

**TUGAS AKHIR**  
**SUPER RESOLUSI CHEST X-RAY IMAGES PNEUMONIA**  
**MENGGUNAKAN GENERATIVE ADVERSARIAL**  
**NETWORKS (GANS)**



Oleh :

**Wulan Oktaviana**

**1462100201**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2025**

**TUGAS AKHIR**  
**SUPER RESOLUSI CHEST X-RAY IMAGES PNEUMONIA**  
**MENGGUNAKAN GENERATIVE ADVERSARIAL**  
**NETWORKS (GANS)**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Komputer di Program Studi Informatika



Oleh :

Wulan Oktaviana

1462100201

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**  
**2025**

FINAL PROJECT

SUPER RESOLUTION OF CHEST X-RAY IMAGES FOR  
PNEUMONIA USING GENERATIVE ADVERSARIAL  
NETWORKS (GANS)

Prepared as partial fulfilment of the requirement for the degree of Sarjana  
Komputer at Informatics Department



By :  
Wulan Oktaviana  
1462100201

INFORMATICS DEPARTMENT  
FACULTY OF ENGINEERING  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA  
2025

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA**

---

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

**Nama** : Wulan Oktaviana  
**NBI** : 1462100201  
**Prodi** : S-1 Informatika  
**Fakultas** : Teknik  
**Judul** : SUPER RESOLUSI CHEST X-RAY IMAGES  
PNEUMONIA MENGGUNAKAN GENERATIVE  
ADVERSARIAL NETWORKS (GANS)

**Mengetahui / Menyetujui  
Dosen Pembimbing 1**



**Bagus Hardiansyah, S.Kom., M.Si**  
NPP. 20460.16.0719

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Dr. Ir. Salvo, M.Kes., IPU., ASE AN ENG.**  
NPP. 20410.90.0197

**Ketua Program Studi Informatika  
Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya**



**Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T.**  
NPP. 20460.16.0700

## PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Wulan Oktaviana  
NBI : 1462100201  
Fakultas/Program Studi : Teknik/Informatika  
Judul Tugas Akhir : Super Resolusi Chest X-Ray Images Pneumonia  
Menggunakan Generative Adversarial Networks  
(Gans)

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari Tugas Akhir yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di lingkungan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya maupun di Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.
2. Tugas Akhir dengan judul diatas bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material maupun non - material, ataupun segala kemungkinan lain yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.
3. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya memberikan hak atas Tugas Akhir ini kepada Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya untuk menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
4. Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak maupun demi menegakkan integritas akademik di institusi ini dan bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan.

Surabaya, 01 Juli 2025



Wulan Oktaviana  
1462100201



UNIVERSITAS  
**17 AGUSTUS 1945**  
SURABAYA

**BADAN  
PERPUSTAKAAN**  
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA  
TLP. 031 593 1800 (EX 311)  
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID.

## LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wulan Oktaviana  
NIM : 146210201  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Informatika  
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

### **Super Resolusi Chest X-Ray Images Pneumonia Menggunakan Generative Adversarial Networks (Gans)**

Dengan **Hak Bebas Royalti Noneklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya  
Pada Tanggal : 01 Juli 2025

Yang Menyatakan



(Wulan Oktaviana)

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Super Resolusi Chest X-Ray Images Pneumonia Menggunakan Generative Adversarial Networks (Gans)*” dengan baik. Keberhasilan dalam menyelesaikan laporan ini tidak dapat dipisahkan dari dukungan, arahan, dan doa yang saya terima dari berbagai pihak.

Proses penyusunan laporan tugas akhir ini tentunya tidak terlepas dari berbagai macam kendala, namun penulis mampu melewati kendala tersebut dengan bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mulyanto Nugroho, MM., CMA., CPA., selaku Rektor Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
3. Bapak Aidil Primasetya Armin, S.ST., M.T., selaku Kepala Program Studi Teknik Informatika Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
4. Bapak Bagus Hardiansyah, S.Kom., M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang berharga bagi penulis dalam menyusun laporan tugas akhir.
5. Keluarga tercinta, Kedua orang tua yang selalu memberikan doa, dukungan moril dan materil, serta menjadi sumber kekuatan dan semangat bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Partner Ragil Lingga Aditya, yang telah memberikan motivasi, semangat, dan menemani selama proses perjalanan tugas akhir ini.
7. Teman-teman seperjuangan, khususnya rekan-rekan di Program Studi Teknik Informatika, yang telah menjadi teman diskusi, saling membantu, dan berbagi semangat selama masa perkuliahan hingga proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Kebersamaan dan dukungan kalian sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

## ABSTRAK

Nama : Wulan Oktaviana  
Program Studi : Teknik Informatika  
Judul : Super Resolusi Chest X-Ray Images Pneumonia Menggunakan Generative Adversarial Networks (Gans)

Citra medis beresolusi rendah sering kali menghambat proses diagnosis karena kehilangan detail penting. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra X-Ray paru-paru beresolusi rendah menggunakan metode Super Resolution Generative Adversarial Network (SRGAN). Arsitektur SRGAN terdiri dari dua jaringan utama, yaitu Generator dan Discriminator, yang dilatih secara adversarial. Proses pelatihan menggunakan kombinasi fungsi loss L1, L2, Binary Cross Entropy (BCE), dan adversarial loss untuk menghasilkan citra resolusi tinggi (SR) yang lebih tajam dan mendetail. Model diuji pada dataset X-Ray dengan dua kategori, yaitu Paru-paru Normal dan Paru-paru Pneumonia. Evaluasi menggunakan metrik Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM) menunjukkan peningkatan kualitas citra yang signifikan, dengan hasil terbaik sebesar 32.71 dB untuk PSNR dan 0.8890 untuk SSIM. Selain evaluasi numerik, hasil SR juga divisualisasikan dan dibandingkan terhadap citra ground truth untuk menilai kualitas struktur visual. Model terbaik kemudian diimplementasikan ke dalam aplikasi web berbasis Flask, memungkinkan pengguna mengunggah citra LR dan memperoleh hasil SR secara otomatis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa SRGAN memiliki potensi besar untuk mendukung peningkatan kualitas citra medis dalam praktik klinis.

**Kata kunci:** Super Resolusi, Resolusi Rendah, Citra X-Ray, SRGAN, PSNR, SSIM

## ABSTRACT

Name : Wulan Oktaviana  
Department : Informatics  
Title : Super Resolution of Chest X-Ray Images for Pneumonia using Generative Adversarial Networks (GANs)

Low resolution medical images often hinder the diagnostic process due to the loss of critical details. This study aims to enhance the quality of low-resolution chest X-ray images using the Super Resolution Generative Adversarial Network (SRGAN) method. The SRGAN architecture consists of two main networks, namely the Generator and Discriminator, which are trained adversarially. The training process utilizes a combination of L1, L2, Binary Cross Entropy (BCE), and adversarial loss functions to produce high-resolution (SR) images that are sharper and more detailed. The model was tested on a chest X-ray dataset with two categories: Normal and Pneumonia. Evaluation using Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) dan Structural Similarity Index (SSIM) metrics showed a significant improvement in image quality, with the best results reaching 32.71 dB for PSNR and 0.8890 for SSIM. In addition to numerical evaluation, the SR results were also visualized and compared with the ground truth images to assess visual structural quality. The best-performing model was then deployed into a Flask-based web application, allowing users to upload LR images and automatically obtain SR results. The findings indicate that SRGAN has strong potential to support the enhancement of medical image quality in clinical practice.

**Keywords:** *Super Resolution, Low Resolution, X-Ray Images, SRGAN, PSNR, SSIM*

# DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN DAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR PERSAMAAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	2
1.3    Batasan Masalah .....	2
1.4    Manfaat Penelitian .....	3
1.5    Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1    Studi Literatur .....	5
2.1    Landasan Teori .....	8
2.1.1    Citra X-Ray .....	8
2.1.2    Pre-Processing .....	9
2.1.3    Computer Vision .....	10
2.1.4    Super Resolusi .....	10
2.1.5    Deep Learning .....	11
2.1.6    GAN (Generative Adversarial Network).....	12
2.1.7    Loss Function .....	15
2.1.8    Evaluasi Metrik .....	17
2.1.9    Flask .....	18
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1    Bahan dan Perangkat Penelitian.....	21
3.1.1    Perangkat Lunak .....	21
3.1.2    Perangkat Keras.....	21
3.2    Obyek Penelitian.....	22
3.3    Tahapan Penelitian.....	23
3.4    Alur Proses GAN .....	25
3.5    Skenario Pengujian .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>27</b>

4.1	Tahap Pre-Processing Data .....	27
4.2	Implementasi Model SRGAN .....	28
4.2.1	Arsitektur Generator .....	28
4.2.2	Arsitektur Discriminator .....	29
4.3	Proses Training .....	31
4.3.1	Hyperparameter yang Digunakan .....	31
4.3.2	Fungsi Loss dan Implementasinya.....	32
4.3.3	Training Loop .....	33
4.4	Evaluasi Model .....	35
4.4.1	Evaluasi Metrik PSNR dan SSIM.....	35
4.4.2	Evaluasi Berdasarkan Kategori.....	38
4.4.3	Visualisasi Hasil Super Resolusi .....	40
4.5	Implementasi Model .....	58
<b>BAB 5 PENUTUP .....</b>		<b>61</b>
5.1	Kesimpulan .....	61
5.2	Saran .....	61
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>63</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Arsitektur Generator .....	12
Gambar 2. 2 Arsitektur Discriminator .....	14
Gambar 3. 1 Sampel Dataset X-Ray Paru-Paru Normal .....	23
Gambar 3. 2 Sampel Dataset X-Ray Paru-Paru Berpneumonia .....	23
Gambar 3. 3 Tahapan Penelitian.....	24
Gambar 3. 4 Alur Proses GAN.....	25
Gambar 4. 1 Kode Downsampling.....	27
Gambar 4. 2 Kode Arsitektur Generator .....	29
Gambar 4. 3 Kode Arsitektur Discriminator .....	30
Gambar 4. 4 Kode Loss Function.....	33
Gambar 4. 5 Kode Training Loop .....	34
Gambar 4. 6 Grafik Evaluasi Metrik Percobaan 3 Berdasarkan Kategori.....	40

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Studi Literatur.....	5
Tabel 3. 1 Perangkat Lunak.....	21
Tabel 3. 2 Perangkat Keras.....	21
Tabel 3. 3 Dataset Penelitian.....	22
Tabel 4. 1 Hyperparameter Training Percobaan 1.....	31
Tabel 4. 2 Hyperparameter Training Percobaan 2.....	31
Tabel 4. 3 Hyperparameter Training Percobaan 3.....	32
Tabel 4. 4 Metrik Evaluasi Model Percobaan 1.....	35
Tabel 4. 5 Metrik Evaluasi Model Percobaan 2.....	36
Tabel 4. 6 Metrik Evaluasi Model Percobaan 3.....	36
Tabel 4. 7 Evaluasi Model Percobaan Berdasarkan Kategori.....	39
Tabel 4. 8 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 5.....	40
Tabel 4. 9 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 10.....	41
Tabel 4. 10 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 15.....	41
Tabel 4. 11 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 20.....	42
Tabel 4. 12 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 25.....	42
Tabel 4. 13 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 30.....	43
Tabel 4. 14 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 35.....	43
Tabel 4. 15 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 40.....	44
Tabel 4. 16 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 45.....	45
Tabel 4. 17 Visualisasi Percobaan 1 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 50.....	45
Tabel 4. 18 Visualisasi Percobaan 2 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 5.....	46
Tabel 4. 19 Visualisasi Percobaan 2 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 10.....	47
Tabel 4. 20 Visualisasi Percobaan 2 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 15.....	47
Tabel 4. 21 Visualisasi Percobaan 2 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 20.....	48
Tabel 4. 22 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 5.....	49
Tabel 4. 23 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 10.....	49
Tabel 4. 24 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 15.....	50
Tabel 4. 25 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 20.....	51
Tabel 4. 26 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 25.....	51
Tabel 4. 27 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Normal Epoch 30.....	52
Tabel 4. 28 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 5.....	53
Tabel 4. 29 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 10.....	54
Tabel 4. 30 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 15.....	54
Tabel 4. 31 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 20.....	55
Tabel 4. 32 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 25.....	56
Tabel 4. 33 Visualisasi Percobaan 3 X-ray Paru-Paru Berpneumonia Epoch 30.....	57

## DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan Rumus PNSR	(2.1).....	17
Persamaan Rumus SSIM	(2.2).....	18