

**Klasifikasi Abnormalitas *Atrial Fibrillation* Pada Sinyal ECG Menggunakan  
*Deep Learning***

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan

Pendidikan Program Strata-1 Pada

Jurusan Teknik Informatika



Oleh:

Raihan Mufid Setiadi  
NIM: 09021381823079

**Jurusan Teknik Informatika  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
Tahun 2022**

## LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

### Klasifikasi Abnormalitas *Atrial Fibrillation* Pada Sinyal ECG Menggunakan *Deep Learning*

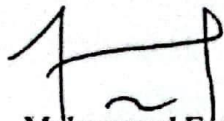
Oleh:

Raihan Mufid Setiadi

NIM: 09021381823079

Palembang, 11 Mei 2022

Pembimbing 1



Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T.  
198005222008121002

Pembimbing 2



M. Naufal Rachmatullah, M.T.  
1671060112920006

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Alvi Syabrin Utami, M.Kom  
197812222006042003

## TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR

Pada hari Selasa 2 Agustus 2022 telah dilaksanakan ujian sidang tugas akhir oleh jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

Nama : Raihan Mufid Setiadi

Nim : 09021381823079

Judul : Klasifikasi Abnormalitas Atrial Fibrillation Pada Sinyal ECG Menggunakan Deep Learning

Dan dinyatakan LULUS

1. Ketua Penguji

Novi Yusliani, M.T.  
NIP. 198211082012122001

2. Pembimbing I

Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T.  
NIP. 198005222008121002

3. Pembimbing II

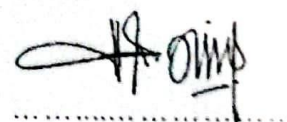
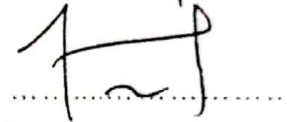
M. Naufal Rachmatullah, M.T.  
NIP. 1671060112920006

4. Penguji I

Julian Supardi, M.T.  
NIP. 197207102010121001

5. Penguji II

Annisa Darmawahyuni, M.Kom.  
NIP. 1671147006900002



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Annisa Darmawahyuni, M.Kom.

NIP. 197812222006042003

## HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Raihan Mufid Setiadi  
NTM : 09021381823079  
Program Studi : Teknik Informatika Reguler  
Judul Skripsi : Klasifikasi Abnormalitas *Atrial Fibrillation* Pada ECG  
Menggunakan *Deep Learning*

Hasil Pengecekan *iThenticate/Turnitin*: 2%

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, 9 Juni 2022



Raihan Mufid Setiadi

09021381823079

## **MOTTO**

*"If you're not a good shot today, don't worry. There are other ways to be useful."*

(Sasha Novikov)

*"Don't beg for it, earn it! do that and you will be rewarded."*

(Adroc Thurston)

# **CLASSIFICATION OF ATRIAL FIBRILLATION ABNORMALITY IN ECG SIGNAL USING DEEP LEARNING**

**RAIHAN MUFID SETIADI (09021381823079)**

Informatics Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University

Email: [Setiadiraihan@gmail.com](mailto:Setiadiraihan@gmail.com)

## **ABSTRACT**

Atrial fibrillation is a type of heart rhythm disorder that most often occurs in the world and can cause death. Atrial fibrillation can be diagnosed by reading an Electrocardiograph (ECG) recording, however, an ECG reading takes a long time and requires specialists to analyze the type of signal pattern. The use of deep learning to classify Atrial Fibrillation abnormalities in ECG signals was chosen because deep learning has 10% higher performance compared to machine learning methods. In this research, an application for classification of Atrial Fibrillation abnormalities was developed using the 1-Dimensional Convolutional Neural Network (CNN 1D) method. There are 6 configurations of the 1D CNN model that were developed by varying the configuration on the learning rate and batch size. The best model obtained 100% accuracy, 100% precision, 100% recall, and 100% F1 Score. However, in testing the unseen model data, it only achieved F1 Score value of 35% on the AFIB label classification and 17% on the Normal label.

**Keywords:** Atrial Fibrillation, CNN 1D, Normal, Non-Atrial Fibrillation, ECG Signal

# KLASIFIKASI ABNORMALITAS *ATRIAL FIBRILLATION* PADA SINYAL ECG MENGGUNAKAN *DEEP LEARNING*

RAIHAN MUFID SETIADI (09021381823079)

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email: [Setiadiraihan@gmail.com](mailto:Setiadiraihan@gmail.com)

## ABSTRAKSI

*Atrial Fibrillation* merupakan jenis dari gangguan irama detak jantung yang paling sering terjadi di dunia dan dapat menyebabkan kematian. Diagnosa pada *Atrial Fibrillation* dapat dilakukan melalui pembacaan rekaman *Electrocardiograph* (ECG), namun pembacaan ECG memakan waktu yang cukup lama dan memerlukan tenaga ahli untuk melakukan analisa pada jenis pola sinyal. Penggunaan *deep learning* untuk melakukan klasifikasi pada abnormalitas *Atrial Fibrillation* pada sinyal ECG dipilih karena *deep learning* memiliki performa 10% lebih tinggi jika dibandingkan metode *machine learning*. Pada penelitian ini dikembangkan sebuah aplikasi klasifikasi abnormalitas *Atrial Fibrillation* menggunakan metode 1 *Dimentional Convolutional Neural Network* (CNN 1D). Terdapat 6 konfigurasi model CNN 1D yang dikembangkan dengan melakukan variasi konfigurasi pada *learning rate* dan *batch size*. Model terbaik yang didapatkan nilai *accuracy* 100%, *precision* 100%, *recall* 100%, dan *F1 Score* 100%. Namun pada pengujian data unseen model hanya mencapai nilai *F1 Score* sebesar 35% pada klasifikasi label AFIB dan 17% pada label Normal.

**Kata Kunci:** *Atrial Fibrillation*, CNN 1D, Normal, Non – *Atrial Fibrillation*, Sinyal ECG

## **KATA PENGANTAR**

Segala pujian dan syukur kepada Allah SWT atas berkat, rahmat, dan ridhonya yang telah diberikan kepada Penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini sampai dengan selesai. Pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, ide, dan saran dalam penulisan Tugas akhir ini. Rasa terima kasih yang mendalam dari Penulis ditujukan kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah memberikan dukungan penuh, doa, dan motivasi kepada saya, sedari saya kecil sampai sekarang.
2. Keluarga besar saya yang selalu memberikan dukungan dan percaya kepada saya.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Alvi Syahrini Utami, M.Kom. selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Muhammad Fachrurrozi, S.SI., M.T. dan Bapak M. Naufal Rachmatullah, M.T. sebagai Pembimbing Tugas akhir yang telah memberikan saya saran, bimbingan, ilmu, motivasi, dan waktu selama proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Samsuryadi, M.Kom., PH.D. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya atas ilmu yang telah diberikan.



8. Seluruh Tata Usaha Program Studi Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya atas kemudahan administrasi yang telah diberikan.
9. Teman – teman Teknik Informatika Reguler dan Bilingual 2018 yang telah menemani dan membantu selama perkuliahan.
10. Teman – teman dekat Penulis yang telah membantu dan selalu menolong di saat senang maupun susah.
11. Serta semua pihak yang telah membantu Penulis selama penyusunan Tugas Akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

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

Palembang, 9 Juni 2022

Penulis,



Raihan Mufid Setiadi  
NIM. 09021381823079

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN COVER.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	ii
TANDA LULUS UJIAN SIDANG TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT .....	iv
MOTTO .....	v
CLASSIFICATION OF ATRIAL FIBRILLATION ABNORMALITY IN ECG SIGNAL USING DEEP LEARNING .....	vi
ABSTRACT.....	vi
ABSTRAKSI .....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB I.....	I-1
1.1    Pendahuluan .....	I-1
1.2    Latar Belakang Masalah.....	I-1
1.4    Tujuan Penelitian.....	I-5
1.5    Manfaat Penelitian.....	I-5
1.6    Batasan Masalah.....	I-6
1.7    Sistematika Penulisan.....	I-6
1.8    Kesimpulan.....	I-8
BAB II.....	II-1
2.1    Pendahuluan .....	II-1
2.2    Penelitian Lain yang Relevan.....	II-1
2.2.1    Robust Detection of <i>Atrial Fibrillation</i> From Short-Term Electrocardiogram Using Convolutional Neural Networ.....	II-1
(Nurmaini et al., 2020) .....	II-1

2.2.2	Detecting <i>Atrial Fibrillation</i> by Deep Convolutional Neural Network (Xia et al., 2017).....	II-2
2.2.3	<i>Atrial Fibrillation</i> Detection Using Convolutional Neural Network (Chandra et al., 2017).....	II-2
2.4	Electrocardio Graph .....	II-2
2.5	Sinyal <i>Atrial Fibrillation</i> .....	II-4
2.6	Sinyal <i>Non-Atrial Fibrillation</i> .....	II-6
2.6.1	<i>Atrial Flutter</i> .....	II-6
2.6.2	Atrioventricular Junctional Rhythm .....	II-7
2.7	1 - Dimentional Convolutional Neural Networks (CNN 1D) .....	II-8
2.8	Discrete Wavelet Transform .....	II-13
2.9	Pengukuran Evaluasi .....	II-17
2.10	Kakas Yang Digunakan.....	II-19
2.11	Kesimpulan.....	II-20
BAB III	.....	III-1
3.1	Pendahuluan .....	III-1
3.2	Pengumpulan Data .....	III-1
3.2.1	Jenis dan Sumber Data .....	III-1
3.2.2	Metode Pengumpulan Data .....	III-2
3.3	Tahapan Penelitian .....	III-2
3.3.1	Kerangka Kerja .....	III-3
3.3.2	Menentukan Kriteria Pengujian.....	III-20
3.3.3	Alat Bantu Penelitian .....	III-20
3.3.4	Format Data Pengujian.....	III-21
3.3.5	Pengujian Penelitian .....	III-22
3.3.6	Analisis Hasil Pengujian Penelitian .....	III-22
3.4	Metode Pengembangan Perangkat Lunak .....	III-22
3.5	Manajemen Proyek Penelitian.....	III-23
3.6	Kesimpulan.....	III-25
BAB IV	.....	IV-1
4.1	Pendahuluan .....	IV-1
4.2	Rational Unified Process (RUP) .....	IV-1

4.3	Fase Insepsi .....	IV-1
4.3.1	Identifikasi Masalah .....	IV-1
4.3.2	Pemodelan Bisnis .....	IV-2
4.3.3	Menentukan <i>Requirement</i> .....	IV-3
4.3.4	Kebutuhan Fungsional dan Non-Fungsional .....	IV-4
4.4	Fase Elaborasi .....	IV-4
4.4.1	Analisa Kebutuhan dan <i>Requirment</i> .....	IV-5
4.4.2	Desain UML .....	IV-6
4.4.3	Diagram Sekuensial .....	IV-18
4.4.4	Rancangan Tampilan Antar Muka .....	IV-24
4.5	Fase Konstruksi .....	IV-25
4.5.1	Implementasi Pra - Pengolahan .....	IV-25
4.5.2	Implementasi CNN 1 Dimensi .....	IV-27
4.5.3	Konstruksi Program Klasifikasi <i>Atrial Firbillation</i> .....	IV-31
4.5.4	Implementasi Rancangan <i>User Interface</i> .....	IV-41
4.6	Fase Transisi .....	IV-43
4.6.1	Rencana Pengujian <i>Use Case</i> .....	IV-43
4.6.2	Hasil Pengujian <i>Use Case</i> .....	IV-47
4.7	Kesimpulan .....	IV-52
BAB V .....		V-1
5.1	Pendahuluan .....	V-1
5.2	Data Hasil Penelitian .....	V-1
5.2.1	Data Hasil Konfigurasi Model 1 .....	V-3
5.2.2	Data Hasil Konfigurasi Model 2 .....	V-4
5.2.3	Data Hasil Konfigurasi Model 3 .....	V-6
5.2.4	Data Hasil Konfigurasi Model 4 .....	V-8
5.2.5	Data Hasil Konfigurasi Model 5 .....	V-9
5.2.6	Data Hasil Konfigurasi Model 6 .....	V-11
5.3	Analisis Hasil Penelitian .....	V-13
5.4	Pengujian Model Menggunakan Data <i>AF Challenges 2017</i> .....	V-14
5.5	Analisis Hasil Pengujian Data <i>AF Challenges 2017</i> .....	V-14
5.6	Kesimpulan .....	V-16
BAB VI .....		VI-1

6.1	Kesimpulan.....	VI-1
6.2	Saran.....	VI-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xxii
KODING TUGAS AKHIR.....		xxii

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel II-1</b> <i>Confussion Matrix</i> .....	II-19
<b>Tabel III-1.</b> Jumlah <i>Array</i> Untuk Setiap Jenis Sinyal Pada Setiap Rekaman MIT MIT-BIH <i>Atrial Fibrillation</i> Database .....	III-5
<b>Tabel III-2.</b> Panjang <i>Array</i> Pada Setiap Rekaman MIT MIT-BIH Normal Sinus Rhythm Database .....	III-7
<b>Tabel III-3.</b> Jumlah <i>Array</i> Untuk Setiap Label Setelah Segmentasi .....	III-10
<b>Tabel III-4.</b> Jumlah <i>Array</i> Untuk Setiap Label Setelah Penggabungan .....	III-11
<b>Tabel III-5.</b> Jumlah Nilai Untuk Setiap Variabel .....	III-14
<b>Tabel III-6.</b> Tabel <i>confussion Matrix</i> 3 Kelas .....	III-19
<b>Tabel III-7.</b> Tabel Nilai Performa Model .....	III-20
<b>Tabel III-8.</b> Tabel WBS Klasifikasi Abnormalitas Atrial Fibrillation Pada Sinyal ECG Menggunakan <i>Deep Learning</i> .....	III-24
<b>Tabel IV-1.</b> Definisi Aktor.....	IV-7
<b>Tabel IV-2.</b> Definisi <i>Use Case</i> .....	IV-7
<b>Tabel IV-3.</b> Definisi Skenario <i>Use Case Browse File</i> .....	IV-8
<b>Tabel IV-4.</b> Skenario <i>Use Case</i> Pra Pengolahan Data .....	IV-9
<b>Tabel IV-5.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Status Pra Pengolahan Data.....	IV-10
<b>Tabel IV-6.</b> Skenario <i>Use Case</i> Klasifikasi Data.....	IV-11
<b>Tabel IV-7.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Hasil Klasifikasi .....	IV-12
<b>Tabel IV-8.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input .....	IV-13
<b>Tabel IV-9.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah <i>Denoising</i>	

.....	IV-14
<b>Tabel IV-10.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah Normalisasi.....	IV-15
<b>Tabel IV-11.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Segmentasi.....	IV-16
<b>Tabel IV-12.</b> Skenario <i>Use Case</i> Tampil <i>Console Output</i> .....	IV-17
<b>Tabel IV-13.</b> Impelentasi Fungsi dan Prosedur Pra Pengolahan.....	IV-26
<b>Tabel IV-14.</b> Fungsi Tiap <i>Layer</i> dari Arsitektur CNN 1D.....	IV-29
<b>Tabel IV-15.</b> Variabel Pada Kelas View.....	IV-32
<b>Tabel IV-16.</b> Fungsi dan Prosedur Pada Kelas View.....	IV-32
<b>Tabel IV-17.</b> Variabel Pada Kelas Model.....	IV-35
<b>Tabel IV-18.</b> Fungsi dan Prosedur Pada Kelas Model.....	IV-36
<b>Tabel IV-19.</b> Variabel Pada Kelas Controller.....	IV-39
<b>Tabel IV-20.</b> Fungsi dan Prosedur Pada Kelas Controller.....	IV-39
<b>Tabel IV-21.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case Brose File</i> .....	IV-44
<b>Tabel IV-22.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Pra – Pengolahan dan Tampil Status Pra Pengolahan.....	IV-44
<b>Tabel IV-23.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Klasifikasi dan Tampil Hasil Klasifikasi.....	IV-44
<b>Tabel IV-24.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input.....	IV-45
<b>Tabel IV-25.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah <i>Denoising</i> .....	IV-45
<b>Tabel IV-26.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah Normalisasi.....	IV-45

<b>Tabel IV-27.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Segmentasi.....	IV-45
<b>Tabel IV-28.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil <i>Console Output</i> ... ..	IV-46
<b>Tabel IV-29.</b> Penyajian Hasil Pengujian <i>Use Case</i> .....	IV-46
<b>Tabel IV-30.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case Brose File</i> .....	IV-47
<b>Tabel IV--31.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Pra – Pengolahan dan Tampil Status Pra Pengolahan.....	IV-48
<b>Tabel IV-32.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Klasifikasi dan Tampil Hasil Klasifikasi.....	IV-48
<b>Tabel IV-33.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input.....	IV-49
<b>Tabel IV-34.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah <i>Denoising</i> .....	IV-49
<b>Tabel IV-35.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Input Setelah Normalisasi.....	IV-50
<b>Tabel IV-36.</b> Hasil Pengujian <i>Use Case</i> Tampil Visualisasi Data Segmentasi.....	IV-50
<b>Tabel IV-37.</b> Rencana Pengujian <i>Use Case</i> Tampil <i>Console Output</i> .....	IV-51
<b>Tabel V-1.</b> Konfigurasi <i>Layer</i> CNN 1D.....	V-1
<b>Tabel V-2.</b> Konfigurasi Parameter <i>Tuning</i> Model CNN 1D.....	V-2
<b>Tabel V-3.</b> Nilai Performa Model 1.....	V-4
<b>Tabel V- 4.</b> Nilai Performa Model 2.....	V-6



<b>Tabel V- 5.</b> Nilai Performa Model 3.....	V-7
<b>Tabel V- 6.</b> Nilai Performa Model 4.....	V-9
<b>Tabel V- 7.</b> Nilai Performa Model 5.....	V-11
<b>Tabel V- 8.</b> Nilai Performa Model 6.....	V-12
<b>Tabel V- 9.</b> Hasil Perbandingan Performa 6 Model CNN 1D.....	V-13

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar II-1.</b> P, QRS, T, dan U – Wave pada pembacaan ECG.....	II-4
<b>Gambar II-2.</b> Gelombang AF pada pembacaan ECG .....	II-6
<b>Gambar II-3</b> <i>Clockwise Atrial Flutter</i> (kiri) dan <i>Counter Clockwise Atrial Flutter</i> (kanan).....	II-8
<b>Gambar II-4</b> Model iterasi filter dekomposisi sinyal pada DWT .....	II-16
<b>Gambar II-5.</b> Plot garis dari <i>hard</i> dan <i>soft threshold</i> .....	II-18
<b>Gambar II-6</b> Model iterasi rekonstruksi sinyal <i>Inverse DWT</i> .....	II-18
<b>Gambar III-1.</b> Diagram Alur Klasifikasi Sinyal AF dan Non – AF Menggunakan CNN 1 Dimensi.....	III-4
<b>Gambar III-2.</b> Diagram Alur Tahapan Pra-Pengolahan .....	III-5
<b>Gambar III-3.</b> Perbandingan Hasil SNR Pada Tiap Fungsi <i>Wavelet</i> Pada <i>Soft Threshold</i> .....	III-9
<b>Gambar III.4</b> Perbandingan Sinyal AFIB Sebelum (Kiri) dan Sesudah <i>Denoising &amp; Normalisasi</i> (Kanan).....	III-11
<b>Gambar III.5</b> Perbandingan Sinyal AFL (NON-AFIB) Sebelum (Kiri) dan Sesudah <i>Denoising &amp; Normalisasi</i> (Kanan).....	III-11
<b>Gambar III.6</b> Perbandingan Sinyal J (NON-AFIB) Sebelum (Kiri) dan Sesudah <i>Denoising &amp; Normalisasi</i> (Kanan).....	III-12
<b>Gambar III.7</b> Perbandingan Sinyal Normal Sebelum (Kiri) dan Sesudah <i>Denoising &amp; Normalisasi</i> (Kanan).....	III-12
<b>Gambar III.8</b> Grafik Sinyal AFIB ( <i>Atrial Fibrillation</i> ) .....	III-14
<b>Gambar III.9</b> Grafik Sinyal AFL ( <i>Atrial Flutter</i> ) .....	III-14
<b>Gambar III.10</b> Grafik Sinyal J ( <i>AV Junction</i> ) .....	III-15
<b>Gambar III.11</b> Grafik Sinyal Normal .....	III-15

<b>Gambar III-12.</b> Arsitektur CNN 1D .....	III-17
<b>Gambar III.13</b> Diagram Proses RUP .....	III-23
<b>Gambar IV.1</b> Diagram Alir Proses Kerja Aplikasi Klasifikasi Atrial Fibrillation.....	IV-3
<b>Gambar IV.2</b> Diagram Use Case Aplikasi yang Akan Dikembangkan .....	IV-6
<b>Gambar IV-3.</b> Diagram Sekuensial <i>Browse File</i> .....	IV-18
<b>Gambar IV-4.</b> Diagram Sekuensial Pra-Pengolahan dan Tampil Status Pra-Pengolahan.....	IV-19
<b>Gambar IV-5.</b> Diagram Sekuensial Klasifikasi dan Tampil Hasil Klasifikasi.....	IV-20
<b>Gambar IV-6.</b> Diagram Sekuensial Tampil Visualisasi Data Input.....	IV-21
<b>Gambar IV-7.</b> Diagram Sekuensial Tampil Visualisasi Data Input Setelah Denoising.....	IV-21
<b>Gambar IV-8.</b> Diagram Sekuensial Tampil Visualisasi Data Input Setelah Setelah Normalisasi.....	IV-22
<b>Gambar IV-9.</b> Diagram Sekuensial Tampil Visualisasi Data Segmentasi.....	IV-23
<b>Gambar IV-10.</b> Diagram Sekuensial Tampil <i>Console Output</i> .....	IV-23
<b>Gambar IV-11.</b> Rancangan Tampilan Antar Muka.....	IV-24
<b>Gambar IV-12.</b> Rancangan Tampilan Antar Muka <i>Console Output</i> .....	IV-25
<b>Gambar IV-13.</b> Arsitektur CNN 1D.....	IV-28
<b>Gambar IV-14.</b> Tampilan Awal Aplikasi.....	IV-41

<b>Gambar IV-15.</b> Tampilan Aplikasi Setelah Pra Pengoalahan dan Klasifikasi.....	IV-42
<b>Gambar IV-16.</b> Tampilan Aplikasi Saat Visualisasi Data.....	IV-42
<b>Gambar IV-17.</b> Tampilan Aplikasi Saat Menampilkan <i>Console Output</i> .....	IV-43
<b>Gambar V-1.</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Model 1.....	V-3
<b>Gambar V-2.</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 1.....	V-4
<b>Gambar V-3.</b> Grafik Akurasi <i>Loss</i> Model 2 .....	V-5
<b>Gambar V- 4.</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 2.....	V-5
<b>Gambar V-5.</b> Grafik Akurasi <i>Loss</i> Model 3.....	V-6
<b>Gambar V- 6.</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 3.....	V-7
<b>Gambar V-7.</b> Grafik Akurasi <i>Loss</i> Model 4.....	V-8
<b>Gambar V- 8</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 4 .....	V-9
<b>Gambar V-9.</b> Grafik Akurasi <i>Loss</i> Model 5.....	V-10
<b>Gambar V- 10</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 5.....	V-10
<b>Gambar V-11.</b> Grafik Akurasi <i>Loss</i> Model 6.....	V-11
<b>Gambar V- 12</b> <i>Confussion Matrix</i> Model 6.....	V-12

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Koding Tugas Akhir
2. Hasil Pengujian Dataset *AF Challenge* 2017

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Pendahuluan**

Bab ini membahas latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, sistematika penulisan dan kesimpulan yang berasal dari judul yang diangkat secara rinci.

### **1.2 Latar Belakang Masalah**

Gangguan kardiovaskular pada jantung adalah menjadi penyakit tidak menular yang menjadi penyebab kematian paling banyak di seluruh dunia. Menurut WHO (*World Health Organization*) pada tahun 2019 diperkirakan penyakit gangguan kardiovaskular menyebabkan kematian sebanyak 17,8 juta jiwa. Salah satu faktor penyebab gangguan kardiovaskular adalah gangguan irama detak jantung (*arrhythmia*). *Atrial Fibrillation* merupakan jenis dari *arrhythmia* yang paling sering terjadi. *Atrial Fibrillation* terjadi ketika otot pada jantung mengalami kelainan fungsi dan menyebabkan detak jantung yang tidak beraturan. Detak jantung yang tidak beraturan dapat membentuk gumpalan darah pada bilik jantung dan menghambat proses peredaran darah sehingga menjadi faktor munculnya gangguan kardiovaskular (European Heart Network Paper, 2015). Menurut data yang diperoleh dari Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita, prevalensi kasus *Atrial Fibrillation* yang terjadi di Indonesia meningkat dari tahun

ke ke tahun yaitu dari 7,1% pada tahun 2010 menjadi 9,6% pada tahun 2013 (Yuniadi et al., 2014).

*Electrocardiograph* (ECG) merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur aktivitas ritmis jantung seseorang. Karakteristik dari *Atrial Fibrillation* yang direpresentasikan menggunakan ECG dapat berupa anomali pada bentuk gelombang P dan interval-RR yang tidak beraturan (Ghiasi et al., 2014). Diagnosa *Atrial Fibrillation* dari ECG sendiri hanya dapat dilakukan oleh seorang pakar pada bidang tersebut. Namun diagnosa *Atrial Fibrillation* tidaklah mudah dan dapat memakan waktu yang cukup lama. Hambatan tersebut terjadi karena ritme pada sinyal ECG dapat berubah dari ritme *Atrial Fibrillation* ke ritme normal, serta banyak ritme yang bukan termasuk *Atrial Fibrillation* namun memiliki interval RR yang tidak beraturan sama seperti *Atrial Fibrillation* (Chandra Et al., 2017).

Proses otomatisasi diagnosa *Atrial Fibrillation* dapat dipermudah berkat berkembang pesatnya bidang *machine learning* dan *deep learning*. Algoritma *machine learning* dan *deep learning* menawarkan proses analisa dan pemrosesan data yang efektif, dan terbukti banyak digunakan pada bidang pemrosesan bahasa alami, *computer vision*, dan pengolahan sinyal (Xiong et al., 2020). Algoritma *machine learning* dan *deep learning* juga memiliki kemampuan untuk melakukan prediksi pada suatu data input, kemampuan inilah yang dapat digunakan untuk melakukan deteksi dan klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation* dan pola sinyal bukan *Atrial Fibrillation*.

*Machine learning* dan *deep learning* dapat digunakan untuk melakukan analisa dan mempelajari fitur – fitur pada data rekaman ECG, sehingga dapat

melakukan klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation* dan pola sinyal bukan *Atrial Fibrillation*. Namun algoritma *deep learning* seperti CNN (*Convolutional Neural Network*) dan LSTM (*Long Short Term Memory*) memiliki performa rata – rata yang lebih tinggi sebesar 10% jika dibandingkan dengan algoritma *machine learning* seperti *support vector machine* dan *logistic regression* (Liaqat et al., 2020). Algoritma *deep learning* dapat mengungguli algoritma *machine learning* karena algoritma *deep learning* dapat mendeteksi fitur pada data secara otomatis, sehingga tidak perlu dilakukan penentuan fitur pada data yang akan menjadi input model *deep learning*. Model *deep learning* juga dapat melakukan ekstraksi fitur otomatis pada data input dan mengekstraksi fitur yang dianggap penting saja (Liaqat et al., 2020). Sedangkan algoritma *machine learning* tergolong lebih tradisional karena memerlukan data yang fiturnya dipilih secara manual oleh manusia dan ekstraksi fitur yang dilakukan secara manual (Dey, 2016).

CNN (*Convolutional Neural Network*) merupakan arsitektur *deep learning* yang tersusun atas *input layer*, *convolution layer*, *pooling layer*, dan *fully connected layer* (Xiong et al., 2020). Arsitektur CNN cocok digunakan untuk masalah klasifikasi karena CNN dapat melakukan ekstraksi dan mempelajari fitur - fitur penting yang terdapat di dalam data secara otomatis, serta dapat melakukan klasifikasi terhadap data tersebut dengan akurat (Chandra et al., 2017). Namun arsitektur CNN membutuhkan daya komputasi yang cukup tinggi, karena untuk menemukan fitur pada data arsitektur CNN menggunakan filter 2 dimensi berbentuk matriks yang melakukan pemindaian pada data (Nurmaini et al., 2020). Arsitektur CNN 2 dimensi cocok digunakan pada data visual seperti klasifikasi citra.



Namun untuk melakukan klasifikasi pada data sinyal ECG CNN 1 dimensi lebih efektif untuk digunakan karena membutuhkan daya komputasi yang lebih rendah, karena CNN 1 dimensi menggunakan filter 1 dimensi untuk menemukan fitur pada data (Zhou et al., 2018).

Pada penelitian ini arsitektur CNN 1 dimensi dipilih untuk melakukan klasifikasi pada pola sinyal ECG yang membentuk gejala *Atrial Fibrillation* dan bukan gejala *Atrial Fibrillation*. Arsitektur CNN 1 dimensi dipilih karena memiliki kemampuan untuk melakukan pemindaian dan ekstraksi fitur tingkat tinggi secara otomatis dan memiliki akurasi klasifikasi yang tinggi, dengan CNN 1 dimensi daya komputasi juga dapat dikurangi karena hanya menggunakan filter 1 dimensi untuk menemukan fitur pada data sinyal ECG. Hasil penelitian klasifikasi *Atrial Fibrillation* melalui data ECG menggunakan CNN 1 dimensi diharapkan dapat memberikan kontribusi pada bidang ilmu komputer dan medis pada masa yang akan datang.

### **1.3 Rumusan Masalah**

Proses diagnosa *Atrial Fibrillation* membutuhkan tenaga ahli untuk membaca dan menganalisis rekaman ECG. Pembacaan dan analisa rekaman ECG dapat memakan waktu yang cukup lama dikarenakan panjangnya durasi rekaman ECG, dan beragamnya jenis sinyal yang terdapat pada rekaman ECG. Model klasifikasi *Atrial Fibrillation* dari pola sinyal ECG menggunakan CNN 1 dimensi dapat dikembangkan untuk mengatasi kekurangan pada diagnosa *Atrial Fibrillation* tradisional, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat kekurangan pada diagnosa *Atrial Fibrillation* tradisional, yaitu proses analisa hasil rekaman ECG cenderung memakan waktu yang lama dan terdapat berbagai jenis pola sinyal pada rekaman ECG.
2. Bagaimana akurasi dan performa model CNN 1D dalam melakukan klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation* dan pola sinyal bukan *Atrial Fibrillation* berdasarkan data rekaman ECG?

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Membangun model klasifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* menggunakan algoritma CNN 1 dimensi yang dapat melakukan klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation*, *Non-Atrial Fibrillation*, dan Normal.
2. Mengembangkan perangkat lunak klasifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* berbasis model CNN 1 dimensi yang telah dikembangkan.
3. Mengetahui akurasi dan performa dari model klasifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* menggunakan algoritma CNN 1 dimensi.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Penelitian yang dijalankan diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Bagi bidang medis, penelitian ini dapat membantu pengembangan sistem identifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* secara otomatis,

2. Bagi peneliti, penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam mengembangkan penelitian lebih lanjut mengenai klasifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* berbasis model CNN 1D.
3. Bagi bidang ilmu komputer, penelitian ini dapat menjawab masalah klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation* berbasis model CNN 1D dan menjadi dasar untuk mengembangkan perangkat lunak klasifikasi pola sinyal *Atrial Fibrillation* berbasis model CNN 1D.

## **1.6 Batasan Masalah**

Agar ruang lingkup masalah pada penelitian ini jelas dan terhindar dari adanya penyimpangan, adapun ruang lingkup masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Model CNN 1 dimensi yang dikembangkan dapat melakukan klasifikasi pada pola sinyal *Atrial Fibrillation*, pola sinyal *Non Atrial Fibrillation*, dan pola sinyal normal.
2. Jenis dataset yang digunakan untuk melatih CNN 1 dimensi berupa rekaman dari ECG.

## **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

- (i) **BAB1. PENDAHULUAN**

Bab ini membahas secara rinci tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, dan kesimpulan.

(ii) **BAB II. TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas secara rinci mengenai penelitian – penelitian lain yang relevan dan landasan teori yang menjadi dasar dalam menyusun penelitian ini.

(iii) **BAB III. METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini membahas secara rinci mengenai kerangka kerja, instrumen penelitian, data yang digunakan dalam penelitian, dan perencanaan dari kegiatan – kegiatan penelitian.

(iv) **BAB IV. PENGEMBANGAN PERANGKAT LUNAK**

Bab ini membahas secara rinci mengenai proses pengembangan perangkat lunak yang sudah direncanakan pada BAB III, dan melakukan pengujian pada perangkat lunak yang digunakan untuk penelitian.

(v) **BAB V. HASIL DAN ANALISIS PENELITIAN**

Bab ini membahas secara rinci mengenai hasil dari perangkat lunak yang digunakan pada penelitian dan melakukan analisa pada hasil tersebut.

(vi) **BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini membahas secara rinci mengenai kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran – saran yang dapat digunakan untuk mengembangkan penelitian tersebut.

## **1.8 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat ditarik dari bab ini adalah dari rincian latar belakang masalah dapat ditetapkan rumusan masalah yang diteliti, tujuan penelitian, batasan masalah yang diteliti dan juga sistematika penulisan skripsi. Judul dari penelitian yang penulis akan laksanakan adalah “Klasifikasi Abnormalitas *Atrial Fibrillation* Pada Sinyal ECG Menggunakan *Deep Learning*”.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allessie, M. A., Boyden, P. A., Camm, A. J., Kléber, A. G., Lab, M. J., Legato, M. J., Rosen, M. R., Schwartz, P. J., Spooner, P. M., Van Wagoner, D. R., & Waldo, A. L. (2001). Pathophysiology and prevention of *Atrial Fibrillation*. *Circulation*, *103*(5), 769–777.
- Aqil, M., Jbari, A., & Bourouhou, A. (2017). ECG Signal Denoising by Discrete Wavelet Transform. *International Journal of Online Engineering (IJOE)*, *13*, 51.
- Biel, L., Pettersson, O., Philipson, L., & Wide, P. (2001). ECG analysis: A new approach in human identification. *Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions On*, *50*, 808–812.
- Bhattad, P. B. (2020). Update on Electrocardiographic Data in Junctional Rhythm. *The Journal of Medical Research*, *6*, 112–114.
- Bun, S.-S., Latcu, D. G., Marchlinski, F., & Saoudi, N. (2015). *Atrial Flutter*: more than just one of a kind. *European Heart Journal*, *36*(35), 2356–2363.
- Chandra, B. S., Sastry, C. S., Jana, S., & Patidar, S. (2017). *Atrial Fibrillation* detection using convolutional neural networks. *2017 Computing in Cardiology (CinC)*, 1–4.
- Chen, H., & Maharatna, K. (2020). An Automatic R and T Peak Detection Method Based on the Combination of Hierarchical Clustering and Discrete Wavelet Transform. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, *24*(10), 2825–2832.
- Couceiro, R., P. Carvalho, J. Henriques, M. Antunes, M. Harris, & J. Habetha (2009). Detection of *Atrial Fibrillation* Using Model-based ECG Analysis. Proceedings - International Conference on Pattern Recognition. 1 - 5. 10.1109/ICPR.2008.4761755.
- Dey, A. (2016). *Machine Learning Algorithms : A Review*.
- Donoho, D. L., & Johnstone, I. M. (1994). Ideal spatial adaptation by wavelet shrinkage. *Biometrika*, *81*(3), 425–455. <https://doi.org/10.1093/biomet/81.3.425>
- European Heart Network. (2015). *Atrial Fibrillation and Cardiovascular Diseases*. European Heart Network.

- Fedorov, V. V., Ambrosi, C. M., KostECKI, G., Hucker, W. J., Glukhov, A. V., Wuskell, J. P., Loew, L. M., Moazami, N., & Efimov, I. R. (2011). Anatomic localization and autonomic modulation of atrioventricular junctional rhythm in failing human hearts. *Circulation. Arrhythmia and Electrophysiology*, 4(4), 515–525.
- Ghiasi, S., Abdollahpur, M., Madani, N., Kiani, K., & Ghaffari, A. (2017). *Atrial Fibrillation* detection using feature based algorithm and deep convolutional neural network. *2017 Computing in Cardiology (CinC)*, 1–4.
- Goldberger, A., Amaral, L., Glass, L., Hausdorff, J., Ivanov, P. C., Mark, R., ... & Stanley, H. E. (2000). PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a new research resource for complex physiologic signals. *Circulation* [Online]. 101 (23), pp. e215–e220.
- Hossin, M., & M.N, S. (2015). A Review on Evaluation Metrics for Data Classification Evaluations. *International Journal of Data Mining & Knowledge Management Process*, 5, 1–11.
- Hsieh, C.-H., Li, Y.-S., Hwang, B.-J., & Hsiao, C.-H. (2020). Detection of *Atrial Fibrillation* Using 1D Convolutional Neural Network. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 20(7).
- Israel, S., Irvine, J., Cheng, A., Wiederhold, M., & Wiederhold, B. (2005). ECG to identify individuals. *Pattern Recognition*, 38, 133–142.
- Khambhati, V., & Patel, M. (2017). *Extraction of a Respiration Rate from ECG Signal using Discrete Wavelet Transform during Exercise*.
- Kim, D., Shinohara, T., Joung, B., Maruyama, M., Choi, E.-K., On, Y. K., Han, S., Fishbein, M. C., Lin, S.-F., & Chen, P.-S. (2010). Calcium dynamics and the mechanisms of atrioventricular junctional rhythm. *Journal of the American College of Cardiology*, 56(10), 805–812.
- Kiranyaz, S., Avci, O., Abdeljaber, O., Ince, T., Gabbouj, M., & Inman, D. J. (2021). 1D convolutional neural networks and applications: A survey. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 151, 107398.
- Liaqat, S., Dashtipour, K., Zahid, A., Assaleh, K., Arshad, K., & Ramzan, N. (2020). Detection of *Atrial Fibrillation* Using a Machine Learning Approach. *Information*, 11(12).
- Lippi, G., Sanchis-Gomar, F., & Cervellin, G. (2021). Global epidemiology of *Atrial Fibrillation*: An increasing epidemic and public health challenge. *International Journal of Stroke : Official Journal of the International Stroke Society*, 16(2), 217–221.

- Luz, E. J. da S., Schwartz, W. R., Cámara-Chávez, G., & Menotti, D. (2016). ECG-based heartbeat classification for arrhythmia detection: A survey. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 127, 144–164.
- Medi, C., & Kalman, J. M. (2008). Prediction of the *Atrial Flutter* circuit location from the surface electrocardiogram. *Europace : European Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Electrophysiology : Journal of the Working Groups on Cardiac Pacing, Arrhythmias, and Cardiac Cellular Electrophysiology of the European Society of Cardiology*, 10(7), 786–796.
- Moody, G. B. & Mark, R. G. 1983 A new method for detecting *Atrial Fibrillation* using R-R intervals. *Computers in Cardiology*. 10:227-230.
- Nurmaini, S., Tondas, A. E., Darmawahyuni, A., Naufal Rachmatullah, M., Partan, R., Masdung, F., Tutuko, B., Pratiwi, F., Juliano, A., & Khoirani, R. (2020). Robust detection of *Atrial Fibrillation* from short-term electrocardiogram using convolutional neural networks. *Future Generation Computer Systems*, 113.
- Wan, X., Jin, Z., Wu, H., Liu, J., Zhu, B., & Xie, H. (2020). Heartbeat Classification Algorithm Based On One-Dimensional Convolution Neural Network. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 20(07), 2050046.
- World Health Organization. (2021). *Cardiovascular diseases (CVDs)*.([https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))), diakses pada 29 Juli 2021).
- Xia, Y., Wulan, N., Wang, K., & Zhang, H. (2018). Detecting *Atrial Fibrillation* by deep convolutional neural networks. *Computers in Biology and Medicine*, 93, 84–92.
- Xiong, Z., Stiles, M. K., & Zhao, J. (2017). Robust ECG signal classification for detection of *Atrial Fibrillation* using a novel neural network. *2017 Computing in Cardiology (CinC)*, 1–4.
- Yuniadi Y, Tondas AE, Hanafy DA, Hermanto DY, Maharani E, Munawar M, et al. 2014. Pedoman tata laksana fibrilasi atrium. Edisi ke-1. Jakarta: Centra Communications; p. 1-73.
- Zhou, X., Zhu, X., Nakamura, K., & Mahito, N. (2018). *Atrial Fibrillation* Detection Using Convolutional Neural Networks. *2018 9th International Conference on Awareness Science and Technology (ICAST)*, 84–89.