

**IMPLEMENTASI *THRESHOLDING* DAN *EDGE DETECTION* DALAM
PRE-PROCESSING CITRA MRI UNTUK PENINGKATAN AKURASI
MODEL VGG16 PADA IDENTIFIKASI TUMOR OTAK**

SKRIPSI

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S. Kom.)
Pada Program Studi Teknik Informatika



Oleh :

Satya Dwi Permana Putra
NPM : 2113020183

**FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI
2025**

Skripsi oleh:

Satya Dwi Permana Putra
NPM : 2113020183

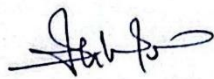
Judul :

**IMPLEMENTASI *THRESHOLDING* DAN *EDGE DETECTION* DALAM
PRE-PROCESSING CITRA MRI UNTUK PENINGKATAN AKURASI
MODEL VGG16 PADA IDENTIFIKASI TUMOR OTAK**

Telah Disetujui Untuk Diajukan Kepada Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri

Tanggal : 15 Juli 2025

Pembimbing I



Intan Nur Farida, M.Kom
NIDN. 0704108701

Pembimbing II



Made Ayu Dusea Widya Dara, M.Kom
NIDN. 0729088802

Skripsi oleh:

Satya Dwi Permana Putra
NPM : 2113020183

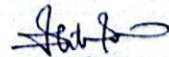
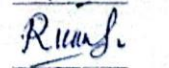
Judul :

**IMPLEMENTASI THRESHOLDING DAN EDGE DETECTION DALAM
PRE-PROCESSING CITRA MRI UNTUK PENINGKATAN AKURASI
MODEL VGG16 PADA IDENTIFIKASI TUMOR OTAK**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Skripsi
Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Nusantara PGRI Kediri
Pada tanggal : 15 Juli 2025
Dan Dinyatakan telah Memenuhi Syarat

Panitia Penguji :

1. Ketua : Intan Nur Farida, M.Kom
2. Penguji I : Resty Wulanningrum, M.Kom
3. Penguji II : Made Ayu Dusea Widya Dara, M.Kom


Mengetahui,
Dekan FTIK

Dr. Salistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Satya Dwi Permana Putra
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat/Tgl Lahir : Surabaya, 30 Juni 2001
NPM : 2113020183
Fakultas/Prodi : Teknik dan Ilmu Komputer/ Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya tidak dapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 15 Juli 2025
Yang Menyatakan



Satya Dwi Permana Putra
NPM : 2113020183

HALAMAN PERSEMBAHAN

Penulisan skripsi ini dengan tulus saya dedikasikan kepada:

1. Kedua orang tua saya, yang dengan penuh kesabaran senantiasa mendoakan, memberikan dukungan terbaik, serta menjadi sumber motivasi tak henti-hentinya dalam perjalanan menyelesaikan skripsi ini.
2. Adik-adik saya, yang selalu memberikan semangat dan dukungan moral, sehingga saya dapat menyelesaikan proses ini dengan baik.
3. Seluruh dosen Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan pelajaran berharga, baik dalam ranah akademik maupun kehidupan sehari-hari.
4. Teman-teman seperjuangan di kampus, yang menjadi tempat berbagi suka dan duka, serta saling menyemangati selama menjalani masa perkuliahan hingga tahap akhir ini.
5. Almamater tercinta, Universitas Nusantara PGRI Kediri, yang telah menjadi tempat saya tumbuh, belajar, dan mengembangkan diri selama masa perkuliahan.
6. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan kontribusi dalam berbagai bentuk dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.

Semoga dedikasi ini dapat menjadi penghormatan atas semua dukungan, doa, dan kebersamaan yang telah diberikan.

RINGKASAN

Satya Dwi Permana Putra Implementasi *Thresholding* Dan *Edge detection* Dalam *Pre-Processing* Citra MRI Untuk Peningkatan Akurasi Model VGG16 Pada Identifikasi Tumor Otak, Skripsi, Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Nusantara PGRI Kediri, 2025

Kata Kunci : Pre-processing, *Thresholding* Otsu, Deteksi Tepi Canny, VGG16, Tumor Otak

Penelitian ini bertujuan meningkatkan akurasi klasifikasi citra MRI tumor otak dengan menerapkan teknik *pre-processing* berupa *Thresholding Otsu* dan *edge detection Canny* sebelum diproses oleh model VGG16. Citra MRI yang seringkali memiliki noise dan kurang tajam diproses melalui tahapan konversi ke *grayscale*, *Thresholding Otsu*, serta *edge detection Canny* untuk memperjelas informasi visual. Dataset terdiri dari empat kelas (*glioma*, *healthy*, *meningioma*, dan *pituitary*) yang dibagi dalam folder pelatihan, validasi, dan pengujian. Model VGG16 digunakan dengan metode *transfer learning* dan dievaluasi menggunakan metrik akurasi, *confusion matrix*, dan *classification report*. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kombinasi *pre-processing* tersebut berhasil meningkatkan akurasi model hingga 94,89% pada data uji, membuktikan kontribusi signifikan teknik ini dalam meningkatkan performa klasifikasi citra MRI tumor otak.

PRAKATA

Puji Syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas ridha dan karunianya peneliti dapat menyelesaikan penyusunan laporan penelitian ini. Penulisan ini juga tak lepas dari dukungan pihak yang selalu membantu dalam penulisan penelitian ini. Oleh karenanya peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Zainal Afandi, M.Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Bapak Dr. Sulistiono, M.Si selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri.
3. Ibu Risa Helilintar, M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Nusantara PGRI Kediri.
4. Ibu Intan Nur Farida, M.Kom dan Ibu Made Ayu Dusea Widya Dara, M.Kom selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah dan mengarahkan kami selama mengerjakan skripsi.
5. Kedua Orang Tua saya dan Keluarga atas doa dan dukungannya.
6. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu menyelesaikan penulisan penelitian ini.

Disadari penelitian ini masih banyak kekurangan, maka diharapkan kritik dan saran dari berbagai pihak sangat diharapkan. Semoga penelitian ini bermanfaat bagi semua pihak.

Kediri, 15 Juli 2025

Satya Dwi Permana putra
NPM: 2113020183

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
RINGKASAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SEGMENTASI PROGRAM	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Batasan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II LANDASAN TEORI	8
A. Teori dan Penelitian Terdahulu	8
B. Kerangka Berpikir.....	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Desain Penelitian.....	18

B. Instrumen Penelitian.....	19
C. Jadwal Penelitian.....	20
D. Objek Penelitian/ Subjek Penelitian.....	21
E. Prosedur Penelitian.....	23
F. Teknik Analisis Data	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	39
A. Hasil Penelitian	39
B. Pembahasan.....	78
BAB V PENUTUP.....	81
A. Kesimpulan	81
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN.....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kajian Pustaka.....	13
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian.....	21
Tabel 4. 1 Pengujian Fungsional.....	48
Tabel 4. 2 Pengujian Non Fungsional.....	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Dataset Meningioma	8
Gambar 2. 2 Dataset Glioma	8
Gambar 2. 3 Dataset Pituitary	9
Gambar 2. 4 Tanpa Gejala Tumor Otak	9
Gambar 2. 5 Arsitektur VGG16 (Sowrirajan et al., 2022)	12
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir	15
Gambar 3. 1 Prosedur Penelitian	23
Gambar 3. 2 Usecase	25
Gambar 3. 3 Activity Diagram	26
Gambar 3. 4 Squence Diagram	27
Gambar 3. 5 Desain Input	28
Gambar 3. 6 Desain Output	28
Gambar 3. 7 Desain Riwayat Hasil	29
Gambar 3. 8 Dataset Citra MRI Tumor Otak	29
Gambar 4. 1 Visualisasi Dataset	53
Gambar 4. 2 Visualisasi Dataset Hasil Segmentasi Model	54
Gambar 4. 3 Alur Dataset	55
Gambar 4. 4 Confusion Metrix	56
Gambar 4. 5 Classification Report	61
Gambar 4. 6 Grafik Akurasi Loss	65
Gambar 4. 7 Halaman Beranda	76
Gambar 4. 8 Halaman Deteksi	77
Gambar 4. 9 Halaman Prediksi	77
Gambar 4. 10 Halaman Evaluasi	78

DAFTAR SEGMENTASI PROGRAM

Segmen Program 4. 1 Program Mount Dan Ekstraksi Dataset	39
Segmen Program 4. 2 Program Segmentasi	40
Segmen Program 4. 3 Program Pre-Processing	42
Segmen Program 4. 4 Program Split Dataset (80:10:10)	43
Segmen Program 4. 5 Program Hasil Split Dataset	43
Segmen Program 4. 6 Program ImageDataGenerator	44
Segmen Program 4. 7 Program Arsitektur VGG16	45
Segmen Program 4. 8 Program Fungsi Loss	45
Segmen Program 4. 9 Program Fungsi Optimizer	45
Segmen Program 4. 10 Program Fungsi Metrik Evaluasi	46
Segmen Program 4. 11 Program Pelatihan Model	46
Segmen Program 4. 12 Program Akurasi Model	47
Segmen Program 4. 13 Program Classification Report	47
Segmen Program 4. 14 Function Import Library Dan Fungsi Pendukung	66
Segmen Program 4. 15 Function Konfigurasi Tampilan Streamlit	67
Segmen Program 4. 16 Function Memuat Model	67
Segmen Program 4. 17 Function Verifikasi Dataset Lokal	68
Segmen Program 4. 18 Function Inisialisasi Session State Untuk Riwayat	68
Segmen Program 4. 19 Function Navigasi Halaman	69
Segmen Program 4. 20 Function Halaman Beranda 1	69
Segmen Program 4. 21 Function Halaman Beranda 2	69
Segmen Program 4. 22 Function Halaman Deteksi	70
Segmen Program 4. 23 Function Halaman Riwayat	70
Segmen Program 4. 24 Function Halaman Riwayat Ditampilkan	70
Segmen Program 4. 25 Function Halaman Evaluasi	71
Segmen Program 4. 26 Function Visualisasi Hasil Evaluasi	71
Segmen Program 4. 27 Function Import Library brain_tumor_detector.py	71
Segmen Program 4. 28 Function Konfigurasi Path Dan Variabel Global	72
Segmen Program 4. 29 Function Memuat Model	73
Segmen Program 4. 30 Function Preprocessing Dan Segmentasi Citra	73

Segmen Program 4. 31 Function Prediksi.....	74
Segmen Program 4. 32 Function Mengambil Contoh Gambar Dataset.....	75
Segmen Program 4. 33 Function Memuat Gambar Plot Dari File.....	76

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tumor otak merupakan salah satu penyakit kritis yang membutuhkan diagnosis dan penanganan yang cepat dan akurat. *Citra Magnetic Resonance Imaging* (MRI) sering digunakan sebagai alat bantu utama untuk mendeteksi tumor otak karena kemampuannya visualisasinya yang tinggi terhadap jaringan lunak. Namun, interpretasi citra MRI secara manual oleh radiologi memiliki keterbatasan, terutama dalam hal kecepatan dan konsistensi, sehingga berpotensi menghasilkan kesalahan diagnosis (Yueniwati, 2017).

Di sisi lain, perkembangan teknologi *deep learning* menawarkan solusi yang andal dalam analisis citra medis. Model VGG16, yang terkenal dalam pengenalan pola pada gambar, menjadi salah satu arsitektur yang sering digunakan dalam klasifikasi citra termasuk identifikasi tumor otak. Dengan memanfaatkan *transfer learning*, model VGG16 dapat disesuaikan untuk tujuan spesifik menggunakan dataset yang lebih kecil, sehingga mempercepat proses pelatihan dan meningkatkan akurasi (Simonyan, 2014).

Pada penelitian tentang identifikasi tumor otak menggunakan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), berbagai metode *Preprocessing* dan algoritma *deep learning* telah dieksplorasi untuk meningkatkan akurasi model klasifikasi (Suryaman dkk., 2021). Teknik *Thresholding* dan *edge detection* merupakan bagian penting dalam tahap *Preprocessing* citra, yang dapat meningkatkan kualitas input data untuk model seperti VGG16. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dengan penerapan teknik-teknik ini, akurasi dalam identifikasi tumor otak dapat meningkat secara signifikan. *Thresholding* adalah teknik segmentasi citra yang digunakan untuk memisahkan objek (tumor) dari latar belakang citra. Salah satu metode *Thresholding* yang populer adalah *Otsu's Thresholding*, yang secara otomatis menentukan nilai ambang terbaik berdasarkan distribusi intensitas citra. Dengan menggunakan *thresholding*, area yang mengandung tumor

dapat dengan jelas dipisahkan dari jaringan sehat, yang mempermudah model dalam melakukan klasifikasi. Penelitian oleh Tandel et al. (2021) melaporkan bahwa menggunakan *Thresholding* pada citra MRI, dapat meningkatkan akurasi model *deep learning* hingga lebih dari 90% dalam klasifikasi tumor otak. *Thresholding* berfungsi untuk mengurangi *noise* dan menonjolkan fitur penting, yang sangat mendukung proses pelatihan model *deep learning* yang lebih akurat (Otsu, 1975).

Metode *edge detection* seperti *Canny edge detection* atau *Sobel edge detection* berfungsi untuk menonjolkan batas tumor, sehingga model dapat lebih mudah mengidentifikasi kontur tumor dengan lebih jelas. *Edge detection* membantu mengurangi ambiguitas dalam citra dengan menyoroti perbedaan intensitas piksel di sekitar batas tumor. Hal ini memungkinkan model untuk lebih fokus pada fitur kontur yang relevan. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Srinivasan et al. (2020), penggunaan *Canny edge detection* untuk mendeteksi batas tumor otak pada citra MRI telah terbukti meningkatkan akurasi model *deep learning* dalam klasifikasi tumor otak. Mereka melaporkan peningkatan akurasi model hingga 94% dengan kombinasi *Preprocessing edge detection* dan model CNN (*Convolutional Neural Network*), yang serupa dengan arsitektur VGG16 (Sekehravani dkk., 2020).

VGG16 adalah model *deep learning* berbasis *convolutional neural network* (CNN) yang telah terbukti efektif dalam pengenalan citra. Model ini sering digunakan dalam tugas klasifikasi citra medis, termasuk dalam identifikasi tumor otak. Dengan menggunakan *transfer learning*, model VGG16 yang telah dilatih dengan dataset besar (seperti ImageNet) dapat disesuaikan untuk tugas spesifik seperti klasifikasi tumor otak (Simonyan, 2014). Hasil eksperimen menunjukkan bahwa VGG16 memiliki performa yang sangat baik dalam tugas klasifikasi citra medis (Simonyan, 2014).

Penelitian oleh Khan et al. (2020) menunjukkan bahwa model VGG16 yang dilatih dengan citra MRI otak yang telah melalui tahap *Preprocessing Thresholding* dan *edge detection* menghasilkan akurasi mencapai 96% dalam klasifikasi tumor otak. Penerapan teknik *Preprocessing* ini

mengurangi ketidakakuratan yang disebabkan oleh *noise* dan detail yang tidak relevan dalam citra MRI (Khan et al., 2021).

Menggabungkan *Thresholding* dan *edge detection* sebelum menggunakan VGG16 dalam klasifikasi citra MRI otak terbukti memberikan hasil yang optimal. Teknik-teknik *Preprocessing* ini mempermudah model untuk fokus pada fitur-fitur penting yang terkait dengan tumor otak, meningkatkan akurasi klasifikasi, dan mengurangi kemungkinan kesalahan identifikasi. Hasil penelitian oleh Chaudhari et al. (2020) menunjukkan bahwa dengan menggunakan kombinasi *Preprocessing Thresholding* dan *edge detection*, serta model VGG16, akurasi klasifikasi tumor otak dapat mencapai 98%, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan model tanpa *Preprocessing* (Chaudhary & Bhattacharjee, 2020).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil dari kedua teknik secara terpisah dan dalam kombinasi guna menentukan metode yang paling efektif. Selain itu, penelitian ini akan mengembangkan dan menguji kombinasi teknik *Preprocessing* yang lebih inovatif dengan menggabungkan *Thresholding Otsu* dan *Canny edge detection*, serta menyelidiki bagaimana integrasi kedua teknik ini dapat meningkatkan kualitas input citra dan akurasi klasifikasi oleh model VGG16. Dengan fokus pada peningkatan akurasi, penelitian ini juga bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana teknik *Preprocessing* yang terintegrasi dapat mencapai akurasi klasifikasi yang melebihi 98% yang telah dilaporkan sebelumnya. Dan penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis bagi tenaga medis dan peneliti dalam penerapan teknik *Preprocessing* yang efektif untuk meningkatkan diagnosis dan identifikasi tumor otak melalui citra MRI.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas maka telah didapatkan identifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana meningkatkan kualitas citra MRI agar fitur utama tumor dapat lebih mudah dikenali oleh model analitik, khususnya melalui teknik *Preprocessing* seperti *Thresholding* dan *edge detection*?
2. Bagaimana mengatasi keterbatasan dataset citra MRI untuk melatih model *deep learning* agar tetap menghasilkan akurasi tinggi dalam klasifikasi tumor otak?
3. Bagaimana memanfaatkan dataset yang terbatas dalam pelatihan model *deep learning* untuk menghasilkan system yang andal dalam identifikasi tumor otak?
4. Bagaimana mengintegrasikan *Preprocessing* citra dengan model *deep learning*, seperti VGG16 menggunakan transfer learning untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi deteksi tumor otak dalam citra MRI?.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari idenfitikasi masalah yang sudah dicantumkan diatas maka telah didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara meningkatkan kualitas citra MRI dengan menggunakan teknik *Preprocessing* seperti *Thresholding* dan *edge detection* agar tumor otak lebih mudah dikenali oleh model analitik?
2. Bagaimana cara mengatasi keterbatasan dataset citra MRI dalam pelatihan model *deep learning* untuk memastikan akurasi tinggi dalam klasifikasi tumor otak?
3. Bagaimana memanfaatkan dataset citra MRI yang terbatas dalam pelatihan model *deep learning* agar dapat membangun sistem yang andal dan efektif dalam mengidentifikasi tumor otak?
4. Bagaimana cara mengintegrasikan teknik *prepocessing* citra dengan model *deep learning*, seperti VGG16 dengan *transfer learning* untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendeteksi tumor otak pada citra MRI?

D. Batasan Masalah

Agar memastikan fokus pembahasan berdasarkan latar belakang yang telah dicantumkan tersebut, penulis menentukan Batasan pembahasan penelitian ini sehingga tujuan dari penelitian ini dapat tercapai dengan baik. Berikut ini adalah beberapa pembatasan yang akan diterapkan dalam penelitian ini :

1. *Preprocessing* yang dilakukan hanya mencakup *Thresholding* dan *edge detection*.
2. Penelitian ini terbatas pada citra yang diambil dari satu sumber (Kaggle) dan tidak mempertimbangkan variasi dari sumber lain, selain itu model mungkin memiliki keterbatasan dalam mengidentifikasi jenis tumor yang lebih langka atau variasi yang tidak ada dalam dataset. Ukuran berkas dataset tumor otak: *Glioma*, *Meningioma*, *Pituitary*, dan tidak ada tumor (7023 gambar).
3. Model yang digunakan untuk klasifikasi adalah VGG16 yang diterapkan menggunakan pendekatan *transfer learning*.
4. Jenis tumor yang diidentifikasi yaitu *meningioma* tumor, *glioma* tumor, *pituitary* tumor dan *healthy* tumor.
5. Pembahasan mengenai metodologi yang digunakan dalam *Preprocessing* citra serta analisis hasil dan model klasifikasi yang diterapkan.
6. Hasil akhir yang akan diperoleh, model klasifikasi yang terlatih dengan akurasi yang lebih tinggi dalam mengidentifikasi jenis tumor otak.
7. *Hardware*: komputer dengan spesifikasi minimal processor I3, RAM 4GB dan penyimpanan 32GB. *Software* : Visual Studio Code (*python* dengan library seperti *TensorFlow*, *Keras*, *OpenCV* dan *scikit-learn*), Kaggle.
8. Sistem akan menghasilkan output berupa klasifikasi tumor beserta visualisasi hasil *Preprocessing* citra, serta laporan akurasi model.
9. Evaluasi dilakukan menggunakan metrik seperti akurasi, presisi, dan *F1-score* untuk menilai performa model klasifikasi, serta analisis visual hasil *edge detection* dan *thresholding*.

E. Tujuan Penelitian

Tentunya penelitian ini memiliki tujuan dan maksud *purpose of the papers*. Adapun tujuan penelitian ini dibuat adalah sebagai berikut :

1. Untuk meningkatkan kualitas citra MRI otak dengan menggunakan teknik *Preprocessing* seperti *Thresholding* dan *edge detection*, sehingga pada dataset tumor otak terlihat lebih jelas dan mudah dikenali oleh model analitik dalam proses identifikasi.
2. Untuk mengatasi keterbatasan dataset citra MRI dalam pelatihan model *deep learning* dengan menerapkan teknik yang dapat memastikan model tetap menghasilkan klasifikasi tumor otak yang akurat meskipun dataset yang tersedia terbatas.
3. Untuk memanfaatkan dataset citra MRI yang terbatas dalam pelatihan model *deep learning* agar dapat membangun sistem identifikasi tumor otak yang andal, efektif, dan akurat meskipun dengan keterbatasan data yang ada. Untuk mengintegrasikan teknik *Preprocessing* citra dengan model *deep learning* VGG16 menggunakan *transfer learning* guna meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mendeteksi tumor otak pada citra MRI.
4. Untuk merancang dan mengembangkan sistem pendeteksi tumor otak berbasis *Deep Learning* yang menggabungkan teknik *Preprocessing* dan arsitektur VGG16 agar menghasilkan sistem yang efisien dan aplikatif dalam dunia medis

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Kontribusi terhadap pengembangan teori pengolahan citra medis yaitu, penelitian ini berpotensi memperkaya teori dalam pengolahan citra medis, khususnya dalam hal teknik *Preprocessing* seperti *Thresholding* dan *edge detection*. Hal ini dapat menjadi landasan untuk pengembangan metode baru yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas citra medis.

- b. Pengetahuan baru dalam penggunaan *deep learning* untuk deteksi tumor otak yaitu, memberikan wawasan baru tentang penerapan *deep learning*, terutama VGG16 dengan *transfer learning* dalam analisis citra MRI. Dengan demikian dapat memperluas pemahaman mengenai aplikasi *deep learning* dalam diagnosa medis dan klasifikasi citra.
- c. Pengembangan model yang lebih akurat dan efisien yaitu, penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan model deteksi tumor otak yang lebih efisien dan akurat dengan mengintegrasikan teknik *Preprocessing* dan model *deep learning*. Hal ini membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang Kesehatan berbasis *AI*.

2. Manfaat Praktis

- a. Pengembangan teknologi kesehatan berbasis *AI* yaitu, penelitian ini berpotensi mempercepat adopsi teknologi *AI* dibidang kesehatan khususnya dalam deteksi tumor otak. Dengan menggunakan sistem berbasis *deep learning*, sistem ini dapat diimplementasikan di berbagai rumah sakit dan pusat kesehatan serta meningkatkan aksebilitas dan efisiensi dalam diagnosis medis.
- b. Manfaat bagi peneliti yaitu, dapat menjadi sumber inspirasi dan referensi bagi para peneliti dengan memahami keterkaitan antara teknik *Preprocessing* dan model *deep learning* hasil penelitian ini dapat membuka peluang untuk mengembangkan lebih lanjut yang lebih canggih dan terintegrasi dalam dunia Kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, K. C., & Flint, C. J. (2023). Hyperprolactinemia, Galactorrhea, and Pituitary Adenomas. In *Handbook of Gynecology* (pp. 561–567). Springer.
- Canny, J. (1986). A computational approach to edge detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 6, 679–698.
- Chaudhary, A., & Bhattacharjee, V. (2020). An efficient method for brain tumor detection and categorization using MRI images by K-means clustering & DWT. *International Journal of Information Technology*, 12(1), 141–148.
- Indriyani, F., & Rahadjeng, I. R. (2023). Klasifikasi Tumor Otak Berbasis Magnetic Resonance Imaging Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network. *Digital Transformation Technology*, 3(2), 918–924.
- Khan, H. A., Jue, W., Mushtaq, M., & Mushtaq, M. U. (2021). Brain tumor classification in MRI image using convolutional neural network. *Mathematical Biosciences and Engineering*.
- Kleihues, P., Louis, D. N., Scheithauer, B. W., Rorke, L. B., Reifenberger, G., Burger, P. C., & Cavenee, W. K. (2002). The WHO classification of tumors of the nervous system. *Journal of Neuropathology & Experimental Neurology*, 61(3), 215–225.
- McNeill, K. A. (2016). Epidemiology of brain tumors. *Neurologic Clinics*, 34(4), 981–998.
- Otsu, N. (1975). A threshold selection method from gray-level histograms. *Automatica*, 11(285–296), 23–27.
- Qonita, S. F. (2018). Segmentasi Citra MRI Tumor Otak Menggunakan Gaussian Mixture Model dan Hybrid Gaussian Mixture Model-Spatially Variant Finite Mixture Model Dengan Algoritma Expectation-Maximization. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.

Rulaningtyas, R., & Ain, K. (2009). *Edge detection* for brain tumor pattern recognition. *International Conference on Instrumentation, Communication, Information Technology, and Biomedical Engineering 2009*, 1–3.

Sekehravani, E. A., Babulak, E., & Masoodi, M. (2020). Implementing canny *edge detection* algorithm for noisy image. *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, 9(4), 1404–1410.

Simonyan, K. (2014). Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *ArXiv Preprint ArXiv:1409.1556*.

Sowrirajan, S. R., Balasubramanian, S., & Raj, R. S. P. (2022). MRI brain tumor classification using a hybrid VGG16-NADE model. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66, e23220071.

Stupp, R., Hegi, M. E., Van Den Bent, M. J., Mason, W. P., Weller, M., Mirimanoff, R. O., Cairncross, J. G., & Group, E. O. for R. and T. of C. B. T. and R. G. and the N. C. I. of C. C. T. (2006). Changing paradigms—an update on the multidisciplinary management of malignant glioma. *The Oncologist*, 11(2), 165–180.

Suryaman, S. A., Magdalena, R., & Sa'idah, S. (2021). Klasifikasi Cuaca

Menggunakan Metode VGG-16, Principal Component Analysis Dan K-Nearest Neighbor. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 1(1), 1–8.

Wibisono, G., & Afrad, M. (2024). Transfer Learning model Convutional Neural Network menggunakan VGG-16 untuk Klasifikasi Tumor Otak pada Citra Hasil MRI. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 3(1), 11–18.

Yueniwati, Y. (2017). *Pencitraan pada Tumor Otak*. Universitas Brawijaya Press.