

**Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional
Neural Network Model InceptionResNet-V2**

Laporan Tugas Akhir

Diajukan Untuk Memenuhi

Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana

Informatika Universitas Muhammadiyah Malang



Elan Cahya Niswary
202010370311164

Bidang Minat
Data Science

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG**

2024

LEMBAR PERSETUJUAN

Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional Neural Network Model InceptionResNet-V2

TUGAS AKHIR

**Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang**



Menyetujui,
Malang, 16 Juli 2024

Dosen Pembimbing 1



Christian Sri Kusuma Aditya S.Kom., M.Kom

NIP. 180327021991PNS.

LEMBAR PENGESAHAN

Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional Neural Network Model InceptionResNet-V2

TUGAS AKHIR

Sebagai Persyaratan Guna Meraih Gelar Sarjana Strata 1
Informatika Universitas Muhammadiyah Malang

Disusun Oleh :

ELAN CAHYA NISWARY

202010370311164

Tugas Akhir ini telah diuji dan dinyatakan lulus melalui sidang majelis pengujian
pada tanggal 16 Juli 2024

Menyetujui,

Dosen Penguji 1



Vinna Rahmavanti S.Si., M.Si

NIP. 180306071990PNS.

Dosen Penguji 2



Ir. Yufis Azhar S.Kom., M.Kom.

NIP. 10814100544PNS.

Mengetahui,
Ketua Jurusan Informatika



Ir. Galih Wasis Wicaksono S.kom., M.Cs.

NIP. 10814100541PNS.

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : ELAN CAHYA NISWARY

NIM : 202010370311164

FAK./JUR. : Informatika

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “**Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional Neural Network Model InceptionResNet-V2**” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko/sanksi yang berlaku.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Malang, 16 Juli 2024
Yang Membuat Pernyataan



Christian Sri Kusuma Aditya S.Kom.,
M.Kom

ELAN CAHYA NISWARY

ABSTRAK

Sebagai pusat sistem saraf, otak memainkan peran penting dalam mengendalikan berbagai fungsi tubuh. Tumor otak, terjadi karena pertumbuhan sel abnormal di otak yang dapat mengganggu fungsi dan memerlukan penanganan yang tepat. Penelitian ini menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) dengan arsitektur InceptionResNet-V2 untuk mengklasifikasikan jenis tumor otak pada gambar MRI. Model ini menggabungkan modul inception dan koneksi jaringan residual untuk mengekstraksi fitur kompleks dari gambar. Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan akurasi dan efisiensi klasifikasi jenis tumor otak dengan augmentasi data dan teknik Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) untuk meningkatkan kontras gambar. Dataset yang digunakan diambil dari situs Kaggle dengan judul "Brain Tumor Classification (MRI)", mencakup empat kelas: no tumor, glioma tumor, meningioma tumor, dan pituitary tumor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa arsitektur InceptionResNet-V2 dengan augmentasi data dan teknik CLAHE secara signifikan meningkatkan akurasi klasifikasi jenis tumor otak, yang mencapai akurasi tertinggi sebesar 98%.

Kata Kunci: Tumor Otak, MRI, InceptionResNet-V2, Convolutional Neural Network

ABSTRACT

As the center of the nervous system, the brain plays an important role in controlling various bodily functions. Brain tumors, occur due to abnormal cell growth in the brain that can interfere with these functions and require appropriate treatment. This study uses Convolutional Neural Network (CNN) with InceptionResNet-V2 architecture to classify brain tumor types in MRI images. This model combines the inception module and residual network connections to extract complex features from images. The purpose of this study is to improve the accuracy and efficiency of brain tumor type classification by data augmentation and Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) technique to enhance image contrast. The dataset used is taken from the Kaggle website with the title "Brain Tumor Classification (MRI)", including four classes: no tumor, glioma tumor, meningioma tumor, and pituitary tumor. The results show that the InceptionResNet-V2 architecture with data augmentation and CLAHE technique significantly improves the accuracy of brain tumor type classification, achieving the highest accuracy of 98%.

Keywords: Brain Tumor, MRI, InceptionResNet-V2, Convolutional Neural Network

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Christian Sri Kusuma Aditya, S.Kom., M.Kom. selaku pembimbing tugas akhir.
2. Bapak/Ibu Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang.
3. Bapak Galih Wasis Wicaksono, S.Kom., M.Cs., selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Muhammadiyah Malang.
4. Seluruh Dosen beserta Staff Program Studi Informatika Universitas Muhammadiyah Malang yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis selama melaksanakan studi.
5. Ibu Baiq Yustini, S.Pd. dan Bapak Subaidi, S.Sos. selaku orang tua dan donatur kehidupan penulis sejak balita hingga saat ini.
6. Kepada seluruh keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan, penulis ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, kepada saudari penulis Haning Shofia Cahyani dan Faza Nabila Cahyani, terimakasih karena selalu mendoakan yang terbaik dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kepada sahabat penulis sedari 10 tahun yang lalu yakni Dinda Pangestu, Dini Zenata, Nur Rahmah, Rizky Ayu, Fika Oktaviani, Ema Kusumawati, dan Celia Santri, penulis ucapkan terimakasih karena sudah menemani dan memberikan semangat kepada penulis serta sudah mendengarkan segala keluh kesah penulis selama mengerjakan tugas akhir.
8. Kepada teman-teman kuliah penulis yang tergabung di grup Lacoco, Devi Aprilya, Ivon Viqro Dini, Filzah Dahliah, Khairunnisa, Yayan Sulastriwati, dan Novia Adelia. Penulis ucapkan terimakasih karena selalu bersama penulis selama masa kuliah dan juga memberikan semangat saat mengerjakan tugas akhir.

9. Kepada sahabat MAN penulis yang tergabung dalam grup Biuti yaitu, Latifah, Lisa Safaira, Ela, Linda, Caca dan Amel terimakasih selalu memberikan semangat kepada penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
10. Kepada Vallent Austin Theasar K, penulis ucapkan terimakasih setulus hati karena selalu menemani penulis sedari awal penyusunan tugas akhir, terimakasih sudah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis disaat penulis merasa sedih, takut, cemas dan selalu meyakinkan penulis jika penulis pasti bisa menyelesaikan tugas akhir.
11. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Terimakasih sebanyak-banyaknya atas semua bantuan dan kontribusi yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Terakhir, terimakasih untuk penulis sendiri, Elan Cahya Niswary, terimakasih karena tetap berjuang sedari awal bangku perkuliahan sampai dapat menyanggah gelar sarjana. Terimakasih karena tetap berusaha dan tidak pernah menyerah dengan kesulitan atau rintangan yang ada, terimakasih telah berkomitmen untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucap syukur kepada Allah SWT, Tuhan semesta alam, atas segala rahmat dan hidayah-Nya yang tiada terhingga, peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul:

“Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional Neural Network Model InceptionResNet-V2”.

Tulisan ini memaparkan pokok-pokok bahasan yang mencakup rancangan klasifikasi, model klasifikasi yang digunakan, arsitektur model yang disusun, kinerja sistem, serta evaluasi dan pengujian sistem klasifikasi citra berupa gambar.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan keterbatasan, baik dari segi metodologi penelitian, analisis data, maupun tata bahasa penulisan. Oleh karena itu, peneliti sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Malang, 3 Juli 2024



Elan Cahya Niswary

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
3.1 Studi Terdahulu	6
3.2 Tumor Otak	8
3.3 Magnetic Resonance Imaging	8
3.4 Convolutional Neural Network	8
3.5 InceptionResNet-V2	9
3.6 Pemrograman Python.....	10
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1 Tahapan Penelitian	10

3.2	Dataset	11
3.3	Pre-Processing	12
3.4	Data Splitting.....	13
3.5	Augmentasi Data	13
3.6	Arsitektur Model InceptionResNet-V2	13
3.7	Evaluasi Model.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		16
4.1	Load Dataset.....	16
4.2	Pre-Processing	16
4.3	Data Splitting.....	17
4.4	Data Augmentation.....	18
4.5	Model InceptionResNetV2.....	19
4.6	Training Model.....	20
4.7	Evaluasi Model.....	20
4.7.1	InceptionResNetV2 + CLAHE	20
4.7.2	InceptionResNetV2.....	20
4.8	Perbandingan Performa Model.....	24
BAB V PENUTUP.....		25
5.1	Kesimpulan.....	25
5.2	Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA		xiii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Convolutional Neural Network (CNN)	9
Gambar 2. Struktur InceptionResNetV2	9
Gambar 3. Tahapan Penelitian.....	11
Gambar 4. Sampel citra asli.....	12
Gambar 5. Perbedaan Sebelum dan Sudah Penerapan CLAHE.....	13
Gambar 6. Implementasi Load Dataset	16
Gambar 7. Preprocessing CLAHE.....	17
Gambar 8. Data Splitting	18
Gambar 9. Augmentasi Data	18
Gambar 10. Arsitektur Model.....	19
Gambar 11. Model.....	20
Gambar 12. Grafik Model Skenario 1	21
Gambar 13. Confussion Matrix	22
Gambar 14. Grafik Model Skenario 2	23
Gambar 15. Classification Report Skenario 1	24
Gambar 16. Classification Report Skenario 2	24

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Pustaka Terdahulu.....	6
Tabel 2. Model Architecture	14
Tabel 3. Perbandingan Performa Model	24



DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Özkaraca *et al.*, “Multiple Brain Tumor Classification with Dense CNN Architecture Using Brain MRI Images,” *Life*, vol. 13, no. 2, 2023, doi: 10.3390/life13020349.
- [2] K. Pattabiraman, S. K. Muchnik, and N. Sestan, “The evolution of the human brain and disease susceptibility,” *Curr. Opin. Genet. Dev.*, vol. 65, pp. 91–97, 2020, doi: 10.1016/j.gde.2020.05.004.
- [3] J. Kang, Z. Ullah, and J. Gwak, “Mri-based brain tumor classification using ensemble of deep features and machine learning classifiers,” *Sensors*, vol. 21, no. 6, pp. 1–21, 2021, doi: 10.3390/s21062222.
- [4] A. Gumaei, M. M. Hassan, M. R. Hassan, A. Alelaiwi, and G. Fortino, “A Hybrid Feature Extraction Method with Regularized Extreme Learning Machine for Brain Tumor Classification,” *IEEE Access*, vol. 7, no. c, pp. 36266–36273, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2904145.
- [5] N. Varuna Shree and T. N. R. Kumar, “Identification and classification of brain tumor MRI images with feature extraction using DWT and probabilistic neural network,” *Brain Informatics*, vol. 5, no. 1, pp. 23–30, 2018, doi: 10.1007/s40708-017-0075-5.
- [6] M. C. Daniel and L. M. Ruxandra, “Brain Tumor Classification Using Pretrained Convolutional Neural Networks,” *2021 16th Int. Conf. Eng. Mod. Electr. Syst. EMES 2021 - Proc.*, vol. 11, no. September, pp. 1457–1461, 2021, doi: 10.1109/EMES52337.2021.9484102.
- [7] M. L. Septipalan, M. S. Hibrizi, N. Latifah, R. Lina, and F. Bimantoro, “Klasifikasi Tumor Otak Menggunakan CNN Dengan Arsitektur Resnet50,” *Semin. Nas. Teknol. Sains*, vol. 3, no. 1, pp. 103–108, 2024, doi: 10.29407/stains.v3i1.4357.
- [8] R. R. Wahid, F. T. Anggraeny, and B. Nugroho, “Implementasi Metode Extreme Learning Machine untuk Klasifikasi Tumor Otak pada Citra

- Magnetic Resonance Imaging,” *Pros. Semin. Nas. Inform. Bela Negara*, vol. 1, no. May, pp. 16–20, 2020, doi: 10.33005/santika.v1i0.45.
- [9] D. R. Nayak, N. Padhy, P. K. Mallick, M. Zymbler, and S. Kumar, “Brain Tumor Classification Using Dense Efficient-Net,” *Axioms*, vol. 11, no. 1, 2022, doi: 10.3390/axioms11010034.
- [10] S. Saeedi, S. Rezayi, H. Keshavarz, and S. R. Niakan Kalhori, “MRI-based brain tumor detection using convolutional deep learning methods and chosen machine learning techniques,” *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 23, no. 1, pp. 1–17, 2023, doi: 10.1186/s12911-023-02114-6.
- [11] H. A. Khan, W. Jue, M. Mushtaq, and M. U. Mushtaq, “Brain tumor classification in MRI image using convolutional neural network,” *Math. Biosci. Eng.*, vol. 17, no. 5, pp. 6203–6216, 2020, doi: 10.3934/MBE.2020328.
- [12] A. Thomas, P. M. Harikrishnan, P. Palanisamy, and V. P. Gopi, “Moving Vehicle Candidate Recognition and Classification Using Inception-ResNet-v2,” *Proc. - 2020 IEEE 44th Annu. Comput. Software, Appl. Conf. COMPSAC 2020*, pp. 467–472, 2020, doi: 10.1109/COMPSAC48688.2020.0-207.
- [13] A. E. Minarno, M. Hazmi Cokro Mandiri, Y. Munarko, and H. Hariyady, “Convolutional Neural Network with Hyperparameter Tuning for Brain Tumor Classification,” *Kinet. Game Technol. Inf. Syst. Comput. Network, Comput. Electron. Control*, vol. 4, 2021, doi: 10.22219/kinetik.v6i2.1219.
- [14] N. Nandhagopal, C. Jaichander, and R. Ponniwalavan, “Image Classification using MRI Images in Brain Tumor,” *Asian J. Res. Soc. Sci. Humanit.*, vol. 6, no. cs1, p. 422, 2016, doi: 10.5958/2249-7315.2016.00974.6.
- [15] M. M. Badža and M. C. Barjaktarović, “Classification of brain tumors from mri images using a convolutional neural network,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 6, 2020, doi: 10.3390/app10061999.
- [16] M. N. Winnarto, M. Mailasari, and A. Purnamawati, “Klasifikasi Jenis

- Tumor Otak Menggunakan Arsitektur Mobilenet V2,” *J. SIMETRIS*, vol. 13, no. 2, pp. 1–12, 2022.
- [17] F. Citra R, F. Indriyani, and I. R. Rahadjeng, “Klasifikasi Tumor Otak Berbasis Magnetic Resonance Imaging Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network,” *Digit. Transform. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 918–924, 2024, doi: 10.47709/digitech.v3i2.3469.
- [18] A. Anton, N. F. Nissa, A. Janiati, N. Cahya, and P. Astuti, “Application of Deep Learning Using Convolutional Neural Network (CNN) Method For Women’s Skin Classification,” *Sci. J. Informatics*, vol. 8, no. 1, pp. 144–153, 2021, doi: 10.15294/sji.v8i1.26888.
- [19] A. Muis and F. Muhammad, “Pelatihan Text Mining Menggunakan Bahasa Pemrograman Python,” pp. 36–46.
- [20] M. Hussain, J. J. Bird, and D. R. Faria, “A study on CNN transfer learning for image classification,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 840, pp. 191–202, 2019, doi: 10.1007/978-3-319-97982-3_16.
- [21] F. G. Classification, U. Deep, and L. Model, “Journal of engineering physics,” *Int. J. Heat Mass Transf.*, vol. 13, no. 7, pp. 1251–1260, 1970, doi: 10.1016/0017-9310(70)90018-9.
- [22] P. Chhikara, P. Singh, P. Gupta, and T. Bhatia, “Deep convolutional neural network with transfer learning for detecting pneumonia on chest x-rays,” *Adv. Intell. Syst. Comput.*, vol. 1064, pp. 155–168, 2020, doi: 10.1007/978-981-15-0339-9_13.



UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH
MALANG



FAKULTAS TEKNIK

INFORMATIKA

informatika.umm.ac.id | informatika@umm.ac.id

FORM CEK PLAGIARISME LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Elan Cahya Niswary
 NIM : 202010370311031
 Judul TA : Klasifikasi Citra Tumor Otak MRI Menggunakan Convolutional Neural Network Model InceptionResNet-V2

Hasil Cek Plagiarisme dengan Turnitin

No.	Komponen Pengecekan	Nilai Maksimal Plagiarisme (%)	Hasil Cek Plagiarisme (%) *
1.	Bab 1 – Pendahuluan	10 %	0%
2.	Bab 2 – Daftar Pustaka	25 %	15%
3.	Bab 3 – Analisis dan Perancangan	25 %	18%
4.	Bab 4 – Implementasi dan Pengujian	15 %	4%
5.	Bab 5 – Kesimpulan dan Saran	5 %	0%
6.	Makalah Tugas Akhir	20%	4%

*) Hasil cek plagiarisme diisi oleh pemeriksa (staf TU)

*) Maksimal 5 kali (4 Kali sebelum ujian, 1 kali sesudah ujian)

Mengetahui,

Pemeriksa (Staff TU)


 (.....)



Kampus I
 Jl. Semarang 1 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 551 252 (Hunting)
 F. +62 341 460 426

Kampus II
 Jl. Bendungan Sulani No 185 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 551 149 (Hunting)
 F. +62 341 582 880

Kampus III
 Jl. Raya Tlogomas No 246 Malang, Jawa Timur
 P. +62 341 264 319 (Hunting)
 F. +62 341 460 426
 E. webmaster@umm.ac.id