

KLASIFIKASI PENCITRAAN OTAK PENDERITA STROKE

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh

MUHAMMAD ASYROV ILLAHI

23.22.2521

Kepada

**FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
2025**

KLASIFIKASI PENCITRAAN OTAK PENDERITA STROKE

SKRIPSI

untuk memenuhi salah satu syarat mencapai derajat Sarjana
Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh

MUHAMMAD ASYROV ILLAHI

23.22.2521

Kepada

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA

YOGYAKARTA

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

KLASIFIKASI PENCITRAAN OTAK PENDERITA STROKE

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Asyrov Illahi

23.22.2521

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi
pada tanggal 21 Januari 2025

Dosen Pembimbing,


Anggit Dwi Hartanto, M.Kom
NIK. 190302163

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

KLASIFIKASI PENCITRAAN OTAK PENDERITA STROKE

yang disusun dan diajukan oleh

Muhammad Asyrov Illahi

23.22.2521

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal 21 Januari 2025

Susunan Dewan Penguji

Nama Penguji

Krisnawati, S.Si., M.T.
NIK. 190302038

Acihmah Sidauruk, S. Kom., M.Kom
NIK. 190302238

Anggit Dwi Hartanto, M.Kom
NIK. 190302163

Tanda Tangan



Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
Tanggal 21 Januari 2025

DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER



Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., Ph.D.
NIK. 190302096

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Muhammad Asyrov Illahi
NIM : 23.22.2521

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul berikut:

Klasifikasi Pencitraan Otak Penderita Stroke

Dosen Pembimbing : Anggit Dwi Hartanto, M.Kom

1. Karya tulis ini adalah benar-benar ASLI dan BELUM PERNAH diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Universitas AMIKOM Yogyakarta maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan dan penelitian SAYA sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan disebutkan dalam Daftar Pustaka pada karya tulis ini.
4. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab SAYA, bukan tanggung jawab Universitas AMIKOM Yogyakarta.
5. Pernyataan ini SAYA buat dengan sesungguhnya, apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka SAYA bersedia menerima SANKSI AKADEMIK dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi

Yogyakarta, 21 Januari 2025

Yang Menyatakan,



Muhammad Asyrov Illahi

HALAMAN MOTTO

“Tidak ada orang yang bodoh di dunia ini, saya doakan kamu tetap berhati-hati agar tidak tersandung oleh pilihan, keputusan dan kepandaian kamu sendiri”

“Memberi cinta, kasih sayang, perhatian, ibadah, doa, usaha, menasehati, memberi kepada orang lain. Sesungguhnya kebaikan itu bukan dari kamu kepada orang yang kamu beri, melainkan kebaikan itu kembali ke diri kamu sendiri”

“Kamu tidak akan pernah merasakan memikul beban sendiri selama memiliki pikiran yang baik dan hati yang tetap optimis, pertahankan itu!”

“Memiliki lingkaran yang suportif akan membuat perjalanan hidup kamu kedepannya tetap baik”

“Guru terbaik, pengambilan keputusan terbaik, penentu arah terbaik adalah diri kamu sendiri”

“Menjadi orang baik dan orang yang tidak baik, keduanya sama-sama memiliki risiko. Jangan merasa dirimu terbaik karena orang yang tidak baik tidak akan membiarkanmu menjadi orang yang baik. Begitupun sebaliknya”

“Semua pilihan dalam hidup mengandung sebuah risiko, entah itu di sisi positif dan negatif. Saya doakan yang terbaik untuk kamu”

“Tetap dekatkan diri kepada yang memiliki kuasa, dalam hidup seringkali terjadi kejadian yang tak terduga”

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillah Alhamdulillahirabbil 'alamin

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT. Saya dengan ini telah menyelesaikan Skripsi ini.

Bismillahirrahmanirrahim

Saya persembahkan Skripsi ini untuk:

1. Kedua Orang Tua, Abah Muhammad Shobron Illahi dan Umi Siti Mukholifah yang selalu menjadi sumber inspirasi dan dukungan terbesar dalam hidup
2. Kepada Om Toha dan Bulek Roudloh yang selalu memberikan support dan doa di setiap langkah juga ikhtiar
3. Kepada Dosen Pembimbing saya Bapak Anggit Dwi Hartanto, M.Kom, terima kasih atas kesabaran, dedikasi dan pengetahuan yang Bapak berikan selama penelitian ni.

Serta kepada teman, kerabat dan keluarga yang senantiasa memberikan doa, dukungan moril, serta dedikasi untuk menyemangati saya tanpa batas.

Dengan sepenuh hati saya persembahkan skripsi ini kepada kalian semua.

Semoga tulisan kecil ini dapat menjadi kebanggan bersama dan bermanfaat bagi banyak pihak.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirabbil'alamin, dengan rahmat Allah SWT Yang Maha Pengasih dan Penyayang, penulis menyampaikan puji syukur yang tulus karena telah diberikan karunia kasih sayang, rezeki, kesehatan, serta berkah, ridho dan hidayah-Nya. Dengan penuh syukur, penulis berhasil menyelesaikan skripsi berjudul "Klasifikasi Pencitraan Otak Penderita Stroke".

Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi pencerah dan menghantarkan umat manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman terang benderang. Skripsi ini merupakan satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan dan merupakan pertanggungjawaban akhir penulis sebagai mahasiswa jurusan Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta.

Penulis menyadari adanya kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati, penulis mengharapkan saran dan kritikan dari berbagai pihak sebagai bahan masukan dan evaluasi demi perbaikan dan kesempurnaan penulisan skripsi ini.

Penulis ingin menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M., selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Bapak Hanif Al Fatta, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Amikom Yogyakarta
3. Bapak Anggit Dwi Hartanto, M.Kom., selaku Dosen Wali, Dosen Pembimbing sekaligus Ketua Program Studi Sistem Informasi yang telah

membimbing dari awal perkuliahan dan membantu dalam menentukan topik skripsi

4. Ibu Krisnawati, S.Si., M.T. dan Ibu Acihmah Sidauruk, M.Kom selaku penguji, atas bimbingan, saran dan masukan berharganya.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh dosen Fakultas Ilmu Komputer yang telah berbagi ilmu. Penghargaan juga disampaikan kepada staf tata usaha, serta staff dan karyawan Prodi Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta.

Bagi seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu, penulis mengucapkan terima kasih atas doa dan dukungan, serta memohon maaf yang sebesar-besarnya.

Semoga segala kebaikan dari semua pihak di atas mendapat balasan setimpal dari Allah SWT. Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 21 Januari 2025

Penulis

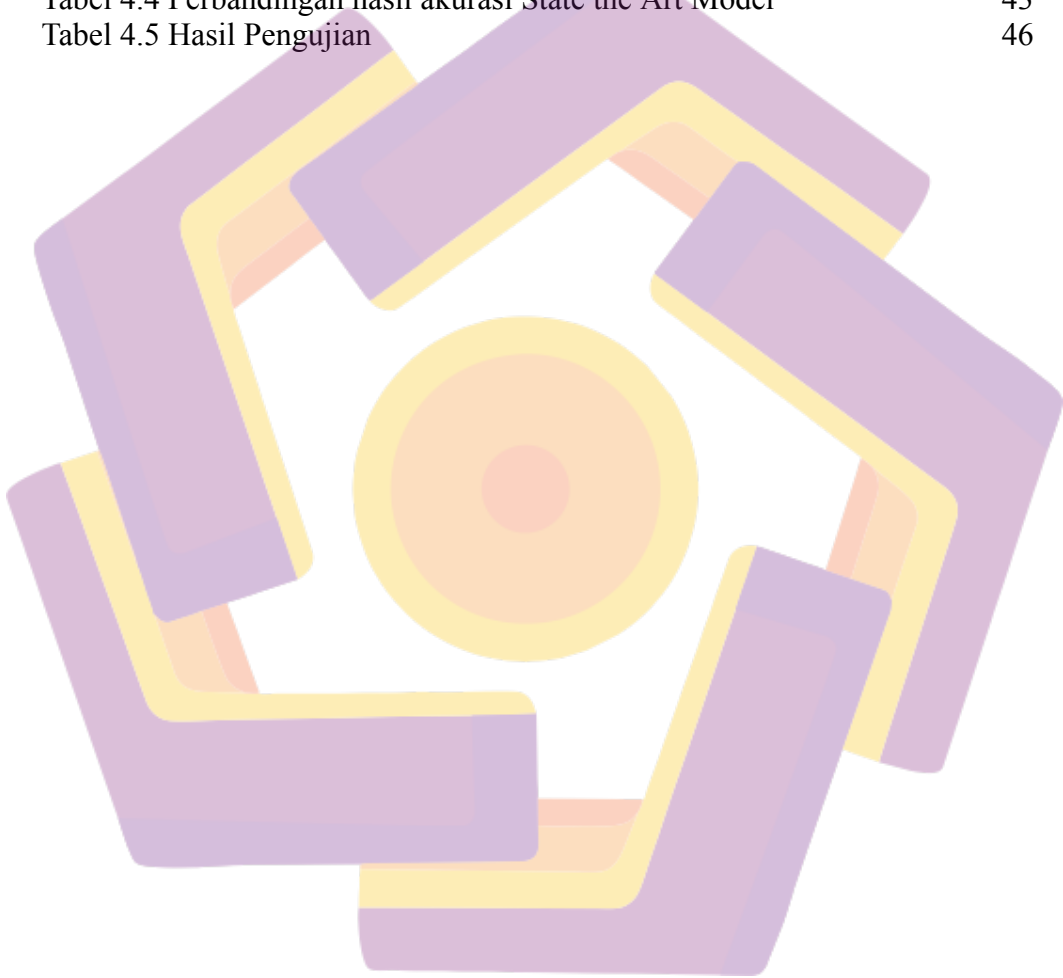
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN.....	xiii
DAFTAR ISTILAH.....	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Studi Literatur.....	6
2.2 Dasar Teori.....	13
2.2.1 Stroke.....	13
2.2.2 Artificial Intelligence (AI).....	13
2.2.3 Machine Learning.....	14
2.2.4 Deep Learning.....	16
2.2.5 Arsitektur CNN.....	16
2.2.6 Convolution Layer.....	17

2.2.7 Pooling Layer.....	18
2.2.8 Fungsi Aktivasi.....	19
2.2.8.1 Rectified Linear Unit (ReLU).....	19
2.2.9 Softmax.....	20
2.2.10 Fully Connected Layer.....	21
2.2.11 Transfer Learning.....	22
2.2.12 EfficientNet.....	23
2.2.14 Confussion Matrix.....	24
BAB III	
METODE PENELITIAN.....	26
3.1 Objek Penelitian.....	26
3.2 Alur Penelitian.....	26
3.2.1 Preprocessing Data.....	27
3.2.2 Konfigurasi Model.....	30
3.2.3 Training Model.....	31
3.3 Alat dan Bahan.....	32
3.3.1 Data Penelitian.....	32
3.3.2 Alat/Instrumen.....	32
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Preprocessing Data.....	34
4.1.1 Cropping dan Image Processing.....	34
4.1.2 Labeling.....	35
4.2 Konfigurasi Model.....	35
4.2.1 Base Model EfficientNetB0.....	35
4.3 Training.....	36
4.4 Fine Tuning.....	37
4.5 Evaluasi Model.....	39
4.5.1 Metrik Evaluasi.....	39
4.6 Perbandingan Penelitian.....	43
4.7 Implementasi Sistem.....	44
BAB V	
PENUTUP.....	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
REFERENSI.....	48

DAFTAR TABEL

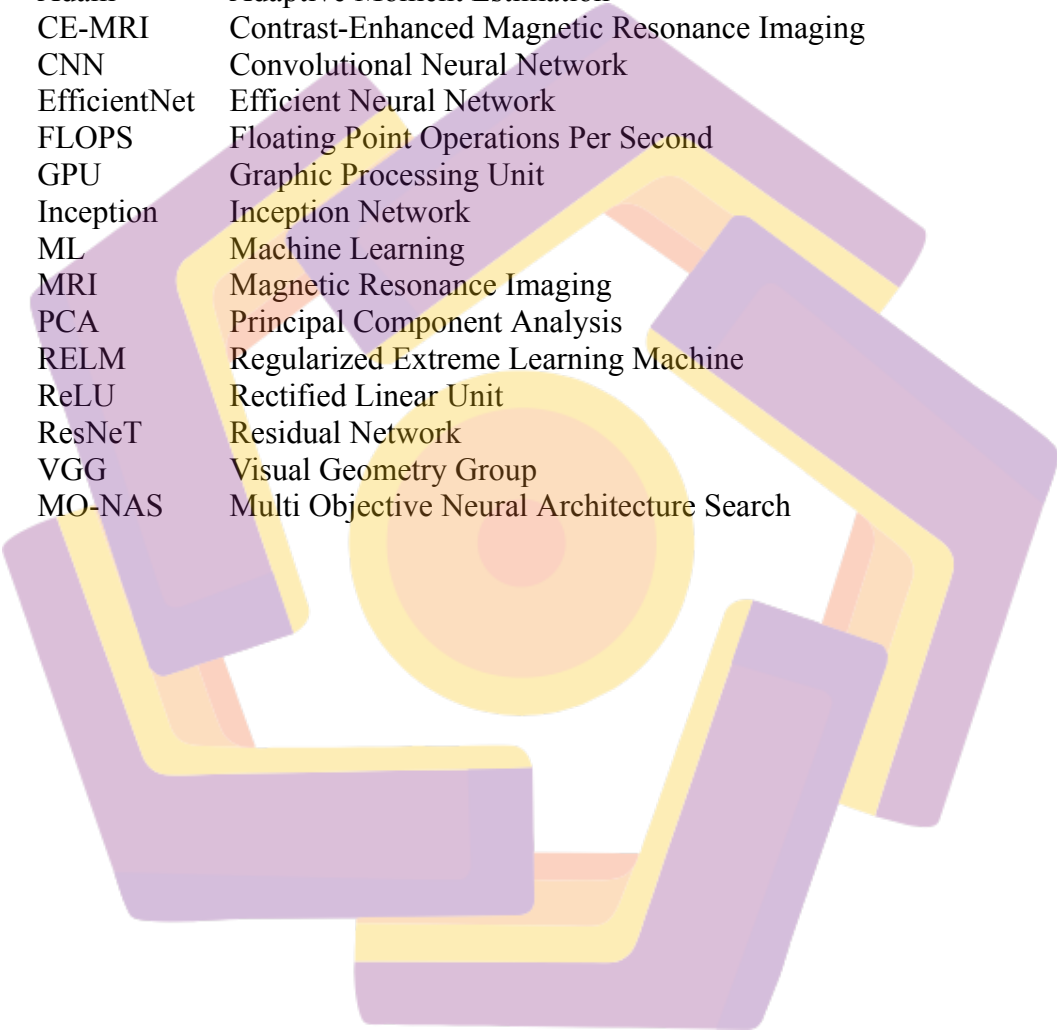
Tabel 2.1 Keaslian Penelitian	8
Tabel 3.1 Hasil Pengolahan data	27
Tabel 4.1 Pelatihan Model	37
Tabel 4.2 Pelatihan model dengan Fine Tuning	38
Tabel 4.3 Nilai Confussion Matrix dari Tiap Class	42
Tabel 4.4 Perbandingan hasil akurasi State the Art Model	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian	46



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra MRI otak penderita stroke	13
Gambar 2.2 Ilmu-ilmu Artificial Intelligence	14
Gambar 2.3 Kategori Machine Learning	15
Gambar 2.4 Arsitektur CNN	17
Gambar 2.5 Operasi Konvolusi	18
Gambar 2.6 Max Pooling dan Average Pooling	19
Gambar 2.7 Fully Connected Layer dilakukan Dropout	21
Gambar 2.8 Operasi Fully Connected Layer	21
Gambar 2.9 Operasi Flatten Layer	22
Gambar 2.10 Machine Learning Tradisional dan Transfer Learning	22
Gambar 2.11 Grafik Model Size dan ImageNet Accuracy	23
Gambar 2.12 Confussion Matrix	24
Gambar 3.1 Alur Penelitian	26
Gambar 3.2 Preprocessing Data	27
Gambar 3.3 <i>Preprocessing Resizing dan Threshold</i>	28
Gambar 3.4 <i>Preprocessing Gaussian Blur, Contours dan Extreme Points</i>	28
Gambar 3.5 <i>Preprocess Erosion dan Dilation</i>	28
Gambar 3.6 <i>Preprocessing Flip</i>	29
Gambar 3.7 <i>Preprocessing Rotation</i>	29
Gambar 3.8 Tahapan Configuration Model	30
Gambar 3.9 Tahapan Training Model	31
Gambar 4.1 Perbandingan sebelum dan sesudah proses cropping image	34
Gambar 4.2 Base Model EfficientNetB0	36
Gambar 4.3 Grafik fungsi loss	40
Gambar 4.4 Grafik fungsi akurasi	40
Gambar 4.5 Grafik Fungsi Fine-Tune Loss	41
Gambar 4.6 Grafik Fungsi Fine-Tuning Accuracy	41
Gambar 4.7 Hasil Confussion Matrix	42
Gambar 4.8 Hasil Implementasi	45

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN



Σ	Sigma
AI	Artificial Intelligence
Adam	Adaptive Moment Estimation
CE-MRI	Contrast-Enhanced Magnetic Resonance Imaging
CNN	Convolutional Neural Network
EfficientNet	Efficient Neural Network
FLOPS	Floating Point Operations Per Second
GPU	Graphic Processing Unit
Inception	Inception Network
ML	Machine Learning
MRI	Magnetic Resonance Imaging
PCA	Principal Component Analysis
RELM	Regularized Extreme Learning Machine
ReLU	Rectified Linear Unit
ResNeT	Residual Network
VGG	Visual Geometry Group
MO-NAS	Multi Objective Neural Architecture Search

DAFTAR ISTILAH



Kernel	Matriks kecil untuk operasi konvolusi
Softmax	Fungsi aktivasi untuk klasifikasi
Stride	Jarak antar langkah pada operasi konvolusi
Padding	Penambahan piksel nol di sekitar gambar
Pooling Layer	Reduksi dimensi spatial feature map
Activation Function	Fungsi untuk sifat Non-Linearitas
Batch Normalization	Normalisasi data input untuk stabilitas
Dropout	Menonaktifkan acak unit untuk mengurangi overfitting
Epoch	Siklus melalui seluruh dataset pelatihan satu kali
FCL	Hubungan setiap neuron dengan lapisan sebelumnya
Transfer Learning	Penggunaan Model sebelumnya untuk tugas baru
Confusion Matrix	Tabel evaluasi based prediksi model
Konvolusi	Transformasi fitur
Ionisasi	Radiasi dilakukan dengan mengionisasi bahan
Axial	Potongan citra diambil horizontal, sejajar dengan tanah
Coronal	Potongan citra diambil vertikal, tegak lurus terhadap tanah
Sagittal	Pemotongan gambar diambil secara vertikal dari samping
CT Scan	Menunjukkan detail setiap organ tubuh
Algoritma	Urutan operasi untuk menghasilkan suatu output tertentu.
Noise	Butiran warna mengganggu pada foto
OHE	Kode data kategoris dalam bentuk numerik
Oversampling	Meningkatkan jumlah sampel dari kelas minoritas
Undersampling	Mengurangi jumlah sampel dari kelas minoritas

INTISARI

Pada era kemajuan *AI* dan *Machine Learning* akhir-akhir ini, pengembangan sistem pendukung diagnosis medis menjadi semakin krusial. Penelitian ini fokus pada deteksi dini dan klasifikasi penyakit *stroke*, penyakit yang signifikan mempengaruhi kualitas hidup pasien. Penerapan teknologi citra medis, terutama melalui teknik *Artificial Intelligence* seperti *Convolutional Neural Network*, menjadi solusi. Studi ini mengusulkan penggunaan metode *CNN* dengan arsitektur *EfficientNetB0* untuk meningkatkan efektivitas klasifikasi citra penyakit *stroke*. Objek penelitian ini berupa dataset citra *MRI* otak manusia dari Kaggle, terdiri dari 2280 gambar yang diklasifikasikan ke dalam dua kelas yaitu *hemorrhagic* dan *ischemic*. Konfigurasi model dilakukan dalam dua tahap, dengan menggunakan *pretrained model EfficientNetB0* sebagai *base model*. Pada tahap *fine-tuning*, sebagian lapisan model yang telah dilakukan pretrain di-unfreeze untuk melibatkan proses pelatihan lebih lanjut. Selama proses training, model dioptimalkan menggunakan optimizer *Adam*, dengan learning rate minimum $1e-3$ sebelum *fine-tuning* dan saat *fine-tuning*, disetel ke $1e-4$ serta penerapan *Early Stopping* untuk mencegah *overfitting*. Hasil dari tahap pelatihan dan *fine-tuning* model menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam akurasi klasifikasi, dari sekitar 67,50% menjadi 84%. Evaluasi model pada dataset pengujian, menghasilkan akurasi kategorikal sebesar 83,91%. Metrik evaluasi lainnya seperti *presisi*, *recall* dan *f1-score* juga mengindikasikan kinerja yang baik. Hasil ini dapat bermanfaat bagi komunitas riset dalam pengembangan metode klasifikasi gambar medis, serta praktisi di bidang kedokteran untuk meningkatkan keakuratan diagnosis melalui analisis citra *MRI* otak.

Kata kunci: *stroke otak, convolutional neural network, transfer learning, efficientnet, fine tuning*

ABSTRACT

In the recent era of advances in AI and Machine Learning, the development of medical diagnosis support systems has become increasingly crucial. This research focuses on early detection and classification of stroke, a disease that significantly affects the patient's quality of life. The application of medical image technology, especially through Artificial Intelligence techniques such as Convolutional Neural Network, is a solution. This study proposes the use of the CNN method with the EfficientNetB0 architecture to increase the effectiveness of stroke image classification. The object of this research is a dataset of human brain MRI images from Kaggle, consisting of 2280 images classified into two classes, namely hemorrhagic and ischemic. Model configuration is carried out in two stages, using the pretrained model EfficientNetB0 as the base model. At the fine-tuning stage, some of the model layers that have been pretrained are unfreezed to involve a further training process. During the training process, the model was optimized using the Adam optimizer, with a minimum learning rate of $1e-3$ before fine-tuning and during fine-tuning, set to $1e-4$ and applying Early Stopping to prevent overfitting. Results from the training and fine-tuning stages of the model show a significant improvement in classification accuracy, from approximately 67.50% to 84%. Model evaluation on the test dataset resulted in a categorical accuracy of 83.91%. Other evaluation metrics such as precision, recall and f1-score also indicate good performance. These results can be useful for the research community in developing medical image classification methods, as well as practitioners in the medical field to improve the accuracy of diagnosis through brain MRI image analysis.

Keyword: brain stroke, convolutional neural network, transfer learning, efficientnet, fine tuning