



SKRIPSI

**OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR OTAK
MENGUNAKAN FUZZY C-MEANS DAN
EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA MRI
MANUSIA**

AKTAVAN KARUNIA RAHMAN
NPM 200810110036

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT
Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

**OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR
OTAK MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS DAN
EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA
MRI MANUSIA**

AKTAVAN KARUNIA RAHMAN
NPM 20081010036

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST.,MT
Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN
JAWA TIMUR FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

**OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN
FUZZY C-MEANS DAN EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA
MRI MANUSIA**

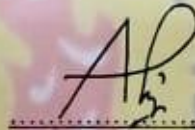
Oleh :

AKTAVAN KARUNIA RAHMAN

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur pada
tanggal 30 Januari 2024.

Menyetujui

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT
NIP. 222198 60 816400



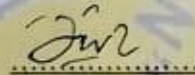
(Pembimbing I)

Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom
NPT. 3 7811 04 0199 I



(Pembimbing II)

Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom
NIP.19920317 2018031 002




(Ketua Penguji)

Firza Prima Aditiawan, S.Kom, M.T.I, M.C.F
NPT. 19860523 2001211 003



(Anggota Penguji)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN
FUZZY C-MEANS DAN EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA
MRI MANUSIA**

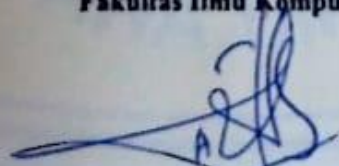
Oleh:

AKTAVAN KARUNIA RAHMAN

NPM. 20081010036

Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**



Fetty Tri Anggratny, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NPM : Aktavan Karunia Rahman / 20081010036

Program Studi : Informatika

Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
2. Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan disertasi dengan judul:

OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS DAN EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA MRI MANUSIA

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.



Surabaya, 30 Januari 2025
Yang Membuat Pernyataan,



AKTAVAN KARUNIA RAHMAN
NPM. 20081010036

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Aktavan Karunia Rahman / 20081010036
Judul Skripsi : Optimasi Klasifikasi Penyakit Tumor Otak
Menggunakan Fuzzy C-Means dan
EfficientNet Berdasarkan Data Citra MRI
Manusia
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
2. Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan klasifikasi tumor otak berbasis citra MRI menggunakan metode Fuzzy C-Means dan arsitektur EfficientNet. Segmentasi citra diterapkan untuk meningkatkan akurasi klasifikasi, dari 88% tanpa segmentasi menjadi 93% dengan segmentasi. ReduceLRonPlateau digunakan untuk penyesuaian learning rate adaptif, mencegah overfitting, dan mempercepat konvergensi model.

Pengujian dilakukan dengan 3629 data citra menggunakan empat skenario konfigurasi parameter berbeda. Hasil menunjukkan bahwa kernel 3x3 memberikan hasil optimal dengan keseimbangan antara detail lokal dan pola global, sementara batch size 65 memberikan stabilitas pelatihan terbaik. Optimizer Adam terbukti paling unggul dibanding RMS Prop dan SGD dalam hal efisiensi pelatihan dan pencapaian akurasi tinggi.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa pendekatan Fuzzy C-Means dan EfficientNet memiliki potensi besar dalam mendukung pengembangan sistem pendukung diagnosis medis berbasis kecerdasan buatan, terutama untuk klasifikasi tumor otak dengan performa tinggi.

Kata kunci : Deteksi citra MRI, Klasifikasi tumor otak, Segmentasi Fuzzy C-Means, Efficientnet.

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Aktavan Karunia Rahman / 20081010036
Thesis Title : Optimization of Brain Tumor Disease Classification
Using Fuzzy C-Means and EfficientNet Based on
Human MRI Image Data.
Advisors : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
2. Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

This study aims to optimize MRI image-based brain tumor classification using the Fuzzy C-Means method and the EfficientNet architecture. Image segmentation is applied to improve classification accuracy, from 88% without segmentation to 93% with segmentation. ReduceLROnPlateau is used for adaptive learning rate adjustment, preventing overfitting, and accelerating model convergence.

Testing was carried out with 3629 image data using four different parameter configuration scenarios. The results show that the 3x3 kernel provides optimal results with a balance between local details and global patterns, while the batch size of 65 provides the best training stability. The Adam optimizer proved to be superior to RMS Prop and SGD in terms of training efficiency and achieving high accuracy.

This study concludes that the Fuzzy C-Means and EfficientNet approaches have great potential in supporting the development of artificial intelligence-based medical diagnosis support systems, especially for high-performance brain tumor classification.

Keywords: MRI image detection, Brain tumor classification, Fuzzy c-means segmentation, Efficientnet.

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“OPTIMASI KLASIFIKASI PENYAKIT TUMOR OTAK MENGGUNAKAN FUZZY C-MEANS DAN EFFICIENTNET BERDASARKAN DATA CITRA MRI MANUSIA”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer di Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny S.Kom., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST.,MT selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan arahan selama proses penyelesaian skripsi.
5. Bapak Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan selama proses penyelesaian skripsi sekaligus dosen wali yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis selama proses perkuliahan.
6. Bapak Fawwaz Ali Akbar, S.Kom, M.Kom. dan bapak Firza Prima Aditiawan, S.Kom, M.T.I, M.C.F. selaku dosen penguji yang telah memberikan bimbingan, saran, dan masukan berharga selama proses ujian, sehingga membantu penulis menyelesaikan skripsi ini dengan lebih baik.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Eko Fathur Rahman dan Ibu Sri Wahyuni, A.Md, Keb. Beserta adik-adik dan kakek dan nenek yang saya cintai, hormati, dan saya banggakan, yang selalu memberikan motivasi dan doa untuk penulis.

8. Terimakasih untuk Shely Miftahu U'la yang telah banyak membantu saya, dari yang selalu mengingatkan penulis untuk harus menyelesaikan skripsi ini, yang selalu mengatakan “ayo perbaiki kodingnya, ayo digarap, ayo ditulis, dll”.
9. Serta tak terlupakan, terimakasih untuk teman teman prodi informatika angkatan 2020 yang telah banyak menemani dan membantu proses penulis. Khususnya teruntuk saudara Achmad Fajar Kurnianto dan Dimas Satriya Prayoga yang telah banyak menemani, memberikan kontribusi, motivasi, dan pengalaman yang luar biasa.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 30 Januari 2025

Aktavan Karunia Rahman
NPM.20081010036

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	v
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	vii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xix
BAB PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Batasan Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	9
2.1. Penelitian Terdahulu	9
2.2. Tumor Otak	11
2.3. Citra MRI Otak	13
2.4. Python	13
2.5. Segmentasi Citra	14
2.6. Klasifikasi Citra	16
2.7. Deep Learning	17
2.8. Fuzzy C-Means	18
2.9. EfficientNet	19
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1. Tahapan Penelitian	31
3.2. Studi Literatur	31
3.3. Pengumpulan Data	31
3.4. Pra Proses Data	32

3.4.1. Pemotongan Gambar	32
3.4.2. Pengubahan Ukuran Gambar	33
3.4.3. Normalisasi Gambar	33
3.5. Augmentasi Data	34
3.6. Segmentasi Fuzzy C-Means	35
3.6.1. Pranormalan Citra	36
3.6.2. Transformasi Citra menjadi bentuk Fuzzy	37
3.6.3. Pembaruan Pusat Klaster	39
3.6.4. Perhitungan Derajat Keanggotaan Fuzzy	42
3.6.5. Pembaruan Hasil Segmentasi	44
3.6.6. Iterasi dan Kovegensi	45
3.6.7. Penentuan Hasil Segmentasi	45
3.6.8. Hasil Segmentasi FCM	46
3.7. Klasifikasi EfficientNet	47
3.7.1. Steam (Blok Awal)	47
3.7.2. Blok MBConv	50
3.7.3. Head (Blok Akhir)	53
3.8. Evaluasi Hasil	60
3.8.1. Confusion Matrix	60
3.8.2. ROC Curve	61
3.9. Skenario Uji	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1. Implementasi Program	63
4.1.1. Import Library	63
4.1.2. Analisis Dataset	64
4.1.3. PraProses Data	65
4.1.4. Pembagian Dataset	67
4.1.5. Segmentasi Citra Fuzzy C-Heans	68
4.1.6. Klasifikasi Citra EfficientNet	70
4.1.7. Pelatihan Model	74
4.2. Evaluasi Pengujian	75

4.2.1. Skenario Pengujian Kernel.....	76
4.2.2. Skenario Pengujian Batch Size.....	86
4.2.3. Skenario Pengujian Optimizer	102
4.2.4. Scenario Pengujian Tanpa Segmentasi	116
4.2.5. Prediksi Gambar dari Google Image	120
4.2.6. Evaluasi Akhir	122
BAB V KESIMPULAN	123
5.1. Kesimpulan	123
5.2. Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125
RIWAYAT HIDUP	128

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Output Arsitektur EfficientNet	73
Tabel 4.2 Akurasi Skenario Kernel	85
Tabel 4.3 Akurasi Skenario Batch Size	101
Tabel 4.4 Akurasi Skenario Optimizer	115
Tabel 4.5 Akurasi Skenario Terbaik	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur EfficientNet	20
Gambar 3.1 Diagram Alur Penelitian	31
Gambar 3.2 Alur Praproses Data	32
Gambar 3.3 Alur Augmentasi Data	34
Gambar 3.4 Visualisasi Augmentasi Data	35
Gambar 3.5 Alur Segmentasi FCM	36
Gambar 3.6 Visualisasi Proses Segmentasi FCM	46
Gambar 3.7 Alur Klasifikasi EfficientNet	47
Gambar 4.1 Distribusi Gambar Per Kelas	64
Gambar 4.2 Frekuensi Gambar pada Data Train	65
Gambar 4.3 Output Praproses Pertama	66
Gambar 4.4 Output Praproses Kedua	67
Gambar 4.5 Hasil Segmentasi FCM	70
Gambar 4.6 Kurva Kernel 2x2	77
Gambar 4.7 Skenario Kernel 2x2	78
Gambar 4.8 Confusion Matrix kernel 2x2	78
Gambar 4.9 ROC Curve kernel 2x2	79
Gambar 4.10 Kurva kernel 3x3	80
Gambar 4.11 Skenario Kernel 3x3	81
Gambar 4.12 Confusion Matrik kernel 3x3	82
Gambar 4.13 ROC Curve kernel 3x3	84
Gambar 4.14 Kurva Batch Size 32	87
Gambar 4.15 Skenario Batch Size 32	88
Gambar 4.16 Confusion Matrik Batch Size 32	89
Gambar 4.17 ROC Curve batch size 32	90
Gambar 4.18 Kurva Batch Size 64	91
Gambar 4.19 Skenario batch size 64	93
Gambar 4.20 Confusion Matrik kernel 3x3	94
Gambar 4.21 ROC Curve kernel 3x3	95

Gambar 4.22 Kurva Batch Size 128	96
Gambar 4.23 Skenario Batch Size 128	98
Gambar 4.24 Confusion Matrix Batch Size 128	99
Gambar 4.25 ROC Curve batch size 128	100
Gambar 4.26 Kurva Optimizer Adam	103
Gambar 4.27 Skenario Optimizer Adam	104
Gambar 4.28 Confusion Matrix Adam	105
Gambar 4.29 ROC Curve Optimizer Adam	106
Gambar 4.30 Kurva Optimizer RMS Prop	107
Gambar 4.31 Skenario RMS Prop	108
Gambar 4.32 Confusion Matrix RMS Prop	109
Gambar 4.33 ROC Curve Optimizer RMS Prop	110
Gambar 4.34 Kurva SGD dengan Momentum	111
Gambar 4.35 Skenario SGD dengan Momentum	112
Gambar 4.36 Confusion Matrix SGD dengan Momentum	113
Gambar 4.37 ROC Curve SGD dengan Momentum	114
Gambar 4.38 Kurva Tanpa Segmentasi Citra	116
Gambar 4.39 Akurasi Skenario Tanpa Segmentasi Citra	117
Gambar 4.40 Confusion Matrix Tanpa Segmentasi	118
Gambar 4.41 ROC Curve Tanpa Segmentasi Citra	119
Gambar 4.42 Prediksi Google Image	121