



SKRIPSI

**OPTIMASI CITRA MAMMOGRAM
MENGUNAKAN TEKNIK CLAHE UNTUK
KLASIFIKASI TUMOR PAYUDARA DENGAN
ARSITEKTUR RESNET50**

ADINDA PUTRI BUDI SARASWATI
NPM 21081010201

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

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

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI CITRA MAMMOGRAM MENGGUNAKAN TEKNIK CLAHE UNTUK KLASIFIKASI TUMOR PAYUDARA DENGAN ARSITEKTUR RESNET50

Oleh:

ADINDA PUTRI BUDI SARASWATI

NPM. 21081010201

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada
tanggal 24 November 2025

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.

NPT. 222198 60 816400



(Pembimbing I)

Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

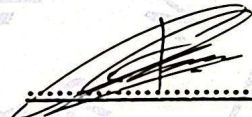
NIP. 1993121 3202203 2 010



(Pembimbing II)

Dr. Faisal Muttaqin, S.Kom., M.T.

NIP. 19851231 202121 1 009



(Ketua Penguji)

M. Muharrom Al Haromainy, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19950601 202203 1 006



(Anggota Penguji)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT

NIP. 19681126 199403 2 001

LEMBAR PERSETUJUAN

OPTIMASI CITRA MAMMOGRAM MENGGUNAKAN TEKNIK CLAHE UNTUK KLASIFIKASI TUMOR PAYUDARA DENGAN ARSITEKTUR RESNET50

Oleh:

ADINDA PUTRI BUDI SARASWATI

NPM. 21081010201

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi.

Menyetujui,

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 202121 2 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Adinda Putri Budi Saraswati
NPM : 21081010201
Program : Sarjana (S1)
Program Studi : Informatika
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 dikemudian 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, 2 Desember 2025

Yang Membuat Pernyataan,


Adinda Putri Budi Saraswati

NPM. 21081010201

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Adinda Putri Budi Saraswati / 21081010201
Judul Skripsi : Optimasi Citra Mammogram Menggunakan Teknik CLAHE untuk Klasifikasi Tumor Payudara dengan Arsitektur ResNet50
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

Tumor payudara merupakan gangguan kesehatan yang ditandai dengan pertumbuhan sel secara tidak normal pada jaringan payudara, yang dapat bersifat jinak (*benign*) atau ganas (*malignant*). Dalam perkembangannya, tumor ganas pada payudara (yang dikenal sebagai kanker payudara) menduduki peringkat pertama sebagai penyebab kematian akibat kanker pada wanita, dengan angka kejadian yang terus meningkat setiap tahunnya. Di Indonesia, Globocan (2020) mencatat terdapat lebih dari 66 ribu kasus baru yang melibatkan tumor pada jaringan payudara wanita, dengan sekitar 22 ribu kematian terkait. Fakta ini menunjukkan pentingnya klasifikasi yang tepat terhadap sifat tumor payudara, karena penanganan yang cepat dan tepat dapat membantu menentukan hasil klinis pasien. Oleh karena itu, dibutuhkan pengembangan teknologi pendukung yang mampu meningkatkan kecepatan dan akurasi dalam proses klasifikasi tumor payudara secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan untuk merancang model klasifikasi tumor payudara berbasis *transfer learning* menggunakan arsitektur *ResNet50* terhadap citra hasil mamografi ke dalam tiga kelas: normal, tumor jinak (*benign*), dan tumor ganas (*malignant*). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dataset mini-MIAS (*Mammographic Image Analysis Society*) yang telah diproses melalui CLAHE (*Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization*) untuk meningkatkan kontras lokal agar fitur gambar seperti tepi atau tekstur, serta melalui serangkaian proses augmentasi dan transformasi data untuk meningkatkan keragaman data, sehingga model dapat belajar dengan variasi posisi, orientasi, atau ukuran payudara pada dataset yang digunakan. Konfigurasi parameter terbaik pada model ini berhasil mencapai akurasi sebesar **0.9440**, AUC **0.9765**, dan *f1-score* sebesar **0.94**. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa arsitektur *ResNet50* efektif digunakan untuk tugas klasifikasi tumor payudara berbasis citra mammogram.

Kata kunci: Tumor Payudara, CLAHE, ResNet50, Klasifikasi, Citra Mammogram.

ABSTRACT

Student Name / NPM : Adinda Putri Budi Saraswati / 21081010201
Thesis Title : Optimasi Citra Mammogram Menggunakan Teknik CLAHE untuk Klasifikasi Tumor Payudara dengan Arsitektur ResNet50
Advisor : 1. Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT.
2. Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom.

*Breast tumors represent a pathological condition characterized by uncontrolled and abnormal cell growth within breast tissue, which may be either benign or malignant. Among malignant cases, breast cancer has emerged as the leading cause of cancer-related mortality in women worldwide, with a steadily rising incidence year after year. In Indonesia, according to Globocan 2020 data, more than 66,000 new cases of breast tumors in women were recorded, resulting in approximately 22,000 deaths. These alarming figures highlight the critical need for accurate tumor characterization, as early and precise classification directly influences treatment decisions and patient outcomes. Consequently, there is an urgent demand for advanced technological solutions capable of delivering faster and more reliable diagnostic performance in breast tumor classification. This study aims to develop a deep learning-based classification model for breast tumors by employing transfer learning with the ResNet50 architecture applied to mammography images, categorizing them into three classes: normal, benign tumor, and malignant tumor. The research utilizes the mini-MIAS (Mammographic Image Analysis Society) dataset, which has been preprocessed using Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE) to enhance local contrast and better reveal critical image features such as edges and texture. Additionally, extensive data augmentation and transformation techniques were applied to increase data diversity by introducing variations in breast position, orientation, and scale, thereby improving the model's robustness and generalization ability. The optimally configured model achieved an accuracy of **0.9440**, an AUC of **0.9765**, and an F1-score of **0.94**. These results demonstrate that the ResNet50 architecture, when combined with transfer learning, is highly effective for the task of multi-class breast tumor classification using mammographic images.*

Keywords: Breast Cancer, CLAHE, ResNet50, Classification, Mammogram.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur tak terhingga penulis haturkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah melimpahkan rahmat, kekuatan, dan petunjuk-Nya sehingga skripsi dengan judul **“Optimasi Citra Mammogram Menggunakan Teknik CLAHE untuk Klasifikasi Tumor Payudara dengan Arsitektur ResNet50”** ini akhirnya dapat terselesaikan. Prosesnya panjang, berliku, penuh malam tanpa tidur, tumpukan gelas kopi, dan tak jarang air mata—namun di balik semua itu, ada rasa syukur yang tak pernah pudar karena Allah selalu membukakan jalan di saat penulis hampir menyerah. Terima kasih yang tak terhingga penulis sampaikan kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala, Tuhan Yang Maha Esa, Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Hanya dengan izin, kekuatan, dan petunjuk-Nya penulis mampu melewati setiap malam yang berat, setiap keraguan, dan setiap titik terendah dalam perjalanan ini.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom selaku Ketua Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing pertama, yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan kebijaksanaan membimbing penulis dari awal hingga akhir penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Afina Lina Nurlaili, S.Kom., M.Kom, selaku dosen pembimbing kedua yang tak pernah lelah memberikan arahan, semangat, dan kalimat-kalimat penyemangat di saat penulis hampir menyerah selama pengerjaan skripsi ini.
6. Kedua orang tua serta kakak tercinta, yang doa dan dukungannya—baik moril maupun materil—menjadi penyemangat terbesar bagi penulis sepanjang proses ini.
7. Diri sendiri, yang meski sering lelah dan ragu, tetap memilih untuk terus melangkah hingga akhir. Terima kasih karena kamu tidak menyerah.

8. Teman-teman seperjuangan—kalian tahu siapa kalian—yang selalu hadir dan menemani penulis selama pengerjaan skripsi ini, saling menguatkan saat *deadline* menekan, dan membuat perjalanan panjang ini tak pernah terasa sendiri. Terima kasih karena kalian menjadikan proses yang berat ini penuh tawa dan kebersamaan.
9. Seluruh pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah banyak membantu penulis selama pengerjaan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, Semoga karya sederhana ini dapat memberikan manfaat dan menjadi pengingat bahwa dengan izin Allah, setiap usaha yang dilakukan dengan ikhlas pasti akan sampai pada garis akhir.

Surabaya, 24 November 2025

Penulis

Adinda Putri Budi Saraswati

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II	7
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Pengolahan Citra	9
2.3 Pembelajaran Mesin	10
2.4 Jaringan Saraf Tiruan	12
2.5 <i>Deep Learning</i>	13
2.6 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	14
2.6.1 <i>Convolution Layer</i>	15
2.6.2 <i>Activation Function (ReLU)</i>	17
2.6.3 <i>Pooling/Subsampling Layer</i>	18
2.6.4 <i>Global Average Pooling (GAP)</i>	20
2.6.5 <i>Dropout Layer</i>	20
2.6.6 <i>Fully Connected Layer</i>	21
2.6.7 Cara Kerja Convolutional Neural Network.....	22
2.7 <i>ResNet50</i>	23
2.8 <i>Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization (CLAHE)</i>	23

2.9 Payudara	25
2.10 Penyakit Tumor Payudara	27
2.10.1 Pengertian Tumor Payudara	27
2.10.2 Penyebab Tumor Payudara	29
2.11 Mammografi	30
2.12 Evaluasi Model	31
BAB III	35
DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM	35
3.1 Metodologi Penelitian.....	35
3.2 Studi Literatur.....	36
3.3 Pengumpulan Data.....	36
3.4 Praproses Data	39
3.4.1 Pembacaan Gambar	40
3.4.2 Pembagian Dataset	40
3.4.3 CLAHE dan Normalisasi.....	41
3.4.4 Konversi <i>Grayscale</i> ke RGB	47
3.5 Augmentasi dan Transformasi Data	49
3.5.1 Perhitungan Nilai Rata-Rata dan Standar Deviasi.....	49
3.5.2 Transformasi Data	49
3.6 Pemodelan ResNet50.....	51
3.7 Pelatihan Model.....	55
3.8 Evaluasi Model	57
3.9 Skenario Pengujian.....	57
BAB IV.....	59
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	59
4.1 Persiapan Data	59
4.2 Praproses Data	64
4.3 Pemodelan ResNet50.....	68
4.4 Pelatihan Model.....	71
4.5 Hasil Pengujian.....	78
4.5.1 Skenario Pengujian Rasio Pembagian Data.....	78
4.5.2 Skenario Pengujian <i>Learning Rate</i>	81
4.5.3 Skenario Pengujian <i>Batch Size</i>	84
4.5.4 Skenario Pengujian <i>Epoch</i>	87
4.5.5 Skenario Pengujian Parameter CLAHE	90

4.5.6 Pengaruh Penerapan CLAHE Terhadap Performa Model	93
4.6 Konfigurasi Model Terbaik.....	95
4.7 Evaluasi Model.....	96
4.7.1 Evaluasi Grafik Training dan Validasi.....	96
4.7.2 Evaluasi <i>Confussion Matrix</i>	98
BAB V.....	101
KESIMPULAN DAN SARAN	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran.....	102
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe Pembelajaran Mesin.....	11
Gambar 2. 2 Jaringan Saraf Tiruan	13
Gambar 2. 3 Deep Learning	14
Gambar 2. 4 Arsitektur CNN	22
Gambar 2. 5 CLAHE.....	25
Gambar 2. 6 Anatomi Payudara	27
Gambar 2. 7 Tingkat Stadium Kanker Payudara Secara Umum.....	29
Gambar 2. 8 Ilustrasi Pemeriksaan Mammografi	30
Gambar 2. 9 Citra Mammogram	31
Gambar 2. 10 <i>Confusion Matrix</i>	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	35
Gambar 3. 2 Distribusi Data.....	37
Gambar 3. 3 Sampel Data Citra Mammogram Kelas Normal	38
Gambar 3. 4 Sampel Data Citra Mammogram Kelas <i>Benign</i>	38
Gambar 3. 5 Sampel Data Citra Mammogram Kelas <i>Malignant</i>	39
Gambar 3. 6 Diagram Alir Tahap Praproses Data	40
Gambar 3. 7 Distribusi Pembagian Dataset	41
Gambar 3. 8 Contoh Pengambilan Nilai Piksel	42
Gambar 3. 9 Hasil Praproses Data Awal.....	46
Gambar 3. 10 Citra <i>Grayscale</i> dan RGB	47
Gambar 3. 11 Histogram Citra <i>Grayscale</i> dan RGB.....	48
Gambar 3. 12 Hasil Transformasi Data.....	50
Gambar 4. 1 Visualisasi Distribusi Kelas Dataset	62
Gambar 4. 2 Visualisasi Distribusi Data Setelah <i>Oversampling</i>	64
Gambar 4. 3 Sampel Dataset Sebelum Praproses Data.....	65
Gambar 4. 4 Sampel Dataset Setelah CLAHE dan Normalisasi.....	66
Gambar 4. 5 Hasil Augmentasi	68
Gambar 4. 6 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian Terbaik (1 – Pembagian Data)...	79
Gambar 4. 7 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Terbaik (1 – Pembagian Data)	80

Gambar 4. 8 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Skenario Terbaik (2 – <i>Learning Rate</i>)	82
Gambar 4. 9 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Terbaik (2 - <i>Learning Rate</i>)	83
Gambar 4. 10 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian Terbaik (3 - <i>Batch Size</i>)	85
Gambar 4. 11 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Terbaik (3 - <i>Batch Size</i>).....	86
Gambar 4. 12 <i>Confusion Matrix</i> Hasil Pengujian Terbaik (4 - <i>Epoch</i>).....	88
Gambar 4. 13 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Terbaik (4 - <i>Epoch</i>).....	89
Gambar 4. 14 <i>Confussion Matrix</i> Hasil Pengujian Terbaik (5 - Parameter CLAHE)	91
Gambar 4. 15 <i>Classification Report</i> Hasil Pengujian Terbaik (5 - Parameter CLAHE).....	92
Gambar 4. 16 <i>Classification Report</i> Model Tanpa CLAHE	94
Gambar 4. 17 Grafik Loss dan Akurasi	97
Gambar 4. 18 Evaluasi <i>Confusion Matrix</i> Terbaik.....	98

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Stadium Kanker Payudara.....	28
Tabel 3. 1 Skenario Pengujian	58
Tabel 4. 1 Summary Model ResNet50.....	70
Tabel 4. 2 Hasil Skenario Pengujian Rasio Pembagian Dataset	79
Tabel 4. 3 Hasil Skenario Pengujian <i>Learning Rate</i>	81
Tabel 4. 4 Hasil Skenario Pengujian <i>Batch Size</i>	84
Tabel 4. 5 Hasil Skenario Pengujian <i>Epoch</i>	87
Tabel 4. 6 Hasil Skenario Pengujian Parameter CLAHE	90
Tabel 4. 7 Konfigurasi Parameter Terbaik Model	95