



***QUANTUM CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (QCNN)
UNTUK KLASIFIKASI CITRA MRI TUMOR OTAK***

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.

SUGIH PRATAMA NUGRAHA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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 "***QUANTUM CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (QCNN) UNTUK KLASIFIKASI CITRA MRI TUMOR OTAK***" adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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, 6 Mei 2024

Sugih Pratama Nugraha
G7401201043

- 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 mengikuti kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

SUGIH PRATAMA NUGRAHA *Quantum Convolutional Neural Network* (QCNN) untuk Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak. Dibimbing oleh TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA dan SITI YANI,

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model deteksi tumor otak menggunakan citra MRI dengan metode *Quantum Convolutional Neural Network*. Data yang digunakan adalah citra MRI otak yang terdiri dari citra tumor otak glioma, meningioma, hipofisis, dan negatif tumor yang dibagi kedalam data latih dan uji dengan rasio 80:20. Selanjutnya data latih dilakukan penyeimbangan dengan teknik *oversampling*. Dilakukan pengembangan model untuk mendeteksi tumor otak (biner), dan juga model untuk mengklasifikasikan jenis tumor otak (*multiclass*). Parameter yang digunakan dalam pengembangan model adalah jumlah ukuran *filter* = 2 dan kedalaman = 4, dengan qubit 4, dan dilatih dengan jumlah *epoch* sebanyak 10. Data akan diproses dengan metode *Quantum Convolutional Neural Network* yang terdiri dari lapisan *quantum convolution*, lapisan *flatten*, dan lapisan *dense*. Model *multiclass* mendapatkan akurasi 52%, setelah data latih diseimbangkan akurasi model meningkat menjadi 62%, sedangkan model biner mendapatkan akurasi 88%, setelah data latih diseimbangkan akurasi model meningkat menjadi 89%.

Kata kunci: citra MRI, klasifikasi citra, QCNN, tumor otak

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 mengurangi kepentingan wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



SUGIH PRATAMA NUGRAHA Quantum Convolutional Neural Network (QCNN) for Classification Brain Tumor MRI Image. Supervised by TONY IBNU SUMARYADA WIJAYA PUSPITA and SITTI YANI.

This research aims to develop brain tumor detection model using MRI images with the Quantum Convolutional Neural Network method. The data used consists of MRI brain images including glioma, meningioma, pituitary, and negative tumor images, divided into training and testing data with an 80:20 ratio. Subsequently, the training data is balanced using oversampling techniques. A model is developed to detect brain tumors (binary), and model to classify the types of brain tumors (multiclass). The parameters used in model development include a filter size = 2, depth = 4, with 4 qubits, and trained with 10 epochs. The data is processed using the Quantum Convolutional Neural Network method consisting of quantum convolution layers, flatten layers, and dense layers. The multiclass model achieves an accuracy of 52%, which increases to 62% after balancing the training data, while the binary model achieves an accuracy of 88%, which increases to 89% after balancing the training data.

Keywords: brain tumor, image clasification, MRI image, QCNN

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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
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.



***QUANTUM CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (QCNN)
UNTUK KLASIFIKASI CITRA MRI TUMOR OTAK***

SUGIH PRATAMA NUGRAHA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Pengujii pada Ujian Skripsi:

- ¹Dr. Faozan, M.Si.
- ²Prof. Dr. Ir. Irzaman, M.Si.

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 : *Quantum Convolutional Neural Network (QCNN) untuk Klasifikasi Citra MRI Tumor Otak*

Nama : Sugih Pratama Nugraha
NIM : G7401201043

@Hak cipta milik IPB University

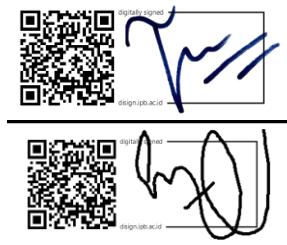
Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya
Puspita, M.Si.
NIP. 197205191997021001

Pembimbing 2:

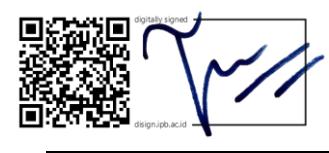
Dr. Sitti Yani, S.Si., M.Si.
NIP. 198606242019032019



Diketahui oleh

Ketua Departemen Fisika:

Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya
Puspita, M.Si.
NIP. 197205191997021001





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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat selesai tepat waktu. Divisi yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan dari bulan November sampai bulan April 2024 ini ialah divisi teori dengan judul "**“QUANTUM CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (QCNN) UNTUK KLASIFIKASI CITRA MRI TUMOR OTAK”**

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan karya ilmiah ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada

1. Bapak Alm. Ade Yana Surtiyana dan Ibu Siti Hajar karena telah memberikan doa, dukungan, motivasi, kasih sayang dan semangat yang tak pernah henti.
2. Bapak Prof. Dr. R. Tony Ibnu Sumaryada Wijaya Puspita, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama dan Ibu Dr. Sitti Yani, M.Si. selaku dosen pembimbing kedua atas bimbingan, arahan, waktu, dan kesabaran dalam membimbing penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini.
3. Bapak Dr. Faozan, M.Si. dan Bapak Prof. Ir. Irzaman, M.Si. selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam penulisan karya ilmiah ini.
4. Beasiswa Jabar Future Leaders Scholarship (JFLS) yang telah membantu penulis selama kuliah di IPB University ini.
5. Keluarga besar yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu.
6. Kepada pemilik NIM G5401201027 yang telah memberikan dukungan, membantu memberikan saran, membantu penulisan, dan membantu menguatkan dikala tidak memiliki motivasi, saya mengucapkan terima kasih banyak karena sudah menemani dalam penulisan ini.
7. Teman-teman FISIKA 57, STEI, Orang Dalam, Muklis, Halim Sajidi, Achmad, Richa, Halim dan semua teman-teman yang tidak bisa saya ucapkan namanya satu persatu saya juga mengucapkan banyak terima kasih atas dukungan mental terbaiknya dalam mengisi kepuungan penulisan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membaca dan membutuhkan.

Bogor, 6 Mei 2024

Sugih Pratama Nugraha

**DAFTAR TABEL****DAFTAR GAMBAR****DAFTAR LAMPIRAN**

PENDAHULUAN	x
1.1 Latar Belakang	x
1.2 Rumusan Masalah	x
1.3 Tujuan	x
1.4 Manfaat	x
1.5 Ruang Lingkup	x
TINJAUAN PUSTAKA	1
2.1 Tumor Otak	1
2.2 <i>Magnetic Resonance Imaging (MRI)</i>	2
2.3 Jaringan Saraf Tiruan	2
2.4 <i>Convolutional Neural Network</i>	2
2.5 Quantum Computing	2
2.6 Quantum Convolutional Neural Network	2
III METODE	3
3.1 Waktu dan Tempat	3
3.2 Alat dan Bahan	4
3.3 Prosedur Kerja	4
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	5
4.1 Pemrosesan Data	5
4.2 <i>Modeling Quatum Convolutional Neural Network</i>	6
4.3 Pelatihan dan Evaluasi	6
V SIMPULAN DAN SARAN	7
5.1 Simpulan	7
5.2 Saran	7
DAFTAR PUSTAKA	9
LAMPIRAN	9

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 mengurangi kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



1	Gerbang logika kuantum	8
2	Pembagian data	13
3	Pembagian data 2 kelas	13
4	Pembagian data 4 kelas setelah <i>oversampling</i>	14
5	Pembagian data 2 kelas setelah <i>oversampling</i>	14
6	Hasil evaluasi model dengan data test	18

DAFTAR GAMBAR

1	Jaringan saraf tiruan	5
2	Arsitektur CNN	6
3	Proses konvolusi citra oleh kernel	6
4	Operasi max pooling	7
5	Struktur QCNN sederhana	9
6	Data Citra MRI Pasien Tumor Otak	10
7	Visualisasi model klasifikasi <i>multiclass</i> citra tumor otak	14
8	Visualisasi model klasifikasi biner citra tumor otak	15
9	Grafik epoch terhadap <i>loss</i> model klasifikasi <i>multiclass</i>	16
10	Grafik epoch terhadap akurasi model klasifikasi <i>multiclass</i>	16
11	Grafik epoch terhadap <i>loss</i> model klasifikasi	17
12	Grafik epoch terhadap akurasi model klasifikasi biner	18

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	16
2	Tabel Rencana Kegiatan Penelitian	17

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.