

**KLASIFIKASI *MULTICLASS* SINYAL
ELEKTROKARDIOGRAM BERBASIS *DEEP
LEARNING* MENGGUNAKAN *DENOISING
AUTOENCODER* DAN *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK***

SKRIPSI

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



OLEH :

MUHAMMAD ISRA AL HADI

09011181924006

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TAHUN 2023**

LEMBAR PENGESAHAN

Klasifikasi *Multiclass* Sinyal Elektrokardiogram Berbasis *Deep Learning* Menggunakan *Denosing Autoencoder* dan *Convolutional Neural Network*

SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

MUHAMMAD ISRA AL HADI

0901181924006

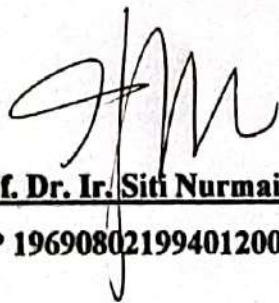
Palembang, Juni 2023

Pembimbing Tugas Akhir,

Ketua Jurusan Sistem Komputer,



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



Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T

NIP 196908021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

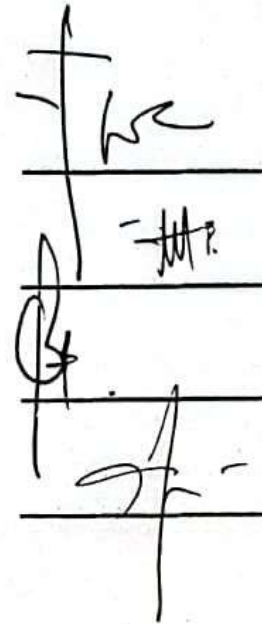
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 31 Mei 2023

Tim Penguji

1. Ketua Sidang : Dr. Firdaus, S.T., M.Kom.
2. Sekretaris Sidang : M. Ali Buchari, S.Kom., M.T.
3. Penguji Sidang : Sutarno, S.T., M.T.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T



Mengetahui, 11/7/23

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. Sukemi, M. T.

NIP 196612032006041001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Isra Al Hadi

NIM : 09011181924006

Judul : *Klasifikasi Multiclass Sinyal Elektrokardiogram Berbasis Deep Learning Menggunakan Denoising Autoencoder dan Convolutional Neural Network*

Hasil Pengecekan Software Turnitin : 13%

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Muhammad Isra Al Hadi

09011181924006

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil'alamin. Segala puji dan syukur saya haturkan ke hadirat Allah SWT, karena atas limpahan Rahmat, Berkah dan Karunia-Nya lah sehingga Saya dapat menyelesaikan penyusunan Skripsi yang berjudul *Klasifikasi Multiclass Sinyal Elektrokardiogram Berbasis Deep Learning Menggunakan Denoising Autoencoder dan Convolutional Neural Network*.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai Pengklasifikasian sinyal elektrokardiogram secara biner dan multikelas dengan menggunakan metode *Denoising Autoencoder* dan *Convolutional Neural Network* dengan disertai data yang diperoleh penulis saat melakukan pengujian. Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi sumbangan pemikiran dalam dunia pendidikan dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik meneliti pada bidang pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Laporan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, ilmu, kesempatan dan Kesehatan sehingga saya mampu menyelesaikan laporan skripsi.
2. Kedua orang tua Drs. Dani Saputra, M. Kes. dan Novitasari yang selalu senantiasa memberikan doa dan semangat agar saya terus melakukan yang terbaik.
3. Kakak saya Muhammad Rizki Pratama, S.Kom. dan Fatmawati Purna Wijaya, S.Gz. serta Vini Wulandari, S.Psi. yang menginspirasi saya untuk semangat dalam melaksanakan kuliah dan menyelesaikan laporan skripsi.
4. Liwinantia Salsabilah, S.Kom. yang memberi saya semangat dan motivasi untuk melaksanakan kuliah dan menyelesaikan laporan skripsi.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. M. Said, M.Sc. selaku Pelaksana Tugas Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

6. Bapak Alm. Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
7. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya.
8. Bapak Iman Saladin B Azhar, S.Kom., M.MSI. selaku Dosen Pembimbing Akademik di Universitas Sriwijaya.
9. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. 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.
10. Ibu Annisa Darmawahyuni, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memotivasi selama penyelesaian Tugas Akhir ini.
11. Ibu Ade Iriani Sapitri S.Kom., M.Kom. dan Ibu Anggun Islami S.Kom., M.Kom. yang telah menjadi mentor selama mengerjakan laporan skripsi.
12. Teman-teman seperjuangan dan Kakak-kakak mentor di BEM KM Fasilkom Unsri Kabinet Surya Laksana, Kabinet Lentera Karya, dan Kabinet Askara Akasia yang telah banyak membantu Saya untuk mengembangkan pikiran, meningkatkan skill, dan menambah kemampuan berorganisasi selama Saya berada di Universitas Sriwijaya.
13. Terima kasih kepada Intelligent System Research Group (ISysRG) atas bantuan infrastuktur dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
14. Teman-teman seperjuangan dan Kakak-kakak mentor di Intelligent System Research Group yang telah membantu dan memberi masukan dalam penyusunan Tugas Akhir.
15. Mbak Sari dan Mbak Renny selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah membantu mengurus seluruh keperluan Administrasi Akademik maupun non Akademik selama Saya berkuliah di Fasilkom Unsri.
16. Teman-teman seperjuangan di Group WA baCOD mobile yang telah memberi semangat, saran dan sudah mau meluangkan waktunya untuk bertukar pikiran selama berkuliah di Sistem Komputer Fasilkom Unsri.

17. Serta seluruh teman-teman seperjuangan di jurusan Sistem Komputer Angkatan 2019 dan kelas Sistem Komputer kampus Palembang 2019.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan penulis berharap semoga laporan skripsi ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian.

Palembang, Juni 2023

Penulis

Muhammad Isra Al Hadi

09011181924006

***Multiclass Classification Electrocardiogram Signal Based Deep Learning Using
Denoising Autoencoder and Convolutional Neural Network***

Muhammad Isra Al Hadi (09011181924006)

*Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya
University*

Email : israalhadi01@gmail.com

Abstract

The use of Deep Learning (DL) models in signal processing aims to improve efficiency and effectiveness in extracting information from available data. This research aims to classify heart disease classes in a dataset of medical signals derived from Electrocardiograms. In this study, classification is performed on three heart disease classes: Normal, AF, and AFL. The method used in this research is Denoising Autoencoder, which reduces noise in the dataset, and Convolutional Neural Network (CNN), used for the classification process. The constructed model will be trained and validated with 9,222 signal recordings and tested with 1,025 signal recordings. The best results obtained for the 2-class classification model have average values of Accuracy 97.09%, Sensitivity 95.54%, Specificity 95.54%, Precision 94.40%, F1 Score 94.92%, and Error 2.90%. While for the 3-class classification model, the average values are Accuracy 97.22%, Sensitivity 93.56%, Specificity 96.93%, Precision 92.98%, F1 Score 93.24%, and Error 2.78%. Meanwhile, the best result when tested using unseen data, the model achieves accuracy values of 66.34% for the Normal class, 68.68% for the AF class, and 93.17% for the AFL class.

Keywords : *Deep Learning, Signal Processing, Denoising Autoencoder, Convolutional Neural Network.*

***Klasifikasi Multiclass Sinyal Elektrokardiogram Berbasis Deep Learning
Menggunakan Denoising Autoencoder dan Convolutional Neural Network***

Muhammad Isra Al Hadi (09011181924006)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : israalhadi01@gmail.com

Abstrak

Penggunaan model *Deep Learning* (DL) dalam pemrosesan sinyal bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam proses pengambilan informasi dari data yang tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan klasifikasi terhadap kelas penyakit jantung pada dataset sinyal medis yang berasal dari Elektrokardiogram. Dalam penelitian ini, klasifikasi dilakukan terhadap 3 kelas penyakit jantung yaitu: Normal, AF dan AFL. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Denoising Autoencoder*, yang berfungsi untuk mengurangi derau pada dataset dan *Convolutional Neural Network* (CNN), yang digunakan dalam proses klasifikasi. Model yang dibangun akan dilatih dan divalidasi dengan 9222 rekaman sinyal dan akan diuji dengan 1025 rekaman sinyal. Hasil terbaik yang didapat pada model klasifikasi 2 kelas memiliki nilai rata-rata Akurasi 97.09%, Sensifisitas 95.54%, Spesifisitas 95.54%, Presisi 94.40%, *F1 Score* 94.92% dan Error 2.90%. Sedangkan pada model klasifikasi 3 kelas memiliki nilai rata-rata Akurasi 97.22%, Sensifisitas 93.56%, Spesifisitas 96.93%, Presisi 92.98%, *F1 Score* 93.24% dan Error 2.78%. Sementara itu, hasil terbaik ketika diuji menggunakan *unseen data*, model mendapatkan nilai akurasi 66.34% untuk kelas Normal, 68.68% untuk kelas AF, dan 93.17% untuk kelas AFL.

Kata Kunci : *Deep Learning*, Pemrosesan Sinyal, *Denoising Autoencoder*, *Convolutional Neural Network*.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat	3
1.2.1 Tujuan	3
1.2.2 Manfaat	3
1.3 Perumusan dan Batasan Masalah	3
1.3.1 Perumusan Masalah	3
1.3.2 Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pemrosesan Sinyal.....	6
2.2 Pembelajaran Mesin	7
2.2.1 Pembelajaran Terarah (<i>Supervised Learning</i>).....	7
2.2.2 Pembelajaran Tak Terarah (<i>Unsupervised Learning</i>)	8
2.2.3 Pembelajaran Semi Terarah (<i>Semi-supervised Learning</i>).....	8
2.3 Klasifikasi.....	8
2.4 Basis data <i>MIT-BIH Atrial Fibrillation</i>	9
2.5 Basis data <i>PhysioNet/CinC 2017</i>	9

2.6 Basis data <i>Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital</i>	10
2.7 <i>Denoising Autoencoder</i>	10
2.8 <i>Convolutional Neural Network</i>	12
2.9 Model Evaluasi.....	13
2.9.1 Akurasi	13
2.9.2 Sensitivitas	14
2.9.3 Spesifisitas	14
2.9.4 Presisi	14
2.9.5 <i>F1 Score</i>	14
2.9.6 Error	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Kerangka Kerja Penelitian	16
3.2 Persiapan Data.....	17
3.2.1 <i>MIT-BIH Atrial Fibrillation</i>	17
3.2.2 <i>PhysioNet/CinC 2017</i>	18
3.2.3 <i>Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital</i>	19
3.3 Pra Pengolahan Data	21
3.3.1 Normalisasi	21
3.3.2 Segmentasi	23
3.3.3 <i>Denoising Sinyal</i>	23
3.4 <i>Splitting Data</i>	26
3.5 <i>K-Fold Cross Validation</i>	26
3.6 Klasifikasi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Hasil Pra Pengolahan Data.....	29
4.1.1 Hasil Normalisasi Sinyal.....	29
4.1.2 Hasil Segmentasi Sinyal.....	30
4.1.3 Hasil <i>Denoising Sinyal</i>	31
4.2 Persiapan Pembagian Data Setiap Percobaan	34
4.3 Hasil Klasifikasi Metode <i>K-Fold Cross Validation</i>	34
4.3.1 Percobaan 1	35
4.3.2 Percobaan 2	37

4.3.3 Percobaan 3	38
4.3.4 Percobaan 4	40
4.3.5 Percobaan 5	42
4.3.6 Percobaan 6	43
4.4 Pengujian Model Klasifikasi 3 Kelas Dengan Data <i>Unseen</i>	45
4.4.1 Hasil Uji <i>Unseen</i> Percobaan 4	45
4.4.2 Hasil Uji <i>Unseen</i> Percobaan 5	46
4.4.3 Hasil Uji <i>Unseen</i> Percobaan 6	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1 Kesimpulan.....	49
5.2 Saran.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk Umum Sinyal Medis Elektrokardiogram.....	6
Gambar 2.2 <i>Autoencoder</i> Secara Umum.....	10
Gambar 2.3 Struktur Umum <i>Autoencoder</i>	11
Gambar 2.4 Struktur Umum <i>Denosing Autoencoder</i>	12
Gambar 2.5 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network 13 Layer</i>	12
Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian	16
Gambar 3.2 Morfologi Sinyal AF Dataset <i>MIT-BIH Atrial Fibrillation</i>	18
Gambar 3.3 Morfologi Sinyal Atrial Fibrilasi Dataset <i>PhysioNet/CinC 2017</i>	19
Gambar 3.4 Morfologi Sinyal Normal Dataset	19
Gambar 3.5 Morfologi Sinyal Atrial Fibrilasi Dataset <i>Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital</i>	20
Gambar 3.6 Morfologi Sinyal Normal Dataset	20
Gambar 3.7 Morfologi Sinyal <i>Atrial Flutter</i> Dataset <i>Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital</i>	21
Gambar 3.8 Pembagian Data.....	26
Gambar 3.9 Pembagian Data <i>K-Fold</i>	26
Gambar 4.1 Morfologi Sinyal Dataset Sebelum Normalisasi	29
Gambar 4.2 Morfologi Sinyal Dataset Sesudah Normalisasi.....	30
Gambar 4.3 Morfologi Sinyal Semua Dataset Segmentasi	31
Gambar 4.4 Grafik Model <i>Loss</i> DAE Dataset 2 Kelas	32
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Sinyal DAE Dataset 2 Kelas	32
Gambar 4.6 Grafik Model <i>Loss</i> DAE Dataset 3 Kelas	33
Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Sinyal DAE Dataset 3 Kelas	33
Gambar 4.8 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 8 Percobaan 1	36
Gambar 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 8 Percobaan 1.....	36
Gambar 4.10 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 6 Percobaan 2	38

Gambar 4.11 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 6 Percobaan 2.....	38
Gambar 4.12 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 8 Percobaan 3.....	39
Gambar 4.13 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 8 Percobaan 3.....	40
Gambar 4.14 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 7 Percobaan 4.....	41
Gambar 4.15 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 7 Percobaan 4.....	41
Gambar 4.16 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 8 Percobaan 5.....	43
Gambar 4.17 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 8 Percobaan 5.....	43
Gambar 4.18 Grafik Akurasi dan Grafik Loss Fold 5 Percobaan 6.....	44
Gambar 4.19 <i>Confusion Matrix</i> Data Validasi Fold 5 Percobaan 6.....	45
Gambar 4.20 <i>Confusion Matrix</i> Data Unseen Model 4.....	46
Gambar 4.21 <i>Confusion Matrix</i> Data Unseen Model 5.....	47
Gambar 4.22 <i>Confusion Matrix</i> Data Unseen Model 6.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Confusion Matrix</i>	13
Tabel 3.1 Semua Data Train dan Data Validation	17
Tabel 3.2 Nilai SNR pada Setiap Fungsi <i>wavelet</i>	24
Tabel 3.3 Model <i>Denoising Autoencoder</i>	25
Tabel 3.4 Arsitektur <i>Convolutional Neural Network</i>	27
Tabel 4.1 Hasil <i>Denoising Autoencoder</i> untuk Dataset 2 Kelas	31
Tabel 4.2 Hasil <i>Denoising Autoencoder</i> untuk Dataset 3 Kelas	32
Tabel 4.3 Pembagian Dataset Pada Setiap Percobaan	34
Tabel 4.4 Rangkuman Hasil Klasifikasi 2 Kelas	35
Tabel 4.5 Rangkuman Hasil Klasifikasi 3 Kelas	35
Tabel 4.6 Performa Data Validasi Percobaan 1	35
Tabel 4.7 Performa Data Validasi Percobaan 2	37
Tabel 4.8 Performa Data Validasi Percobaan 3	38
Tabel 4.9 Performa Data Validasi Percobaan 4	40
Tabel 4.10 Performa Data Validasi Percobaan 5	42
Tabel 4.11 Performa Data Validasi Percobaan 6	43
Tabel 4.12 Hasil Evaluasi Performa Model ke 4 dengan.....	45
Tabel 4.13 Hasil Evaluasi Performa Model ke 5 dengan.....	46
Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Performa Model ke 6 dengan.....	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di masa sekarang *Machine Learning* menjadi salah satu bidang luas yang membangun konsep-konsep dari ilmu komputer, statistik, ilmu kognitif, teknik, teori optimisasi, dan banyak disiplin matematika dan ilmu lainnya. Terdapat banyak aplikasi dalam implementasi *machine learning*, tetapi pengembangan data adalah yang paling sering digunakan diantara semuanya. *Machine learning* sendiri dapat diklasifikasikan secara umum menjadi dua kategori utama, yaitu *supervised learning* dan *unsupervised learning* [1]. Salah satu contoh dalam implementasi *supervised learning* yang sering kita gunakan adalah klasifikasi.

Klasifikasi adalah salah satu jenis *supervised learning* yang digunakan untuk melakukan pengelompokan data, dimana data yang digunakan tersebut mempunyai kelas label. Meskipun terdapat berbagai teknik di dalam *machine learning*, tetapi klasifikasi merupakan teknik yang sering digunakan. Klasifikasi merupakan tugas yang banyak disukai dalam *machine learning* terutama dalam rencana masa depan dan penemuan pengetahuan [1].

Pada dasarnya banyak objek yang dapat di klasifikasikan dalam implementasi *machine learning*, dan di dalam penelitian ini objek utama yang akan di bahas serta di implentasikan dalam klasifikasi adalah sinyal medis dari Elektrokardiogram yang merekam aktivitas listrik jantung. Diagnosis dini kondisi jantung sangat memungkinkan dengan menganalisis sinyal Elektrokardiogram (EKG) secara manual [2]. Elektrokardiogram (EKG) sendiri adalah alat klinis yang digunakan untuk diagnosis penyakit kardiovaskular [3]. Elektrokardiogram (EKG) berupa sinyal medis yang menguji kelainan jantung dengan mengukur aktivitas listriknya. Denyut

sinyal EKG dapat diamati oleh lima gelombang karakteristik — P, Q, R, S, dan T [4]. Sebuah detak tunggal dari sinyal Elektrokardiogram (EKG) meliputi morfologi, detak jantung, keteraturan, segmen gelombang, amplitudo relatif, interval waktu, dan energi yang dinormalisasi dalam sebuah ritme [5].

Elektrokardiogram (EKG) akan merekam banyak informasi medis untuk memudahkan proses deteksi pada penyakit jantung, akan tetapi untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam proses pengklasifikasian informasi yang ada diusulkan salah satu metode yaitu dengan *Deep Learning* (DL). *Deep Learning* (DL) pada saat ini sudah menjadi tren dan alat praktis dalam kehidupan sehari-hari, dengan kinerja yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam masalah klasifikasi gambar, analisis urutan DNA, dan lain sebagainya [6]. Model *Deep Learning* (DL) juga akhir-akhir ini sangat sering digunakan di bidang kardiologi untuk mengatasi masalah seperti klasifikasi tipe aritmia, diagnosis aritmia pada perangkat yang dapat dipakai yaitu Elektrokardiogram (EKG), dan panduan dalam aktivitas listrik jantung yang tidak teratur [6].

Terdapat banyak jenis algoritma dari penerapan *Deep Learning* (DL) salah satunya yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu metode *Convolutional Neural Network* (CNN). *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah jaringan pembelajaran mendalam visi komputer yang dapat mengenali dan mengklasifikasikan fitur *input*-nya. Arsitektur CNN dirancang untuk menyerupai koneksi antara neuron di otak manusia dan dibandingkan dengan metode lain, CNN membutuhkan lebih sedikit tahapan pada pra pengolahan [7]. Dalam hal ini Arsitektur CNN yang digunakan memiliki 13 *Convolutional Layer*, 2 *Fully Connected Layer* masing-masing 1000 *nodes* dan 1 *node* pada *Output Layer*. Selain dengan metode *Convolutional Neural Network* pada penelitian ini juga menggunakan metode *Denoising Autoencoder* (DAE) yang akan berfungsi untuk menghilangkan derau pada dataset yang akan digunakan. Dataset yang akan digunakan pada penelitian terdiri dataset *MIT-BIH Atrial Fibrillation* yang mencakup 262 rekaman kelas AF dan 9 rekaman kelas

AFL, dataset *PhysioNet/CinC Challenge 2017* yang mencakup 5154 rekaman kelas Normal dan 771 rekaman kelas AF, dan dataset *Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital* yang mencakup 1826 rekaman kelas Normal, 1780 rekaman kelas AF dan 445 rekaman kelas AFL.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Adapun tujuan yang ingin di capai dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan pra pengolahan data dengan metode Segmentasi dan Normalisasi pada Dataset.
- b. Menghilangkan derau pada Sinyal EKG dengan menggunakan metode *Denosing Autoencoder (DAE)*.
- c. Membuat model untuk klasifikasi Sinyal Elektrokardiogram menggunakan metode *Convolutional Neural Network*.

1.2.2 Manfaat

Hasil dari tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi refrensi di bidang *Computer Science* terkhusus *Deep Learning* dan dapat membantu dalam hal analisa kelas penyakit pada sinyal medis.

1.3 Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah di kemukakan, maka rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah bagaimana membuat model untuk melakukan klasifikasi sinyal berbasis metode *Denosing Autoencoder* dan *Convolutional Neural Network*. Dataset yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah dataset dari *MIT-BIH Atrial Fibrillation*, *PhysioNet/ CinC 2017*, dan *Chapman University and Shaoxing Zhejiang Hospital*.

1.3.2 Batasan Masalah

Batasan dari penelitian ini adalah simulasi program dengan Bahasa pemrograman *Python*. Kemudian untuk *output* yang akan di hasilkan

adalah berupa *confusion matrix* beserta nilai akurasi, error, *f1 score*, presisi, spesifisitas, dan sensitivitas.

1.4 Metodologi Penelitian

Tahapan metodologi yang di lakukan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

a. Perumusan Masalah

Tahap ini penulis menentukan masalah yang di Analisa yaitu sinyal EKG pada dataset yang masih mengandung *noise* untuk di lakukan *denoise* dengan metode *Denoising Autoencoder* kemudian melakukan klasifikasi sinyal dengan metode *Convolutional Neural Network*.

b. Studi Pustaka

Tahap ini penulis melakukan *review* terhadap jurnal yang akan digunakan sebagai literatur dengan tujuan untuk menunjang penelitian yang akan di lakukan.

c. Perancangan Model

Tahap ini penulis merancang model yang akan digunakan untuk melakukan pra pengolahan data dengan Segmentasi, Normalisasi, dan *Denoising Autoencoder* dan juga klasifikasi dengan *Convolutional Neural Network*.

d. Pengujian dan Validasi

Tahap ini penulis melakukan pengujian terhadap model yang telah dibuat dan juga penulis melihat hasil akurasi dari simulasi yang telah di lakukan apakah mendapat nilai akurasi yang baik atau tidak.

e. Analisa dan Hasil

Tahap ini penulis mengambil dan menganalisa hasil data dari percobaan menghilangkan *denoise* pada sinyal dan juga data hasil simulasi pada percobaan dengan metode *Convolutional Neural Network* yang menggambarkan performa akurasi dari metode klasifikasi yang sudah dirancang.

f. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini penulis menarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta mengambil saran untuk penulis sendiri yang akan dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Agar mempermudah dalam penyusunan isi setiap bab dari tugas akhir ini maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini berisi tentang latar belakang, tujuan dan manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan dari tugas akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini berisi tentang penjelasan dari dasar, konsep, prinsip dari teori yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini berisi tentang runtutan metodologi dan perancangan dari penelitian dan yang dilakukan meliputi persiapan dataset, pra pengolahan data, pembagian data latih dan uji, klasifikasi dengan *Convolutional Neural Network*, dan validasi performa model.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan dari hasil-hasil seperti training, testing, kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibuat.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penelitian yang telah dilakukan dan juga berisi saran yang penulis sampaikan untuk digunakan sebagai referensi penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aized Amin Soofi and Arshad Awan, “Classification Techniques in Machine Learning: Applications and Issues,” *J. Basic Appl. Sci.*, vol. 13, no. August, pp. 459–465, 2017, doi: 10.6000/1927-5129.2017.13.76.
- [2] Y. Nur and K. M. Lim, “Classification of Atrial Fibrillation and Congestive Heart Failure Using Convolutional Neural Network with Electrocardiogram,” 2022.
- [3] R. Salinas-Martinez, J. De Bie, N. Marzocchi, and F. Sandberg, “Automatic Detection of Atrial Fibrillation Using Electrocardiomatrix and Convolutional Neural Network,” *Comput. Cardiol. (2010)*., vol. 2020-Septe, no. December, 2020, doi: 10.22489/CinC.2020.170.
- [4] C. H. Hsieh, Y. S. Li, B. J. Hwang, and C. H. Hsiao, “Detection of atrial fibrillation using 1D convolutional neural network,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 7, 2020, doi: 10.3390/s20072136.
- [5] B. Tutuko *et al.*, “AFibNet: an implementation of atrial fibrillation detection with convolutional neural network,” *BMC Med. Inform. Decis. Mak.*, vol. 21, no. 1, pp. 1–25, 2021, doi: 10.1186/s12911-021-01571-1.
- [6] G. R. Ríos-Muñoz, F. Fernández-Avilés, and Á. Arenal, “Convolutional Neural Networks for Mechanistic Driver Detection in Atrial Fibrillation,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 23, no. 8, 2022, doi: 10.3390/ijms23084216.
- [7] D. Bhatt *et al.*, “Cnn variants for computer vision: History, architecture, application, challenges and future scope,” *Electron.*, vol. 10, no. 20, pp. 1–28, 2021, doi: 10.3390/electronics10202470.
- [8] S. Nurmaini, A. Darmawahyuni, A. N. S. Mukti, M. N. Rachmatullah, F. Firdaus, and B. Tutuko, “Deep learning-based stacked denoising and autoencoder for ECG heartbeat classification,” *Electron.*, vol. 9, no. 1, 2020, doi: 10.3390/electronics9010135.
- [9] M. Wasimuddin, K. Elleithy, A. S. Abuzneid, M. Faezipour, and O.

- Abuzaghleh, “Stages-based ECG signal analysis from traditional signal processing to machine learning approaches: A survey,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 177782–177803, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3026968.
- [10] J. Alzubi, A. Nayyar, and A. Kumar, “Machine Learning from Theory to Algorithms: An Overview,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1142, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1142/1/012012.
- [11] S. Dridi, V. Machine, D. Tree, R. Forest, and L. Regression, “S l - a s l r,” 2021.
- [12] M. Grandini, E. Bagli, and G. Visani, “Metrics for Multi-Class Classification: an Overview,” pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2008.05756>.
- [13] J. Zheng, J. Zhang, S. Danioko, H. Yao, H. Guo, and C. Rakovski, “A 12-lead electrocardiogram database for arrhythmia research covering more than 10,000 patients,” *Sci. Data*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2020, doi: 10.1038/s41597-020-0386-x.
- [14] W. H. Lee, M. Ozger, U. Challita, and K. W. Sung, “Noise Learning-Based Denoising Autoencoder,” *IEEE Commun. Lett.*, vol. 25, no. 9, pp. 2983–2987, 2021, doi: 10.1109/LCOMM.2021.3091800.
- [15] P. Venkataraman, “Image Denoising Using Convolutional Autoencoder,” 2022, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2207.11771>.
- [16] S. Sakib, N. Ahmed, A. J. Kabir, and H. Ahmed, “An Overview of Convolutional Neural Network: Its Architecture and Applications,” *Prepr. 2018*, no. February, 2018, doi: 10.20944/preprints201811.0546.v4.
- [17] M. Hasnain, M. F. Pasha, I. Ghani, M. Imran, M. Y. Alzahrani, and R. Budiarto, “Evaluating Trust Prediction and Confusion Matrix Measures for Web Services Ranking,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 90847–90861, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2994222.
- [18] D. Berrar, “Cross-validation,” vol. 1, pp. 542–545, 2018.