

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

STUDI KOMPARATIF *QUANTUM CNN* DAN MODEL *TRANSFER LEARNING* DALAM KLASIFIKASI TUMOR OTAK BERDASARKAN CITRA *MRI*

PANDE WIKANTYASA MASWITA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “STUDI KOMPARATIF QUANTUM CNN DAN MODEL *TRANSFER LEARNING* DALAM KLASIFIKASI TUMOR OTAK BERDASARKAN CITRA MRI” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Pande Wikantyasa Maswita
G7401211088

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

PANDE WIKANTYASA MASWITA. Studi Komparatif Quantum CNN dan Model *Transfer learning* dalam Klasifikasi Tumor Otak Berdasarkan Citra MRI. Dibimbing oleh SITTI YANI dan TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA.

Penelitian ini menjelaskan mengenai penerapan model hybrid antara *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN) dan model *transfer learning* untuk klasifikasi citra MRI tumor otak. Penelitian ini bertujuan membandingkan model QCNN dengan beberapa model deep learning berbasis *transfer learning*, yaitu VGG16, InceptionNet, ResNet, dan MobileNet, dengan dataset berisi 7023 citra tiga jenis tumor: *glioma*, *meningioma*, dan *pituitary*. Semua model dilatih dengan parameter yang sama agar perbandingan adil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model *transfer learning*, khususnya MobileNet, mencapai akurasi tertinggi sebesar 98,16%, sedangkan QCNN masih memiliki akurasi lebih rendah. Meski demikian, QCNN menunjukkan potensi untuk dikembangkan dalam klasifikasi citra medis berbasis komputasi kuantum karena efisiensinya pada penggunaan daya komputasi dan juga jumlah parameternya.

Kata kunci: klasifikasi citra, QCNN, *transfer learning*, citra MRI, tumor otak

ABSTRACT

PANDE WIKANTYASA MASWITA. A Comparative Study of Quantum CNN and *Transfer learning* Models in Brain Tumor Classification Based on MRI Images. Supervised by SITTI YANI and TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA.

This research explores the implementation of a hybrid model combining *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN) and *transfer learning* models for brain tumor classification using MRI images. The aim is to compare the performance of QCNN with several deep learning models based on *transfer learning*, namely VGG16, InceptionNet, ResNet, and MobileNet, using a dataset consisting of 7,023 images of three tumor types: *glioma*, *meningioma*, and *pituitary*. All models were trained under the same parameters to ensure a fair comparison. The results show that *transfer learning* models, particularly MobileNet, achieved the highest accuracy of 98.16%, while QCNN yielded lower accuracy. Nevertheless, QCNN demonstrates potential for further development in quantum-based medical image classification because of its efficiency in the use of computing power and also the number of parameters.

Keywords: image classification, QCNN, transfer learning, MRI images, brain tumor.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

STUDI KOMPARATIF QUANTUM CNN DAN MODEL *TRANSFER LEARNING* DALAM KLASIFIKASI TUMOR OTAK BERDASARKAN CITRA MRI

PANDE WIKANTYASA MASWITA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Hendradi Hardhienata, M.Si.
- 2 Dr. Mersi Kurniati, M.Si.



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Skripsi : STUDI KOMPARATIF *QUANTUM CNN* DAN MODEL
TRANSFER LEARNING DALAM KLASIFIKASI TUMOR
OTAK BERDASARKAN CITRA *MRI*

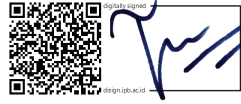
Nama : Pande Wikantyasa Maswita
NIM : G7401211088

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya
Puspita, M.Si



Diketahui Oleh

Kepala Departemen Fisika :

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya
Puspita, M.Si



Tanggal Pengesahan:
(17 Juni 2025)



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Ida Sang Hyang Widhi Wasa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah *Machine Learning* untuk Citra Medis, dengan judul “STUDI KOMPARATIF *QUANTUM CNN* DAN MODEL *TRANSFER LEARNING* DALAM KLASIFIKASI TUMOR OTAK BERDASARKAN CITRA *MRI*”

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing ibu Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si. dan bapak Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya Puspita, M.Si, yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dosen dan staf Laboratorium Komputasi Fisika Teoritis, Departemen Fisika, Fakultas MIPA IPB yang telah memberikan dukungan selama proses pengembangan dan validasi model. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ibu, adik, serta seluruh keluarga besar yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan terutama di bidang fisika medis.

Bogor, Juni 2025

Pande Wikantyasa Maswita

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Ruang Lingkup	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Penyakit Tumor Otak	3
2.2 Gejala Tumor Otak	4
2.3 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	4
2.4 <i>Quantum Convolutional Neural Network (QCNN)</i>	6
2.5 <i>Transfer learning (TL)</i>	7
2.6 <i>Quantum Bit (Qubit)</i>	13
2.7 <i>Hyperparameter Tuning</i>	14
III METODE	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Prosedur Kerja	16
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Pra-pemrosesan Data	22
4.2 Perbandingan Arsitektur QCNN dan <i>Transfer learning</i>	23
4.3 Perbandingan dan Komparasi Model	27
V SIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Simpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	42



DAFTAR TABEL

1	Tabel Pembagian Data Latih dan Data Uji	22
2	Tabel Ringkasan Arsitektur Model QCNN	23
3	Tabel Ringkasan Arsitektur Model VGG16	24
4	Tabel Ringkasan Arsitektur Model ResNet	25
5	Tabel Ringkasan Arsitektur Model InceptionNet	25
6	Tabel Ringkasan Arsitektur Model MobileNet	26
7	Tabel Perbandingan Metrik Evaluasi Model	28
8	Tabel Perbandingan Jumlah Parameter Model	29

DAFTAR GAMBAR

1	Gambar 1 MRI Otak dengan Empat Kelas	4
2	Gambar 2 Arsitektur CNN	6
3	Gambar 3 Arsitektur Model <i>Quantum CNN</i>	8
4	Gambar 4 Diagram Proses <i>Transfer learning</i>	9
5	Gambar 5 Arsitektur Model InceptionNet	10
6	Gambar 6 Arsitektur Model VGG16	11
7	Gambar 7 Arsitektur Model MobileNet	12
8	Gambar 8 Arsitektur Model ResNet	14
9	Gambar 9 Diagram proses <i>hyperparameter tuning</i>	15
10	Gambar 10 Diagram Alir Penelitian	17
11	Gambar 11 Diagram Alir Algoritma QCNN	18
12	Gambar 12 Diagram Alir Implementasi Model <i>Transfer learning</i>	19
13	Gambar 13 <i>Confusion matrix</i> Model QCNN	30
14	Gambar 14 <i>Confusion matrix</i> VGG16	31
15	Gambar 15 <i>Confusion matrix</i> InceptionNet	32
16	Gambar 16 <i>Confusion matrix</i> ResNet	33
17	Gambar 17 <i>Confusion matrix</i> MobileNet	34