

**PERBAIKAN KUALITAS CITRA JANTUNG  
MENGUNAKAN METODE *DEEP LEARNING***

**SKRIPSI**

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



**OLEH:**

**NUR ALDILLAH CHUMAIROH**

**09011182025020**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

## PERBAIKAN KUALITAS CITRA JANTUNG MENGUNAKAN METODE *DEEP LEARNING*

### SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

**NUR ALDILLAH CHUMAIROH**

**09011182025020**

Palembang, 16 Agustus 2024

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



**Dr. Ir. Sukemi, M.T**  
NIP. 196612032006041001

**Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.**  
NIP. 196908021994012001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Senin

Tanggal : 15 Juli 2024

Tim Penguji:

1. Ketua : **Dr. Firdaus, S.T., M.Kom.**
2. Sekretaris : **Annisa Darmawahyuni, M.Kom.**
3. Penguji : **Dr. Rossi Passarella, M.Eng.**
4. Pembimbing : **Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D.**

*Firdaus*  
\_\_\_\_\_  
*Annisa*  
\_\_\_\_\_  
*Rossi*  
\_\_\_\_\_  
*Siti Nurmaini*  
\_\_\_\_\_

Mengetahui, 16/8/24

Ketua Jurusan Sistem Komputer

  
*Sukemi*  
\_\_\_\_\_  
**Dr. Ir. Sukemi, M.T.**  
NIP: 196612032006041001

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nur Aldillah Chumairoh

NIM : 09011182025020

Judul : Perbaikan Kualitas Citra Jantung Menggunakan Metode *Deep Learning*

Hasil Pengecekan *Software* Turnitini : 6%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir ini adalah hasil pekerjaan tangan penulis sendiri tanpa adanya penjiplakan pada karya orang lain atau plagiat. Jika ditemukan unsur unsur penjiplakan dalam tugas akhir saya, maka saya siap menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.



Palembang, Juli 2024



**Nur Aldillah Chumairoh**  
**NIM. 09011182025020**

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, kasih sayang dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Perbaikan Kualitas Citra Jantung Menggunakan Metode *Deep Learning*”**.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan proses bagaimana perbaikan kualitas citra pada jantung yang disertai data-data dan hasil yang diperoleh. Penulis berharap laporan ini bermanfaat bagi banyak pihak, serta menjadi salah satu sumber bacaan atau referensi bagi akademisi dan peneliti lain yang sedang menekuni bidang citra.

Selama penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan ide, bantuan, serta saran dari semua pihak, baik secara langsung maupun tak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan berkah serta nikmat kesehatan dan kesempatan kepada penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua, keluarga besar yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat serta selalu ada saat saya membutuhkan tempat untuk bercerita maupun bersandar.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si, M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Sukemi, M.T., selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Prof Deris Stiawan, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing Akademik di Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
6. Ibu Prof. Ir. Siti Nurmaini, M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

7. Terima kasih atas lab isysrg dan infrastruktur lab yang digunakan dalam mengerjakan skripsi.
8. Mbak Dr. Ade Iriani Sapitri, M.Kom. selaku Asisten Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memotivasi selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Bapak Prof. Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T., Bapak Dr. Firdaus, M.Kom., Bapak Muhammad Naufal Rachmatullah M.Kom., Ibu Akhiar Wista Arum, M.Kom. dan Ibu Anggun Islami M.Kom. selaku Dosen yang terlibat dalam Intelligent System Research Group.
10. Mbak Renny, bapak Yopi dan bapak angga selaku admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh berkas.
11. Teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2020 khususnya kelas SKB Reguler dan teman seperjuangan batch 5 di grup riset ISysRG.
12. M. Liyando Iqbal yang sudah memberikan motivasi dan semangat.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis. Akhir kata penulis berharap, semoga tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi khalayak.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Palembang, 16 Agustus 2024

Penulis,



Nur Aldillah Chumairoh  
NIM. 09011182025020

# PERBAIKAN KUALITAS CITRA JANTUNG MENGGUNAKAN METODE *DEEP LEARNING*

NUR ALDILLAH CHUMAIROH (09011182025020)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : [nuraldillah2407@gmail.com](mailto:nuraldillah2407@gmail.com)

## ABSTRAK

Pada gambar USG jantung anak, sering kali muncul masalah seperti kurangnya kecerahan, adanya *noise*, dan blur. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan proses perbaikan menggunakan teknik *deep learning* seperti MIRNet, *Autoencoder*, EDR-CNNs, dan LLCNN. Metode terbaik adalah MIRNet, yang menghasilkan nilai PSNR sebesar 36.37 dB, MSE sebesar 16.69, dan SSIM sebesar 92.86. Selain itu, hasil yang diperoleh diuji melalui klasifikasi dalam empat kelas (ASD, AVSD, NORMAL, VSD) dan dua kelas (Normal dan Abnormal). Hasil terbaik dari klasifikasi menggunakan *unseen* MIRNet dan *transfer learning* dengan VGG19 menunjukkan peningkatan setelah proses *enhancement*. Untuk klasifikasi dua kelas, akurasi validasi sebelum *enhancement* masing masing adalah 95.94%. Setelah menggunakan model *enhancement*, akurasi meningkat menjadi 98.37%. Akurasi *unseen* sebelum *enhancement* masing masing adalah 71.27%, dan meningkat menjadi 76.59% setelah *enhancement*. Untuk klasifikasi empat kelas, akurasi validasi sebelum *enhancement* adalah 98.91% untuk ASD, 100% untuk AVSD, 97.83% untuk NORMAL, dan 98.91% untuk VSD. Setelah *enhancement*, akurasi meningkat menjadi 100% untuk ASD dan AVSD, serta 99.45% untuk NORMAL dan VSD. Akurasi *unseen* sebelum *enhancement* adalah 75.00% untuk ASD, 87.23% untuk AVSD, 73.93% untuk NORMAL, dan 82.97% untuk VSD. Setelah *enhancement*, akurasi untuk ASD, AVSD, NORMAL, dan VSD masing-masing menjadi 77.65%, 87.76%, 77.65%, dan 84.57%.

**Kata kunci :** *Image Enhancement, Deep Learning, MIRNet, Autoencoder, EDR-CNNs, LLCNN, Jantung Anak*

# HEART IMAGE ENHANCEMENT USING DEEP LEARNING METHOD

**NUR ALDILLAH CHUMAIROH (09011182025020)**

Computer System Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : [nuraldillah2407@gmail.com](mailto:nuraldillah2407@gmail.com)

## ABSTRACT

In infant heart ultrasound images, problems often appear such as low brightness, noise and blur. To overcome this problem, an improvement process is needed using deep learning techniques such as MIRNet, Autoencoder, EDR-CNNs, and LLCNN. The best method is MIRNet, which produces PSNR values of 36.37 dB, MSE of 16.69, and SSIM of 92.86. In addition, the results obtained were tested through classification into four classes (ASD, AVSD, NORMAL, VSD) and two classes (Normal and Abnormal). The best results from classification using unseen MIRNet and transfer learning with VGG19 show improvement after the enhancement process. For two class classification, the validation accuracy before enhancement was 95.94%. After using model enhancement, accuracy increased to 98.37%. Unseen accuracy before enhancement was 71.27%, respectively, and increased to 76.59% after enhancement. For four-class classification, the validation accuracy before enhancement was 98.91% for ASD, 100% for AVSD, 97.83% for NORMAL, and 98.91% for VSD. After enhancement, accuracy increased to 100% for ASD and AVSD, and 99.45% for NORMAL and VSD. Unseen accuracy before enhancement was 75.00% for ASD, 87.23% for AVSD, 73.93% for NORMAL, and 82.97% for VSD. After enhancement, the accuracy for ASD, AVSD, NORMAL, and VSD were 77.65%, 87.76%, 77.65%, and 84.57%, respectively.

**Keywords:** Image Enhancement, Deep Learning, MIRNET, Autoencoder, EDR-CNNs, LLCNN, Infant Heart



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1. <i>Artificial Intelligence</i> .....	4
2.2. <i>Machine Learning</i> .....	4
2.3. <i>Deep Learning</i> .....	5
2.4. <i>Computer Vision</i> .....	5
2.5. Citra USG .....	6
2.6. <i>Image Enhancement</i> .....	6
2.7. <i>Low-Light Convolutional Neural Network</i> .....	7
2.8. <i>Multiple Instance Regression Network</i> .....	8

2.9.	<i>Autoencoder</i> .....	11
2.10.	<i>Enhanced Deep Residual Convolutional Neural Network</i> .....	12
2.11.	<i>Residual Network 101-layer</i> .....	13
2.12.	<i>Densely Connected Convolutional Network 201-layer</i> .....	13
2.13.	<i>Densely Connected Convolutional Network 121-layer</i> .....	13
2.14.	<i>Visual Geometry Group 16-layer</i> .....	14
2.15.	<i>Visual Geometry Group 19-layer</i> .....	14
2.16.	<i>InceptionV3</i> .....	14
2.17.	<i>MobileNetV2</i> .....	15
2.18.	<i>Speckle Noise</i> .....	15
2.19.	<i>Bilateral Filter</i> .....	16
2.20.	<i>Contrast Stretching</i> .....	16
2.21.	<i>Unsharp Masking</i> .....	17
2.22.	<i>Evaluasi Kinerja Image Enhancement</i> .....	17
2.22.1.	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i> .....	17
2.22.2.	<i>Mean Squared Error</i> .....	18
2.22.3.	<i>Structural Similarity Index Measure</i> .....	18
2.23.	<i>Evaluasi Kinerja Klasifikasi</i> .....	19
2.23.1.	<i>Confusion Matrix</i> .....	19
2.23.2.	<i>Accuracy</i> .....	19
2.23.3.	<i>Sensitifity</i> .....	20
2.23.4.	<i>Specificity</i> .....	20
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b> .....		<b>21</b>
3.1.	<i>Kerangka Kerja Penelitian</i> .....	21
3.2.	<i>Kerangka Umum Image Enhancement</i> .....	22
3.2.1.	<i>Persiapan Data Image Enhancement</i> .....	23

3.2.2.	Pra-Pemrosesan Data <i>Image Enhancement</i> .....	24
3.2.3.	Deep Learning.....	26
3.2.3.1.	LLCNN.....	26
3.2.3.2.	MIRNet.....	28
3.2.3.3.	<i>Autoencoder</i> .....	32
3.2.3.4.	EDR-CNNs.....	33
3.2.4.	Evaluasi <i>Image Enhancement</i> .....	34
3.2.5.	Analisa Hasil <i>Image Enhancement</i> .....	34
3.3.	Kerangka Umum Klasifikasi.....	34
3.3.1.	Persiapan Data Klasifikasi.....	35
3.3.2.	Pra-Pemrosesan Data Klasifikasi.....	36
3.3.2.1.	<i>Splitting</i> Data Klasifikasi.....	36
3.3.2.2.	Augmentasi Data Klasifikasi.....	37
3.3.3.	<i>Training</i> dan Pengujian Data Klasifikasi.....	37
3.3.4.	Evaluasi Klasifikasi.....	38
3.3.5.	Analisa Hasil Klasifikasi.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
4.1.	Hasil <i>Image Enhancement</i> .....	39
4.1.1.	Hasil Evaluasi Dengan LLCNN.....	39
4.1.2.	Hasil Evaluasi Dengan MIRNet.....	40
4.1.3.	Hasil Evaluasi Dengan <i>Autoencoder</i> .....	41
4.1.4.	Hasil Evaluasi Dengan EDR-CNNs.....	42
4.1.5.	Hasil Prediksi Dengan LLCNN.....	43
4.1.6.	Hasil Prediksi Dengan MIRNet.....	44
4.1.7.	Hasil Prediksi Dengan <i>Autoencoder</i> .....	45
4.1.8.	Hasil Prediksi Dengan EDR-CNNs.....	46

4.1.9.	Perbandingan Hasil Evaluasi <i>Image Enhancement</i> .....	46
4.1.10.	Perbandingan Grafik <i>Training Loss</i> dan PSNR .....	47
4.1.11.	Perbandingan Hasil Prediksi .....	49
4.2.	Hasil Pengujian Menggunakan Klasifikasi .....	50
4.3.	Analisa.....	59
<b>BAB V KESIMPULAN .....</b>		<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>62</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Arsitektur Low-Light Convolutional Neural Network .....	7
Gambar 2.2 Gambaran umum tentang MIRNet .....	8
Gambar 2.3 Residual Resizing Module Untuk Melakukan Downsampling dan Upsampling .....	9
Gambar 2.4 Skema SKFF .....	10
Gambar 2.5 Skema Dual Attention Unit Untuk Menggabungkan Spatial dan Channel Attention .....	10
Gambar 2.6 Arsitektur Autoencoder .....	11
Gambar 2.7 Arsitektur EDR-CNNs .....	12
Gambar 3.1. Kerangka Kerja Penelitian .....	22
Gambar 3.2. Kerangka Alur Kerja .....	23
Gambar 3.3. Sample Gambar Citra Jantung Anak .....	24
Gambar 3.4. Visualisasi Data Gambar Low Resolution .....	26
Gambar 3.5. Kerangka Alur Kerja .....	35
Gambar 3.6. Sample Gambar Citra Jantung Anak .....	36
Gambar 4.1. Grafik <i>loss</i> dan PSNR LLCNN .....	40
Gambar 4.2. Grafik <i>loss</i> dan PSNR MIRNet .....	41
Gambar 4.3. Grafik <i>loss</i> dan PSNR <i>Autoencoder</i> .....	42
Gambar 4.4. Grafik <i>loss</i> dan PSNR EDR-CNNs .....	43
Gambar 4.5. Hasil prediksi perbaikan kualitas citra dengan LLCNN .....	44
Gambar 4.6. Hasil prediksi perbaikan kualitas citra dengan MIRNet .....	45
Gambar 4.7. Hasil prediksi perbaikan kualitas citra dengan <i>Autoencoder</i> .....	45
Gambar 4.8. Hasil prediksi perbaikan kualitas citra dengan EDR-CNNs .....	46
Gambar 4.9. Grafik <i>training loss</i> dan PSNR .....	48
Gambar 4.10. Perbandingan Hasil Prediksi .....	50
Gambar 4.11. Hasil <i>Confusion Matrix</i> VGG19 dengan Tanpa Model <i>Enhancement</i> .....	58
Gambar 4.12. Hasil <i>Confusion Matrix</i> VGG19 dengan Model <i>Enhancement</i> .....	59

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Informasi Pembagian Data.....	24
Tabel 3.2. Informasi Arsitektur LLCNN .....	27
Tabel 3.3. Informasi Arsitektur MIRNet .....	28
Tabel 3.4. Informasi Downsampling.....	29
Tabel 3.5. Informasi Upsampling .....	29
Tabel 3.6. Informasi Pada SKFF.....	30
Tabel 3.7. Informasi lapisan konvolusi pada <i>Channel Attention</i> .....	31
Tabel 3.8. Informasi lapisan konvolusi pada blok DAU.....	31
Tabel 3.9. Informasi arsitektur <i>Autoencoder</i> .....	32
Tabel 3.10. Informasi arsitektur EDR-CNNs.....	33
Tabel 3.11. Informasi Data <i>Training</i> , Validasi dan <i>Unseen</i> Klasifikasi <i>Binary</i> ...	37
Tabel 3.12. Informasi Data <i>Training</i> , Validasi dan <i>Unseen</i> Klasifikasi <i>Multiclass</i> .....	37
Tabel 4.1. Perbandingan hasil evaluasi.....	47
Tabel 4.2. Hasil Evaluasi Validasi Klasifikasi <i>Binary</i> .....	51
Tabel 4.3. Hasil Evaluasi <i>Unseen</i> Klasifikasi <i>Binary</i> .....	52
Tabel 4.4. Hasil Evaluasi Validasi Klasifikasi <i>Multiclass</i> .....	54
Tabel 4.5. Hasil Evaluasi <i>Unseen</i> Klasifikasi <i>Multiclass</i> .....	56

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Citra medis memiliki peran yang sangat penting dalam praktik medis modern, terutama dalam diagnosis dan perawatan penyakit. Dalam hal ini, citra jantung diperoleh melalui teknologi *Ultrasonography* (USG). Penggunaan USG sebagai langkah awal dapat membantu dalam identifikasi kelainan pada jantung dan menentukan tindakan medis yang akan diambil selanjutnya [1]. Namun, seringkali citra-citra ini terpengaruh oleh berbagai faktor yang mengakibatkan penurunan kualitas gambar. Permasalahan utama yang dihadapi dalam citra jantung meliputi tingkat *noise* yang tinggi, adanya blur, kontras rendah, dan kurangnya ketajaman gambar [2]. Hal ini dapat menghambat upaya medis untuk mendiagnosis kelainan jantung secara akurat dan dini. Kualitas citra yang rendah dapat mengaburkan detail penting pada struktur jantung, menghasilkan hasil analisis yang ambigu dan potensial mengarah pada ketidaktepatan tindakan medis [3].

Peningkatan kualitas citra jantung telah menjadi tantangan dalam dunia medis. Penggunaan teknik pengolahan citra konvensional terbatas dalam menangani beberapa jenis perbaikan tertentu, sehingga kurang efektif dalam mengalami masalah yang kompleks seperti peningkatan resolusi dan pengurangan *noise* [4]. Oleh karena itu, solusi yang inovatif dan canggih diperlukan. Dalam mengatasi tantangan ini, penggunaan metode *deep learning* telah muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan. *deep learning* memiliki kemampuan untuk mempelajari fitur-fitur kompleks dalam citra, mengenali pola, dan memperbaiki kualitas gambar [5]. Selain itu, *deep learning* juga memiliki fleksibilitas untuk beradaptasi dengan berbagai situasi dan variasi yang mungkin terjadi dalam citra jantung. Penelitian oleh Chen dkk., telah menunjukkan efektivitas penggunaan *deep learning* seperti metode *autoencoder* dalam memperbaiki kualitas gambar USG. Model dilatih menggunakan gambar USG paru paru dan payudara yang terdapat *noise* 0.1. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan dengan nilai PSNR 33.33 dB dan SSIM 0.94 untuk gambar USG paru paru. Sedangkan, menggunakan gambar USG payudara didapat PSNR 34.96 dB dan SSIM 0.97 [6]

Penelitian ini menggunakan *deep learning* untuk memperbaiki kualitas citra jantung yang mengalami berbagai masalah, seperti adanya noise, blur, kontras rendah, dan kurangnya ketajaman. Setelah dilakukan perbaikan menggunakan *deep learning*, citra-citra ini diuji menggunakan klasifikasi. Tujuan dari klasifikasi ini untuk mengukur seberapa efektif model *deep learning* dalam memperbaiki kualitas gambar. Langkah ini diharapkan dapat memberikan dampak positif yang signifikan khususnya dalam konteks analisis citra medis USG, dimana perbaikan kualitas citra menggunakan *deep learning* dapat membantu dalam diagnosis yang lebih akurat dan cepat.

### **1.2. Perumusan Masalah**

Berdasarkan penjelasan latar belakang yang telah disampaikan, perumusan masalah yang dapat disusun adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses perbaikan kualitas citra medis USG dengan menggunakan *deep learning*?
2. Bagaimana hasil *image enhancement* menggunakan *deep learning* mempengaruhi hasil klasifikasi gambar?
3. Bagaimana melakukan evaluasi kinerja model yang diusulkan sehingga mendapatkan hasil sesuai yang diharapkan?

### **1.3. Batasan Masalah**

Berikut batasan masalah dari tugas akhir, yaitu:

1. Penelitian ini menggunakan metode *deep learning* untuk memperbaiki kualitas citra jantung anak yang diperoleh dari USG.
2. Penelitian ini hanya mensimulasikan program menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk membuat model dari metode yang digunakan dalam memperbaiki kualitas citra jantung anak.
3. Melakukan klasifikasi terhadap penyakit jantung anak yaitu *Atrial Septal Defect (ASD)*, *Antrioventricular Septal Defect (AVSD)*, *Ventricular Septal Defect (VSD)*, dan kelas jantung normal.
4. Melakukan klasifikasi menggunakan 7 arsitektur untuk dibandingkan hasil akhirnya.



#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian dan penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengembangkan proses perbaikan kualitas citra medis USG menggunakan *deep learning*.
2. Membandingkan hasil klasifikasi gambar tanpa melalui proses *enhancement* dan setelah melalui proses *enhancement* menggunakan *deep learning*.
3. Pengukuran kinerja sistem pengolahan citra medis berdasarkan kasus seperti *image enhancement* diukur berdasarkan *peak signal-to-noise ratio*, *structural similarity index measure*, dan *mean squared error* sedangkan kasus klasifikasi berdasarkan *accuracy*, *sensitifity* dan *specificity*.

#### **1.5. Sistematika Penulisan**

Tugas akhir ini akan menerapkan struktur penulisan yang sistematis dan terorganisir. Berikut adalah struktur penulisan yang digunakan:

##### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan awal dari penelitian dimana pembaca dapat memperoleh informasi mengenai latar belakang, perumusan dan batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini, penulis akan menghimpun berbagai sumber dan informasi sebagai referensi untuk menyelesaikan tantangan yang muncul selama proses penelitian.

##### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini, penulis akan menjelaskan proses penelitian dimulai dari persiapan data hingga tahap analisis yang terkait dengan permasalahan yang sudah diuraikan sebelumnya.

##### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Di bab ini, penulis akan melakukan analisa dan evaluasi terhadap hasil yang diperoleh selama penelitian, serta menjelaskan hasil yang didapatkan.

##### **BAB V KESIMPULAN**

Pada bab ini, penulis akan membuat kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. M. Reddy, R. A. Filly, and J. A. Copel, “Prenatal Imaging: Ultrasonography and Magnetic Resonance Imaging,” *Obs. Gynecol.*, vol. 112, no. 1, pp. 145–157, 2008, doi: 10.1053/j.nainr.2007.09.002.
- [2] S. Angenent, E. Pichon, and A. Tannenbaum, “Mathematical methods in medical image processing,” *Bull. Am. Math. Soc.*, vol. 43, no. 3, pp. 365–396, 2006, doi: 10.1090/S0273-0979-06-01104-9.
- [3] N. Salem, H. Malik, and A. Shams, “Medical image enhancement based on histogram algorithms,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 163, pp. 300–311, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.12.112.
- [4] J. S. Yoo, J. H. Choi, K. S. Choi, D. Y. Lee, H. Y. Kim, and J. O. Kim, “Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization Image Processing to Improve the Detection of Simulated Spiculations in Dense Mammograms,” *IEICE Trans. Inf. Syst.*, vol. E99D, no. 8, pp. 2194–2198, 2016, doi: 10.1587/transinf.2016EDL8049.
- [5] S. Liu *et al.*, “Deep Learning in Medical Ultrasound Analysis: A Review,” *Engineering*, vol. 5, no. 2, pp. 261–275, 2019, doi: 10.1016/j.eng.2018.11.020.
- [6] D. Oliveira-Saraiva *et al.*, “Make It Less Complex: Autoencoder for Speckle Noise Removal—Application to Breast and Lung Ultrasound,” *J. Imaging*, vol. 9, no. 10, 2023, doi: 10.3390/jimaging9100217.
- [7] Y. T. Shen, L. Chen, W. W. Yue, and H. X. Xu, “Artificial intelligence in ultrasound,” *Eur. J. Radiol.*, vol. 139, p. 109717, Jun. 2021, doi: 10.1016/J.EJRAD.2021.109717.
- [8] N. Sharma, R. Sharma, and N. Jindal, “Machine Learning and Deep Learning Applications-A Vision,” *Glob. Transitions Proc.*, vol. 2, no. 1, pp. 24–28, 2021, doi: 10.1016/j.gltp.2021.01.004.
- [9] R. A. Waelen, “The ethics of computer vision: an overview in terms of power,” *AI Ethics*, 2023, doi: 10.1007/s43681-023-00272-x.
- [10] Daniela Fodor, Radu Badea, Laura Poanta, Dan Lucian Dumitrascu, Anca Dana Buzoianu, and Petru-Adrian Mircea, “The use of ultrasonography in

learning clinical examination– a pilot study involving third year medical students,” *Med. Ultrason.*, vol. 14, no. 3, pp. 177–181, 2012.

- [11] F. Lizzi, L. Katz, L. St. Louis, and D. J. Coleman, “Applications of spectral analysis in medical ultrasonography,” *Ultrasonics*, vol. 14, no. 2, pp. 77–80, Mar. 1976, doi: 10.1016/0041-624X(76)90103-7.
- [12] T. Qiu, C. Wen, K. Xie, F. Q. Wen, G. Q. Sheng, and X. G. Tang, “Efficient medical image enhancement based on CNN-FBB model,” *IET Image Processing*, vol. 13, no. 10, pp. 1736–1744, 2019. doi: 10.1049/iet-ipr.2018.6380.
- [13] S. Tena, “Image Enhancement Menggunakan Metode Linear Filtering Dan Stationary Wavelet Transform,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 8, no. 2, 2012.
- [14] K. Singh, A. Seth, H. S. Sandhu, and K. Samdani, “A comprehensive review of convolutional neural network based image enhancement techniques,” *2019 IEEE Int. Conf. Syst. Comput. Autom. Networking, ICSCAN 2019*, pp. 1–6, 2019, doi: 10.1109/ICSCAN.2019.8878706.
- [15] L. Tao, C. Zhu, G. Xiang, Y. Li, H. Jia, and X. Xie, “LLCNN: A convolutional neural network for low-light image enhancement,” *2017 IEEE Vis. Commun. Image Process. VCIP 2017*, pp. 1–4, 2017, doi: 10.1109/VCIP.2017.8305143.
- [16] S. W. Zamir *et al.*, “Learning Enriched Features for Fast Image Restoration and Enhancement,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 45, no. 2, pp. 1934–1948, 2023, doi: 10.1109/TPAMI.2022.3167175.
- [17] R. Siddalingappa and S. Kanagaraj, “Anomaly Detection on Medical Images using Autoencoder and Convolutional Neural Network,” *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, vol. 12, no. 7, pp. 148–156, 2021, doi: 10.14569/IJACSA.2021.0120717.
- [18] D. Li, H. Guo, Z. Wang, and Z. Zheng, “Unsupervised Fake News Detection Based on Autoencoder,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 29356–29365, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3058809.
- [19] B. Lim, S. Son, H. Kim, S. Nah, and K. M. Lee, “Enhanced Deep Residual Networks for Single Image Super-Resolution,” *IEEE Comput. Soc. Conf.*

- Comput. Vis. Pattern Recognit. Work.*, vol. 2017-July, pp. 1132–1140, 2017, doi: 10.1109/CVPRW.2017.151.
- [20] L. Tariciotti *et al.*, “A Deep Learning Model for Preoperative Differentiation of Glioblastoma, Brain Metastasis and Primary Central Nervous System Lymphoma: A Pilot Study,” *Front. Oncol.*, vol. 12, no. February, pp. 1–9, 2022, doi: 10.3389/fonc.2022.816638.
- [21] G. Huang, Z. Liu, L. Van Der Maaten, and K. Q. Weinberger, “Densely connected convolutional networks,” *Proc. - 30th IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognition, CVPR 2017*, vol. 2017-January, pp. 2261–2269, 2017, doi: 10.1109/CVPR.2017.243.
- [22] Q. Wang *et al.*, “A Two-Stage Low-Altitude Remote Sensing Papaver Somniferum Image Detection System Based on YOLOv5s+DenseNet121,” *Remote Sens.*, vol. 14, no. 8, 2022, doi: 10.3390/rs14081834.
- [23] S. Tammina, “Transfer learning using VGG-16 with Deep Convolutional Neural Network for Classifying Images,” *Int. J. Sci. Res. Publ.*, vol. 9, no. 10, p. p9420, 2019, doi: 10.29322/ijsrp.9.10.2019.p9420.
- [24] M. Bansal, M. Kumar, M. Sachdeva, and A. Mittal, “Transfer learning for image classification using VGG19: Caltech-101 image data set,” *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 14, no. 4, pp. 3609–3620, 2023, doi: 10.1007/s12652-021-03488-z.
- [25] N. Dong, L. Zhao, C. H. Wu, and J. F. Chang, “Inception v3 based cervical cell classification combined with artificially extracted features,” *Appl. Soft Comput.*, vol. 93, 2020, doi: 10.1016/j.asoc.2020.106311.
- [26] F. I. Abdulsahib, B. Al-Khateeb, L. T. Kóczy, and S. Nagy, “A transfer learning approach for the classification of liver cancer,” *J. Intell. Syst.*, vol. 32, no. 1, pp. 1–13, 2023, doi: 10.1515/jisys-2023-0119.
- [27] J. Jaybhay and R. Shastri, “A Study of Speckle Noise Reduction Filters,” *Signal Image Process. An Int. J.*, vol. 6, no. 3, pp. 71–80, 2015, doi: 10.5121/sipij.2015.6306.
- [28] S. Roy, N. Sinha, and A. K. Sen, “a New Hybrid Image Denoising Method,” *Int. J. Inf. Technol. Manag.*, vol. 2, no. 2, pp. 491–497, 2010, [Online]. Available: [http://www.csjournals.com/IJITKM/PDF 3-1/63.pdf](http://www.csjournals.com/IJITKM/PDF%203-1/63.pdf)

- [29] R. Patil and S. Bhosale, "Medical Image Denoising Techniques: A Review," *Int. J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 21–33, Jan. 2022, doi: 10.46328/ijonest.76.
- [30] A. Desiani *et al.*, "Combination Contrast Stretching and Adaptive Thresholding for Retinal Blood Vessel Image," *Matrik J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 22, no. 1, pp. 1–12, 2022, doi: 10.30812/matrik.v22i1.1654.
- [31] W. D. Mertiana, T. A. Sardjono, and N. F. Hikmah, "Peningkatan Kontras Citra Mamografi Digital dengan Menggunakan CLAHE dan Contrast Stretching," *J. Tek. ITS*, vol. 9, no. 2, Jan. 2021, doi: 10.12962/j23373539.v9i2.56306.
- [32] K. Munadi, K. Muchtar, N. Maulina, and B. Pradhan, "Image Enhancement for Tuberculosis Detection Using Deep Learning," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 217897–217907, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3041867.
- [33] J. Kim, K. Lee, and K. Kim, "Image Enhancement by Unsharp Mask Filtering Based on Detrending Method," *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 7, pp. 26–29, 2018.
- [34] U. Sara, M. Akter, and M. S. Uddin, "Image Quality Assessment through FSIM, SSIM, MSE and PSNR—A Comparative Study," *J. Comput. Commun.*, vol. 07, no. 03, pp. 8–18, 2019, doi: 10.4236/jcc.2019.73002.
- [35] C. Wang *et al.*, "Pulmonary image classification based on inception-v3 transfer learning model," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 146533–146541, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2946000.