



**HYBRID MODEL DWT-CNN UNTUK PENGENALAN MULTI-
KELAS TUMOR OTAK PADA MRI**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**ALIFAH
41522010006**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**HYBRID MODEL DWT-CNN UNTUK PENGENALAN
MULTI-KELAS TUMOR OTAK PADA MRI**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
ALIFAH
41522010006
MERCU BUANA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALIFAH
NIM : 41522010006
Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Hybrid Model DWT-CNN untuk Pengenalan Multikelas Tumor Otak pada MRI” adalah hasil karya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 28 Juli 2026

Yang Menyatakan,



Alifah

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN



072.423.4.03.01

PERNYATAAN SIMILARITY CHECK */SIMILARITY CHECK STATEMENT*

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan, bahwa karya ilmiah yang ditulis oleh
The undersigned, hereby declare that the scientific work written by

Nama /Name : Alifah
NIM /Student ID Number : 41522010006
Program Studi /Study Program : Teknik Informatika

Dengan Judul Tugas Akhir
The title

"HYBRID MODEL DWT-CNN UNTUK PENGENALAN MULTI-KELAS TUMOR OTAK PADA MRI"

telah dilakukan pengecekan *similarity* dengan sistem Turnitin pada tanggal:
Similarity checks have been carried out with the Turnitin system on the date:

4 Juli 2026

dengan nilai persentase sebesar :
with a percentage value of:

21%

dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan berlaku di Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. *Declared to meet standards in accordance with applicable regulations at the Faculty of Computer Sciences, Universitas Mercu Buana.*

File hasil cek similarity turnitin:
Turnitin similarity report file

https://drive.google.com/file/d/1NbBAXSdGoMoJyCUD76aRtp5GvDgFlmYeW/view?usp=drive_link



Jakarta, 4 Juli 2026
Admin Turnitin Fasilkom UMB

Agung Prawoto, S.Kom., B.Sc
NIK : 322970503

Fakultas Ilmu Komputer
KAMPUS MENARA BHAKTI
Jl. Raya Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat 11650
Telp. 021-5840816 (Hunting), Psw : 5700 Fax. 021-5840813
<http://www.mercubuana.ac.id>, e-mail : fasilkom@mercubuana.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : ALIFAH
NIM : 41522010006
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Hybrid Model DWT-CNN untuk Pengenalan Multikelas Tumor Otak pada MRI

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 28 Juli 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing



Misni S.Kom, M.Kom

NIDN/NUPTK: 0413046802

Jakarta, 28 Juli 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI
NIDN/NUPTK: 0320037002

Ketua Program Studi
Teknik Informatika



Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom
NIDN/NUPTK: 0225067701

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Informatika pada Fakultas Ilmu Komputer Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Bapak Dr. Bambang Jokonowo, S.Si., MTI selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer.
3. Bapak Dr. Hadi Santoso, S.Kom., M.Kom. selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercu Buana.
4. Bapak Misni, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan, motivasi, menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
5. Kedua Orang Tua saya yang selalu mendukung saya selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana.
6. Kepada Teman, penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan, bantuan, motivasi, serta kebersamaan yang telah diberikan selama proses perkuliahan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 28 Juli 2026



Alifah

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ALIFAH
NIM : 41522010006
Fakultas/Program Studi : Fakultas Ilmu Komputer / Teknik Informatika
Judul Laporan Skripsi : Hybrid Model DWT-CNN untuk Pengenalan Multikelas Tumor Otak pada MRI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA
Jakarta, 28 Juli 2026
Yang menyatakan,



Alifah

HYBRID MODEL DWT-CNN UNTUK PENGENALAN MULTIKELAS TUMOR OTAK PADA MRI

ALIFAH

ABSTRAK

Tumor otak adalah gangguan neurologis yang mengancam jiwa dan membutuhkan deteksi dini yang akurat dan andal. Magnetic Resonance Imaging (MRI) banyak digunakan untuk diagnosis tumor otak; namun, interpretasi visual masih menjadi tantangan karena struktur tumor yang heterogen dan variasi tekstur yang halus. Studi ini menyelidiki efektivitas pengintegrasian Discrete Wavelet Transform (DWT) sebagai tahap pra-pemrosesan untuk meningkatkan kinerja Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi tumor otak multi-kelas. Dua arsitektur CNN yang identik dievaluasi: model dasar yang dilatih pada citra MRI asli dan model hibrida DWT-CNN yang dilatih pada citra yang didekomposisi wavelet level-1 menggunakan wavelet 'db1', menghasilkan empat sub-band (LL, LH, HL, HH). Dataset terdiri dari 5.152 citra MRI yang dikategorikan ke dalam empat kelas: glioma, meningioma, tumor hipofisis, dan tidak ada tumor. Data dibagi menjadi set pelatihan, validasi, dan pengujian menggunakan rasio 70:15:15, dengan 773 citra digunakan sebagai data pengujian. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa CNN dasar mencapai akurasi 87,00%, sedangkan model hibrida DWT-CNN yang diusulkan mencapai 97,41%, menghasilkan peningkatan absolut sebesar 10,41%. Peningkatan kinerja menunjukkan bahwa dekomposisi frekuensi multi-resolusi meningkatkan representasi fitur, memungkinkan CNN untuk lebih baik menangkap tekstur diskriminatif dan karakteristik struktural tumor otak. Temuan ini menegaskan bahwa DWT berfungsi sebagai teknik pra-pemrosesan yang efektif untuk meningkatkan sistem klasifikasi MRI berbasis CNN dan menyoroti potensinya untuk diagnosis tumor otak berbantuan komputer.

Kata Kunci: Deteksi Tumor Otak, Citra MRI, Discrete Wavelet Transform (DWT), Convolutional Neural Network (CNN), Hybrid DWT-CNN, Deep Learning, Pengolahan Citra Medis, Diagnosis Dini.

HYBRID DWT-CNN MODEL FOR MULTI-CLASS BRAIN TUMOR RECOGNITION IN MRI

ALIFAH

ABSTRACT

Brain tumors are life-threatening neurological disorders requiring accurate and reliable early detection. Magnetic Resonance Imaging (MRI) is widely used for brain tumor diagnosis; however, visual interpretation remains challenging due to heterogeneous tumor structures and subtle texture variations. This study investigates the effectiveness of integrating Discrete Wavelet Transform (DWT) as a preprocessing stage to enhance Convolutional Neural Network (CNN) performance for multi-class brain tumor classification. Two identical CNN architectures were evaluated: a baseline model trained on original MRI images and a hybrid DWT–CNN model trained on level-1 wavelet-decomposed images using the ‘db1’ wavelet, producing four sub-bands (LL, LH, HL, HH). The dataset consists of 5,152 MRI images categorized into four classes: glioma, meningioma, pituitary tumor, and no tumor. Data were split into training, validation, and testing sets using a 70:15:15 ratio, with 773 MRI images used as the testing set. Experimental results demonstrate that the baseline CNN achieved an accuracy of 87.00%, whereas the proposed hybrid DWT–CNN model reached 97.41%, yielding an absolute improvement of 10.41%. The performance gain indicates that multi-resolution frequency decomposition enhances feature representation, enabling the CNN to better capture discriminative texture and structural characteristics of brain tumors. These findings confirm that DWT serves as an effective preprocessing technique to improve CNN-based MRI classification systems and highlight its potential for computer-aided brain tumor diagnosis.

Keywords: Brain Tumor Detection, MRI Images, Discrete Wavelet Transform (DWT), Convolutional Neural Network (CNN), Hybrid DWT – CNN, Deep Learning, Medical Image Processing, Early Diagnosis.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Teori Utama	6
2.1.1 Citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) untuk Tumor Otak	6
2.1.2 Convolutional Neural Network (CNN).....	7
2.1.3 Arsitektur CNN yang Digunakan	8
2.1.4 Cara Kerja CNN	9
2.2 Teori Pendukung	11
2.2.1 Discrete Wavelet Transform (DWT).....	11
2.2.2 Explainable Artificial Intelligence dan Grad-CAM.....	12
2.3 Penelitian Terdahulu	13
2.4 Gap Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	24

3.1	Pendekatan Penelitian	24
3.2	Desain Penelitian.....	26
3.3	Subjek Penelitian.....	28
3.3.1	Validasi Dataset MRI	30
3.3.2	Balancing Dataset	31
3.4	Instrumen Penelitian.....	33
3.5	Teknik Pengumpulan Data	35
3.6	Analisis Data	39
3.6.1	Preprocessing Citra.....	39
3.6.2	Ekstraksi Fitur	40
3.6.3	Pelatihan dan Pengujian Model	41
3.6.4	Analisis Kualitatif.....	42
3.6.5	Analisis Subband DWT	43
3.7	Prosedur Penelitian.....	43
3.8	Evaluasi Hasil Penelitian.....	46
3.9	Timeline Penelitian	47
BAB IV PEMBAHASAN.....		49
4.1.	Pencapaian Tujuan Penelitian	49
4.1.1	Peningkatan Performa Klasifikasi	49
4.1.2	Analisis Confusion Matrix	52
4.1.3	Analisis Performa Per Kelas dan Dampak DWT	53
4.1.4	Implementasi GUI dan Analisis Interpretabilitas	54
4.1.5	Analisis Histogram dan Karakteristik Subband DWT	56
4.1.6	Analisis Interpretabilitas Grad-CAM pada Model CNN dan Hybrid DWT-CNN.....	58
4.1.6.1	Visualisasi Area Tumor Menggunakan Grad-CAM	59
4.1.7	Perbandingan Probabilitas Prediksi pada Klasifikasi Tumor Otak	60
4.1.8	Analisis Visual Citra MRI	61
4.1.9	Pengujian GUI pada Seluruh Kelas Tumor Otak	62
4.2.	Kontribusi Terhadap Bidang Teknologi Informasi	63
4.3.	Implikasi dan Aplikasi	64
4.3.1	Implikasi bagi Penelitian Deep Learning	64
4.3.2	Aplikasi Diagnostik Medis Berbantuan Komputer (CAD)	65
4.3.3	Aplikasi Lintas Domain.....	66
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		68
5.1	Kesimpulan	68
5.2	Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....		71
LAMPIRAN.....		75

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Fungsi Setiap Layer CNN	10
Tabel 2.2 Penelitian Terkait	16
Tabel 2.3 Identifikasi Gap Penelitian	20
Tabel 3.1 Karakteristik Dataset MRI	31
Tabel 3.2 Timeline Penelitian	47
Tabel 4.1 Perbandingan Metrik	49
Tabel 4.1 Perbandingan Metrik	50
Tabel 4.2 Performa Detail Per Kelas	54



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur CNN.....	8
Gambar 3.1 Flowchart Pendekatan Penelitian	25
Gambar 3.2 Flowchart Desain Penelitian.....	27
Gambar 3.3 Contoh Citra MRI Empat Kelas Tumor Otak	29
Gambar 3.4 Distribusi dataset MRI	32
Gambar 3.5 Flowchart Teknik Pengumpulan Data.....	39
Gambar 3.6 Flowchart Prosedur Penelitian	45
Gambar 4.1 Confusion Matrix CNN.....	52
Gambar 4.2 Confusion Matrix DWT-CNN	53
Gambar 4.3 Graphical User Interface(GUI) Klasifikasi Tumor Otak.....	55
Gambar 4.4 Histogram Dan Karakteristik Subband DWT	57
Gambar 4.5 Perbandingan Grad-CAM CNN dan DWT-CNN	59
Gambar 4.6 Perbandingan Probabilitas Prediksi.....	60
Gambar 4.7 Analisis Visual dan Statistik Citra MRI.....	61
Gambar 4.8 Implementasi GUI pada Seluruh Kelas Tumor Otak	62



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Bimbingan	71
Curriculum Vitae	72
Sertifikat BNSP/Bukti Daftarnya	74

