

**KLASIFIKASI PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN  
ALGORITMA HIBRIDA CNN-ELM**

**SKRIPSI**



Oleh :

**AHMAD HASBY BIK**

**NPM. 20081010032**

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

**2024**

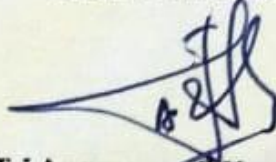
## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**Judul** : KLAIFIKASI PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN  
ALGORITMA HIBRIDA CNN-ELM  
**Oleh** : Ahmad Hasby Bik  
**NPM** : 20081010032

Telah Diseminarkan Dalam Ujian Skripsi Pada :  
Hari Senin, Tanggal 20 Mei 2024

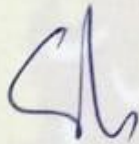
### Mengetahui

1. **Dosen Pembimbing**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom  
NIP. 19820211 2021212 005

2.



Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom  
NIP. 19890705 2021212 002

1. **Dosen Penguji**



Eka Prakarsa Mandyartha, S.T., M.Kom  
NIP. 19880525 2018031 001

2.



Wahyu Syaifullah JS., S.Kom. M.Kom.  
NIP. 19860825 2021211 003

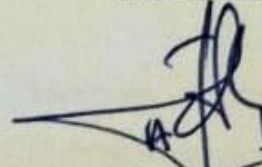
### Menyetujui

**Dekan**  
**Fakultas Ilmu Komputer**



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT  
NIP. 19681126 199403 2 001

**Koordinator Program Studi**  
**Informatika**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom  
NIP. 19820211 2021212 005

## SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI

Saya, mahasiswa Program Studi Sarjana Informatika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Hasby Bik

NPM : 20081010032

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi/Tugas Akhir yang saya kerjakan berjudul:

"KLASIFIKASI PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN ALGORITMA  
HIBRIDA CNN-ELM"

bukan merupakan plagiasi sebagian atau keseluruhan dari Skripsi/Tugas Akhir/Penelitian orang lain dan juga bukan merupakan produk dan software yang saya beli dari pihak lain. Saya juga menyatakan bahwa Skripsi/Tugas Akhir ini secara keseluruhan 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 Institut Pendidikan lain. Bukti hasil pengecekan plagiasi dokumen ini dapat ditelusuri melalui QR Code di bawah.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa dokumen ini merupakan plagiasi karya orang lain, saya sanggup menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Demikian atas perhatiannya disampaikan terima kasih.

Surabaya, 28 Mei 2024

Hormat saya,



Ahmad Hasby Bik

NPM. 20081010032

## **KLASIFIKASI PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN ALGORITMA HIBRIDA CNN-ELM**

**Nama Mahasiswa : Ahmad Hasby Bik**

**NPM : 20081010032**

**Program Studi : Teknik Informatika**

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

**Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom**

### **ABSTRAK**

Penyakit ginjal merupakan masalah kesehatan yang serius dan memerlukan deteksi dini. Studi ini mengeksplorasi model hybrid Convolutional Neural Network (CNN) dan Extreme Learning Machine (ELM) untuk mengklasifikasikan gambar CT penyakit ginjal, dengan menyoroti pentingnya pemilihan fungsi aktivasi. Pendekatan ini menjanjikan diagnosis yang akurat dengan akurasi tinggi, mendukung praktik klinis sehari-hari. Dengan memanfaatkan teknologi medis citra tomografi terkomputerisasi (CT), penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi diagnosa penyakit ginjal melalui analisis gambar secara otomatis menggunakan kecerdasan buatan.

Dalam penelitian ini memiliki tujuan bagaimana meningkatkan akurasi klasifikasi gambar CT penyakit ginjal dengan menggabungkan kekuatan CNN dalam ekstraksi fitur dan ELM dalam klasifikasi cepat. Untuk mengatasi masalah ini, dilakukan serangkaian eksperimen dengan variasi jumlah filter pada CNN dan neuron tersembunyi pada ELM. Model hybrid CNN-ELM diuji menggunakan fungsi aktivasi ReLU dan Tanh untuk menentukan konfigurasi optimal yang menghasilkan akurasi tertinggi. Pendekatan hybrid ini diharapkan dapat mengatasi keterbatasan CNN seperti kebutuhan dataset besar dan risiko overfitting.

Hasil uji menunjukkan bahwa model hybrid CNN-ELM dengan fungsi

aktivasi ReLU mencapai akurasi tertinggi sebesar 0.9963, sedangkan Tanh mencapai 0.8419. Akurasi model berkisar dari yang terendah 0.8419 dengan fungsi aktivasi Tanh hingga yang tertinggi 0.9963 dengan ReLU. Evaluasi kinerja model tertinggi dengan kurva ROC juga menunjukkan nilai AUC sempurna (1.00) untuk semua kelas (cyst, normal, stone, tumor), mengindikasikan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Kesimpulan dari penelitian ini adalah pendekatan hybrid CNN-ELM efektif untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi klasifikasi gambar CT penyakit ginjal, menjadikannya alat bantu yang berharga dalam praktik medis untuk mendukung keputusan klinis yang lebih baik.

***Kata kunci:*** ELM, CNN, CT, Hibrida

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhaanahu wa ta'aalaa atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Dengan segala kerendahan hati, penulis merasa sangat bersyukur atas nikmat iman, kesabaran, dan kekuatan yang telah Allah berikan. Berkat ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

### **“KLASIFIKASI PENYAKIT GINJAL MENGGUNAKAN ALGORITMA HIBRIDA CNN-ELM“.**

Proses penelitian dan penulisan skripsi ini tentu tidak lepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dorongan moral selama penulisan skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada seluruh staf pengajar dan karyawan di fakultas atas segala bantuan dan dukungan yang diberikan. Tak lupa, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil yang tiada henti. Juga kepada teman-teman seperjuangan yang telah memberikan semangat dan saling berbagi ilmu selama proses penelitian ini berlangsung. Semua dukungan dan bantuan tersebut sangat berarti bagi penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan di sana-sini. Hal ini tentu disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis.

Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penyempurnaan skripsi ini di masa mendatang. Semoga segala kebaikan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan yang setimpal dari Allah Subhaanahu wa ta'aalaa. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi positif bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknologi klasifikasi penyakit.



## 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. Ayah, ibu dan seluruh keluarga yang telah memberikan doa, dukungan, kasih dan sayang serta kesabaran hingga segala bentuk masukannya selama ini.
2. Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing pertama dan Koordinator Program Studi Informatika Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom. selaku dosen pembimbing kedua yang telah membantu memberikan masukan dan saran yang membangun untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. 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.
7. 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 2020 dan kakak maupun adik tingkat serta pihak – pihak lain.

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	I
SURAT PERNYATAAN BEBAS DARI PLAGIASI.....	II
ABSTRAK.....	III
KATA PENGANTAR .....	V
UCAPAN TERIMA KASIH .....	VI
DAFTAR ISI .....	VII
DAFTAR GAMBAR.....	X
DAFTAR TABEL .....	XII
KODE PROGRAM .....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Manfaat .....	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2 Deep Learning.....	7
2.3 Pengolahan Pola dan Citra .....	8
2.4 Penyakit Ginjal.....	10



2.4.1	Tumor Ginjal.....	10
2.4.2	Kista Ginjal .....	11
2.4.3	Batu Ginjal .....	11
2.5	Algoritma Saraf Tiruan .....	12
2.6	Convolutional Neural Network.....	14
2.6.1	Convolutional Layer.....	14
2.6.2	Pooling Layer .....	16
2.6.3	Mekanisme operasi CNN .....	16
2.7	Extreme Learning Machine.....	16
2.8	Algoritma Hibrida .....	18
2.9	Confusion Matrix dan Kurva ROC .....	21
2.10	Layanan Kecerdasan Buatan Berbasis Website .....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....		25
3.1	Tahapan Penelitian .....	25
3.2	Data Pengumpulan .....	26
3.3	Pra-Pemrosesan Data .....	29
3.4	Cara Kerja Hibrida CNN-ELM.....	30
3.5	Pelatihan Model .....	32
3.6	Visualisasi Hasil Prediksi.....	33
3.7	Evaluasi Model.....	34
3.8	Confusion Matrix dan Kurva ROC .....	35
3.9	Skenario Pengujian.....	37
3.10	Penerapan Model Pada Aplikasi .....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....		40
4.1	Penerapan Pogram.....	40

4.1.1	Pengunduhan dan Persiapan Dataset.....	40
4.1.2	Perhitungan Dataset .....	41
4.1.3	Visualisasi Sampel Data Awal.....	43
4.1.4	Pembagian Data dan Augmentasi Data.....	44
4.1.5	Lapisan CNN.....	48
4.1.6	Pelatihan Model CNN .....	49
4.1.7	Ekstraksi Fitur CNN.....	51
4.1.8	Pelatihan dan Evaluasi Model ELM .....	52
4.1.9	Visualisasi Hasil Prediksi Model ELM.....	54
4.1.10	Evaluasi Performa Model ELM .....	56
4.1.11	Visualisasi Confusion Matrix.....	57
4.1.12	Visualisasi Receiver Operating Characteristic (ROC).....	58
4.2	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	60
4.2.1	Matriks Konfusi .....	60
4.2.2	Evaluasi Metrik Pengujian .....	79
4.3	Analisa Skenario Pengujian .....	86
4.4	Perbandingan Metode.....	87
4.5	Penerapan Aplikasi Berbasis Website.....	88
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		92
5.1	Kesimpulan .....	92
5.2	Saran.....	93

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Urutan Deep Learning (Kim, 2022).....	7
Gambar 2. 2 Proses Citra .....	9
Gambar 2. 6 Arsitektur jaringan saraf tiruan single layer.....	13
Gambar 2. 7 Arsitektur jaringan saraf tiruan multi layer. ....	13
Gambar 2. 8 Perbandingan antara kernel konvolusi umum dan kernel konvolusi dilatasi (Li dkk., 2022).....	15
Gambar 2. 9 Arsitektur CNN .....	16
Gambar 2. 10 Ilustrasi arsitektur Extreme Learning Machine (Amity University dkk., n.d.). ....	17
Gambar 2. 11 Ilustrasi proses hibrida CNN-ELM (Amity University dkk., n.d.).	19
Gambar 3. 1 Diagram tahapan penelitian skripsi.....	25
Gambar 3. 2 Hasil pemindaian ginjal dengan CT positif tumor .....	28
Gambar 3. 3 Hasil pemindaian ginjal dengan CT positif kista .....	28
Gambar 3. 4 Hasil pemindaian ginjal dengan CT positif batu ginjal.....	28
Gambar 3. 5 Hasil pemindaian ginjal dengan CT normal.....	28
Gambar 3. 6 Alur tahapan pra-proses data.....	29
Gambar 3. 7 Alur tahapan cara kerja hibrida CNN-ELM.....	31
Gambar 3. 8 Alur tahapan pelatihan model .....	32
Gambar 3. 9 Visualisasi prediksi penyakit.....	33
Gambar 3. 10 Alur tahapan evaluasi model.....	34
Gambar 3. 11 Kurva ROC.....	37
Gambar 3. 12 Skema penerapan aplikasi .....	38
Gambar 4. 1 Hasil perhitungan jumlah data.....	42
Gambar 4. 2 Visualisasi dataset .....	44
Gambar 4. 3. Sebelum dan sesudah augmentasi .....	48
Gambar 4. 4. Sebelum dan sesudah tahap konvolusi citra.....	51
Gambar 4. 5 Visualisasi hasil prediksi.....	56

Gambar 4. 6. Hasil evaluasi model .....	57
Gambar 4. 7. Hasil konfusi matriks .....	58
Gambar 4. 8. Hasil kurva ROC .....	60
Gambar 4. 9 Home Page .....	88
Gambar 4. 10 Hasil diagnosis pasien .....	89
Gambar 4. 11 Hasil diagnosa melalui email .....	90

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	5
Tabel 2. 2 Konfusi matriks.....	21
Tabel 3. 1 Hasil evaluasi .....	35
Tabel 3. 2 Hasil konfusi matriks .....	35
Tabel 4. 1 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi ReLU .....	60
Tabel 4. 2 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi ReLU .....	61
Tabel 4. 3 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi ReLU .....	62
Tabel 4. 4 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi ReLU .....	63
Tabel 4. 5 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi ReLU .....	64
Tabel 4. 6 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi ReLU .....	65
Tabel 4. 7 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi ReLU .....	66
Tabel 4. 8 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi ReLU .....	67
Tabel 4. 9 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi ReLU .....	68
Tabel 4. 10 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi Tanh.....	69
Tabel 4. 11 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi Tanh.....	70
Tabel 4. 12 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 8 filter dengan aktivasi Tanh.....	71
Tabel 4. 13 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi Tanh.....	72

Tabel 4. 14 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi Tanh.....	74
Tabel 4. 15 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 16 filter dengan aktivasi Tanh.....	75
Tabel 4. 16 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 100 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi Tanh.....	76
Tabel 4. 17 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 300 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi Tanh.....	77
Tabel 4. 18 Matriks konfusi CNN- ELM dengan 600 node pada lapisan tersembunyi dan pada lapisan konvolusi menggunakan 32 filter dengan aktivasi Tanh.....	78
Tabel 4. 19 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 8 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi ReLU.....	79
Tabel 4. 20 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 16 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi ReLU.....	80
Tabel 4. 21 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 32 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi ReLU.....	80
Tabel 4. 22 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 8 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi Tanh .....	81
Tabel 4. 23 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 16 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi Tanh .....	82
Tabel 4. 24 – Evaluasi metrik CNN- ELM dengan menggunakan 32 filter pada lapisan konvolusi dengan aktivasi Tanh .....	83
Tabel 4. 25 – Perbandingan evaluasi metrik CNN- ELM.....	84
Tabel 4. 26 Perbandingan Hasil .....	87

## KODE PROGRAM

Kode Program 4. 1 Pengunduhan dan persiapan dataset .....	40
Kode Program 4. 2 Perhitungan dataset.....	42
Kode Program 4. 3 Visualisasi Sampel Data .....	43
Kode Program 4. 4 Train datagen dan Augmentasi .....	44
Kode Program 4. 5 Train generator dan Validation generator.....	46
Kode Program 4. 6 Menampilkan sebelum dan sesudah augmentasi .....	47
Kode Program 4. 7 Lapisan konvolusi dan pooling.....	48
Kode Program 4. 8 Pelatihan model CNN dan visualisasi gambar setelah tahap konvolusi.....	50
Kode Program 4. 9 Ekstraksi fitur CNN .....	51