

**LAPORAN TUGAS AKHIR
KLASIFIKASI SINYAL EKG MENGGUNAKAN
DENOISING AUTOENCODER DAN DEEP NEURAL
NETWORK**

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



oleh :

Akhmad Noviar Satria Mukti

09011381520052

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

2019

HALAMAN PENGESAHAN

KLASIFIKASI SINYAL EKG MENGGUNAKAN DENOISING AUTOENCODER DAN DEEP NEURAL NETWORK

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1

Oleh

**Akhmad Noviar Satria Mukti
09011381520052**

Palembang, September 2019

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

Ketua Jurusan Sistem Komputer

**Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 19690802 199401 2 001**

**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
NIP. 19780611 201012 1 004**

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Jum'at

Tanggal : 06 September 2019

Tim Penguji:

1. Ketua : Ahmad Zarkasi, S. T., M. T. _____
2. Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, S. T. _____
3. Anggota I : Firdaus S. T., M. Kom. _____
4. Anggota II : Rendyansyah, S. Kom., M. T. _____

Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer

Rossi Passarella, S. T., M. Eng.

NIP. 19780611 201012 1 004

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda yangan dibawah ini:

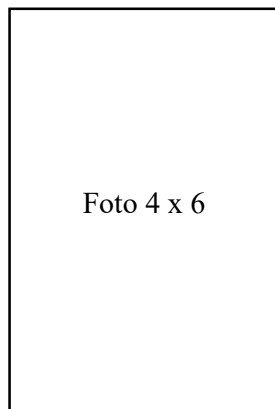
Nama : Akhmad Noviar Satria Mukti

NIM : 09011381520052

Judul : Klasifikasi Sinyal EKG Menggunakan Denoising Autoencoder dan Deep
Neural Network

Hasil pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* :

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau 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.



Palembang, September 2019

Metarai

Akhmad Noviar Satria Mukti

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahilahirabbil'alamin. Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan judul *Klasifikasi Sinyal EKG Menggunakan Denoising Autoencoder dan Deep Neural Network*.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai Pengklasifikasian sinyal ECG dengan artificial neural network dengan disertai data-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 di pembelajaran mesin dan kecerdasan buatan.

Pada penyusunan laporan ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga pelaksanaan kerja praktek dan penulisan laporan kerja praktek ini dapat berjalan dengan lancar.
2. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mendoakan serta memberikan motivasi dan semangat.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S. Pd. M. T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Rossi Passarella, S. T., M. Eng. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M. T. selaku Pembimbing Tugas Akhir dan Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

6. Mbak Annisa M. Kom. Dan Kak Naufal M. T. yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat yang tidak terhitung jumlahnya.
7. Haniva Pratami Nur'apriilliani S. Pd. yang selalu memberikan semangat dan doa
8. Teman-teman seperjuangan dalam grup penelitian IsysRG yang tidak bisa dipersebutkan satu per satu yang sudah saling membantu dalam mengerjakan tugas akhir ini.
9. Teman-teman seperjuangan sistem komputer unggulan angkatan 2015 dan semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir 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 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.

Palembang, September 2019

Penulis

Akhmad Noviar Satria Mukti

NIM. 09011381520052

Classification ECG Signal Using Denoising Autoencoder and Deep Neural Network

Akhmad Noviar Satria Mukti (09011381520052)

Computer Engineering Department, Computer Science Faculty, Sriwijaya University

Email : ahmadnoviar.19@gmail.com

Abstract

Arrhythmia is a indication or a symtop of heart beat disruption or heart rhythm. Early detection of arrhythmia could help patient in handling the abnormalities quickly. Arrhythmia can be detected using electrocardiogram (ECG), which is heart activity electrical signal recording. This research aims to classify normal heart, premature ventricular contraction, atrial premature beat, right bundle branch block beat and non-conducted p-wave on the ECG signal. Deep Neural Network is proposed due to the ability of processing non-linear data like ECG signal. The data used in this research is obtained from Physionet.org website with imbalanced class ratio and noise-contained. To overcome the noise-contained data, Denoising Autoencoder is proposed to denoise the signal and Autoencoder used to extract the feature of the denoised ECG signal. Both the technique above shows the results performance accuracy, sensitivity, specificity, precision and F1 Score is 99.06%, 93.56%, 99.35%, 89.42% and 91.11% repectively.

Keywords : *Electrocardiogram, Classify, Arrhythmia, Deep Neural Network, Denoising Autoencoder, Autoencoder*

Palembang, September 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir

Rossi Passarella, S. T., M. Eng.

NIP. 19780611 201012 1 004

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

NIP. 19780121 200812 1 003

Klasifikasi Sinyal EKG Menggunakan Denoising Autoencoder dan Deep Neural Network

Akhmad Noviar Satria Mukti (09011381520052)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : ahmadnoviar.19@gmail.com

Abstrak

Aritmia adalah suatu tanda atau gejala dari gangguan detak jantung atau irama jantung. Deteksi dini aritmia dapat membantu pasien dalam menangani penyakit dengan tepat. Penyakit *aritmia* dapat dideteksi menggunakan elektrokardiogram (EKG) yang merupakan rekaman sinyal elektrik aktivitas jantung. Penelitian ini melakukan klasifikasi jantung normal, *premature ventricular contraction*, *atrial premature beat*, *right bundle branch block beat*, dan *non-conducted p-wave* pada sinyal EKG. Metode *Deep Neural Network* diusulkan karena mampu memproses data yang bersifat non-linear seperti sinyal EKG. Data yang digunakan diperoleh dari situs *Physionet.org* dengan distribusi kelas yang tidak seimbang dan mengandung derau. Untuk mengatasi data yang mengandung derau maka digunakan metode *Denoising Autoencoder* untuk menghilangkan derau dari sinyal EKG dan *Autoencoder* untuk mengekstrak fitur dari sinyal EKG yang sudah dihilangkan derau. Kedua teknik di atas menunjukkan hasil nilai kinerja akurasi 99,06 %, sensitivitas 93,56 %, spesifisitas 99,35 %, presisi 89,42 % dan F1 Score 91,11 %.

Kata Kunci : Elektrokardiogram, Klasifikasi, Aritmia, Deep Neural Network, Denoising Autoencoder, Autoencoder.

Palembang, September 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir

Rossi Passarella, S. T., M. Eng.

NIP. 19780611 201012 1 004

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

NIP. 19780121 200812 1 003

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
Abstract.....	vii
Abstrak.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan dan Manfaat.....	4
1.3. Perumusan dan Batasan Masalah	4
1.4. Metodologi Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Elektrokardiogram (EKG).....	7
2.2. Aritmia	9
2.3. Basis data MIT-BIH Arrhythmia.....	9
2.4. Pembelajaran Mesin.....	10
2.5. Denoising Autoencoder	10
2.6. Deep Neural Network	11

BAB III METODOLOGI	15
3.1 Umum	15
3.2 Akuisisi Data.....	16
3.3 Pra-pemrosesan	16
3.4 Penghilangan Derau	18
3.5 Fitur Ekstrasi.....	21
3.6 Klasifikasi	24
3.7 Model Evaluasi	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Pengumpulan Data	29
4.2. Akuisisi Data.....	29
4.3 Pra-pemrosesan.....	34
4.4 Penghilangan Derau	35
4.5 Ekstraksi Fitur	39
4.5 Klasifikasi	44
4.6. Model Evaluasi	48
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	61
5.1. Kesimpulan	61
5.2 Saran.....	61
DAFTAR PUSTAKA.....	62

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 Gambar sinyal EKG yang umum.	7
Gambar 2.2 <i>Autoencoder</i> secara sederhana.	11
Gambar 2.3 Struktur Umum <i>Autoencoder</i>	11
Gambar 2.4 Struktur Umum Denoising <i>Autoencoder</i>	11
Gambar 2.5 Arsitektur awal <i>Neural Network</i>	12
Gambar 2.6 Arsitektur Deep <i>Neural Network</i>	13
Gambar 3.1 Blok Diagram.	15
Gambar 3.2 Contoh segmentasi sinyal EKG.	16
Gambar 3.3 Sinyal dengan SNR -6dB.	17
Gambar 3.4 Sinyal dengan SNR 24dB.	17
Gambar 3.5 Algoritma Normalize Bound.	18
Gambar 3.6 Flowchart <i>Denoising Autoencoder</i>	19
Gambar 3.7 Arsitektur model Denoising <i>Autoencoder</i>	20
Gambar 3.8 Flowchart Fitur ekstraksi menggunakan <i>Autoencoder</i>	22
Gambar 3.9 Arsitektur model <i>Autoencoder</i>	23
Gambar 3.10 Distribusi Fitur dan Label Klasifikasi.	24
Gambar 3.11 Arsitektur Model <i>Deep Neural Network</i>	26
Gambar 4.1 Contoh data yang diunduh, record 118 dengan SNR 24dB.	29
Gambar 4.2 Sinyal EKG sepanjang 4 detakan yang belum disegmentasi.	30
Gambar 4.3 Grafik Distribusi Label.	31
Gambar 4.4 Sinyal ke 2320 dengan Label N yang sudah disegmentasi.	32
Gambar 4.5 Sinyal ke 2323 dengan Label V yang sudah disegmentasi.	32
Gambar 4.6 Sinyal ke 959 dengan Label A yang sudah disegmentasi.	33
Gambar 4.7 Sinyal ke 72 dengan Label R yang sudah disegmentasi.	33
Gambar 4.8 Sinyal ke 218 dengan Label P yang sudah disegmentasi.	34

Gambar 4.9 Sinyal dengan SNR -6dB ke 3000 yang sudah di Normalize Bound dengan batas atas 1 dan batas bawah 0.	34
Gambar 4.10 Sinyal dengan SNR 24dB ke 3000 yang sudah di Normalize Bound dengan batas atas 1 dan batas bawah 0.	35
Gambar 4.11 Grafik Loss Denoising Autencoder Model pertama.	36
Gambar 4.12 Sinyal ke 3000 yang mengandung derau model pertama.	36
Gambar 4.13 Sinyal ke 3000 yang sebagai target model pertama.	36
Gambar 4.14 Sinyal ke 3000 rekonstruksi model pertama.	37
Gambar 4.15 Grafik Loss Denoising Autencoder Model kedua.	37
Gambar 4.16 Sinyal ke 3000 yang mengandung derau model kedua.	38
Gambar 4.17 Sinyal ke 3000 yang sebagai target model kedua.	38
Gambar 4.18 Sinyal ke 3000 rekonstruksi model kedua.	38
Gambar 4.19 Grafik Loss Autencoder model pertama dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	39
Gambar 4.20 Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	40
Gambar 4.21 Grafik Loss Autencoder model pertama dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model kedua.	40
Gambar 4.22 Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model kedua.	41
Gambar 4.23 Grafik Loss Autencoder model kedua dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	41
Gambar 4.24 Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	42
Gambar 4.25 Grafik Loss Autencoder model kedua dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model kedua.	42
Gambar 4.26 Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model kedua.	42
Gambar 4.27 Grafik Loss Autencoder model ketiga dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	43
Gambar 4.28 Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model pertama.	43

Gambar 4.29	Grafik Loss Autencoder model ketiga dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model kedua.	44
Gambar 4.30	Fitur sinyal ke 3000 dengan sinyal rekonstruksi Denoising Autoencoder model ketiga.	44
Gambar 4.31	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model Pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	45
Gambar 4.32	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model Pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	45
Gambar 4.33	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	46
Gambar 4.34	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	46
Gambar 4.35	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	47
Gambar 4.36	Grafik Loss dan Akurasi Model <i>Deep Neural Network</i> model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga dari rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	47
Gambar 4.37	Grafik Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	49
Gambar 4.38	Grafik Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	51
Gambar 4.39	Grafik Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	53

Gambar 4.40	Grafik Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	55
Gambar 4.41	Grafik Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	57
Gambar 4.42	Grafik Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	59

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 3.1 Model Denoising Autoencoder yang diusulkan.	19
Tabel 3.2 Model <i>Autoencoder</i> yang di usulkan.	22
Tabel 3.3 Model Deep Neural Network yang diusulkan.	25
Tabel 3.4 Tabel kebenaran <i>Confussion Matrix</i> untuk <i>Klasifikasi Binari</i>	26
Tabel 4.1 Tabel distribusi label sinyal detak.	31
Tabel 4.2 Hasil <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	35
Tabel 4.3 Hasil <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	37
Tabel 4.4 Perbandingan kedua Model Denoising Autoencoder.	39
Tabel 4.5 Hasil ekstraksi fitur <i>Autoencoder</i> model pertama.	39
Tabel 4.6 Hasil ekstraksi fitur <i>Autoencoder</i> model kedua.	41
Tabel 4.7 Hasil ekstraksi fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga.	43
Tabel 4.8 Hasil <i>Loss</i> dan <i>Akurasi</i> model DNN pertama.	45
Tabel 4.9 Hasil <i>Loss</i> dan <i>Akurasi</i> model DNN kedua.	46
Tabel 4.10 Hasil <i>Loss</i> dan <i>Akurasi</i> model DNN ketiga.	47
Tabel 4.11 Perbandingan Masing-Masing Model.	48
Tabel 4.12 Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	48
Tabel 4.13 Keterangan Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	49
Tabel 4.14 Hasil Evaluasi Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.	50
Tabel 4.15 Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua. ...	50
Tabel 4.16 Keterangan Confussion Matrix Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	51

Tabel 4.17 Hasil Evaluasi Model pertama dengan fitur <i>Autoencoder</i> model pertama sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.....	52
Tabel 4.18 Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	52
Tabel 4.19 Keterangan Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	53
Tabel 4.20 Hasil Evaluasi Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	54
Tabel 4.21 Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.....	54
Tabel 4.22 Keterangan Confussion Matrix Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	55
Tabel 4.23 Hasil Evaluasi Model kedua dengan fitur <i>Autoencoder</i> model kedua sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.....	56
Tabel 4.24 Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	56
Tabel 4.25 Keterangan Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	57
Tabel 4.26 Hasil Evaluasi Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model pertama.....	58
Tabel 4.27 Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.....	58
Tabel 4.28 Keterangan Confussion Matrix Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.	59
Tabel 4.29 Hasil Evaluasi Model ketiga dengan fitur <i>Autoencoder</i> model ketiga sinyal rekonstruksi <i>Denoising Autoencoder</i> model kedua.....	60
Tabel 4.30 Perbandingan Model evaluasi keenam Model	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I. Form perbaikan

Lampiran II. Cek Plagiat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jantung adalah organ berotot di sebagian besar hewan, yang memompa darah melalui pembuluh darah dari sistem sirkulasi[1]. Darah memberikan tubuh dengan oksigen dan nutrisi, serta membantu dalam pembuangan limbah metabolik. Pada manusia, jantung terletak di antara paru-paru, di kompartemen tengah dada[2].

Jantung memompa darah dengan ritme yang ditentukan oleh sekelompok sel pacu jantung di nodus sinoatrial. Ini menghasilkan arus yang menyebabkan kontraksi jantung, perjalanan melalui nodus atrioventrikular dan sepanjang sistem konduksi jantung. Jantung menerima darah rendah oksigen dari sirkulasi sistemik, yang memasuki atrium kanan dari *venae cavae superior* dan *inferior* dan lolos ke ventrikel kanan. Dari sini dipompa ke sirkulasi paru-paru, melalui paru-paru di mana ia menerima oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida. Darah beroksigen kemudian kembali ke atrium kiri, melewati ventrikel kiri dan dipompa keluar melalui aorta ke sirkulasi sistemik – di mana oksigen digunakan dan dimetabolisme menjadi karbon dioksida. Jantung berdenyut dengan laju istirahat mendekati 72 detak per menit. Olahraga untuk sementara meningkatkan laju, tetapi menurunkan detak jantung istirahat dalam jangka panjang, dan baik untuk kesehatan jantung[2].

Penyakit jantung adalah penyakit dengan persentasi kematian tertinggi di Amerika Serikat pada tahun 2018[3]. Diagnosa awal dalam waktu cepat tentu akan membuat dokter lebih mudah dalam menangani pasien yang terdiagnoisa penyakit jantung. Salah satu cara untuk mendiagnoisa penyakit jantung adalah Elektrokardiogram (EKG). EKG adalah alat penguji dalam bentuk representasi perubahan aktivitas gelombang elektrik jantung dalam periode waktu. Salah satu fungsinya digunakan untuk mendeteksi aritmia, dimana gelombang EKG memiliki fitur morfologi dan pola-pola tertentu yang berisi informasi klinis dari pasien[4]. Aritmia adalah gangguan pada kecepatan atau ritme dari detak jantung. Jantung

penderita aritmia bisa berdetak terlalu cepat, terlalu lambat atau dengan ritme yang tidak beraturan. Jika jantung berdetak terlalu cepat kondisi ini disebut dengan takikardia sedangkan jika terlalu lambat disebut dengan bradikardia[5].

Proses analisis sinyal EKG yang dilakukan para kardiologi dalam mendeteksi aritmia EKG membutuhkan waktu yang sangat lama karena terdapat berbagai variasi fitur morfologi dan karakteristik yang cukup sulit untuk dibedakan dengan mata manusia apalagi yang tidak terpelajar sehingga dibutuhkan sebuah alat yang mampu menganalisis EKG secara cepat dan presisi. Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah dengan melakukan segmentasi sinyal ke dalam bentuk detak atau beat. Penelitian mengenai klasifikasi beat EKG yang telah dilakukan dalam beberapa kurun waktu terakhir adalah Jiang, C., et al. [5] pada tahun 2017 melakukan Sistem Klasifikasi Detak Jantung Berdasarkan Denosing Autoencoder yang dimodifikasi dan Jaringan Saraf Tiruan dan Qin, Q., et al. [6] pada tahun 2017 melakukan Kombinasi Wavelet dimensi rendah dan Support Vector Machine untuk klasifikasi detak aritmia dan Nurmaini, S., et al. [7] pada tahun 2018 melakukan klasifikasi aritmia jantung menggunakan Deep Neural Network dan Principle Component Analysis Algorihm.

Deep learning adalah bagian dari keluarga yang lebih luas dari metode pembelajaran mesin berdasarkan jaringan saraf tiruan. Deep Learning dapat diawasi, semi-diawasi atau tidak diawasi[8]. Salah satu metode analisis sinyal ECG adalah jaringan saraf tiruan. Jaringan saraf tiruan (JST) adalah sistem komputasi yang secara samar terinspirasi oleh jaringan saraf biologis yang merupakan otak hewan[9]. Jaringan saraf itu sendiri bukanlah sebuah algoritma, melainkan sebuah kerangka kerja untuk banyak algoritma pembelajaran mesin yang berbeda untuk bekerja bersama dan memproses input data yang kompleks. Sistem seperti itu "belajar" untuk melakukan tugas dengan mempertimbangkan contoh, umumnya tanpa diprogram dengan aturan tugas tertentu.

Arsitektur deep learning seperti deep neural network, deep belief network, recurrent neural network dan convolutional neural network telah diterapkan ke bidang termasuk visi komputer, pengenalan suara, pemrosesan bahasa alami, pengenalan audio, penyaringan jaringan sosial, terjemahan mesin, bioinformatika,

desain obat, analisis gambar medis dan inspeksi material, di mana mereka telah menghasilkan hasil yang sebanding dengan dan dalam beberapa kasus lebih unggul dari ahli manusia[10][11]. Deep Neural Network adalah sebenarnya adalah Artificial Neural Network (Jaringan Saraf Buatan) dengan banyak lapisan antara lapisan input dan outputnya[12]. DNN menemukan manipulasi matematis yang benar untuk mengubah input menjadi output, apakah itu hubungan linear atau hubungan non-linear. Jaringan bergerak melalui lapisan-lapisan yang menghitung probabilitas setiap keluaran.

Autoencoder adalah jenis jaringan saraf tiruan yang digunakan untuk mempelajari pengkodean data yang efisien dengan cara yang tidak diawasi[13]. Tujuan dari autoencoder adalah untuk mempelajari representasi (encoding) untuk satu set data, biasanya untuk pengurangan dimensi. Baru-baru ini, konsep autoencoder telah menjadi lebih banyak digunakan untuk belajar model data generatif[14].

Database pengumpulan adalah salah satu tugas yang paling penting dari pemrosesan sinyal. Untuk tugas ini, menggunakan direktori database MIT-BIH Arrhythmia sinyal EKG dari physionet. Sumber EKG dari MIT-BIH Arrhythmia diperoleh oleh Beth Israel Hospital Arrhythmia Laboratory. Database ini berisi 48 file dipartisi menjadi dua bagian pertama adalah 23 file (berjumlah 100 hingga 124 inklusif dengan beberapa nomor yang hilang) dipilih secara acak dari set ini, dan yang lainnya berisi 25 file (berjumlah 200 hingga 234 inklusif, sekali lagi dengan beberapa nomor tidak ada). Masing-masing dari 48 catatan sedikit lebih dari 30 menit.

Database ini mencakup sekitar 109.000 label detak. Sinyal ECG dari MIT-BIH database diilustrasikan oleh - file teks header (.hea), file biner (.dat) dan file penjelasan biner (.atr). File header menggambarkan informasi terperinci seperti jumlah sampel, frekuensi sampling, format sinyal ECG, jenis lead EKG dan jumlah lead ECG, riwayat pasien dan informasi klinis rinci. Dalam file penjelasan biner, sinyal disimpan dalam format 212 yang berarti setiap sampel memerlukan jumlah lead times 12 bit untuk disimpan dan file penjelasan biner terdiri dari anotasi detak.

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah:

- a. Menghilangkan derau pada sinyal EKG dengan menggunakan autoencoder .
- b. Membuat model untuk pengklasifikasi sinyal jantung menggunakan Deep Neural Network.

1.2.2. Manfaat

Adapun manfaat dari tugas akhir ini adalah dapat Mengkasifikasikan sinyal jantung untuk mendeteksi aritmia dengan menggunakan deep neural network, sehingga diharapkan hasil tugas akhir ini dapat menjadi bacaan di bidang biomedis khususnya sinyal EKG dan akhirnya dapat membantu peran dokter dalam menganalisa penyakit jantung .

1.3. Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dari tugas akhir ini adalah bagaimana membuat suatu sistem klasifikasi detak jantung dari penyakit *Arrythmia* dengan menggunakan metode Denoising Autoencoder dan Deep Neural Network. Adapun dataset yang digunakan pada penelitian ini yaitu MIT-BIH *Noise Stress Test Database* dari *Physionet*.

1.3.2. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan bahasa pemograman *Phyton*. Kemudian untuk output yang dihasilkan dari penelitian ini berupa nilai akurasi, error rate, fl-score, presisi, spesifisitas, dan sensitivitas.

1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Tahap Pertama (Perumusan masalah)

Tahap ini ialah tahap yang menentukan permasalahan yang ada tentang sinyal EKG yang masih mengandung noise kemudian di klasifikasi dan selanjutnya menentukan perumusan masalah yang akan muncul untuk mencari solusi yang dihadapi dari permasalahan yang ada.

2. Tahap kedua (Study Pustaka/ *literature*)

Tahap ini ialah tahap yang mencari referensi atau literature pada *Keyword* yang di angkat dari judul yang bertujuan untuk menunjang pada penelitian yang dilakukan.

3. Tahap ketiga (Perancangan)

Tahap ini ialah tahap perancangan model yang dibuat berdasarkan perumusan masalah yang dicari dalam penelitian. Pada tahap ini kita akan membahas tentang proses perancangan model *Denoising autoencoder* dan Jaringan saraf yang dalam (*Deep Neural Network*).

4. Tahap keempat (Pengujian dan Validasi)

Tahap ini dilakukan dengan pengujian terhadap simulasi yang telah dibuat, apakah simulasi tersebut dapat menghasilkan nilai akurasi yang baik atau tidak.

5. Tahap kelima (Metode Analisis dan Hasil)

Tahap ini dilakukan dengan mengambil data dan menganalisa data yang didapatkan dari tahap keempat yaitu tahap penyajian algoritma pemrograman sistem denoising dan klasifikasi data yang telah dirancang, serta diberikan data hasil testing Jaringan saraf yang dalam dari data tersebut, yang akan menggambarkan performa akurasi dari Jaringan saraf yang dalam yang telah dirancang.

6. Tahap keenam (Penarikan Kesimpulan dan Saran)

Tahap ini dilakukan dengan menarik kesimpulan dari analisa dan studi literature serta saran untuk penulis selanjutnya jika akan dijadikan bahan referensi.

1.5. Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah dalam menyusun laporan Tugas akhir ini dan isi dari setiap bab yang ada pada laporan ini dapat lebih jelas, maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membuat penjelasan dasar teori, konsep dan prinsip dasar yang diperlukan untuk memecahkan masalah penelitian

BAB III METODOLOGI

Pada bab ini membuat metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini dan perancangan sistem yang meliputi rancangan perangkat lunak, rancangan program, rancangan dataset, serta rancangan masukan dan keluaran.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini membuat hasil-hasil yang diperoleh dari penelitian dan pembahasan terhadap hasil yang telah dicapai, serta masalah-masalah yang ditemui selama penelitian, training, testing serta kelebihan dan kekurangan sistem yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. W. Taber and D. Venes, *No Taber's cyclopedic medical dictionary*. F. A. Davis Co, 2009.
- [2] A. M. R. A. Keith L. Moore, Arthur F. Dalley, *Clinically Oriented Anatomy*. 2013.
- [3] E. J. Benjamin *et al.*, *Heart disease and stroke statistics - 2018 update: A report from the American Heart Association*, vol. 137, no. 12. 2018.
- [4] P. R. F. Rodrigues, J. M. da Silva Monteiro Filho, and J. P. do Vale Madeiro, *The Issue of Automatic Classification of Heartbeats*. Elsevier Ltd, 2018.
- [5] C. Jiang, S. Song, and M. Q. H. Meng, "Heartbeat classification system based on modified stacked denoising autoencoders and neural networks," *2017 IEEE Int. Conf. Inf. Autom. ICIA 2017*, no. July, pp. 511–516, 2017.
- [6] Q. Qin, J. Li, L. Zhang, Y. Yue, and C. Liu, "Combining Low-dimensional Wavelet Features and Support Vector Machine for Arrhythmia Beat Classification," *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, 2017.
- [7] S. Nurmaini, P. R. Umi, R. M. Naufal, and A. Gani, "Cardiac arrhythmias classification using Deep Neural Networks and principle component analysis algorithm," *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, vol. 10, no. 2, pp. 14–32, 2018.
- [8] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep learning," *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015.
- [9] M. Van Gerven and S. Bohte, *Artificial Neural Networks as Models of Neural Information Processing*. 2018.
- [10] D. Cireş and U. Meier, "Papazian 1992.pdf," pp. 3642–3649, 2012.
- [11] P. W. Jolly, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural," *Compr. Organomet. Chem.*, vol. 8, pp. 713–772, 2006.
- [12] Y. Bengio, *Learning Deep Architectures for AI*, vol. 2, no. 1. 2009.
- [13] C. Y. Liou, J. C. Huang, and W. C. Yang, "Modeling word perception using the Elman network," *Neurocomputing*, vol. 71, no. 16–18, pp. 3150–3157, 2008.

- [14] D. P. Kingma and M. Welling, “Auto-Encoding Variational Bayes,” no. M1, pp. 1–14, 2013.
- [15] H. M. Rai, A. Trivedi, and S. Shukla, “ECG signal processing for abnormalities detection using multi-resolution wavelet transform and Artificial Neural Network classifier,” *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 46, no. 9, pp. 3238–3246, 2013.
- [16] Y. Hagiwara *et al.*, “Computer-aided diagnosis of atrial fibrillation based on ECG Signals: A review,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 467, pp. 99–114, 2018.
- [17] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*. 2016.
- [18] D. P. Kingma and J. Ba, “Adam: A Method for Stochastic Optimization,” pp. 1–15, 2014.
- [19] H. Y. Lin, S. Y. Liang, Y. L. Ho, Y. H. Lin, and H. P. Ma, “Discrete-wavelet-transform-based noise removal and feature extraction for ECG signals,” *Irbm*, vol. 35, no. 6, pp. 351–361, 2014.
- [20] M. Sokolova and G. Lapalme, “A systematic analysis of performance measures for classification tasks,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, 2009.