komputasi paling sedikit. Metode yang dipakai untuk menggunakan arsitektur MobileNetV2 ini adalah metode *transfer learning* karena memiliki kelebihan seperti dapat meningkatkan performa pelatihan, mengurangi overfitting serta mengurangi waktu pelatihan. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kinerja model CNN yang menggunakan dan tidak menggunakan metode transfer learning MobileNetV2 untuk menemukan manfaat penggunaan metode tersebut dalam meningkatkan akurasi dan skor evaluasi model. Objek yang diteliti adalah dengan mendeteksi penyakit pada tanaman mawar. Dataset yang digunakan adalah dataset FlowerNet yang berasal dari situs web Mendeley Data. Kemudian model CNN dengan transfer learning MobileNetV2 yang telah dibuat akan dilakukan hyperparameter tuning untuk meningkatkan akurasi dari model deteksi penyakit pada tanaman mawar ini. Hasilnya adalah model CNN dengan metode *transfer learning* MobileNetV2 mengalami peningkatan akurasi cukup signifikan sebesar 89,02% lebih tinggi dibandingkan dengan model CNN tanpa metode *transfer learning* MobileNetV2 dengan akurasi 77,88%. Namun nilai FLOPS dan ukuran model lebih besar. Setelah itu dilakukan *hyperparameter tuning* pada model CNN dengan *transfer learning* MobileNetV2 dengan akurasi akhir mencapai 89,25%.

Kata Kunci: *Convolutional Neural Network, Transfer Learning, MobileNetV2, Hyperparameter Tuning.*

PERFORMANCE COMPARISON OF CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK AND TRANSFER LEARNING MOBILENETV2 IN ROSE PLANT DISEASE DETECTION

Alang Sati Nan Tongga

1904033

ABSTRACT

In the field of plant pathology, deep learning models have been used to detect black spot disease on rose plants using hyperspectral imaging with convolutional neural network (CNN) architectures. However, obtaining a model with good accuracy still remains a challenge, especially with types of models for image classification. Some of the CNN architectures used for disease detection in plants are InceptionV3, InceptionResNetV2, MobileNetV2, and EfficientNetB0. Among these models, MobileNetV2 and EfficientNetB0 require the least training time, with MobileNetV2 producing the smallest model size and requiring the least computational resources. The method used to implement the MobileNetV2 architecture is transfer learning, which has advantages such as improving training performance, reducing overfitting, and minimizing training time. This research aims to compare the performance of CNN models using MobileNetV2 with and without transfer learning to identify the benefits of using this method in enhancing accuracy and model evaluation scores. The object of study is the detection of diseases in rose plants. The dataset used is the FlowerNet dataset from the Mendeley Data website. Next, the CNN model with MobileNetV2 transfer learning is subjected to hyperparameter tuning to improve the accuracy of disease detection in rose plants. The results indicate that the CNN model with MobileNetV2 transfer learning achieved increased accuracy of 89.02%, higher than the CNN model without MobileNetV2 transfer learning, with an accuracy of 77.88%. But have higher FLOPS values and model size. After hyperparameter tuning, the final accuracy of the CNN model with MobileNetV2 transfer learning reached 89.25%.

Keyword: *Convolutional Neural Network, Transfer Learning, MobileNetV2, Hyperparameter Tuning.*

DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	6
2.1 Model Referensi.....	6
2.2 Penelitian Terdahulu (<i>State of The Art</i>).....	7
2.3 Machine Learning (ML).....	11
2.3.1 Deep Learning (DL).....	13
2.3.2 Artificial Neural Network (ANN).....	14
2.3.2.1 Convolutional Neural Network (CNN).....	16
2.5 Evaluation Metrics.....	17
BAB III METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Desain Penelitian.....	19
3.1.1 Klarifikasi Penelitian.....	19
3.1.2 Studi Deskriptif 1.....	20

3.1.3.1	Model Dampak.....	20
3.1.3.2	Pengembangan Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar.....	21
3.1.3.2.1	Pengumpulan Data	22
3.1.3.2.2	Pra Pemrosesan – Data.....	22
3.1.3.2.3	Arsitektur CNN.....	22
3.1.3.2.4	Deteksi Penyakit Tanaman Mawar	23
3.1.4	Studi Deskriptif 2	23
3.1.4.1	Evaluasi Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar	23
3.1.4.1.1	F1 – Score	23
3.1.4.1.2	Accuracy	24
3.1.4.1.3	Recall	24
3.1.4.1.4	Precision.....	24
3.1.4.1.5	Confusion Matriks.....	24
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	26
3.3	Hipotesis	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Pembuatan Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar	28
4.1.1	Persiapan Dataset	29
4.1.2	Pra – Pemrosesan Data.....	30
4.1.3	Pembuatan 2 Macam Model CNN	31
4.1.3.1	Pembuatan Model CNN Custom.....	31
4.1.3.2	Implementasi Transfer Learning MobileNetV2.....	34
4.2	Perbandingan Kinerja Model Tanpa <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2 & Dengan <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2.....	35
4.2.1	Kinerja Model Custom Tanpa <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2	35
4.2.2	Kinerja Model Custom dengan <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2.....	38

4.2.3	Membandingkan Kinerja Model CNN Sebelum Serta Setelah Menggunakan Transfer Learning MobileNetV2	41
4.3	Hyperparameter Tuning untuk Meningkatkan Akurasi Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar.....	43
4.3.1	Percobaan Hyperparameter Tuning.....	43
BAB V KESIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI.....		45
1.1	Kesimpulan	45
1.2	Rekomendasi.....	45
DAFTAR PUSTAKA		47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rangkuman <i>State-of-the-art</i> Model CNN Deteksi Penyakit Tanaman.....	9
Tabel 3.1 <i>Confusion Matrix</i>	25
Tabel 4.1 Custom Model <i>Summary</i>	32
Tabel 4.2 Spesifikasi Pelatihan Data.....	34
Tabel 4.3 Summary 5 Layer Terakhir dari Arsitektur MobileNetV2	35
Tabel 4.4 Summary Kinerja Model CNN Tanpa Transfer Learning MobileNetV2	37
Tabel 4.6 Summary Kinerja Model CNN Dengan Transfer Learning MobileNetV2.....	40
Tabel 4.7 Summary Tingkat Kompleksitas Model Serta Ukuran Model.....	41
Tabel 4.8 Perbandingan Metrik Evaluasi dari Model Non – Transfer Learning MobileNetV2 dan Model dengan Transfer Learning MobileNetV2.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Referensi	6
Gambar 2.2 Artificial Neural Network	15
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	19
Gambar 3.3 Tahapan Pengembangan Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar ...	21
Gambar 3.4 Rumus FLOPS	26
Gambar 4.1 Contoh Gambar dari FlowerNet.....	30
Gambar 4.2 Visualisasi Arsitektur Algoritma CNN Non. Transfer Learning MobileNet	33
Gambar 4.3 Visualisasi Arsitektur Algoritma CNN Dengan Transfer Learning MobileNet	35
Gambar 4.4 Visualisasi Kinerja Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar Tanpa Transfer Learning MobileNetV2	36
Gambar 4.5 Confusion Matrix dari Model CNN Tanpa Transfer Learning MobileNetV2	37
Gambar 4.6 Visualisasi Kinerja Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar Dengan Transfer Learning MobileNetV2	39
Gambar 4.7 Visualisasi <i>Confusion Matriks</i> Model Deteksi Penyakit Pada Tanaman Mawar Dengan <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2	40
Gambar 4.9 Visualisasi Kinerja Model CNN <i>Transfer Learning</i> MobileNetV2 <i>Tuning</i> Pertama	44
Gambar 4.10 Visualisasi <i>Confusion Matriks</i> Model Pada <i>Hyperparameter Tuning</i>	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rincian Jumlah Dataset Setiap Kategori Kelas Tanaman Mawar	50
Lampiran 2 <i>Summary</i> Model CNN dengan <i>transfer learning</i> MobileNetV2	51

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, M., Abdullah, M., Moon, H., dan Han, D. (2021). Plant Disease Detection in Imbalanced Datasets Using Efficient Convolutional Neural Networks with Stepwise Transfer Learning. *IEEE Access*, 9, 140565–140580.
- Alzubaidi, L., Zhang, J., Humaidi, A. J., Al-Dujaili, A., Duan, Y., Al-Shamma, O., ... Farhan, L. (2021). Review of deep learning: concepts, CNN architectures, challenges, applications, future directions. *Journal of Big Data*, 8, 53.
- Bedi, P., dan Gole, P. (2021). Plant disease detection using hybrid model based on convolutional autoencoder and convolutional neural network. *Artificial Intelligence in Agriculture*, 5, 90–101.
- Blessing, L. T. M., dan Chakrabarti, A. (2009). *DRM, a Design Research Methodology*. London: Springer London.
- da Silva, I. N., Hernane Spatti, D., Andrade Flauzino, R., Liboni, L. H. B., dan dos Reis Alves, S. F. (2017). *Artificial Neural Networks*. Cham: Springer International Publishing.
- Do, H. H., Prasad, P., Maag, A., dan Alsadoon, A. (2019). Deep Learning for Aspect-Based Sentiment Analysis: A Comparative Review. *Expert Systems with Applications*, 118, 272–299.
- Dridi, S. (2021). *Reinforcement Learning-A Systematic Literature Review*.
- Hassan, S. M., Maji, A. K., Jasiński, M., Leonowicz, Z., dan Jasińska, E. (2021). Identification of Plant-Leaf Diseases Using CNN and Transfer-Learning Approach. *Electronics*, 10, 1388.
- Hendriyana, H., dan Yazid Hilman Maulana. (2020). Identification of Types of Wood using Convolutional Neural Network with Mobilenet Architecture. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi)*, 4, 70–76.
- Hubel, D. H., dan Wiesel, T. N. (1968). Receptive fields and functional architecture of monkey striate cortex. *The Journal of Physiology*, 195, 215–243.

- Indraswari, R., Rokhana, R., dan Herulambang, W. (2021). Melanoma image classification based on MobileNetV2 network. *Procedia Computer Science*, 197, 198–207. Elsevier B.V.
- Isuyama, V. K., dan Albertini, B. D. C. (2021). Comparison of Convolutional Neural Network Models for Mobile Devices. *Anais do XX Workshop em Desempenho de Sistemas Computacionais e de Comunicação (WPerformance 2021)*, 73–83. Sociedade Brasileira de Computação - SBC.
- Ma, J., Pang, L., Yan, L., dan Xiao, J. (2020). Detection of Black Spot of Rose Based on Hyperspectral Imaging and Convolutional Neural Network. *AgriEngineering*, 2, 556–567.
- Marques, J. A. L., Gois, F. N. B., Madeiro, J. P. do V., Li, T., dan Fong, S. J. (2022). Artificial neural network-based approaches for computer-aided disease diagnosis and treatment. *Cognitive and Soft Computing Techniques for the Analysis of Healthcare Data*, 79–99.
- Min-ha-zul Abedin, Md., dan Yousuf, M. A. (2023). StegoPix2Pix: Image Steganography Method via Pix2Pix Networks. Dalam *Proceedings of the Fourth International Conference on Trends in Computational and Cognitive Engineering* (hlm. 343–356). Singapore: Springer.
- Ozbilge, E., Ulukok, M. K., Toygar, O., dan Ozbilge, E. (2022). Tomato Disease Recognition Using a Compact Convolutional Neural Network. *IEEE Access*, 10, 77213–77224.
- Rawat, W., dan Wang, Z. (2017). Deep Convolutional Neural Networks for Image Classification: A Comprehensive Review. *Neural Computation*, 29, 2352–2449.
- Rebala, G., Ravi, A., dan Churiwala, S. (2019). *An Introduction to Machine Learning*. Cham: Springer International Publishing.
- Saati, E. A., Ramadhan, A. H., Lutfi, M., Wahyudi, V. A., dan Manshur, H. A. (2020). Utilization of rose flower extract as antioxidant rich-drink. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 458, 2.
- Sazzad, S., Rajbongshi, A., Shakil, R., Akter, B., dan Kaiser, M. S. (2022). RoseNet: Rose leave dataset for the development of an automation system to recognize the diseases of rose. *Data in Brief*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2022.108497>

Xin, Y., Kong, L., Liu, Z., Chen, Y., Li, Y., Zhu, H., ... Wang, C. (2018). Machine Learning and Deep Learning Methods for Cybersecurity. *IEEE Access*, 6, 35365–35381.

Zhao, L., Wang, L., Jia, Y., dan Cui, Y. (2022). A lightweight deep neural network with higher accuracy. *PLOS ONE*, 17, e0271225.

Zinonos, Z., Gkelios, S., Khalifeh, A. F., Hadjimitsis, D. G., Boutalis, Y. S., dan Chatzichristofis, S. A. (2022). Grape Leaf Diseases Identification System Using Convolutional Neural Networks and LoRa Technology. *IEEE Access*, 10, 122–133.