

**PENGHAPUSAN DERAU
PADA CITRA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* (MRI) OTAK
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL AUTOENCODER NETWORK***

Diajukan Sebagai Syarat untuk Menyelesaikan
Pendidikan Program Strata-1 pada
Jurusan Teknik Informatika



oleh :

Angga Dwi Andriyansyah
NIM : 09021281924055

**Jurusan Teknik Informatika
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI


PENGHAPUSAN DERAU PADA CITRA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* (MRI) OTAK MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL AUTOENCODER NETWORK*

oleh :

Angga Dwi Andriyansyah
NIM : 09021281924055

Palembang, Mei 2023

Pembimbing I


Samsuryadi, M.Kom., Ph.D
NIP. 197102041997021003

Pembimbing II


M. Qurhanul Kizqie, M.T., Ph.D
NIP. 198712032022031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika


Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF

Pada hari Senin tanggal 22 Mei 2023 telah dilaksanakan ujian komprehensif skripsi oleh Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Nama : Angga Dwi Andriyansyah
NIM : 09021281924055
Judul : Penghapusan Derau Pada Citra Magnetic Resonance Imaging (MRI) Otak menggunakan *Convolutional Autoencoder Network*

Dan dinyatakan **LULUS**

1. Ketua Penguji

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003



2. Penguji I

Julian Supardi, M.T., Ph.D.
NIP. 197207102010121001



3. Pembimbing I

Samsuryadi, M.Kom., Ph.D.
NIP. 197102041997021003



4. Pembimbing II

M. Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D.
NIP.198712032022031006



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika

Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003



HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Angga Dwi Andriyansyah
NIM : 09021281924055
Program Studi : Teknik Informatika Reguler
Judul Skripsi : Penghapusan Derau pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak menggunakan *Convolutional Autoencoder Network*

Hasil Pengecekan *iThenticate/Turnitin*: 12%


Menyatakan bahwa laporan proyek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan proyek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya dan tidak ada paksaan oleh siapa pun.



Palembang, Mei 2023




Angga Dwi Andriyansyah
NIM. 09021281924055

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“It’s ok Rocky, you can go when you feel like it”

- **Patrick Star**

Ku persembahkan karya tulis ini kepada:

- Allah SWT & Nabi Muhammad SAW
- Orang tua dan Saudaraku
- Teman seperjuanganku

**NOISE REMOVAL
IN BRAIN MAGNETIC RESONANCE IMAGING (MRI) IMAGES
USING CONVOLUTIONAL AUTOENCODER NETWORK**

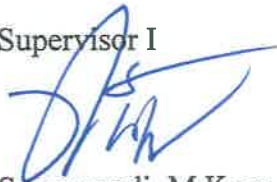
**ANGGA DWI ANDRIYANSYAH
09021281924055**

ABSTRACT

Magnetic resonance imaging (MRI) images often contain noise, for example in brain imaging. The noise removal algorithm used is Convolutional Autoencoder Network (CAN) which produces a superior noise reduction effect compared to some other advanced algorithms. This research uses a dataset from Kaggle that contains 253 brain MRI images. The noise removal results using CAN on images with Gaussian noise type are higher than those of Rayleigh noise images. The average PSNR and SSIM improvement on Gaussian noise is 7.92 dB and 0.36, respectively. The average improvement of PSNR and SSIM on Rayleigh noise is 0.19 dB and 0.12, respectively.

Keywords: Brain Tumour, MRI, CAN, Gaussian Noise, Rayleigh Noise.

Supervisor I



Samsuryadi, M.Kom., Ph.D
NIP. 197102041997021003

Supervisor II



M. Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D
NIP. 198717032022031006

Approved,
Head of Informatics Engineering Departement



Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

**PENGHAPUSAN DERAU
PADA CITRA *MAGNETIC RESONANCE IMAGING* (MRI) OTAK
MENGUNAKAN *CONVOLUTIONAL AUTOENCODER NETWORK***

**ANGGA DWI ANDRIYANSYAH
09021281924055**

ABSTRAK

Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) sering kali mengandung derau, misalnya pada pencitraan otak. Algoritma penghilang derau yang digunakan adalah *Convolutional Autoencoder Network* (CAN) menghasilkan efek pengurangan derau yang lebih unggul dibandingkan dengan beberapa algoritma canggih lainnya. Penelitian ini menggunakan dataset dari Kaggle yang berisi 253 citra MRI otak. Hasil penghapusan derau menggunakan CAN pada citra dengan tipe derau Gaussian lebih tinggi dibandingkan dengan citra derau Rayleigh. Rata-rata peningkatan PSNR dan SSIM pada derau Gaussian masing-masing 7.92 dB dan 0.36. Rata-rata peningkatan PSNR dan SSIM pada derau Rayleigh masing-masing 0.19 dB dan 0.12.

Kata Kunci: Tumor Otak, MRI, CAN, *Gaussian Noise*, *Rayleigh Noise*.

Pembimbing I


Samsuryadi, M.Kom., Ph.D
NIP. 197102041997021003

Pembimbing II


M. Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D
NIP. 198712032022031006

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika


Alvi Syahrini Utami, M.Kom.
NIP. 197812222006042003

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur kepada Allah Swt atas berkat, rahmat, dan Ridhonya yang telah diberikan kepada Penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “**Penghapusan Derau pada Citra *Magnetic Resonance Imaging (MRI) Otak menggunakan Convolutional Autoencoder Network***”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna menyelesaikan pendidikan program Strata-1 pada Fakultas Ilmu Komputer Program Studi Teknik Informatika di Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada

1. Orang tua Saya yang telah memberikan dukungan penuh, doa, dan motivasi kepada saya, sedari saya kecil sampai sekarang.
2. Bapak Dr. Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Samsuryadi, M.Kom., Ph.D. dan Bapak Muhammad Qurhanul Rizqie, M.T., Ph.D. sebagai Pembimbing Skripsi yang telah memberikan saya saran, bimbingan, ilmu, motivasi, dan waktu selama proses penyelesaian Skripsi ini.
5. Bapak Dr. Abdiansah, S.Kom., M.Cs. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya atas ilmu yang telah diberikan.

7. Seluruh Tata Usaha Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya atas kemudahan administrasi yang telah diberikan.
8. Teman – teman dekat Penulis yang telah membantu dan selalu menolong di saat senang maupun susah.
9. Serta semua pihak yang telah membantu Penulis selama penyusunan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan Skripsi ini masih terdapat banyak kesalahan dan kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan pengalaman dari penulis. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diperlukan untuk kemajuan penelitian di masa mendatang. Semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Palembang, Mei 2023

Penyusun

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
TANDA LULUS UJIAN KOMPREHENSIF.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
<i>ABSTRACT</i>	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1 Pendahuluan	I-1
1.2 Latar Belakang Masalah	I-1
1.3 Rumusan Masalah	I-2
1.4 Tujuan Penelitian.....	I-3
1.5 Manfaat Penelitian.....	I-3
1.6 Batasan Masalah.....	I-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	I-3
1.8 Kesimpulan.....	I-5
BAB II KAJIAN LITERATUR	II-1
2.1 Pendahuluan	II-1
2.2 Landasan Teori	II-1

2.2.1	Tumor Otak	II-1
2.2.2	Citra Digital.....	II-1
2.2.3	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>	II-2
2.2.4	<i>Noise</i>	II-3
2.2.5	<i>Convolutional Autoencoder</i>	II-4
2.2.6	<i>Convolutional Neural Network</i>	II-5
2.2.7	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>	II-8
2.2.8	<i>Structural Similarity Index Measure</i>	II-8
2.2.9	<i>Rational Unified Process</i>	II-9
2.3	Penelitian Lain yang Relevan.....	II-12
2.3.1	<i>Medical Image Denoising Using Convolutional Denoising Autoencoders</i> (Gondara, 2016).....	II-12
2.3.2	<i>Facial Image Denoising Using Convolutional Autoencoder Network</i> (Tun et al., 2020).....	II-12
2.4	Kesimpulan.....	II-13
BAB III METODELOGI PENELITIAN		III-1
3.1	Pendahuluan	III-1
3.2	Pengumpulan Data	III-1
3.2.1	Jenis Data	III-1
3.2.2	Sumber Data.....	III-1
3.2.3	Metode Pengumpulan Data	III-2
3.3	Tahapan Penelitian	III-2
3.3.1	Kerangka Kerja	III-2
3.3.2	Menentukan Kriteria Pengujian	III-10
3.3.3	Alat Bantu Penelitian	III-10

3.3.4	Format Data Pengujian.....	III-10
3.3.5	Pengujian Penelitian.....	III-11
3.3.6	Analisis Hasil Pengujian Penelitian	III-11
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak	III-11
3.5	Kesimpulan.....	III-12
BAB IV PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK		IV-1
4.1	Pendahuluan	IV-1
4.2	Fase Insepsi	IV-1
4.2.1	Pemodelan Bisnis	IV-1
4.2.2	Menentukan <i>Requirement</i>	IV-2
4.2.3	Kebutuhan Sistem	IV-3
4.3	Fase Elaborasi.....	IV-4
4.3.1	Analisis Kebutuhan	IV-4
4.3.2	Diagram <i>Use Case</i>	IV-5
4.3.2.1	Definisi Aktor	IV-6
4.3.2.2	Definisi <i>Use Case</i>	IV-6
4.3.2.3	Skenario <i>Use Case</i>	IV-7
4.3.3	Diagram Sequence	IV-10
4.3.4	<i>Class Diagram</i>	IV-11
4.3.5	Rancangan Tampilan Antar Muka	IV-12
4.4	Fase Konstruksi	IV-13
4.4.1	Implementasi <i>Class Diagram</i>	IV-14
4.4.2	Implentasi Tampilan Antar Muka	IV-14
4.5	Fase Transisi.....	IV-16
4.5.1	Rencana Pengujian	IV-16

4.5.2	Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-17
4.5.3	Hasil Pengujian	IV-17
4.6	Kesimpulan.....	IV-19
BAB V HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN.....		V-1
5.1	Pendahuluan	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian	V-1
5.2.1	Konfigurasi Percobaan	V-1
4.2.2	Hasil Konfigurasi I.....	V-3
4.2.3	Hasil Konfigurasi II.....	V-4
5.2.4	Hasil Konfigurasi III	V-5
5.2.5	Hasil Konfigurasi IV	V-6
5.2.6	Hasil Konfigurasi V	V-7
5.2.7	Hasil Konfigurasi VI.....	V-8
5.3	Analisis Hasil Penelitian	V-9
5.4	Kesimpulan.....	V-10
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		VI-1
6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-1

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II-1. Citra MRI pada Otak	II-2
Gambar II-2. Contoh Jaringan Penghapusan Derau menggunakan <i>Autoencoder</i>	II-5
Gambar II-3. Contoh Lapisan <i>Convolutional Neural Network</i> pada Arsitektur <i>Autoencoder</i>	II-5
Gambar II-4. <i>Convolutional Layer</i>	II-6
Gambar II-5. Ilustrasi dari <i>Unpooling Layer</i> (Novandya, 2017)	II-7
Gambar II-6. Tahapan dalam <i>Rational Unified Process</i> (RUP)	II-10
Gambar III-1. Penghapusan Derau pada Citra MRI Otak menggunakan <i>Convolutional Autoencoder Network</i>	III-3
Gambar III-2. Diagram Tahapan Pra-Pengolahan	III-4
Gambar III-3. Sebelum dan setelah preprocessing (a) Citra MRI Otak Sebelum Pra-pengolahan (b) Citra MRI Otak Sebelum Pra-pengolahan	III-5
Gambar III-4. Arsitektur Model <i>Autoencoder</i> untuk Penghapusan Derau	III-6
Gambar III-5. Citra MRI Otak Sebelum dan Setelah Penambahan Derau untuk Pelatihan	III-7
Gambar III-6. Pelatihan Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	III-8
Gambar III-7. Citra MRI Otak dengan Derau untuk Pengujian	III-9
Gambar III-8. Diagram dari Alur Kerja dan Fase RUP	III-12
Gambar IV-1. Diagram Alur Proses Kerja Perangkat Lunak	IV-2
Gambar IV-2. Diagram Use Case Perangkat Lunak yang Dikembangkan	IV-5
Gambar IV-3. Diagram <i>Sequence</i> Mengisi <i>Form</i>	IV-10
Gambar IV-4. Diagram <i>Sequence</i> Penambahan dan Penghapusan Derau	IV-11
Gambar IV-5. Diagram Kelas Perangkat Lunak	IV-12
Gambar IV-6. Rancangan Tampilan Antar Muka Awal	IV-13
Gambar IV-7. Rancangan Tampilan Antar Muka Hasil	IV-13
Gambar IV-8. Tampilan Awal Aplikasi	IV-15
Gambar IV-9. Tampilan Setelah Deteksi dan Penghapusan Derau	IV-15

Gambar V-1. <i>Train Loss</i> dan <i>Validation Loss</i> Setiap Epoch	V-2
Gambar V-2. Citra Gaussian I.....	V-3
Gambar V-3. Citra Gaussian I Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-3
Gambar V-4. Citra Gaussian II	V-4
Gambar V-5. Citra Gaussian II Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-4
Gambar V-6. Citra Gaussian III	V-5
Gambar V-7. Citra Gaussian III Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-5
Gambar V-8. Citra Rayleigh I.....	V-6
Gambar V-9. Citra Rayleigh I Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-6
Gambar V-10. Citra Rayleigh II.....	V-7
Gambar V-11. Citra Rayleigh II Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-7
Gambar V-12. Citra Rayleigh III	V-8
Gambar V-13. Citra Rayleigh I Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-8

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel III-1. Jumlah Nilai untuk Setiap Variabel	III-5
Tabel III- 2. <i>Parameter</i> Derau yang Digunakan untuk Percobaan	III-8
Tabel III-3. Tabel Nilai Performa Penghapusan Derau pada Citra MRI Otak menggunakan Model <i>Convolutional Autoencoder</i>	III-11
Tabel IV-1. Kebutuhan Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-3
Tabel IV-2. Kebutuhan Non Fungsional Perangkat Lunak.....	IV-4
Tabel IV-3. Definisi Aktor.....	IV-6
Tabel IV-4. Definisi <i>Use Case</i>	IV-6
Tabel IV-5. Skenario <i>Use Case Browse File</i>	IV-7
Tabel IV-6. Skenario <i>Use Case</i> Melakukan Penambahan dan Penghapusan Derau	IV-8
Tabel IV-7. Daftar Implementasi Kelas	IV-14
Tabel IV-8. Rencana Pengujian Mengisi <i>Form</i>	IV-16
Tabel IV-9. Rencana Pengujian Penambahan dan Penghapusan Derau	IV-17
Tabel IV-10. Penyajian Hasil Pengujian Perangkat Lunak.....	IV-17
Tabel IV-11. Hasil Pengujian <i>Browse File</i>	IV-17
Tabel IV-12. Hasil Pengujian Penghapusan Derau.....	IV-18
Tabel V-1. Konfigurasi Percobaan Penghapusan Derau pada Citra MRI Otak menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-2
Tabel V-2. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-3
Tabel V-3. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-4
Tabel V-4. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-5
Tabel V-5. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan <i>Convolutional Autoencoder</i>	V-6

Tabel V-6. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan *Convolutional Autoencoder* V-7

Tabel V-7. Perbandingan Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan *Convolutional Autoencoder* V-8

Tabel V-8. Nilai PSNR dan SSIM Sebelum dan Setelah Penghapusan Derau menggunakan *Convolutional Autoencoder* V-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program

Lampiran 2. Nilai PSNR dan SSIM Setiap Citra Pengujian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Pada bab ini menguraikan latar belakang dilakukannya penelitian ini, menentukan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah yang ada berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, serta sistematika penulisan.

1.2 Latar Belakang Masalah

Teknik pengambilan citra tumor adalah *Computer Tomography* (CT), *Magnetic Resonance Imaging* (MRI), dan *Positron Emission Tomography* (PET) (Jiang et al., 2004). MRI adalah alat radio diagnostik yang berfungsi untuk menghasilkan gambar penampang tubuh manusia dan jaringan lunak dengan detail (Astuti et al., 2017). Meskipun ada perbaikan yang signifikan, MRI masih sering mengalami *Signal to Noise Ratio* (SNR) yang rendah terutama pada otak (Anand & Sahambi, 2008). Derau yang terdapat pada citra MR biasanya Gaussian *noise* dan Rayleigh *noise* (Goyal et al., 2018). Sehingga perlu nya penghapusan derau terhadap citra MRI agar dapat mendeteksi tumor otak lebih akurat.

Tujuan penghapusan derau pada citra adalah untuk memaksimalkan pemulihan detail citra dengan menghilangkan derau yang tidak diinginkan. Beberapa algoritma penghapusan adalah *neighborhood filtering*, *median filtering*, *total variation* (TV) *minimization*, dan *non-local mean* (NLM). Teknik penghapusan derau seperti Gaussian dan *median filtering* cocok untuk

menghilangkan derau pada citra, tetapi menghasilkan area tepi dan tekstur yang kabur. Berbeda dengan teknik yang disebutkan di atas, algoritma TV *minimization* secara efektif mengurangi derau pada citra tanpa kehilangan informasi pada area tepi. Namun, detail halus pada citra dapat dihaluskan secara berlebihan. Algoritma NLM telah dipertimbangkan untuk mencapai penghapusan derau pada citra yang canggih. NLM adalah teknologi yang saat ini digunakan karena secara selektif menghilangkan derau dan meminimalkan hilangnya informasi gambar. Penghapusan derau berdasarkan *deep learning* telah terbukti mengungguli kinerja di berbagai bidang *computer vision*. Algoritma penghapusan derau yang dikembangkan menggunakan *Convolutional Autoencoder* mencapai efek pengurangan derau yang unggul dibandingkan dengan TV *minimization* dan algoritma NLM, yang merupakan algoritma canggih untuk pengurangan derau pada gambar (Lee et al., 2018).

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas diketahui bahwa, citra yang dihasilkan MRI sering kali mengandung derau, misalnya pada pencitraan otak (Goyal et al., 2018). Algoritma penghilang derau yang digunakan menggunakan *Convolutional Autoencoder Network* menghasilkan efek pengurangan derau yang lebih unggul dibandingkan dengan beberapa algoritma canggih lainnya (Lee et al., 2018). Maka, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana *Convolutional Autoencoder Network* dapat melakukan penghapusan derau pada citra MRI otak?

- 2) Bagaimana performa *Convolutional Autoencoder Network* dalam penghapusan derau pada citra MRI otak?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Membuat model *Convolutional Autoencoder Network* untuk melakukan penghapusan derau pada citra MR otak.
- 2) Mengetahui performa *Convolutional Autoencoder Network* dalam penghapusan derau pada citra MR otak.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini yaitu:

- 1) Model *Convolutional Autoencoder Network* sebagai acuan pengembangan perangkat lunak untuk penghapusan derau pada citra MRI otak.
- 2) Mengetahui peningkatan nilai *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) dan *Structural Similarity Index Measure* (SSIM) pada citra MRI otak sebelum dan setelah penghapusan derau menggunakan *Convolutional Autoencoder Network*.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah diperlukan pada penelitian ini, karena luasnya ruang bidang yang dihadapi. Adapun batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini yaitu:

- 1) Derau yang digunakan pada penelitian ini adalah Gaussian *noise* dan Rayleigh *noise*.
- 2) Data yang digunakan merupakan citra MR pada otak yang terdapat tumor otak dan yang tidak memiliki tumor otak. Data citra MR tersebut didapatkan dari Kaggle.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini menguraikan latar belakang dilakukannya penelitian ini, menentukan perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan batasan masalah yang ada berdasarkan latar belakang yang telah dibuat, serta sistematika penulisan.

BAB II. KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini membahas mengenai landasan teori yang digunakan pada penelitian ini seperti *Magnetic Resonance Imaging*, *Noise*, *Convolutional Autoencoder*, metode pengembangan perangkat lunak. dan penelitian sebelumnya yang relevan.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini akan membahas mengenai persiapan, tahapan penelitian yang akan dilaksanakan pada penelitian ini dan kerangka

kerja pembangunan model *Convolutional Autoencoder* untuk penghapusan derau. Setiap rencana tahapan penelitian dideskripsikan dengan rinci kedalam kerangka kerja.

BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK

Pada bab ini membahas proses pengembangan perangkat lunak, dan melakukan pengujian pada perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian.

BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN

Pada bab ini membahas secara rinci mengenai hasil dan analisis pengujian hasil perbandingan kinerja dari algoritma yang digunakan pada penelitian.

BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini membahas kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian, dan memberikan saran terhadap penelitian yang selanjutnya guna mengembangkan penelitian.

1.8 Kesimpulan

Pada bab ini telah menjelaskan latar belakang masalah dilakukannya Penghapusan Derau pada Citra *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) Otak menggunakan *Convolutional Autoencoder Network*, sehingga didapatkan rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamgunawan, S., & Kristian, Y. (2021). Klasifikasi Tekstur Serat Kayu pada Citra Mikroskopik Veneer Memanfaatkan Deep Convolutional Neural Network. *Journal of Intelligent System and Computation*, 2(1), 06–11. <https://doi.org/10.52985/insyst.v2i1.152>
- Anand, C. S., & Sahambi, J. S. (2008). MRI denoising using bilateral filter in redundant wavelet domain. *IEEE Region 10 Annual International Conference, Proceedings/TENCON*. <https://doi.org/10.1109/TENCON.2008.4766742>
- Astuti, S. D., Vita, N., Astutik, I., Muzamil, A., Fisika, D., Airlangga, U., Teknobiomedik, P. S., Airlangga, U., Artifacts, S., & Shift, C. (2017). *Optimalisasi Parameter Bandwidth dan Time Echo untuk Mengurangi Susceptibility Artifacts dan Chemical Shift pada*. 19(3).
- Bajaj, K., Singh, D. K., & Ansari, M. A. (2020). Autoencoders Based Deep Learner for Image Denoising. *Procedia Computer Science*, 171(2019), 1535–1541. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.04.164>
- Chakrabarty, N. (2019). *Brain MRI Images for Brain Tumor Detection*. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/navoneel/brain-mri-images-for-brain-tumor-detection>
- Fernandez, B., Cardebat, D., Demonet, J. F., Joseph, P. A., Mazaux, J. M., Barat, M., & Allard, M. (2004). Functional MRI follow-up study of language processes in healthy subjects and during recovery in a case of aphasia. *Stroke*, 35(9), 2171–2176. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000139323.76769.b0>
- Fitriyah, H., & Wihandika, R. C. (2021). *Dasar-Dasar Pengolahan Citra Digital*. Universitas Brawijaya Press.
- Gondara, L. (2016). Medical Image Denoising Using Convolutional Denoising Autoencoders. *IEEE International Conference on Data Mining Workshops, ICDMW, 0*, 241–246. <https://doi.org/10.1109/ICDMW.2016.0041>

- Goyal, B., Dogra, A., Agrawal, S., & Sohi, B. S. (2018). Noise issues prevailing in various types of medical images. *Biomedical and Pharmacology Journal*, *11*(3), 1227–1237. <https://doi.org/10.13005/bpj/1484>
- Horé, A., & Ziou, D. (2010). Image quality metrics: PSNR vs. SSIM. *Proceedings - International Conference on Pattern Recognition*, 2366–2369. <https://doi.org/10.1109/ICPR.2010.579>
- Jiang, C., Zhang, X., Huang, W., & Meinel, C. (2004). *Segmentation and Quantification of Brain Tumor*. July, 12–14.
- Kholik, A. (2021). Klasifikasi Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) Pada Tangkapan Layar Halaman Instagram. *Jdmsi*, *2*(2), 10–20.
- Lee, D., Choi, S., & Kim, H. J. (2018). Performance evaluation of image denoising developed using convolutional denoising autoencoders in chest radiography. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *884*, 97–104. <https://doi.org/10.1016/j.nima.2017.12.050>
- Mei, X., Zheng, Z., Bingrong, W., & Guo, L. (2009). The edge detection of brain tumor. *2009 International Conference on Communications, Circuits and Systems*, 477–479. <https://doi.org/10.1109/ICCCAS.2009.5250487>
- Novandya, A. (2017). Penerapan Algoritma Klasifikasi Data Mining C4.5 pada Dataset Cuaca Wilayah Bekasi. *KNiST*, 368–372.
- Pardede, R. (2021). Implementasi Metode Skipjack Untuk Mengamankan Citra Digital. *JUSSI: Jurnal Sains Dan Teknologi Informasi*, *1*(1), 20–27. <http://ejurnal.seminar-id.com/index.php/jussi/article/view/988>
- Patidar, P., Gupta, M., Srivastava, S., & Nagawat, A. K. (2010). Image De-noising by Various Filters for Different Noise. *International Journal of Computer Applications*, *9*(4), 45–50. <https://doi.org/10.5120/1370-1846>
- Tun, N. M., Gavrilov, A. I., & Tun, N. L. (2020). Facial Image Denoising Using

Convolutional Autoencoder Network. *2020 International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICIEAM48468.2020.9112080>

Wu, C., & Gao, T. (2021). Image Denoise Methods Based on Deep Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, *1883*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1883/1/012112>