

**KLASIFIKASI CITRA TUMOR OTAK DENGAN
ALGORITMA HIBRIDA *CONVOLUTIONAL NEURAL*
*NETWORK-EXTREME LEARNING MACHINE***



Oleh :

RADICAL RAKHMAN WAHID

NPM. 17081010068

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
JAWA TIMUR
2020**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : KLASIFIKASI CITRA TUMOR OTAK DENGAN ALGORITMA
HIBRIDA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-EXTREME
LEARNING MACHINE

Oleh : RADICAL RAKHMAN WAHID

NPM : 17081010068

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :
Hari Kamis, Tanggal 17 Desember 2020

Mengetahui

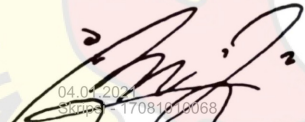
Dosen Pembimbing

1.



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom
NPT. 382 020 602 08

2.



Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

1.

Dosen Penguji



Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8907 13 0346 1

2.



Chrystia Aji Putra, S.Kom, M.T
NPT. 3 8610 10 0296 1

Menyetujui

Dekan
Fakultas Ilmu Komputer

Koordinator Program Studi
Informatika



Dr. Ir. Iri Ketut Sari, M.T
NPT. 19650731 199203 2 001

Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom
NPT. 3 8009 05 0205 1

SURAT PERNYATAAN ANTI PLAGIAT

Saya, mahasiswa Informatika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : RADICAL RAKHMAN WAHID

NPM : 17081010068

menyatakan bahwa Judul Skripsi/ Tugas Akhir yang Saya ajukan dan kerjakan, yang berjudul :

"KLASIFIKASI CITRA TUMOR OTAK DENGAN ALGORITMA HIBRIDA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-EXTREME LEARNING MACHINE"

bukan merupakan plagiat dari Skripsi/ Tugas Akhir/ Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan atau *software* yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/ Tugas Akhir ini adalah pekerjaan Saya sendiri, kecuali yang dinyatakan dalam Daftar Pustaka dan tidak pernah diajukan untuk syarat memperoleh gelar di Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur maupun di institusi pendidikan lain.

Jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini terbukti tidak benar, maka Saya siap menerima segala konsekuensinya.

Surabaya, 08 Januari 2021

Hormat Saya,



RADICAL RAKHMAN WAHID
NPM. 17081010068

KLASIFIKASI CITRA TUMOR OTAK DENGAN ALGORITMA HIBRIDA *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK-EXTREME LEARNING MACHINE*

Nama Mahasiswa : Radical Rakhman Wahid

NPM : 17081010068

Program Studi : Informatika

**Dosen Pembimbing : Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom
Budi Nugroho, S.Kom, M.Kom**

Abstrak

Tumor otak merupakan penyakit yang menyerang otak makhluk hidup di mana sel otak tumbuh secara tidak normal pada daerah sekitar otak. Berbagai macam cara telah dilakukan untuk mendeteksi penyakit ini, bahkan dengan bantuan teknologi digital, salah satunya dengan melalui pendekatan anatomi citra kesehatan. Pada penelitian ini penulis mengusulkan algoritma hibrida *Convolutional Neural Network (CNN)-Extreme Learning Machine (ELM)* sebagai pengekstrak fitur dan pengklasifikasi citra tumor otak yang didapat melalui pemindaian *Magnetic Resonance Imaging*. *ELM* dipilih karena keunggulannya pada proses pelatihan, yaitu lebih cepat dibanding algoritma pembelajaran mesin yang sifatnya iteratif sedangkan *CNN* dipilih untuk menggantikan proses ekstraksi fitur tradisional.

Dataset yang digunakan adalah *Brain MRI Images for Tumor Detection*. *Dataset* tersebut berisi dua kategori citra yaitu Tumor dan Otak tanpa tumor (sehat). Citra pada *dataset* tersebut dipraproses sebelum masuk tahap klasifikasi, *CNN-ELM* dilatih pada data latih (70% data) dan melakukan pengujian performa pada data uji (30% data). Hasilnya *CNN-ELM* yang memiliki 8 *filter* di lapisan konvolusi dan 6000 node pada lapisan tersembunyi memiliki performa paling baik jika dibandingkan *CNN-ELM* yang memiliki jumlah *filter* dan jumlah node pada lapisan tersembunyi lainnya. Ini dibuktikan melalui nilai rata-rata presisi, *recall*, dan *F1-score* nya adalah 0,915 sedangkan akurasi ujinya sebesar 91,4%.

Kata Kunci : Klasifikasi, Algoritma Hibrida, Pengolahan Citra Digital, Tumor Otak, Sistem Diagnosis Komputer

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa kepada Allah *Subhaanahu wa ta'aalaa* yang telah memberi iman, kesabaran, kekuatan, serta semua kenikmatan yang diberikan kepada penulis. Karena hanya dengan ridho-Nya lah penulis mampu berfikir dan mampu menyelesaikan skripsi dengan judul :

“Klasifikasi Citra Tumor Otak dengan Algoritma Hibrida *Convolutional Neural Network-Extreme Learning Machine*“.

Banyak dukungan dan bantuan yang didapatkan selama penelitian hingga akhirnya mampu menyelesaikan penulisan laporan skripsi ini. Dengan rasa hormat, ucapan terima kasih penulis kepada seluruh pihak terkait yang turut membantu dan terlibat dalam penyusunan laporan ini dari awal hingga akhir, *jazakumullahu khairan*.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis menerima segala bentuk kritik dan saran dari semua pihak dalam penyempurnaan laporan skripsi ini.

Surabaya, 8 Desember 2020

Radical Rakhman Wahid

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan izin dan ridho Allah *Subhaanahu wa ta'ala* penelitian dan laporan ini berhasil terselesaikan. Selain itu, dengan segala hormat, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya diucapkan kepada seluruh pihak terkait yang telah membantu atas selesainya laporan skripsi ini. Tanpa bantuan dan dukungan mereka, laporan ini tidak akan terselesaikan dengan baik. Ucapan terima kasih saya ucapkan kepada :

1. Bunda, Nenek, dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, kasih dan sayang serta kesabaran hingga segala bentuk masukannya selama ini dan selalu menghibur ketika di rumah maupun di kampung halaman Jombang dan Magetan.
2. Dr. Ir. Ni Ketut Sari, MT selaku dekan Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur.
3. Budi Nugroho, S.Kom. M.Kom selaku koordinator program studi jurusan Informatika Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur dan dosen pembimbing 2 yang dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
4. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom, M.Kom selaku dosen pembimbing 1 dan kepala laboratorium PPS-TI yang dengan sabar membimbing, mengarahkan serta memberikan masukan sejak awal penelitian ini berlangsung hingga akhir.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen program studi Informatika UPN “Veteran” Jawa Timur yang telah mendidik dan memberikan ilmunya sehingga penulis memiliki bekal untuk dapat melakukan penelitian ini.
6. Para PENCARI MAKNA HIDUP yang telah berbagi canda dan tawa, sedih dan

susah, selama (PEMABA) kuliah di UPN Veteran Jatim sampai sekarang. Terima kasih sudah mau direpotkan untuk menyisihkan tempat buat saya mengingap dan terima kasih juga untuk semua petualangannya.

7. Seluruh penghuni Laboratorium PPS-TI. Terima kasih atas kerjasamanya yang baik selama tahun 2020, ingat kita bukan *event organizer!*
8. Senior dan mentor di Data Science Indonesia regional Jawa Timur. Terima kasih atas wawasan duniawi nya selama ini, benar2 membuka pandangan saya yang selalu menjadi anggota terjunior (dari segi umur) di sana.
9. Teman seperjuangan yang ada dimanapun yang selalu mengingatkan, menghibur, dan menyemangati dalam pengerjaan skripsi ini. Tak lupa juga, ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada teman – teman angkatan 2017 dan kakak maupun adik tingkat serta pihak – pihak lain yang terkait yang tidak disebutkan atas segala bentuk kepeduliannya dan keterlibatannya dalam pengerjaan penelitian ini, *jazakumullahu khairan wa barakallahu fiikum.*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR RUMUS	xiii
DAFTAR KODE	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Sebelumnya	7

2.2 Pembelajaran Mesin	9
2.3 Pengolahan Citra	11
2.4 Pencitraan Resonansi Magnetik	12
2.5 Penyakit Tumor Otak	14
2.6 Algoritma Jaringan Saraf Tiruan	15
2.6.1 Convolutional Neural Network	18
2.6.1.1 Lapisan Konvolusi	19
2.6.1.2 Lapisan <i>Pooling</i>	20
2.6.1.3 Cara Kerja <i>CNN</i>	21
2.6.2 <i>Extreme Learning Machine</i>	22
2.7 Algoritma Hibrida	24
2.8 <i>Machine Learning as a Service</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Tahapan Penelitian	28
3.2 Studi Literatur	29
3.3 Pengumpulan Data	30
3.4 Praproses Data	31

3.5 Perancangan Algoritma Hibrida	33
3.6 Pelatihan Model	35
3.7 Pengujian Model	36
3.8 Evaluasi Model	36
3.9 Skenario Pengujian	38
3.10 Menanam Model pada Aplikasi	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Implementasi Program	40
4.1.1 Praproses	40
4.1.2 Lapisan konvolusi	42
4.1.3 Lapisan Pooling	43
4.1.4 Inisialisasi parameter algoritma hibrida dan struktur awal ELM ..	45
4.1.5 Proses Pelatihan <i>CNN-ELM</i>	46
4.1.6 Proses Pengujian <i>CNN-ELM</i>	48
4.1.7 Evaluasi Model	49
4.1.8 Menyimpan Model Hasil Pembelajaran	50
4.2 Hasil Pengujian dan Pembahasan	50

4.2.1 Matriks Konfusi	50
4.2.2 Evaluasi Metrik Pengujian	54
4.3 Perbandingan Metode	57
4.4 Penerapan Aplikasi <i>Machine Learning as a Service</i>	58
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64
BIODATA PENULIS	69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe metode pembelajaran pada pembelajaran mesin	9
Gambar 2.2 Perbandingan hasil sebelum dan sesudah sebuah citra setelah diolah .	11
Gambar 2.3 Perbedaan hasil pencitraan resonansi magnetik dan pemindaian tomografi terkomputasi	13
Gambar 2.4 Hasil pemindaian otak dengan pencitraan resonansi magnetik	14
Gambar 2.5 Ilustrasi sederhana arsitektur jaringan saraf tiruan <i>Perceptron</i>	16
Gambar 2.6 Ilustrasi jaringan saraf tiruan <i>multi layer</i>	17
Gambar 2.7 Ilustrasi arsitektur <i>CNN</i>	21
Gambar 2.8 Ilustrasi arsitektur <i>Extreme Learning Machine</i>	23
Gambar 2.9 Ilustrasi algoritma hibrida	24
Gambar 2.10 Ilustrasi metode ansambel	25
Gambar 2.11 Purwarupa <i>machine learning as a service</i> rancangan penulis	27
Gambar 3.1 Diagram tahapan penelitian skripsi	28
Gambar 3.2 Sampel citra <i>MRI</i> otak sehat	30
Gambar 3.3 Sampel citra <i>MRI</i> otak dengan tumor	31
Gambar 3.4 Ilustrasi tahapan praproses	32
Gambar 3.5 Ilustrasi arsitektur hibrida <i>CNN-ELM</i> yang diusulkan	33
Gambar 3.6 Diagram alir algoritma hibrida <i>CNN-ELM</i> usulan penulis	34
Gambar 3.7 Diagram alir proses pelatihan model	35

Gambar 3.8 Diagram alir proses pengujian model	36
Gambar 4.1 Hasil keluaran dari lapisan konvolusi dengan 6 <i>filter</i>	43
Gambar 4.2 Sampel citra yang telah melewati lapisan <i>pooling</i>	45
Gambar 4.3 Masukan data pasien yang hendak dilakukan diagnosis padanya	58
Gambar 4.4 Hasil diagnosis pasien	59
Gambar 4.5 Hasil diagnosa ter kirim kepada surel pasien	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Matriks konfusi	37
Tabel 4.1 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 6 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 4000 node pada lapisan tersembunyi	51
Tabel 4.2 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 6 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 5000 node pada lapisan tersembunyi	51
Tabel 4.3 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 6 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 6000 node pada lapisan tersembunyi	51
Tabel 4.4 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 8 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 4000 node pada lapisan tersembunyi	52
Tabel 4.5 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 8 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 5000 node pada lapisan tersembunyi	52
Tabel 4.6 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 8 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 6000 node pada lapisan tersembunyi	53
Tabel 4.7 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 10 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 4000 node pada lapisan tersembunyi	53
Tabel 4.8 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 10 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 5000 node pada lapisan tersembunyi	53
Tabel 4.9 Matriks konfusi <i>CNN-ELM</i> dengan 10 <i>filter</i> pada lapisan konvolusi dan 6000 node pada lapisan tersembunyi	54
Tabel 4.10 Tabel evaluasi metrik <i>CNN-ELM</i> yang menggunakan 6 <i>filter</i> di lapisan konvolusi	54
Tabel 4.11 Tabel evaluasi metrik <i>CNN-ELM</i> yang menggunakan 8 <i>filter</i> di lapisan konvolusi	55
Tabel 4.12 Tabel evaluasi metrik <i>CNN-ELM</i> yang menggunakan 10 <i>filter</i> di lapisan konvolusi	56

Tabel 4.13 Tabel perbandingan evaluasi metrik antar metode/algorithm 57
--

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	16
Rumus 2.2	23
Rumus 3.1	35
Rumus 3.2	37
Rumus 3.3	37
Rumus 3.4	37
Rumus 3.5	38

DAFTAR KODE

Kode Program 4.1 Praproses data citra	41
Kode Program 4.2 Lapisan konvolusi	42
Kode Program 4.3 Lapisan <i>pooling</i>	44
Kode Program 4.4 Inisialisasi parameter dan struktur awal jaringan	45
Kode Program 4.5 Proses pelatihan <i>CNN-ELM</i>	47
Kode Program 4.6 Proses pengujian <i>CNN-ELM</i>	48
Kode Program 4.7 Evaluasi model	49
Kode Program 4.8 Menyimpan model hasil pembelajaran	50