



SKRIPSI

Reduksi Noise Pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak Menggunakan *Convolutional Autoencoder* (CAE)

PANGESTU SANDYA ETNIKO SIAGIAN
NPM 21081010180

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

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



SKRIPSI

Reduksi *Noise* Pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak Menggunakan *Convolutional Autoencoder* (CAE)

PANGESTU SANDYA ETNIKO SIAGIAN
NPM 21081010180

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
Eva Yulia Puspaningrum, 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

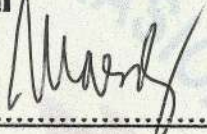
REDUKSI *NOISE* PADA CITRA MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) OTAK MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL* *AUTOENCODER* (CAE)

Oleh :
PANGESTU SANDYA ETNIKO SIAGIAN
NPM. 21081010180

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada
tanggal 14 Mei 2025

Menyetujui

Dr. Ir. I Gede Susrama Mas, ST. MT. IPU
NIP. 19700619 2021211 009


.....

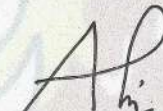
(Pembimbing I)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom
NIP. 19890705 2021212 002


.....

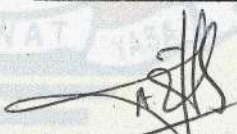
(Pembimbing II)

Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT
NPT. 222198 60 816400


.....

(Ketua Penguji)

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom
NIP. 19820211 202121 2 005


.....

(Anggota Penguji)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


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

LEMBAR PERSETUJUAN

**REDUKSI *NOISE* PADA CITRA MAGNETIC RESONANCE IMAGING
(MRI) OTAK MENGGUNAKAN *CONVOLUTIONAL*
AUTOENCODER (CAE)**

Oleh :
PANGESTU SANDYA ETNIKO SIAGIAN
NPM. 21081010180



Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**



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

NIP. 19820211 2021212 005

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : PANGESTU SANDYA ETNIKO SIAGIAN
NPM : 21081010180
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 ditemuan 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, 14 Mei 2025
Yang Membuat Pernyataan,



PANGESTU SANDYA ETNIKO SIGAIAN
NPM. 21081010180

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Pangestu Sandya Etniko Siagian / 21081010180
Judul Skripsi : Reduksi *Noise* Pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak Menggunakan *Convolutional Autoencoder* (CAE)
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

Citra medis, terutama citra MRI otak, memainkan peran penting dalam diagnosis berbagai kondisi medis. Namun kualitas citra MRI sering kali terpengaruh oleh adanya *Noise* yang dapat merusak detail penting dalam citra MRI, yang berpotensi mengurangi akurasi diagnosis. Oleh karena itu, perbaikan kualitas citra medis menjadi sangat penting untuk meningkatkan efektivitas proses diagnostik. Penelitian ini bertujuan untuk mereduksi *Noise* pada citra MRI otak menggunakan metode *Convolutional Autoencoder* (CAE), dengan fokus pada peningkatan kualitas citra medis yang terdegradasi oleh berbagai jenis *Noise*. *Noise* yang diterapkan dalam penelitian ini meliputi *Speckle*, *Salt*, *Pepper*, dan *Salt & Pepper* dengan varian tingkat intensitas *Noise* masing-masing, yaitu 0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,125; 0,15; 0,175; and 0,2. Rentang ini cukup mewakili varian kondisi *noise* tanpa menyebabkan gambar terlalu rusak sehingga tidak relevan lagi untuk diagnosis. Dalam implementasinya, model CAE dirancang untuk melakukan *denoising* dengan menggunakan arsitektur jaringan konvolusional yang terdiri dari *encoder* dan *decoder*. Hasil evaluasi menggunakan metrik *Mean Squared Error* (MSE dan) *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR). MSE memberikan metrik numerik yang jelas mengenai kesalahan piksel secara langsung, sehingga sangat berguna dalam proses optimisasi model. MSE mengukur sejauh mana perbedaan antara citra yang dipulihkan dan citra asli, dan secara efektif digunakan untuk meminimalkan kesalahan pada level piksel. Di sisi lain, PSNR berfungsi sebagai ukuran kualitas visual yang lebih mudah dipahami oleh manusia, karena memberikan perbandingan antara sinyal asli dan *noise* yang dihasilkan dari kesalahan model. Model CAE berhasil meningkatkan kualitas citra, dengan nilai PSNR tertinggi mencapai 31,17 dB dan MSE terendah 0,00086 pada citra MRI yang terkorupsi *Noise pepper* sebesar 2,5%. Penelitian ini menyimpulkan CAE efektif dalam mengurangi *Noise* pada citra MRI otak dan dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas citra medis, mendukung proses diagnosa yang lebih akurat.

Kata kunci : *Convolutional Autoencoder*, *Denoising*, MRI Otak, *Noise*, MSE, PSNR, *Deep Learning*.

ABSTRACT

Student Name / NPM : Pangestu Sandya Etniko Siagian / 21081010180
Thesis Title : *Noise Reduction in Magnetic Resonance Imaging (MRI) Brain Images Using Convolutional Autoencoder (CAE)*
Advisor : 1. Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU
2. Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom

Medical imaging, particularly brain MRI scans, plays a critical role in the diagnosis of various medical conditions. However, the quality of MRI images is often compromised by the presence of Noise, which can obscure important details and potentially reduce diagnostic accuracy. Therefore, enhancing the quality of medical images is essential to improve the effectiveness of the diagnostic process. This study aims to reduce Noise in brain MRI images using the Convolutional Autoencoder (CAE) method, with a focus on improving the quality of degraded medical images caused by different types of Noise. The types of Noise applied in this study include Speckle, Salt, Pepper, and Salt & Pepper Noise, with varying intensity levels of 0.025, 0.05, 0.075, 0.1, 0.125, 0.15, 0.175, and 0.2. These intensity levels sufficiently represent a range of Noise conditions without excessively degrading the images to the point of diagnostic irrelevance. In its implementation, the CAE model is designed to perform denoising using a convolutional network architecture composed of an encoder and a decoder. The evaluation results are assessed using the Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR) metrics. MSE provides a clear numerical measure of pixel-level errors, making it particularly useful for model optimization. It quantifies the extent of deviation between the restored image and the original image, effectively guiding pixel-level error minimization. On the other hand, PSNR serves as a more perceptually intuitive measure of visual quality, as it compares the original signal to the Noise-induced distortion resulting from model errors. The CAE model successfully enhanced image quality, achieving a highest PSNR of 31,17 dB and a lowest MSE of 0,00086 on brain MRI images corrupted with 2,5% pepper Noise. This study concludes that the CAE method is effective in reducing Noise in brain MRI images and can be utilized to enhance medical image quality, thereby supporting more accurate diagnostic processes.

Keywords: *Convolutional Autoencoder, Denoising, Brain MRI, Noise, MSE, PSNR, Deep Learning.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan setiap kesempatan yang ada sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Reduksi Noise Pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak Menggunakan *Convolutional Autoencoder* (CAE)”** dapat terselesaikan dengan baik.

Adapun tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan program studi S1 Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur. Dan penulis juga banyak menerima bantuan dari berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

kepada beberapa pihak yang berperan dalam membantu penyelesaian skripsi:

1. Kedua orang tua dan adik, selaku keluarga yang selalu mendukung melalui materiil, emosional, dan spiritual selama penulis melakukan penelitian ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Akhmad Fauzi, M.MT selaku Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Prof Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Anggraeny, S.Kom, M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan dosen penguji skripsi..
5. Bapak Andreas Nugroho Sihananto, S.Kom., M.Kom selaku koordinator skripsi yang membantu dalam proses administrasi dan selaku dosen wali yang selalu memberikan arahan, nasehat, serta bimbingan dalam masa perkuliahan.
6. Bapak Dr. Ir. I Gede Susrama Mas Diyasa, ST. MT. IPU selaku dosen pembimbing pertama yang selalu memberikan dukungan selama proses pengerjaan laporan skripsi.

7. Ibu Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan dukungan selama proses pengerjaan laporan skripsi.
8. Ibu Yisti Vita Via, S.ST. M.Kom. selaku dosen wali yang selalu memberikan dukungan selama proses pengerjaan laporan skripsi.
9. Bapak dr. Muhammad Salsabeela Rusdi, M.M., M.Si selaku pembimbing lapangan dari penelitian yang telah dilaksanakan selama proses pengerjaan laporan skripsi.
10. Ibu Dr. Eng. Ir. Anggraini Puspita Sari, ST., MT selaku dosen penguji skripsi.
11. Seluruh Karyawan dan Staff bagian Tata Usaha Fakultas Ilmu Komputer yang telah membantu dalam mengurus administrasi dan kebutuhan surat-menyerat saat pelaksanaan skripsi.
12. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungan agar terlaksananya penelitian ini.

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. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 14 Mei 2025



Pangestu Sandya Etniko Siagian

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. <i>Machine Learning</i>	6
2.3. Jaringan Saraf Tiruan	7
2.4. <i>Deep Learning</i>	8
2.5. <i>Convolutional Neural Network</i>	9
2.6. <i>Autoencoder</i>	10
2.7. <i>Convolutional Autoencoder</i>	10
2.7.1 Lapisan Konvolusi (<i>Convolutional Layer</i>).....	12
2.7.2 <i>Pooling Layer</i>	13
2.7.3 <i>Fully connected layer</i>	15
2.7.4 <i>BatchNormalization</i>	16
2.7.5 <i>ReLU</i>	16
2.7.6 <i>Convolutional Transpose</i>	17
2.7.7 Fungsi Loss MSE	17

2.7.8	Fungsi <i>Loss</i> PSNR.....	18
2.8.	MRI Otak.....	19
2.9.	<i>Noise</i>	19
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....		23
3.1.	Tahapan Penelitian	23
3.2.	Pengumpulan Data.....	24
3.3.	Praproses Data	25
3.3.1.	Augmentasi Data	25
3.3.2.	<i>Splitting</i> Data	27
3.3.3.	Pemuatan Data.....	28
3.4.	Pemberian <i>Noise</i> Pada Dataset	29
3.5.	Perancangan Model	32
3.6.	Perancangan <i>Convolutional Autoencoder</i>	33
3.7.	Perancangan Model Perbandingan	39
3.8.	Pelatihan Model.....	41
3.9.	Skenario Pengujian.....	42
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS.....		47
4.1	Praproses Data	47
4.1.1	Augmentasi.....	47
4.1.2	Pemuatan Data.....	52
4.2	Pemberian <i>Noise</i>	53
4.3	<i>Convolutional Autoencoder</i>	58
4.4	Pengujian	60
4.5	Evaluasi Performa.....	61
4.6	Evaluasi <i>Loss Curves</i>	62
4.7	Evaluasi PSNR dan MSE	71
4.8	Analisis Keseimbangan Data.....	78
4.9	Analisis Perbandingan dengan Model <i>U-Net</i>	83
BAB V PENUTUP		89
5.1	Kesimpulan.....	89
5.2	Saran	89

DAFTAR PUSTAKA	91
LAMPIRAN.....	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Machine learning</i>	7
Gambar 2.2 Jaringan Saraf Tiruan	8
Gambar 2.3 <i>Autoencoder</i>	10
Gambar 2.4 <i>Convolutional Autoencoder</i>	11
Gambar 2.5 Konvolusi	12
Gambar 2.6 <i>Average pooling</i>	13
Gambar 2.7 <i>Max pooling</i>	14
Gambar 2.8 <i>Fully Connected Layer</i>	15
Gambar 2.9 <i>Convolutional Transpose</i>	17
Gambar 2.10 MRI Otak.....	19
Gambar 2.11 <i>Salt & Pepper</i>	20
Gambar 2.12 <i>Speckle</i>	21
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Dataset.....	24
Gambar 3.3 <i>Sample Data</i> MRI Otak	24
Gambar 3.4 Augmentasi.....	25
Gambar 3.5 Alur Augmentasi	26
Gambar 3.6 Pemuatan Data	28
Gambar 3.7 Penambahan <i>Speckle</i>	29
Gambar 3.8 Penambahan <i>Salt</i>	30
Gambar 3.9 Penambahan <i>Pepper</i>	31
Gambar 3.10 Penambahan <i>Salt & Pepper</i>	31
Gambar 3.11 Dua Set Data	32
Gambar 3.12 <i>Convolutional Autoencoder</i>	33
Gambar 3.13 Perancangan CAE	33
Gambar 3.14 <i>Patch Conv2D</i>	34
Gambar 3.15 Perhitungan <i>Conv2D</i>	35
Gambar 3.16 <i>Patch MaxPooling</i>	36
Gambar 3.17 Perhitungan <i>MaxPooling</i>	37
Gambar 3.18 <i>Patch Conv2D Transpose</i>	37

Gambar 3.19 Perhitungan <i>Conv2DTranspose</i>	38
Gambar 3.20 <i>U-Net</i>	39
Gambar 3.21 Arsitektur <i>U-Net</i>	40
Gambar 3.22 Varian <i>Noise</i>	43
Gambar 3.23 Perhitungan MSE dan PSNR	44
Gambar 3.24 Alur Evaluasi Performa	46
Gambar 4.1 Augmentasi Peningkatan Kecerahan	48
Gambar 4.2 Augmentasi Pengurangan Kecerahan	49
Gambar 4.3 Augmentasi <i>Flip Horizontal</i>	50
Gambar 4.4 Augmentasi <i>Flip Vertikal</i>	50
Gambar 4.5 Augmentasi Rotasi	51
Gambar 4.6 Induksi <i>Noise Speckle</i>	54
Gambar 4.7 Induksi <i>Noise Salt</i>	55
Gambar 4.8 Induksi <i>Noise Pepper</i>	56
Gambar 4.9 Induksi <i>Noise Salt and Pepper</i>	57
Gambar 4.10 Kurva <i>Loss MSE Noise Salt</i>	64
Gambar 4.11 Kurva <i>Loss MSE Noise Pepper</i>	66
Gambar 4.12 Kurva <i>Loss MSE Noise Salt and Pepper</i>	68
Gambar 4.13 Kurva <i>Loss MSE Noise Speckle</i>	70
Gambar 4.14 Keseimbangan Data	78
Gambar 4.15 Diagram Bar setiap kelas hasil <i>Salt</i>	80
Gambar 4.16 Diagram Bar setiap kelas hasil <i>Pepper</i>	81
Gambar 4.17 Diagram Bar setiap kelas hasil <i>Salt and Pepper</i>	81
Gambar 4.18 Diagram Bar setiap kelas hasil <i>Speckle</i>	82
Gambar 4.19 Garis Tepi MRI Otak	83
Gambar 4.20 Perbandingan MSE model <i>U-Net</i> dan CAE	85
Gambar 4.21 Perbandingan PSNR model <i>U-Net</i> dan CAE	86

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pembagian Data	27
Tabel 3.2 Parameter <i>Compile</i> Model	41
Tabel 3.3 Skenario Pengujian	42
Tabel 4.1 <i>Sample</i> Varian <i>Noise</i>	60
Tabel 4.2 Evaluasi PSNR model CAE	71
Tabel 4.3 Evaluasi MSE model CAE.....	71
Tabel 4.4 Hasil <i>Denoising Noise Salt</i>	72
Tabel 4.5 Hasil <i>Denoising Noise Pepper</i>	73
Tabel 4.6 Hasil <i>Denoising Noise Salt & Pepper</i>	74
Tabel 4.7 Hasil <i>Denoising Noise Speckle</i>	76
Tabel 4.8 Perbandingan PSNR model <i>U-Net</i> dan CAE	84
Tabel 4.9 Perbandingan MSE model <i>U-Net</i> dan CAE.....	84