

**PENGEMBANGAN SISTEM *MACHINE LEARNING* PADA *MAGNETIC
RESONANCE IMAGING* UNTUK DETEKSI TUMOR OTAK BESERTA
JENISNYA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana

Sains Program Studi Fisika

Kelompok Bidang Kajian Fisika Instrumentasi



Disusun Oleh:

Muhammad Ajriel Rahayu

2000019

PROGRAM STUDI FISIKA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

PENGEMBANGAN SISTEM *MACHINE LEARNING* PADA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* UNTUK DETEKSI TUMOR OTAK BESERTA JENISNYA

Oleh

Muhammad Ajriel Rahayu

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Muhammad Ajriel Rahayu 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Mei 2024

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

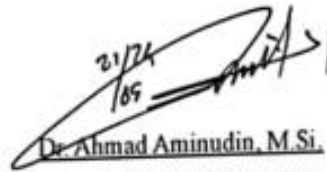
LEMBAR PENGESAHAN

Muhammad Ajriel Rahayu

**PENGEMBANGAN SISTEM *MACHINE LEARNING* PADA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* UNTUK DETEKSI TUMOR OTAK BESERTA
JENISNYA**

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ahmad Aminudin, M.Si.

NIP. 197211122008121001

Pembimbing II



Nanang Dwi Ardi, S.Si., M.T.

NIP. 198012122005011002

Mengetahui

Ketua prodi Fisika



Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si.

NIP. 197905012003121001

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Pengembangan Sistem *Machine Learning* Pada *Magnetic Resonance Imaging* Untuk Deteksi Tumor Otak Beserta Jenisnya**” 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, Mei 2024

Yang membuat pernyataan,

Muhammad Ajriel Rahayu

NIM. 2000019

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “Pengembangan Sistem *Machine learning* Pada Magnetic Resonance Imaging Untuk Deteksi Tumor Otak Beserta Jenisnya”. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Fisika Kelompok Kajian Fisika Instrumentasi.

Penyelesaian skripsi ini tidak hanya menjadi hasil dari upaya individu, tetapi juga dipengaruhi oleh dukungan serta bantuan berharga dari berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan dan dorongan kepada penulis. Oleh karena itu, dengan tulus saya mengucapkan terima kasih atas kontribusi dan dukungan yang telah diberikan, yang telah memungkinkan penulisan skripsi ini dapat terselesaikan tepat waktu.

Penulis juga menyadari bahwa masih banyak kesalahan dalam penyusunan skripsi ini, baik dan segi kosakata, tata bahasa, etika maupun isi. Maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang akan menjadi evaluasi bagi penulis. Akhir kata semoga skripsi dapat bermanfaat serta menambah wawasan sehingga dapat menjadi sumbangan yang berarti bagi ilmu pengetahuan.

Bandung, Mei 2024

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan, doa dan dukungan untuk penulis baik secara moral, tenaga maupun materi. Maka penulis ingin mengucapkan terima kasih dan semoga Allah SWT. Senantiasa memberikan keridhaan kepada pihak-pihak berikut ini:

1. Bapak Asep Hendra Rahayu dan Ibu Dati Raksawati selaku kedua orang tua dari penulis yang selalu memberikan dukungan moral serta materi sehingga penulis bisa terus menuntut ilmu.
2. Bapak Dr. Ahmad Aminudin, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan waktu yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Nanang Dwi Ardi, S.Si., M. T. selaku pembimbing akademik serta dosen pembimbing II yang telah membantu memberikan arahan mengenai administrasi selama perkuliahan penulis dan juga telah memberikan bimbingan, arahan, dan waktu dalam terselesaikannya skripsi ini.
4. Prof. Dr. Endi Suhendi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika yang telah membantu penulis dalam memberikan arahan mengenai administrasi selama perkuliahan sampai dengan penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh dosen Program Studi Fisika yang telah memberikan banyak ilmu selama penulis menjalankan masa perkuliahan.
6. Tim SETIA Marketing Surya Citra Media yang telah memberikan motivasi bagi penulis, sehingga penulis bisa konsisten dan progresif dalam mengerjakan skripsi ini.
7. Putra, Intan, Aghisna yang telah memberikan arahan, motivasi dan telah menemani penulis selama terselesaikannya skripsi ini.
8. Teman-teman mahasiswa kelas Fisika C yang telah menemani penulis dalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Metode analisa citra hasil pemeriksaan MRI untuk diagnosa penyakit tumor otak oleh dokter secara manual membutuhkan waktu yang lama dan juga rentan mengalami *human error*. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya yang dapat membantu dokter untuk mempercepat waktu diagnosa dan meminimalkan kesalahan diagnosa. Salah satu upaya yang bisa dilakukan adalah dengan menggunakan *machine learning* dalam mendiagnosa penyakit tumor otak dari citra yang dihasilkan mesin MRI. *Machine learning* dapat dibuat dengan melatih citra-citra otak terdahulu yang sudah diberi label jenis tumor otaknya dengan model algoritma *machine learning* yang dikembangkan. Algoritma yang dikembangkan menentukan seberapa efektif *machine learning* dapat mendiagnosa jenis tumor otak. Pengembangan dapat dilakukan dengan mengubah struktur dalam algoritma yang telah dibuat. Pada penelitian ini dilakukan pengembangan algoritma *machine learning CNN* jenis *EfficientNetV2S* yang merupakan salah satu cabang *machine learning* untuk pengolahan citra. Algoritma model *EfficientNetV2S* yang dikembangkan pada penelitian ini akan dilatih untuk diagnosa jenis tumor otak Glioma, Meningioma, Neurocytoma, Schwannoma dan otak Normal. Algoritma model *EfficientNetV2S* dapat mengklasifikasikan jenis tumor otak dengan baik yang pada penelitian ini dengan hasil akurasi sebesar 98,39% dan nilai validasi sebesar 95%. Penggunaan teknik augmentasi data pada tahap *preprocessing* citra serta ditambah penambahan layer *dense* pada lapisan *fully connected layer* pada algoritma *EfficientNetV2S* meningkatkan nilai akurasi data menjadi 99,53% dan nilai validasi data menjadi 99,00% sehingga lebih efektif dalam mengklasifikasikan jenis tumor otak. Adapun setiap citra jenis tumor otak memiliki karakteristik pola persebaran pixel atau *array* yang khas sehingga dapat diklasifikasikan.

Kata kunci : MRI, *Machine learning*, Diagnosa, Tumor Otak, *EfficientNetV2S*

ABSTRACT

The analysis method of MRI image results for diagnosing brain tumor diseases by doctors manually requires a long time and is also prone to human error. Therefore, an effort is needed to assist doctors in speeding up the diagnosis time and minimizing diagnostic errors. One effort that can be made is by using *machine learning* to diagnose brain tumor diseases from MRI machine-generated images. *Machine learning* can be implemented by training previous brain images that have been labeled with their respective brain tumor types using a developed *machine learning* algorithm model. The developed algorithm determines how effective *machine learning* can diagnose brain tumor types. Further development can be achieved by modifying the structure within the created algorithm. In this study, the development of the *EfficientNetV2S* CNN *machine learning* algorithm, which is one branch of *machine learning* for image processing, was conducted. The developed *EfficientNetV2S* model in this research will be trained to diagnose Glioma, Meningioma, Neurocytoma, Schwannoma, and Normal brain tumor types. The *EfficientNetV2S* model algorithm can classify brain tumor types effectively, achieving an accuracy of 98.39% and a validation score of 95% in this study. The use of data augmentation techniques in the image preprocessing stage, along with the addition of dense layers in the fully connected layer of the *EfficientNetV2S* algorithm, increased the accuracy to 99.53% and the validation score to 99.00%, thus making it more effective in classifying brain tumor types. Each type of brain tumor image has characteristic patterns of pixel distribution or arrays, enabling classification.

Keywords: MRI, *Machine learning*, Diagnosis, Brain Tumor, *EfficientNetV2S*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi.....	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Konsep Dasar Resonansi Magnetik pada MRI.....	6
2.2 Proses Pencitraan MRI pada tubuh manusia	7
2.3 Pengolahan dan Rekonstruksi Citra MRI	13
2.4 Komponen Utama Mesin MRI	16
2.5 Jenis-jenis penyakit tumor otak	17
2.6 Ekstraksi Fitur GLCM.....	21
2.7 <i>Machine learning</i>	22
2.8 Convolutional Neural Network (CNN)	23
BAB III METODE PENELITIAN.....	30
3.1 Fokus Penelitian	31
3.2 Desain Penelitian	33

3.3 Alat dan Bahan	35
3.4 Desain Algoritma <i>Machine learning</i> Untuk Klasifikasi Jenis Tumor Otak hasil MRI	38
3.5 Pembangunan <i>Machine learning</i> Pengolah Citra MRI dalam Klasifikasi Jenis Tumor Otak.....	40
3.6 Pengujian dan Pengolahan Data untuk Memperoleh Karakteristik <i>Machine learning</i> Pengolahan Citra MRI dalam klasifikasi Jenis Tumor Otak.....	49
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Karakteristik Keunikan Citra MRI yang dapat diterima oleh <i>Machine learning</i> Pengolah Citra MRI untuk Diagnosa Penyakit Tumor Otak	51
4.2 Karakteristik Akurasi <i>Machine learning</i> Pengolah Citra MRI dalam Klasifikasi jenis Tumor Otak.....	53
4.3 Karakteristik Resolusi Citra MRI yang dapat Diolah <i>Machine learning</i> Pengolah Citra MRI untuk Klasifikasi Jenis Tumor Otak.....	62
BAB V SIMPULAN DAN REKOMENDASI.....	66
5.1 Simpulan.....	66
5.2 Rekomendasi dan saran	66
DAFTAR PUSTAKA	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi penembakkan sinyal RF dan medan magnet	6
Gambar 2.2 Reaksi proton saat dipancarkan medan magnet	9
Gambar 2.3 Pergerakan proton dalam medan magnet	9
Gambar 2.4 Grafik sinyal FID	11
Gambar 2.5 Gradien medan magnet pada MRI	12
Gambar 2.6 Slicing dengan gradien medan magnet pada tubuh manusia.....	13
Gambar 2.7 Alur pengolahan dan rekontruksi citra MRI oleh komputer	13
Gambar 2.8 Set alat inti pada MRI	16
Gambar 2.9 Tumor otak glioma	18
Gambar 2.10 Tumor Otak meningioma	19
Gambar 2.11 Tumor otak neurocytoma.....	20
Gambar 2.12 Tumor otak schwannoma.....	20
Gambar 2.13 Contoh augmentasi pada citra	23
Gambar 2.14 Konvolusi satu dimensi	24
Gambar 2.15 Konvolusi pada matriks.....	25
Gambar 2.16 Lapisan dasar cnn	25
Gambar 2.17 Proses keseluruhan pelatihan CNN	27
Gambar 2.18 Struktur dalam MBConv dan Fused-MbConv	28
Gambar 3.1 Struktur penelitian SDLC waterfall.....	30
Gambar 3.2 Diagram keseluruhan proses yang bekerja dalam deteksi tumor otak	31
Gambar 3.3 Desain penelitian yang akan dilakukan.....	34
Gambar 3.4 Alur untuk mengetahui nilai akurasi terbaik pada machine model machine learning yang dibuat	39

Gambar 3.5 Konversi warna ke dalam matriks pada machine learning.....	40
Gambar 4.1. Citra sebelum diberi threshold	51
Gambar 4.2 Citra yang telah diberi threshold	52
Gambar 4.3 Proses pelatihan algoritma dasar EfficientNetV2	54
Gambar 4.5 Hasil confusion matriks algoritma tanpa pengembangan.....	56
Gambar 4.4 Proses pelatihan algoritma dasar EfficientNetV2 dengan penambahan layer konvolusi	57
Gambar 4.5 Proses pelatihan algoritma dasar EfficientNetV2 dengan penambahal layer maxpooling.....	58
Gambar 4.6 Proses pelatihan algoritma dasar EfficientNetV2 dengan penambahal layer maxpooling.....	59
Gambar 4.7 Grafik hasil iterasi algoritma EfficientNetV2S dengan penambahan layer dense.....	60
Gambar 4.8 Hasil confusion matriks hasil pengembangan algoritma	61
Gambar 4.9 Grafik hasil iterasi dengan citra berukuran 128x128 pixel	63
Gambar 4.10 Grafik hasil iterasi dengan citra berukuran 384x384 pixel	64
Gambar 4.11 Grafik hasil iterasi dengan citra berukuran 512x512 pixel	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Rasio giromagnetik untuk setiap unsur di alam	8
Tabel 2.2 Arsitektur efficientnetv2.....	29
Tabel 3.2 Pembagian data yang akan digunakan pada penelitian	43
Tabel 3.2 Confussion Matriks	46
Tabel 4.1 Hasil ekstraksi fitur Glcm	52
Tabel 4.2 Tabel desain pengembangan <i>machine learning</i> dan hasilnya.....	54
Tabel 4.3 Hasil pengujian pengaruh resolusi citra terhadap algoritma yang dikembangkan	62

DAFTAR PUSTAKA

- Abell, M. L., & Braselton, J. P. (2018). Introduction to the Laplace Transform. Dalam *Introductory Differential Equations* (hlm. 399–460). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814948-5.00008-2>
- Andre, R., Wahyu, B., & Purbaningtyas, R. (2021). *KLASIFIKASI TUMOR OTAK MENGGUNAKAN CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DENGAN ARSITEKTUR EFFICIENTNET-B3* (Vol. 11, Nomor 3). <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/just-it/index>
- Brain Tumor Facts*. (2022). <https://braintumor.org/brain-tumors/>
- Cutfield, S. W., Wickremesekera, A. C., Mantamadiotis, T., Kaye, A. H., Tan, S. T., Stylli, S. S., & Itineang, T. (2019). Tumour stem cells in schwannoma: A review. Dalam *Journal of Clinical Neuroscience* (Vol. 62, hlm. 21–26). Churchill Livingstone. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2018.12.022>
- Dale, B. M., Brown, M. A., Semelka, R. C., & Preceded by (work): Brown, M. A. (2015). *MRI : basic principles and applications*.
- Devella, S., & Arianto, K. (2020). *Deteksi Penyakit Malaria Menggunakan Convolutional Neural Network Berbasis Saliency (Detection of Malaria Using Convolutional Neural Network Based on Saliency)* (Vol. 8, Nomor 1).
- Fardilasoliha, S. (2023). Analisis Tes Flakiness Untuk *Machine learning* Menggunakan Python. *Jurnal Ilmu Teknik dan Informatika (TEKNIK)*, 3(1), 2798–2513. <https://doi.org/10.51903/teknik.v3i1>
- Fattah, M. S., Haq, D. Z., Candra, D., & Novitasari, R. (2021). *Pengolahan Citra Digital untuk Identifikasi Kanker Otak Menggunakan Metode Deep Belief Network (DBN)*. 6(4), 2622–4615. <https://doi.org/10.32493/informatika.v6i4.13089>
- Hanna, C., Willman, M., Cole, D., Mehkri, Y., Liu, S., Willman, J., & Lucke-Wold, B. (2023). Review of meningioma diagnosis and management. *Egyptian Journal of Neurosurgery*, 38(1). <https://doi.org/10.1186/s41984-023-00195-z>

- Howard, A., Sandler, M., Chu, G., Chen, L.-C., Chen, B., Tan, M., Wang, W., Zhu, Y., Pang, R., Vasudevan, V., Le, Q. V., & Adam, H. (2019). *Searching for MobileNetV3*. <http://arxiv.org/abs/1905.02244>
- Jatmiko, A. W. (2021). Efek Pemakaian Kontras Untuk Optimalisasi Citra Pada Pemeriksaan Diagnostik Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 23(1), 28. <https://doi.org/10.20473/jbp.v23i1.2021.28-39>
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tumor Otak*. https://yankes.kemkes.go.id/unduh/fileunduhan_1610423332_841380.pdf
- Khairunnisa, K., Nurkamalia, N., & Zuraidah, Z. (2018). Analisis Signal-To-Noise Ratio Pada Sinyal Audio Dengan Teknik Konvolusi. *Jurnal ELTIKOM*, 2(2), 78–86. <https://doi.org/10.31961/eltikom.v2i2.84>
- Khan, A. A., Laghari, A. A., & Awan, S. A. (2021). *Machine learning in Computer Vision: A Review*. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, 8(32), 1–11. <https://doi.org/10.4108/eai.21-4-2021.169418>
- Kristian, M., Andryana, S., & Gunaryati, A. (2001). Diagnosa Penyakit Tumor Otak Menggunakan Metode Waterfall Dan Algoritma Depth First Search. Dalam *Universitas Nasional Jl. Sawo Manila* (Nomor 61). Pejaten Bar., Kec. Ps. Minggu.
- Kwok, W. E. (2022). Basic Principles of and Practical Guide to Clinical MRI Radiofrequency Coils. *Radiographics*, 42(3), 898–918. <https://doi.org/10.1148/rg.210110>
- Nasution, I. H., & Ernes, A. (2023). Glioma Mimicking Infarct. *PRIMA MEDICAL JOURNAL (PRIMER): ARTIKEL PENELITIAN*, 8(2), 1–6. <https://doi.org/10.34012>

- Plewes, D. B., & Kucharczyk, W. (2012). Physics of MRI: A primer. Dalam *Journal of Magnetic Resonance Imaging* (Vol. 35, Nomor 5, hlm. 1038–1054). <https://doi.org/10.1002/jmri.23642>
- Prasetyo, S. Y., & Nabiilah, G. Z. (2023). PERBANDINGAN MODEL *MACHINE LEARNING* PADA KLASIFIKASI TUMOR OTAK MENGGUNAKAN FITUR DISCRETE COSINE TRANSFORM. *Jurnal Teknologi Terpadu*, 9(1), 29–34. <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/jtt>
- Pratama, A. I. M. L. P. T. A. B. (2023). Prosedur Pemeriksaan Mri Brain Non Kontras Pada Klinis Epilepsi Di Rumah Sakit Pusat Pertamina Jakarta Selatan. *Journal of Educational Innovation and Public Healt*, 1(4).
- Riski Ramadan, A. (2023). *KAI Commuter Employee Development Application Using The Waterfall Method*.
- Santosa Budi, & Umam Ardian. (2018). *Data Mining dan Big Data Analytics* (2 ed.). Penebar Media Pustaka.
- Sarker, I. H. (2021). *Machine learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions*. Dalam *SN Computer Science* (Vol. 2, Nomor 3). Springer. <https://doi.org/10.1007/s42979-021-00592-x>
- Satyo, A., & Karno, B. (2020). Analisis Data Time Series Menggunakan LSTM (Long Short Term Memory) dan ARIMA (Autocorrelation Integrated Moving Average) dalam Bahasa Python. *ULTIMA InfoSys*, XI(1).
- Serai, S. D. (2022). Basics of magnetic resonance imaging and quantitative parameters T1, T2, T2*, T1rho and diffusion-weighted imaging. Dalam *Pediatric Radiology* (Vol. 52, Nomor 2, hlm. 217–227). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00247-021-05042-7>
- Suta, I. B. L. M., Hartati, R. S., & Divayana, Y. (2019). Diagnosa Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI (Magnetic Resonance Imaging). *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 18(2). <https://doi.org/10.24843/mite.2019.v18i02.p01>

- Tan, M., & Le, Q. V. (2021). *EfficientNetV2: Smaller Models and Faster Training*. <http://arxiv.org/abs/2104.00298>
- Thrower, S. L., Al Feghali, K. A., Luo, D., Paddick, I., Hou, P., Briere, T., Li, J., McAleer, M. F., McGovern, S. L., Woodhouse, K. D., Yeboa, D. N., Brock, K. K., & Chung, C. (2021). The Effect of Slice Thickness on Contours of Brain Metastases for Stereotactic Radiosurgery. *Advances in Radiation Oncology*, 6(4). <https://doi.org/10.1016/j.adro.2021.100708>
- Wahidin, D., & Jamaludin, I. (2020). *Klasifikasi Kadar Hidrasi Tubuh Berdasarkan Warna Urine dengan Metode Ekstraksi Fitur Warnadan Euclidean Distance* (Vol. 5, Nomor 1). <https://labcito.co.id>
- Yousaf, T., Dervenoulas, G., & Politis, M. (2018). Advances in MRI Methodology. Dalam *International Review of Neurobiology* (Vol. 141, hlm. 31–76). Academic Press Inc. <https://doi.org/10.1016/bs.irn.2018.08.008>
- Zuhari, A. (2022). *Optimation Image Classification Pada Ikan Hiu Dengan Metode Convolutional Neural Network Dan Data Augmentasi*.