

**KLASIFIKASI 15 KELAS PENYAKIT ARITMIA
MENGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL
NEURAL NETWORK 1-DIMENSI**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

ALDI PREDYANSYAH

09011181722020

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**KLASIFIKASI 15 KELAS PENYAKIT ARITMIA
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL
NETWORK* 1-DIMENSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

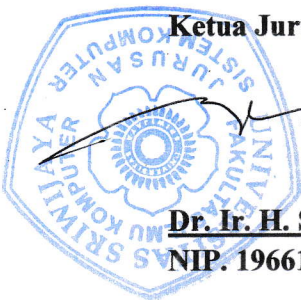
ALDI PREDYANSYAH

09011181722020

Indralaya, Agustus 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

Pembimbing Tugas Akhir

Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196908021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada:

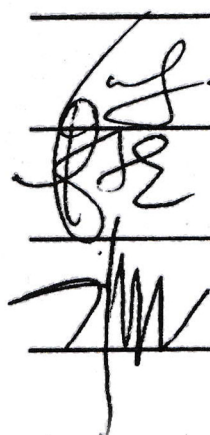
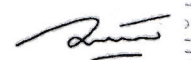
Hari : Rabu

Tanggal : 14 Juli 2021

Tim Penguji :


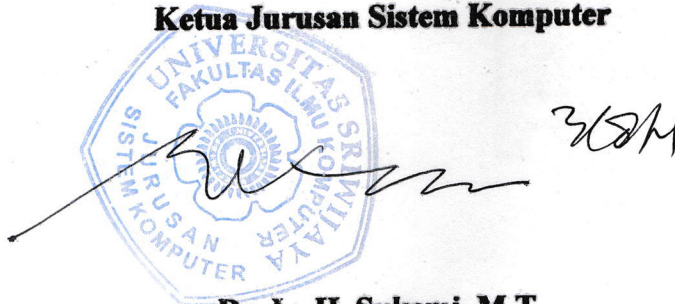
1. Ketua : Rossi Passarella, M.Eng.
2. Sekretaris : Iman Saladin B. Azhar, M.MSI.
3. Penguji : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.

Digitally signed by Rossi Passarella
DN: cn=Rossi Passarella, o=ID, or=Universitas
Sriwijaya, ou=Jurusan Sistem Komputer,
email=rossi.passarella.rossi@unsri.ac.id
Reason: I am approving this document
Location: Palembang
Date: 2021.08.02 11:41:11 +0700



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Aldi Predyansyah

NIM : 09011181722020

Judul : Klasifikasi 15 Kelas Penyakit Aritmia Menggunakan Metode
Convolutional Neural Network 1-Dimensi

Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 18 %

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 tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, 3 Agustus 2021



Aldi Predyansyah
NIM. 09011181722020

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Eat Sleep Skripsi Nongki Repeat”

“Small Progress is Still Progress”

“Shinzou Wo Sasageyo”

Tidak masalah seberapa lambat kau berjalan asalkan kau tidak berhenti

-Confucius

“Tugas Akhir ini kupersembahkan secara khusus untuk kedua orangtua tercinta, adik kesayangan dan keluarga besar yang senantiasa menanti serta memberikan semangat sehingga semua dapat berjalan lancar hingga saat ini”

“Terimakasih diri sendiri karena sudah berjuang dan bertahan hingga dititik ini, pelayaran belum berhenti sampai disini, sebentar lagi akan banyak ombak yang harus ditaklukan. semoga kau kuat aldi! (Aldi Predyansyah, S.Kom)”

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji senantiasa disampaikan kepada Allah Subhanahu Wata'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, serta memberikan nikmat iman, kesehatan jasmani maupun rohani sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "**Klasifikasi 15 Kelas Penyakit Aritmia Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* 1-Dimensi**".

Penulis menyadari dalam penyelesaian Tugas Akhir ini banyak pihak yang berperan penting dalam memberikan arahan, bimbingan, serta dukungan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa syukur dan terima kasih kepada yang terhormat :

- Orang Tua tercinta dan tersayang yang selalu memberi dukungan, semangat dan do'a.
- Bapak Jaidan Jauhari, M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
- Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
- Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
- Bapak Firdaus, M.Kom. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
- Mbak Annisa Darmawahyuni, M.Kom. yang telah membantu membimbing dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Mbak Renny Virgasari selaku Admin Jurusan Sistem Komputer yang telah banyak membantu administrasi.
- Sobat CNN-1D (Ria Esafri dan Ahmad Fansyuri) yang telah banyak membantu, memberi masukan serta memberi solusi dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Sentolop Squad (Alif Muhamad Hafidz, M. Alfin Sukma Wardani, Asri Safmi, Rizqi Abraqa Ramadhan, Pininggit Harun, Ikhsan Nuh Atthala, Tomi Mandala Putra, Wais Al Qarni, dan Xosya Salassa) yang selalu

memberi semangat dan menemani hari-hari dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

- Para Ladies (Febi Rusmiati, Fitri Ramadhini, Meutia Zamieyus, dan Lisa Melinda) yang selalu memberi semangat dan menemani hari-hari dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
- Musang Crew, teman seperbimbingan, teman seperjuangan Jurusan Sistem Komputer Angkatan 2017 yang selalu memberi semangat dan dukungan dari awal perkuliahan sampai sekarang serta semua pihak terlibat terkait apapun dalam hal ini.
- Civitas Akademika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
- Almamater.

Penulis menyadari dalam pembuatan Tugas Akhir ini tentu masih terdapat kekurangan dan kesalahan. karena itu penulis berkenan menerima kritik dan saran agar dapat menambah ilmu tentang bahasan ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua yang membaca.

Indralaya, Agustus 2021
Penulis

CLASSIFICATION OF 15-CLASS OF ARRHYTHMIAS USING 1-DIMENSIONAL CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK METHOD

Aldi Predyansyah (09011181722020)

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya
University*

Email : aldipredyansyah@gmail.com

ABSTRACT

Electrocardiogram (ECG) has become the most important method in studying and diagnosing various types of heart disease, because it is a non-invasive procedure and is useful in providing information related to heart health and pathology. ECG can record signals and collect a lot of information so it will take a long time if health workers do the classification process manually. To solve the problem is proposed one of the methods that have been widely used is the deep learning method. In this study, Discrete wavelet transform will be used as an extraction feature to study as well as reduce the dimensions of the feature and Convolutional Neural Network 1-Dimensional as ECG beat classifier. The extraction feature results will be classified for 15 ECG beat classes by experimenting as many as 8 models with the best model will be tested to another dataset. From the 8 experimental models, the best models are obtained, model 8 on data fold-6 with the results of accuracy, sensitivity, specificity, precision, and F1-Score respectively 99,88%, 96,98%, 99,90%, 92,24%, 94,39%.

Keywords: Electrocardiogram, Arrhythmia, Classification, Discrete Wavelet Transform, Convolutional Neural Network.

KLASIFIKASI 15 KELAS PENYAKIT ARITMIA MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* 1-DIMENSI

Aldi Predyansyah (09011181722020)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : aldipredyansyah@gmail.com

ABSTRAK

Elektrokardiogram (EKG) telah menjadi metode yang paling utama dalam mempelajari dan melakukan diagnosa terhadap berbagai jenis penyakit jantung, karena merupakan tindakan non-invasif dan berguna dalam memberikan informasi terkait kesehatan jantung dan patologi. EKG dapat merekam sinyal dan mengumpulkan banyak informasi sehingga akan sangat memakan waktu yang lama jika tenaga kesehatan melakukan proses klasifikasi secara manual. Untuk mengatasi masalah tersebut diusulkan salah satu metode yang sudah banyak digunakan yaitu metode Deep Learning. Pada penelitian ini Transformasi Diskrit Wavelet akan digunakan sebagai fitur ekstraksi untuk mempelajari serta mengurangi dimensi fitur dan Convolutional Neural Network 1-Dimensi sebagai klasifier beat EKG. Hasil fitur ekstraksi akan diklasifikasikan terhadap 15 kelas beat EKG dengan dilakukan percobaan sebanyak 8 model untuk mendapatkan model terbaik yang mana akan diuji kembali pada dataset lain. dari 8 model percobaan, didapat model terbaik yakni model 8 pada data fold-6 yang memberikan hasil akurasi, sensitivitas, spesifisitas, presisi dan F1-Score masing-masing 99,88%, 96,98%, 99,90%, 92,24%, 94,39%.

Kata Kunci : Elektrokardiogram, Aritmia, Klasifikasi, Transformasi Diskrit Wavelet, Convolutional Neural Network.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN DEPAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACTION	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan.....	2
1.3. Perumusan dan Batasan Masalah.....	3
1.3.1. Perumusan Masalah.....	3
1.3.2. Batasan Masalah.....	3
1.4. Metodologi Penelitian.....	4
1.4.1. Tahap Pertama (Persiapan data).....	4
1.4.2. Tahap Kedua (Pra Pengolahan data).....	4
1.4.3. Tahap Ketiga (Klasifikasi).....	4
1.4.4. Tahap Keempat (Analisa dan Kesimpulan).....	4

1.5.	Sistematika Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		7
2.1.	Elektrokardiogram (EKG).....	7
2.2.	Aritmia.....	8
2.3.	Transformasi Wavelet Diskrit	8
2.4.	Convolutional Neural Network	10
2.5.	K-Fold Cross-Validation	13
2.6.	Model Evaluasi.....	13
2.6.1.	Akurasi	13
2.6.2.	Sensitivitas	13
2.6.3.	Spesifisitas	14
2.6.4.	Presisi	14
2.6.5.	F1 Score	14
2.6.6.	Error	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1.	Pendahuluan	16
3.2.	Kerangka Penelitian	16
3.3.	Persiapan Data	18
3.4.	Pra Pemrosesan Data	23
3.4.1.	Normalisasi Sinyal	23
3.4.2.	Denoising Sinyal	24
3.4.3.	Segmentasi Sinyal	25
3.5.	Pembagian Data Latih dan Data Uji	26
3.5.1.	Splitting.....	26
3.5.2.	K-Fold	27
3.6.	Klasifikasi dengan Convolutional Neural Network (CNN)	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1. Pendahuluan	30
4.2. Hasil Normalisasi Sinyal	30
4.3. Hasil Denoising Sinyal	31
4.4. Hasil Segmentasi Sinyal	32
4.5. Hasil Klasifikasi	33
4.5.1. Percobaan 1	33
4.5.1.1 Menggunakan Metode Splitting	33
4.5.1.2 Menggunakan Metode <i>Stratified K-Fold</i>	36
4.5.2. Percobaan 2	37
4.5.2.1 Menggunakan Metode Splitting	37
4.5.2.2 Menggunakan Metode K-Fold	40
4.5.3. Percobaan 3	41
4.5.3.1 Menggunakan Metode Splitting	41
4.5.3.2 Menggunakan Metode K-Fold	44
4.5.4. Percobaan 4	44
4.5.4.1 Hasil Klasifikasi dengan Model 1 CNN K-Fold	45
4.5.4.2 Hasil Klasifikasi dengan Model 2 CNN K-Fold	45
4.5.4.3 Hasil Klasifikasi dengan Model 3 CNN K-Fold	46
4.5.4.4 Hasil Klasifikasi dengan Model 4 CNN K-Fold	47
4.5.4.5 Hasil Klasifikasi dengan Model 5 CNN K-Fold	48
4.5.4.6 Hasil Klasifikasi dengan Model 6 CNN K-Fold	48
4.5.4.7 Hasil Klasifikasi dengan Model 7 CNN K-Fold	49
4.5.4.8 Hasil Klasifikasi dengan Model 8 CNN K-Fold	50
4.6. Rangkuman Hasil Percobaan.....	51
4.7. Hasil Terbaik Pada Percobaan.....	52

4.7.1. Hasil Pengujian Unseen Menggunakan Model Terbaik.....	57
BAB V KESIMPULAN	59
5.1. Kesimpulan.....	59
5.2. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Morfologi Sinyal EKG	6
Gambar 2.2 Arsitektur CNN 1-Dimensi	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3.2 Contoh Gambar Beat EKG	20
Gambar 3.3 Proses Segmentasi Beat	23
Gambar 3.4 Proses <i>Splitting</i>	24
Gambar 3.5 Proses <i>K-Fold</i>	25
Gambar 4.1 (a) Sebelum Normalisasi dan (b) Sesudah Normalisasi	27
Gambar 4.2 (a) Sebelum Denoising dan (b) Sesudah Denoising	29
Gambar 4.3 Hasil Segmentasi Beat EKG	30
Gambar 4.4 Grafik Akurasi dan Loss Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 1	31
Gambar 4.5 Grafik Akurasi dan Loss Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 2	35
Gambar 4.6 Grafik Akurasi dan Loss Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 3	40
Gambar 4.7. Grafik Akurasi dan Loss (Fold 3) Pelatihan dan Pengujian	49
Gambar 4.8. Kurva ROC pada Fold 3 Model 8.....	53
Gambar 4.9. Kurva Presisi-Recall pada Fold 3 Model 8.....	53

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Penomoran Label Anotasi Beat	16
Tabel 3.2 Jumlah Beat pada Setiap Anotasi	17
Tabel 3.3 Nilai SNR pada Setiap Fungsi <i>Wavelet</i>	21
Tabel 3.4 Arsitektur CNN 1-Dimensi	25
Tabel 4.1 <i>Confusion Matrix</i> Data Pelatihan Model CNN 1-D Percobaan 1	31
Tabel 4.2 <i>Confusion Matrix</i> Data Pengujian Model CNN 1-D Percobaan 1	32
Tabel 4.3 Evaluasi Performa Data Pelatihan dan Data Pengujian Pada Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 1	32
Tabel 4.4 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Percobaan 1	33
Tabel 4.5 <i>Confusion Matrix</i> Data Pelatihan Model CNN 1-D Percobaan 2	35
Tabel 4.6 <i>Confusion Matrix</i> Data Pengujian Model CNN 1-D Percobaan 2	35
Tabel 4.7 Evaluasi Performa Data Pelatihan dan Data Pengujian Pada Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 2	36
Tabel 4.8 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Percobaan 2	37
Tabel 4.9 <i>Confusion Matrix</i> Data Pelatihan Model CNN 1-D Percobaan 2	39
Tabel 4.10 <i>Confusion Matrix</i> Data Pengujian Model CNN 1-D Percobaan 2	39
Tabel 4.11 Evaluasi Performa Data Pelatihan dan Data Pengujian Pada Metode Splitting Model CNN 1-D Percobaan 2	40
Tabel 4.12 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Percobaan 2	42
Tabel 4.13 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 1.....	42
Tabel 4.14 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 2.....	42
Tabel 4.15 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 3.....	43

Tabel 4.16 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 4.....	44
Tabel 4.17 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 5.....	45
Tabel 4.18 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 6.....	45
Tabel 4.19 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 7.....	46
Tabel 4.20 Evaluasi Performa Menggunakan <i>Stratified K-Fold</i> Model 8.....	47
Tabel 4.21 Hasil Seluruh Percobaan Menggunakan Metode Splitting dan <i>K-Fold</i> .	48
Tabel 4.22 <i>Confusion Matrix</i> (Fold 3) Data Pelatihan Model 8.....	50
Tabel 4.23 <i>Confusion Matrix</i> (Fold 3) Data Pengujian Model 8.....	50
Tabel 4.24 Evaluasi Performa (Fold 3) Data Pelatihan Model 8	51
Tabel 4.25 Evaluasi Performa (Fold 3) Data Pengujian Model 8	51
Tabel 4.26 <i>Confusion Matrix</i> (Fold 3) <i>Unseen</i> Data Model 8.....	54
Tabel 4.27 Evaluasi Performa <i>Unseen</i> Data Model 8	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Aritmia adalah ketidakteraturan laju atau irama pada detak jantung yang dapat menyebabkan kematian mendadak. Pada gejala penyakit jantung Aritmia itu sendiri ditandai dengan jantung dapat berdetak terlalu cepat (*tachycardia*), terlalu lambat (*bradycardia*), atau dengan irama tidak teratur, yang mana perbedaannya dapat diamati dalam sebuah rekaman sinyal EKG [1]. Pada saat Aritmia terjadi, jantung mungkin tidak dapat memompa terlalu banyak darah ke seluruh tubuh. Sehingga dampak dari kurangnya aliran darah dapat merusak sel otak, jantung dan organ tubuh yang lainnya [2]. Alat yang paling sering dipakai dalam melakukan proses perekaman aktivitas jantung manusia yaitu Elektrokardiogram (EKG).

Elektrokardiogram (EKG) telah menjadi metode yang paling utama dalam mempelajari dan melakukan diagnosa terhadap berbagai jenis penyakit jantung, karena merupakan tindakan non-invasif dan berguna dalam memberikan informasi terkait kesehatan jantung dan patologi [3]. Elektrokardiogram (EKG) merupakan sinyal yang digunakan untuk merekam dan memantau aktifitas aliran listrik pada jantung, sinyal EKG inilah yang nantinya dapat memudahkan untuk mendiagnosa aritmia pada jantung [4]. Pada dasarnya, sinyal EKG itu sendiri terdiri dari sebuah gelombang P (kontraksi atrium), QRS (kontraksi ventricular), dan T (relaksasi ventricular) yang mana gelombang utama terdapat P, Q, R, S, T, dan U [5]. EKG dapat merekam sinyal dan mengumpulkan banyak informasi sehingga akan sangat memakan waktu yang lama jika tenaga kesehatan melakukan proses klasifikasi secara manual. Untuk mengatasi masalah tersebut diusulkan salah satu metode yang sudah banyak digunakan yaitu metode Deep Learning (DL).

Metode deep learning yang diusulkan pada penelitian ini yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN). Dikarenakan CNN mempunyai kelebihan dalam menggabungkan ekstraksi fitur dan klasifikasi pada sebuah proses

pembelajaran [6]. Pada bagian ekstraksi fitur memiliki fungsi untuk mengekstrak fitur dari sinyal EKG secara otomatis, sedangkan pada klasifikasi memiliki fungsi untuk mengklasifikasikan sinyal secara akurat dengan menggunakan ekstraksi fitur [7]. Selain itu, CNN mempunyai kelebihan dapat secara langsung menghasilkan fitur diskriminatif dari data. Dengan harapan adanya fitur yang diskriminatif tersebut dapat melakukan proses klasifikasi dengan baik dan menghasilkan akurasi yang cukup baik [8].

Pada penelitian sebelumnya, Yildirim, dkk. [9] mengimplementasikan metode *Convolutional Neural Network* 1-D untuk mengklasifikasikan *beat* pada sinyal EKG yang mana mereka melakukan validasi dan uji data di tiga kasus 13, 15, dan 17 kelas *beat* menggunakan data dari *MIT-BIH Arrhythmia Database*. Sehingga dari tiga kasus yang telah dijalankan didapatkan masing-masing hasil 95,2% untuk 13 kelas *beat*, 92,51% untuk 15 kelas *beat*, dan 91,33% untuk 17 kelas *beat*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya peneliti akan menggunakan metode Convolutional Neural Network 1-Dimensi untuk mengklasifikasi 15 kelas penyakit Aritmia.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penulisan Proposal Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Mengklasifikasikan penyakit Aritmia dengan menggunakan Convolutional Neural Network 1-Dimensi
2. Menganalisa hasil tingkat akurasi dari metode yang digunakan untuk klasifikasi detak jantung menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*.

1.3. Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1. Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dari penulisan Proposal Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengklasifikasikan penyakit Aritmia menggunakan Metode *Convolutional Neural Network* 1-Dimensi?
2. Bagaimana tingkat akurasi dan hasil output pada klasifikasi penyakit Aritmia menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*?
3. Apa software atau tools yang digunakan dalam klasifikasi penyakit Aritmia menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*?

1.3.2. Batasan Masalah

Proposal Tugas Akhir ini memiliki Batasan masalah dalam pengerjaannya sebagai berikut :

1. Penyakit yang di analisa dalam penelitian ini hanya sebatas penyakit Aritmia
2. Penelitian ini menggunakan dataset MIT-BIH Arrhythmia Database yang tersedia secara publik di website Physionet.
3. Sinyal EKG dipresentasikan menjadi per detak jantung (beat).
4. Hanya mengklasifikasikan 15 Kelas.
5. Hasil dari penelitian ini hanya berupa nilai akurasi yang digunakan untuk melakukan diagnosa penyakit jantung.
6. Penelitian yang dilakukan hanya berupa simulasi dengan bahasa pemrograman *Python*.

1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang akan dipakai pada penelitian berikut dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu :

1.4.1. Tahap Pertama (Persiapan data)

Pada tahap awal ini bertujuan untuk mempersiapkan data sebelum diolah dengan mencari dataset yang akan digunakan. Dalam hal ini, menggunakan dataset MIT-BIH Arrhythmia Database.

1.4.2. Tahap Kedua (Pra Pengolahan data)

Pada tahap ini membahas mengenai bagaimana data sinyal diolah dengan menggunakan fitur ekstraksi Discrete Wavelet Transform untuk mengurangi noise pada sinyal EKG. Lalu, data disegmentasi dan direpresentasikan menjadi detak jantung / beat.

1.4.3. Tahap Ketiga (Klasifikasi)

Pada tahap ini dilakukan proses klasifikasi data sinyal Elektrokardiogram menggunakan Metode Convolutional Neural Network dengan dicari model terbaik untuk data tersebut.

1.4.4. Tahap Keempat (Analisa dan Kesimpulan)

Setelah mendapatkan hasil klasifikasi tersebut, kemudian data hasil klasifikasi, konfusi matriks, dan penggambaran performansi sistem klasifikasi dianalisis.

1.5. Sistematika Penelitian

Untuk mempermudah penyusunan laporan Tugas Akhir secara lebih rinci, dengan sistematika penelitian sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab pertama berisi bahasan mengenai latar belakang penelitian, tujuan penelitian, perumusan dan batasan masalah penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan terhadap penelitian yang akan dijalankan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab kedua berisi penjelasan dasar teori dari penelitian yang dapat mendukung pembahasan dari penelitian yang dijalankan. Dasar teori akan membahas literatur terkait sinyal EKG, gelombang EKG, transformasi wavelet diskrit dan *convolutional neural network*.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ketiga berisi mengenai metodologi yang akan dipakai pada penelitian ini dan menjabarkan secara rinci mengenai teknik, metode, hingga proses alur yang dilakukan dalam masa penelitian mulai dari persiapan data, pra pemrosesan data, pembagian data pelatihan dan pengujian, klasifikasi, serta evaluasi model.

BAB IV PEMBAHASAN

Pada bab keempat berisi terkait penjelasan hasil dari pengujian serta analisa dari hasil yang diperoleh dengan ruang lingkup kelebihan dan kekurangan pada penelitian yang telah dilakukan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab kelima akan membahas kesimpulan berdasarkan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dijalankan. Pada bab ini juga berisi saran yang berguna sehingga dapat dikembangkan pada penelitian yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. R. Acharya *et al.*, “A deep convolutional neural network model to classify heartbeats,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 89, pp. 389–396, 2017.
- [2] G. Sannino and G. De Pietro, “A deep learning approach for ECG-based heartbeat classification for arrhythmia detection,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 86, no. July, pp. 446–455, 2018, doi: 10.1016/j.future.2018.03.057.
- [3] N. A. H. Haldar, F. A. Khan, A. Ali, and H. Abbas, “Arrhythmia classification using Mahalanobis distance based improved Fuzzy C-Means clustering for mobile health monitoring systems,” *Neurocomputing*, vol. 220, no. August, pp. 221–235, 2017, doi: 10.1016/j.neucom.2016.08.042.
- [4] M. M. A. Rahhal, Y. Bazi, H. Alhichri, N. Alajlan, F. Melgani, and R. R. Yager, “Deep learning approach for active classification of electrocardiogram signals,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 345, pp. 340–354, 2016, doi: 10.1016/j.ins.2016.01.082.
- [5] P. Warrick and M. N. Homsy, “Cardiac arrhythmia detection from ECG combining convolutional and long short-term memory networks,” *Comput. Cardiol. (2010)*, vol. 44, pp. 1–4, 2017, doi: 10.22489/CinC.2017.161-460.
- [6] A. Bajaj and S. Kumar, “A robust approach to denoise ECG signals based on fractional Stockwell transform,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 62, p. 102090, 2020, doi: 10.1016/j.bspc.2020.102090.
- [7] D. Li, J. Zhang, Q. Zhang, and X. Wei, “Classification of ECG signals based on 1D convolution neural network,” *2017 IEEE 19th Int. Conf. e-Health Networking, Appl. Serv. Heal. 2017*, vol. 2017-Decem, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/HealthCom.2017.8210784.
- [8] V. Sze, Y.-H. Chen, T.-J. Yang, and J. S. Emer, “Efficient processing of deep neural networks: A tutorial and survey,” *Proc. IEEE*, vol. 105, no. 12, pp. 2295–2329, 2017.
- [9] Ö. Yıldırım, P. Pławiak, R. S. Tan, and U. R. Acharya, “Arrhythmia detection using deep convolutional neural network with long duration ECG

- signals,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 102, no. September, pp. 411–420, 2018, doi: 10.1016/j.compbimed.2018.09.009.
- [10] E. M. Imah, “Klasifikasi Beat Aritmia Pada Sinyal Ekg Menggunakan Fuzzy Wavelet Learning Vector Quantization,” *J. Ilmu Komput. dan Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–9, 2011, doi: 10.21609/jiki.v4i1.149.
- [11] S. Albawi, T. A. Mohammed, and S. Al-Zawi, “Understanding of a convolutional neural network,” in *2017 International Conference on Engineering and Technology (ICET)*, 2017, pp. 1–6.
- [12] T. B. Garcia, *12-lead ECG: The art of interpretation*. Jones & Bartlett Publishers, 2013.
- [13] N. Anastasya, A. D. Hagijanto, and B. D. A. Maer, “Perancangan Media Informasi Tentang Aritmia Jantung Bagi Anak Remaja Usia 15-20 Tahun,” *J. DKV Adiwarna*, vol. 1, no. 8, p. 9, 2016.
- [14] U. R. Acharya *et al.*, “Automated identification of shockable and non-shockable life-threatening ventricular arrhythmias using convolutional neural network,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 79, no. August, pp. 952–959, 2018, doi: 10.1016/j.future.2017.08.039.
- [15] S. Nurmaini, A. Darmawahyuni, A. N. Sakti Mukti, M. N. Rachmatullah, F. Firdaus, and B. Tutuko, “Deep learning-based stacked denoising and autoencoder for ECG heartbeat classification,” *Electronics*, vol. 9, no. 1, p. 135, 2020.
- [16] 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.
- [17] P. Karthikeyan, M. Murugappan, and S. Yaacob, “ECG signal denoising using wavelet thresholding techniques in human stress assessment,” *Int. J. Electr. Eng. Informatics*, vol. 4, no. 2, p. 306, 2012.
- [18] U. R. Acharya, H. Fujita, O. S. Lih, Y. Hagiwara, J. H. Tan, and M. Adam, “Automated detection of arrhythmias using different intervals of tachycardia ECG segments with convolutional neural network,” *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 405, no. April, pp. 81–90, 2017, doi: 10.1016/j.ins.2017.04.012.
- [19] S. Malek, F. Melgani, and Y. Bazi, “One-dimensional convolutional neural

- networks for spectroscopic signal regression,” *J. Chemom.*, vol. 32, no. 5, p. e2977, 2018.
- [20] S. Nurmaini *et al.*, “Robust detection of atrial fibrillation from short-term electrocardiogram using convolutional neural networks,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 113, pp. 304–317, 2020.
- [21] S. Saud, B. Jamil, Y. Upadhyay, and K. Irshad, “Performance improvement of empirical models for estimation of global solar radiation in India: A k-fold cross-validation approach,” *Sustain. Energy Technol. Assessments*, vol. 40, p. 100768, 2020.
- [22] G. B. Moody and R. G. Mark, “The impact of the MIT-BIH arrhythmia database,” *IEEE Eng. Med. Biol. Mag.*, vol. 20, no. 3, pp. 45–50, 2001.
- [23] S. Nurmaini *et al.*, “An Automated ECG Beat Classification System Using Deep Neural Networks with an Unsupervised Feature Extraction Technique,” *Appl. Sci.*, vol. 9, no. 14, p. 2921, 2019, doi: 10.3390/app9142921.
- [24] A. N. S. MUKTI and S. Nurmaini, “KLASIFIKASI SINYAL EKG MENGGUNAKAN DENOISING AUTOENCODER DAN DEEP NEURAL NETWORK,” Sriwijaya University, 2019.