



SKRIPSI

***COMPLEX-VALUED NEURAL NETWORK DAN
FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA DIAGNOSA
PENYAKIT DAUN PADI***

MUTIARA IRMADHANI
NPM 21083010079

DOSEN PEMBIMBING
Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

COMPLEX-VALUED NEURAL NETWORK DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA DIAGNOSA PENYAKIT DAUN PADI

MUTIARA IRMADHANI
NPM 21083010079

DOSEN PEMBIMBING

Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

COMPLEX-VALUED NEURAL NETWORK DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA DIAGNOSA PENYAKIT DAUN PADI

MUTIARA IRMADHANI
NPM 21083010079

DOSEN PEMBIMBING
Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom
Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI SAINS DATA
SURABAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

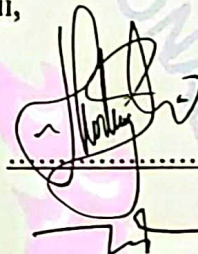
COMPLEX-VALUED NEURAL NETWORK DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA DIAGNOSA PENYAKIT DAUN PADI

Oleh:
MUTIARA IRMADHANI
NPM. 21083010079

Telah dipertahankan di hadapan dan diterima oleh Tim Penguji Sidang Skripsi Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 16 Juni 2025:

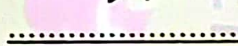
Menyetujui,

Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom.
NIP. 19860825 202121 1 003



(Pembimbing I)

Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T.
NIP. 19830310 202121 1 006



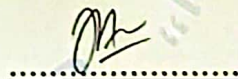
(Pembimbing II)

Aviolla Terza Damaliana, S.Si., M.Stat.
NIP. 19940802 202203 2 015



(Ketua Penguji)

Alfan Rizaldy Pratama, S.Tr.T., M.Tr. Kom.
NIP. 19990606 202406 1 001



(Penguji I)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



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

LEMBAR PERSETUJUAN

COMPLEX-VALUED NEURAL NETWORK DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM PADA DIAGNOSA PENYAKIT DAUN PADI

Oleh:
MUTIARA IRMADHANI
NPM. 21083010079

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi



Menyetujui,

Koordinator Program Studi Sains Data
Fakultas Ilmu Komputer

Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU., Asean, Eng.
NIP. 19801205 200501 1 002

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Mutiara Irmadhani
NPM : 21083010079
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Sains Data
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila di kemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Surabaya, 10 Juni 2025
Yang Membuat Pernyataan,



MUTIARA IRMADHANI
NPM. 21083010079

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Mutiara Irmadhani/ 21083010079
Judul Skripsi : *Complex-Valued Neural Network Dan Fuzzy Inference System* Pada Diagnosa Penyakit Daun Padi
Dosen Pembimbing : 1. Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom
2. Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

ABSTRAK

Padi merupakan salah satu komoditas pangan utama di Indonesia, dan kesehatan daun padi memiliki pengaruh besar terhadap tingkat produktivitas tanaman. Namun sering kali kita menghadapi masalah gagal panen yang diakibatkan oleh serangan penyakit atau wabah, baik yang disebabkan oleh hama maupun oleh faktor iklim yang tidak mendukung. Penyakit daun pada tanaman padi menjadi tantangan serius dalam sektor pertanian yang memengaruhi kualitas dan hasil panen terutama pada tanaman padi. Pengendalian terhadap penyakit ini memerlukan pengetahuan yang luas agar tidak menimbulkan dampak buruk pada ekosistem dan lingkungan akibat kesalahan dalam mendiagnosis penyakit tanaman padi. Oleh karena itu, identifikasi dan klasifikasi penyakit daun padi menjadi langkah yang sangat penting agar petani dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat dalam menjaga kesehatan tanaman padi. Penelitian ini menggunakan pendekatan inovatif berbasis *Complex-Valued Neural Network* dan *Fuzzy Inference System* untuk mendiagnosa penyakit daun padi. Model CVNN menunjukkan performa yang unggul dibandingkan CNN, Model CVNN berhasil memperoleh akurasi yang sangat tinggi, yaitu 98% pada data pengujian. Sementara itu, model CNN mencatat akurasi sebesar 95% pada data uji. Model FIS dengan prediksi akurasi 100% benar dalam pengambilan keputusan, sehingga memperkuat akurasi diagnosis dengan menyertakan nilai-nilai keparahan (rendah, sedang, tinggi). Hal ini diharapkan dapat membantu petani dalam membuat keputusan yang lebih tepat terkait pengelolaan tanaman padi, serta mengurangi risiko kerusakan yang lebih besar. Pada akhirnya, metode ini memiliki potensi untuk meningkatkan keberhasilan pengelolaan pertanian serta produktivitas hasil panen.

Kata kunci : Penyakit Daun Padi, klasifikasi, Deteksi, *Complex-Valued Neural Network, Fuzzy Inference System*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Mutiara Irmadhani/ 21083010079
Thesis Title : *The Complex-Valued Neural Network and Fuzzy Inference System On The Diagnosis of Rice Leaf Disease*
Advisor : 1. Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom
2.Dr. Ir. Mohammad Idhom, S.P., S.Kom., M.T

ABSTRACT

Rice is one of the main food commodities in Indonesia, and the health of rice leaves has a great influence on the level of crop productivity. However, we often face the problem of crop failure caused by disease attacks or outbreaks, either caused by pests or by unfavorable climatic factors. Foliar diseases in rice are a serious challenge in the agricultural sector, affecting crop quality and yield, especially in rice. Control of these diseases requires extensive knowledge so as not to cause adverse impacts on the ecosystem and environment due to errors in diagnosing rice plant diseases. Therefore, identification and classification of rice leaf diseases is a very important step so that farmers can take appropriate preventive measures in maintaining the health of rice plants. This research uses an innovative approach based on Complex-Valued Neural Network and Fuzzy Inference System to diagnose rice leaf diseases. The CVNN model showed superior performance compared to CNN, the CVNN model managed to obtain a very high accuracy of 98% on the test data. Meanwhile, the CNN model recorded an accuracy of 95% on the test data. The FIS model predicted 100% correct accuracy in decision-making, thus strengthening the diagnosis accuracy by including severity values (low, medium, high). This is expected to assist farmers in making more informed decisions regarding rice crop management, as well as reducing the risk of greater damage. Ultimately, this method has the potential to improve successful farm management as well as crop productivity.

Keywords: *Rice Leaf Disease, Classification, Detection, CVNN, Fuzzy Inference System*

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul ***“Complex-Valued Neural Network Dan Fuzzy Inference System Pada Diagnosa Penyakit Daun Padi”*** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom selaku Dosen Pembimbing utama yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasehat serta motivasi kepada penulis. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan doa tiada henti.
 2. Ibu Dr. Novirina Hendrasarie, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
 3. Bapak Dr. Eng. Ir. Dwi Arman Prasetya, S.T., M.T., IPU selaku Ketua Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
 4. Bapak Wahyu Syaifullah JS., S.Kom., M.Kom. selaku Dosen Pembimbing 1.
 5. Bapak Dr. Ir. M. Idhom., S.P., S.Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing 2.
 6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Sains Data Fakultas Ilmu Komputer.
 7. Seluruh teman-teman Sains Data angkatan 2021 selalu memberikan semangat.
- Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi dan pertanian.

Surabaya, 10 Juni 2025

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>.....	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR NOTASI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah.....	5
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian Terdahulu	9
2.2 Dasar Teori.....	13
2.1.1. Padi.....	14
2.1.2 <i>Deep Learning</i>	17
2.1.3 Klasifikasi	17
2.1.4 <i>Complex-Valued Neural Network (CVNN)</i>	18
2.1.5 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	22
2.1.6 <i>Fuzzy Inference System</i>	26
2.1.7 Matriks Evaluasi.....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	39
3.1 Variabel Penelitian dan Sumber Data.....	39

3.2	Langkah Analisis	40
3.3	Desain Sistem.....	51
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		53
4.1	Pengumpulan Data	53
4.2	Prapemrosesan data.....	55
4.2.1.	Pembersihan dan Normalisasi Data.....	56
4.2.2.	<i>Resizing</i> Data	57
4.2.3.	Augmentasi Data	58
4.2.4.	Pembagian Data.....	60
4.3	Perancangan Model.....	62
4.3.1.	Model <i>Complex-Valued Neural Network</i> (CVNN)	63
4.3.2.	Model <i>Convolutional Neural Network</i> (CNN)	65
4.3.3.	Model <i>Fuzzy Inference System</i> (FIS).....	67
4.4	Skema Pengujian.....	69
4.4.1.	Skema Pengujian Ke-1	69
4.4.2.	Skema Pengujian Ke-2	72
4.4.3	Skema Pengujian Ke-3	74
4.4.4.	Skema Pengujian Ke-4	77
4.5	Evaluasi Model.....	83
4.6	Implementasi GUI.....	96
BAB V PENUTUP.....		101
5.1.	Kesimpulan	101
5.2.	Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....		103
LAMPIRAN.....		109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hawar Daun Bakteri.....	14
Gambar 2. 2 Bercak Coklat.....	15
Gambar 2. 3 <i>Blast</i>	16
Gambar 2. 4 Arsitektur Complex-Valued Neural Network	18
Gambar 2. 5 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	22
Gambar 2. 6 Arsitektur <i>Fuzzy Inference System</i>	26
Gambar 2. 7 Grafik representasi linear naik	29
Gambar 2. 8 Grafik representasi linear turun.....	29
Gambar 2. 9 Grafik Keanggotaan Variabel Warna.....	30
Gambar 2. 10 Grafik Keanggotaan Variabel tekstur.....	31
Gambar 2. 11 Grafik Keanggotaan Variabel keparahan	32
Gambar 3. 1 Digram Alir Penelitian	51
Gambar 3. 2 Desain Sistem <i>web</i>	52
Gambar 4. 1 Sampel Data Gambar Primer.....	53
Gambar 4. 2 Diagram Batang Data Primer	55
Gambar 4. 3 Diagram Batang Data Sekunder.....	55
Gambar 4. 4 Diagram Alur Prapemrosesan Data.....	55
Gambar 4. 5 <i>output Clean & Normalisasi Data</i>	57
Gambar 4. 6 <i>Resizing Data</i>	58
Gambar 4. 7 Augmentasi Data	59
Gambar 4. 8 Augmentasi ke 2.....	60
Gambar 4. 9 Hasil Pembagian Data Primer	62
Gambar 4. 10 Hasil Pembagian Data Sekunder	62
Gambar 4. 11 Hasil Pembagian Data Gabungan.....	62
Gambar 4. 12 Ringkasan Model CVNN	65
Gambar 4. 13 Ringkasan Model CNN	66
Gambar 4. 14 Struktur Model FIS	69
Gambar 4. 15 Grafik pengujian 1 Model CVNN.....	70
Gambar 4. 16 Grafik pengujian 1 Model CNN.....	71
Gambar 4. 17 Grafik pengujian 2 Model CVNN.....	72

Gambar 4. 18 Grafik pengujian 2 Model CNN.....	74
Gambar 4. 19 Grafik pengujian 3 Model CVNN.....	75
Gambar 4. 20 Grafik pengujian 3 Model CNN.....	76
Gambar 4. 21 Hasil FIS Berdasarkan Presentase Data Primer	80
Gambar 4. 22 Hasil FIS Berdasarkan Presentase Data Sekunder	81
Gambar 4. 23 Hasil FIS Berdasarkan Presentase Data Gabungan.....	82
Gambar 4. 24 <i>Confusion Matrix</i> Model CVNN Data Primer	84
Gambar 4. 25 <i>Confusion Matrix</i> Model CNN Data Primer	85
Gambar 4. 26 <i>Confusion Matrix</i> Model CVNN Data Sekunder	87
Gambar 4. 27 <i>Confusion Matrix</i> Model CNN Data Sekunder.....	89
Gambar 4. 28 <i>Confusion Matrix</i> Model CVNN Data Gabungan.....	90
Gambar 4. 29 <i>Confusion Matrix</i> Model CNN Data Gabungan.....	92
Gambar 4. 30 Hasil evaluasi model FIS data Primer	94
Gambar 4. 31 Hasil evaluasi model FIS data Sekunder.....	95
Gambar 4. 32 Hasil evaluasi model FIS data gabungan	95
Gambar 4. 33 Menu Halaman Utama Sistem GUI	98
Gambar 4. 34 Menu Unggah Gambar Sistem GUI.....	99
Gambar 4. 35 Menu Prediksi Daun Padi Sistem GUI.....	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian terdahulu.....	9
Tabel 3. 1 Sampel Data Primer	40
Tabel 3. 2 Sampel Data Primer Model FIS	41
Tabel 4. 1 Sampel Data Sekunder	54
Tabel 4. 2 Skema Pengujian ke-1 Model CVNN.....	69
Tabel 4. 3 Skema Pengujian ke-1 Model CNN.....	70
Tabel 4. 4 Skema Pengujian ke-2 Model CVNN.....	72
Tabel 4. 5 Skema Pengujian ke-2 Model CNN.....	73
Tabel 4. 6 Skema Pengujian ke-3 Model CVNN.....	74
Tabel 4. 7 Skema Pengujian ke-3 Model CNN.....	76
Tabel 4. 8 <i>Report</i> Model CVNN Data Primer.....	84
Tabel 4. 9 <i>Report</i> Model CNN Data Primer	86
Tabel 4. 10 <i>Report</i> Model CVNN Data Sekunder	87
Tabel 4. 11 <i>Report</i> Model CNN Data Sekunder	89
Tabel 4. 12 <i>Report</i> Model CVNN Data Gabungan	91
Tabel 4. 13 <i>Report</i> Model CNN Data Gabungan.....	92

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program GUI.....	109
Lampiran 2. LOA Jurnal	109

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR NOTASI

X	:	Variabel
H	:	<i>height</i>
W	:	<i>width</i>
C	:	<i>channel</i>
N	:	total jumlah <i>patch</i>
$P2$	:	elemen (piksel)
$\in R$	:	Notasi bilangan real
xpE	:	<i>patch embeddings</i>
$Epos$	:	<i>embedding matrix</i>
Σ	:	<i>Sigma</i>
$\sum_{i=1}^n a_i z_i$	:	total nilai tertimbang
Z	:	rata-rata tertimbang
b	:	bias
W_{nm}	:	bobot (bernilai kompleks)
n	:	<i>neuron</i>
X_m	:	<i>input</i> (bernilai kompleks)
T_n	:	ambang batas (nilai kompleks)
i	:	elemen ke- i
a_i	:	himpunan <i>fuzzy</i>
z_i	:	aturan <i>fuzzy</i>
$\mu_A(x)$	:	fungsi keanggotaan
α_{akhir}	:	nilai <i>crisp</i> akhir tingkat keparahan penyakit.
α_k	:	nilai α -predikat dari aturan ke- k .
z_k	:	nilai <i>output crisp</i> dari aturan ke- k .
$Pool_{max}(Z)$	:	Hasil operasi <i>max pooling</i> data kompleks Z
z_i	:	elemen kompleks z_i dalam data kompleks
$argmax(Z)$	:	indeks (i) <i>magnitude</i> terbesar (<i>argmax</i>)
x	:	bagian <i>real</i> dari <i>complex dense</i> kompleks s
y	:	bagian <i>imaginer</i> dari <i>complex dense</i> kompleks s

Halaman ini sengaja dikosongkan