

**SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KANKER PARU-PARU BERBASIS
CITRA CT-SCAN MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* (CNN) TERINTEGRASI *CLINICAL DECISION SUPPORT***

SKRIPSI



OLEH :

HADISTYA WAHYU LISTYO BUDI
2205101006

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI MADIUN**

2026

**SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KANKER PARU-PARU BERBASIS
CITRA CT-SCAN MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* (CNN) TERINTEGRASI *CLINICAL DECISION SUPPORT***

SKRIPSI



OLEH :

HADISTYA WAHYU LISTYO BUDI
2205101006

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI MADIUN
2026**

**SISTEM KLASIFIKASI PENYAKIT KANKER PARU-PARU BERBASIS
CITRA CT-SCAN MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* (CNN) TERINTEGRASI *CLINICAL DECISION SUPPORT***

SKRIPSI

Diajukan kepada Universitas PGRI Madiun untuk Memenuhi Salah Satu
Persyaratan dalam Menyelesaikan Program Sarjana Strata 1 Program Studi Teknik
Informatika

OLEH:

**HADISTYA WAHYU LISTYO BUDI
NIM. 2205101006**

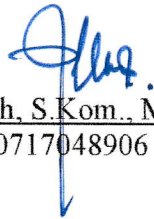
**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PGRI MADIUN
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

Skripsi oleh Hadistya Wahyu Listyo Budi diperiksa dan disetujui untuk di uji.

Madiun, 16 Juli 2026

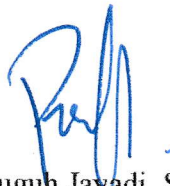
Pembimbing I,



Saifulloh, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0717048906

Madiun, 16 Juli 2026

Pembimbing II,



Puguh Jayadi, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0708019402

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Skripsi oleh Hadistya Wahyu Listyo Budi telah dipertahankan di depan dosen
penguji pada hari Rabu, 22 Juli 2026

Tim Penguji

Saifulloh, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0717048906

Penguji I

Puguh Jayadi, S.Kom., M.Kom.
NIDN. 0708019402

Penguji II

Alim Citra Aria Bima, S.Pd., M.Kom.
NIDN. 0725129002

Penguji III

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Nasrul Rofiah Hidayati, S.T., M.Pd
NIDN. 0706108202

Menyetujui,
Kaprodi Teknik Informatika

Yoga Prisma Yuda, S.Kom., M.Kom
NIDN. 0722089002

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hadistya Wahyu Listyo Budi

NIM : 2205101006

Program Studi : Teknik Informatika

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenarnya, bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul “Sistem Klasifikasi Penyakit Kanker Paru-Paru Berbasis Citra Ct-Scan Menggunakan *Convolutional Neural Network*(CNN) Terintegrasi *Clinical Decision Support*” ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Madiun, 22 Juli 2026

Yang membuat pernyataan,



Hadistya Wahyu Listyo Budi
2205101006

SKRIPSI INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA

Dengan penuh rasa syukur dan kerendahan hati, karya ini secara khusus saya persembahkan kepada kedua orang tuaku tercinta yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat dalam setiap langkahku. Terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan, kerja keras, dan doa yang tidak pernah putus hingga aku mampu sampai pada titik ini, serta kepada adikku atas dukungan dan pengertiannya di tengah kesibukanku. Teruntuk sosok teristimewa, terima kasih atas kesabaran, dukungan emosional, dan kesediaan mendampingi di saat-saat paling menantang; semoga pencapaian ini menjadi pijakan kokoh bagi niat baik kita untuk melangkah ke jenjang yang lebih serius. Rasa terima kasih yang sama juga saya sampaikan kepada sahabat-sahabat terdekat atas telinga yang selalu sedia mendengarkan, serta kepada rekan-rekan seperjuangan di bangku sarjana atas kebersamaan yang membuat perjalanan penyusunan tesis ini terasa lebih ringan. Terakhir, persembahan ini saya berikan untuk diri saya sendiri; terima kasih telah menolak untuk menyerah pada rasa lelah, teguh menghadapi setiap rintangan, dan berhasil menyelesaikan tanggung jawab ini hingga tuntas.

MOTTO

“Kemenangan bukanlah tentang bagaimana kita mengalahkan orang lain, melainkan bagaimana kita mengalahkan batasan diri sendiri demi kebebasan di masa depan.”

Penulis.

“Hadapi semuanya langsung di muka, Apa pun yang terjadi tidak apa, Setiap hari ku bersyukur, Melihatmu, Berselimut harapan, Berbekal cerita”

Hindia (Daniel Baskara Putra)

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberi karunia, rahmat, hidayah serta innayah-Nya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer dalam Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin menyampaikan ungkapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang turut serta membantu penyelesaian tugas akhir ini. Pihak-pihak tersebut adalah yang terhormat:

1. Bapak Dr. H. Supri Wahyudi Utomo, M.Pd, selaku Rektor Universitas PGRI Madiun yang telah memberikan fasilitas untuk kelancaran kegiatan penelitian ini.
2. Ibu Nasrul Rofiah Hidayati, S.T., M.Pd selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun yang telah memberikan fasilitas dan sarana sehingga studi saya dapat berjalan dengan lancar
3. Bapak Yoga Prisma Yuda, S.Kom., M.Kom selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas PGRI Madiun yang telah membantu kelancaran dan arahan yang sangat bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi ini.
4. Bapak Saifulloh, S.Kom., M.Kom. selaku pembimbing I yang telah sabar memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan yang evaluatif dalam penyusunan tugas akhir skripsi ini

5. Bapak Puguh Jayadi, S.Kom., M.Kom. selaku pembimbing II yang telah sabar memberikan bimbingan, pengarahan dan masukan yang evaluatif dalam penyusunan tugas akhir skripsi ini serta sebagai pengganti pembimbing akademik yang menuntun dalam penyelesaian studi.
6. Ibu Pratiwi Susanti, S.Kom., M.MT. selaku Pembimbing Akademik Prodi Pendidikan Sosiologi yang telah memberikan bekal ilmu, wawasan pengetahuan serta sabar menuntun saya dalam penyelesaian studi ini.
7. Bapak Muhammad Salimy Ahsan, S.Kom., M.Kom. selaku Dosen yang telah memberikan pengarahan dan masukan evaluative dalam perancangan tugas akhir skripsi ini.
8. Para Dosen Program Studi Teknik Informatika yang sangat berjasa dalam memberikan bekal ilmu, wawasan dan pengetahuan yang sangat luas.
9. Pimpinan dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas PGRI Madiun yang telah membantu dalam administrasi.
10. Keluargaku tercinta, Ibu dan Bapak saya yang tidak kenal lelah untuk selalu memberikan yang terbaik, dan telah mengajari arti sebuah perjuangan. Adikku jangan pernah berhenti “belajar” dan terima kasih untuk kasih sayang, pengertian, kesabaran dan dukungan yang telah kalian berikan.
11. Teman-teman DEL MONTE Bintang, Dimas, Thomas, Ichwan, Gilang, Kevin, Bade, Abian, Cakra, Arif, Protom, Rahmat, Ridwan, dan Fatra terima kasih atas rasa kebersamaan serta pelajaran yang kalian berikan.

12. Rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Informatika angkatan 2022, terima kasih untuk kebersamaan, semangat, dan dukungan kalian, serta semua kenangan yang telah kalian goreskan dalam hidupku dalam bangku kuliah selama ini.

13. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu saran dan kritik yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua pihak

Akhir kata, peneliti menyadari dengan segala keterbatasan pengetahuan bahwa tugas akhir skripsi ini tentunya masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan serta jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik dari para pembaca demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya.

Madiun, 22 Juli 2026

Hadistya Wahyu Listyo Budi

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL DEPAN	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH SKRIPSI.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
ABSTRAK.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah.....	3
C. Rumusan Masalah	4
D. Tujuan Penelitian.....	5
E. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. Kajian Teoritis	8
1. <i>Artificial Intelligence</i>	8
2. <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	10
3. <i>Residual Network (ResNet)</i>	15
4. <i>Clinical Decision Support System (CDSS)</i>	17
5. Metode Agile	19
6. <i>Deep Learning</i>	20
7. <i>Deep Learning</i> dalam Analisis Citra Medis	23
8. Validasi dan Evaluasi Produk Berbasis <i>Deep Learning</i>	25
9. <i>Confusion Matrix</i>	27
10. <i>Flowchart</i>	33
11. Kanker Paru-paru.....	37
12. <i>Black-box Testing</i>	42
B. Kajian Empiris	45
C. Kerangka Berpikir	52
BAB III METODE PENELITIAN.....	54
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	54
B. Metode Pengembangan Sistem.....	55

C. Rancangan Penelitian	58
D. Teknik Pengembangan Sistem	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	65
A. Analisis Sistem	65
B. Perancangan Sistem	74
C. Implementasi Sistem	107
D. Pengujian	138
BAB V PENUTUP	167
A. Kesimpulan	167
B. Saran	168
DAFTAR PUSTAKA	170
LAMPIRAN-LAMPIRAN	174
Lampiran 1. Validasi Sumber Pustaka	174
Lampiran 2. Lembar Revisi dan Perbaikan	188
Lampiran 3. Daftar Riwayat Hidup	194

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur CNN (Salehi et al., 2023)	11
Gambar 2. 2 Pemetaan Taksonomi (Salehi et al., 2023)	13
Gambar 2. 3 Convolutional Process (Salehi et al., 2023)	14
Gambar 2. 4 Visualisasi ResNet Grad-CAM (Selvaraju et al., 2019).....	17
Gambar 2. 5 Representasi <i>Confusion Matrix</i> (Indransyah et al., 2022).....	29
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir	53
Gambar 3.1 Representasi <i>Confusion Matrix</i> (Indransyah et al., 2022).....	56
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Rancangan Penelitian	59
Gambar 4. 1 <i>Flowchart</i> Sistem	75
Gambar 4. 2 Use Case Sistem.....	77
Gambar 4. 3 Activity Diagram Sistem Diagnosis	80
Gambar 4. 4 Activity Diagram Fitur Pencarian Dokter	82
Gambar 4. 5 Activity Diagram Fitur Tinjauan Dataset	84
Gambar 4. 6 Sequence Diagram Skrining Diagnostik	87
Gambar 4. 7 Sequence Diagram Pencarian Dokter dan Cetak Laporan	88
Gambar 4. 8 Sequence Diagram tinjauan dataset.....	90
Gambar 4. 9 Diagram/Blok Arsitektur ResNet50 Pipeline 1	94
Gambar 4. 10 Diagram/Blok Arsitektur ResNet50 Pipeline 2	97
Gambar 4. 11 Rancangan Antarmuka Halaman Utama	100
Gambar 4. 12 Rancangan Antarmuka Halaman Hasil Prediksi	102
Gambar 4. 13 Rancangan Antarmuka Halaman Pencarian Dokter	104
Gambar 4. 14 Rancangan Antarmuka Halaman Dokumentasi Dataset.....	105
Gambar 4. 15 Rancangan Antarmuka Halaman Info & Disclaimer.....	107
Gambar 4. 16 Data Pathing	111
Gambar 4. 17 Data <i>Preprocessing&Augmentation</i>	112
Gambar 4. 18 Augmentasi Data	113
Gambar 4. 19 Data Loading	113
Gambar 4. 20 Class Weights	114
Gambar 4. 21 Data Pathing Pipeline 2	115
Gambar 4. 22 Offline Data Splitting	116
Gambar 4. 23 Data <i>Augmentation</i>	117
Gambar 4. 24 Augmentasi Data Pipeline 2	118
Gambar 4. 25 Data Loading Pipeline 2	118
Gambar 4. 26 Modifikasi Classifier Head.....	119
Gambar 4. 27 Modifikasi Clasifier Head Pipeline 2	120
Gambar 4. 28 Two-Phase Transfer Learning	120
Gambar 4. 29 Inisiasi Sumber Daya	123
Gambar 4. 30 Inisiasi Clinical Rule ByPass	124
Gambar 4. 31 Blok kode pengunggahan dan validasi antarmuka	126
Gambar 4. 32 Render Overlay Grad-CAM.....	127
Gambar 4. 33 Halaman Utama/Landing Page.....	129
Gambar 4. 34 Halaman Pencarian Dokter.....	131
Gambar 4. 35 Halaman Dokumentasi Dataset	133
Gambar 4. 36 Halaman Informasi & Disclaimer	135

Gambar 4. 37 Halaman Hasil Prediksi Diagnostik	137
Gambar 4. 38 Riwayat Pelatihan Model Tingkat Keparahan.....	138
Gambar 4. 39 Riwayat Pelatihan Model Jenis Kanker	139
Gambar 4. 40 Confussion Matrix Tingkat Keparahan	142
Gambar 4. 41 Confussion Matrix Jenis Kanker	146
Gambar 4. 42 ROC-AUC Jenis Kanker	151
Gambar 4. 43 ROC-AUC Tingkat Keparahan Kanker.....	151
Gambar 4. 44 Visualisasi Kualitatif Hasil Prediksi Klasifikasi Jenis Kanker.....	153
Gambar 4. 45 Visualisasi Hasil Prediksi Klasifikasi Tingkat Keparahan	154
Gambar 4. 46 Kasus Prediksi Benar (Kelas <i>Adenocarcinoma</i>)	156
Gambar 4. 47 Kasus Prediksi Benar kedua (Kelas <i>Adenocarcinoma</i>).....	156
Gambar 4. 48 Kasus Kesalahan Klasifikasi	157
Gambar 4. 49 Kasus Prediksi Benar (Kelas <i>Benign</i>)	158
Gambar 4. 50 Kasus Kesalahan Klasifikasi Pertama	159
Gambar 4. 51 Kasus Kesalahan Klasifikasi Kedua.....	159

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis-jenis Simbol Flowchart	35
Tabel 3. 1 Rincian Kegiatan	54
Tabel 4. 1 Spesifikasi Kebutuhan Fungsional Sistem	66
Tabel 4. 2 Kebutuhan Perangkat Keras	67
Tabel 4. 3 Kebutuhan Perangkat Lunak	68
Tabel 4. 4 Contoh Citra Dataset Chest CT-Scan Images.....	70
Tabel 4. 5 Contoh Citra Dataset IQ-OTH/NCCD	72
Tabel 4. 6 Deskripsi Use Case: Interaksi Pasien pada Sistem LungScan AI	78
Tabel 4. 7 Elemen Antarmuka Halaman Utama	98
Tabel 4. 8 Elemen Antarmuka Halaman Hasil Prediksi	101
Tabel 4. 9 Elemen Antarmuka Halaman Doctor Finder	103
Tabel 4. 10 Elemen Antarmuka Halaman Dataset	104
Tabel 4. 11 Elemen Antarmuka Halaman Info & Disclaimer	106
Tabel 4. 12 Spesifikasi Dependensi Perangkat Lunak Backend	108
Tabel 4. 13 Spesifikasi API	122
Tabel 4. 14 Klasifikasi Metrik Kinerja.....	141
Tabel 4. 15 Pengujian Blackbox.....	161