

**PERANCANGAN MODEL *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* 1-DIMENSI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KLASIFIKASI ATRIAL FIBRILLATION**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**RIA ESAFRI  
09011181722016**

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

## HALAMAN PENGESAHAN

# PERANCANGAN MODEL *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK* 1-DIMENSI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA KLASIFIKASI *ATRIAL FIBRILLATION*

## SKRIPSI

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

RIA ESAFRI  
09011181722016

Indralaya, Juni 2021

Mengetahui,



Pembimbing Tugas Akhir,

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa  
Tanggal : 22 Juni 2021

Tim Penguji :

1. Ketua Sidang : Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Sekretaris Sidang : Rendyansyah, M.T
3. Penguji Sidang : Firdaus, S.T., M.Kom
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



The image shows four handwritten signatures stacked vertically. The top signature is a stylized 'Z'. Below it is a signature that appears to be 'Rendyansyah'. The third signature is 'Firdaus'. The bottom signature is 'Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini'.

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ria Esafri  
Nim : 09011181722016  
Program Studi : Sistem Komputer  
Judul Penelitian : Perancangan Model *Convolutional Neural Network*  
1-Dimensi untuk Meningkatkan Kinerja Klasifikasi *Atrial Fibrillation*

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turitin : 13 %

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

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



Indralaya, Juni 2021



Ria Esafri  
NIM. 09011181722016

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul "**Perancangan Model *Convolutional Neural Network 1-Dimensi* untuk Meningkatkan Kinerja Klasifikasi Atrial Fibrillation**".

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai pemodelan untuk klasifikasi Atrial Fibrillation dengan disertai data-data yang diperoleh penulis saat melakukan peneilitian. Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi bahan bacaan bagi yang tertarik untuk meneliti pemodelan pada bidang medis dan *data science*.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa pihak atas ide dan saran serta bantuannya dalam menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar.
2. Orang tua saya tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang dan selalu mengajarkan saya dalam berbuat hal yang baik. Terimakasih untuk segala do'a, motivasi dan dukungannya baik moril, materil maupun spiritual selama ini.
3. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.

4. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah berkenan meluangkan waktunya guna membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Bapak Dr. Erwin,S.Si, M.Si., selaku Pembimbing Akademik.
7. Mbak Annisa Darmawahyuni dan Kak Muhammad Naufal yang selalu memberikan bantuan dan saran untuk penulis.
8. Teman – teman Jurusan Sistem Komputer angkatan 2017.
9. Teman – teman seperjuangan di *Intelligent System Research Group*
10. Dan semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangatlah diharapkan penulis agar dapat segera diperbaiki sehingga laporan ini dapat dijadikan sebagai masukkan ide dan pemikiran yang bermanfaat bagi semua pihak dan menjadi tambahan bahan bacaan bagi yang tertarik dalam penelitian pemodelan pada bidang medis dan *data science*.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Indralaya, Juni 2021

Penulis,

Ria Esafri  
NIM. 09011181722016

***Model Design of 1-Dimensional Convolutional Neural Network to Improve Atrial Fibrillation Classification Performance***

**Ria Esafri (09011181722016)**

*Departement of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,*

*Sriwijaya University*

Email : ria.esafri@gmail.com

***Abstract***

*Atrial fibrillation (AF) is a type of arrhythmia that can lead to stroke and heart failure if not treated immediately. The common features of AF disease are the absence of P waves in the ECG signal and an irregular RR interval. This study presents the classification of AF using the 1-Dimensional Convolutional Neural Network (CNN 1-Dimensional) method. The first step is to prepare the data used, namely AF Challenge 2017, China Challenge 2018, MIT-BIH Atrial Fibrillation, Dataset from Chapman University and Shaoxing Zhejiang. Then proceed with data pre-processing using Discrete Wavelet Transform (DWT), signal normalization, and signal segmentation. and ends with a classification process using a 1-Dimensional CNN architecture. The best results were obtained using the K-Fold Cross-Validation data division, in the classification of 2 classes (normal and AF) obtained 99.80% accuracy, 99.70% sensitivity, 99.67% specification, 99.61% precision, f1 score 99.65% and 0.19% error. Meanwhile, in the classification of 3 classes (normal, AF, and Non-AF) obtained 96.54% accuracy, 94.14% sensitivity, 97.34% specification, 94.05% precision, 94.09% f1 score and error 3 ,45%.*

***Keywords :*** *Atrial Fibrillation, 1-Dimensional Convolutional Neural Network, Discrete Wavelet Transform, K-Fold Cross-Validation.*

# **Perancangan Model *Convolutional Neural Network* 1-Dimensi untuk Meningkatkan Kinerja Klasifikasi *Atrial Fibrillation***

**Ria Esafri (09011181722016)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer,

Universitas Sriwijaya

Email : ria.esafri@gmail.com

## **Abstract**

*Atrial Fibrillation* (AF) adalah salah satu jenis aritmia yang dapat menyebabkan terjadinya stroke dan gagal jantung jika tidak segera diatasi. Ciri umum dari penyakit AF yaitu tidak adanya gelombang P pada sinyal EKG dan interval RR yang tidak beraturan. Penelitian ini menyajikan klasifikasi AF menggunakan metode *Convolutional Neural Network* 1-Dimensi (CNN 1-Dimensi). Langkah pertama, dilakukan persiapan data yang digunakan yaitu AF *Challange* 2017, *China Challenge* 2018, MIT-BIH *Atrial Fibrillation*, Dataset dari *Chapman University* and *Shaoxing Zhejiang*. Kemudian dilanjutkan dengan pra-pemrosesan data dengan menggunakan *Discrete Wavelete Transform* (DWT), normalisasi sinyal, dan segmentasi sinyal. serta diakhiri dengan proses klasifikasi menggunakan arsitektur CNN 1-Dimensi. Hasil terbaik didapatkan dengan menggunakan pembagian data *K-Fold Cross-Validation*, pada klasifikasi 2 kelas (normal dan AF) didapat akurasi 99,80%, sensitivitas 99,70%, spesifikasi 99,67%, presisi 99,61%, f1 score 99,65% dan error 0,19%. Sedangkan, pada klasifikasi 3 kelas (normal, AF, dan Non-AF) didapat akurasi 96,54%, sensitivitas 94,14%, spesifikasi 97,34%, presisi 94,05%, f1 score 94,09% dan error 3,45%.

**Kata Kunci :** *Atrial Fibrillation*, *Convolutional Neural Network* 1-Dimensi, *Discrete Wavelete Transform*, *K-Fold Cross-Validation*.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>I</b>
1.1.    Pendahuluan .....	1
1.2.    Tujuan dan Manfaat.....	2
2.1.1.    Tujuan .....	2
2.1.2.    Manfaat .....	2
1.3.    Perumusan dan Batasan Masalah .....	2
1.3.1.    Perumusan Masalah .....	2
1.3.2.    Batasan Masalah.....	3
1.4.    Metodologi Penelitian .....	3
1.4.1.    Tahapan Pertama (Persiapan data).....	3
1.4.2.    Tahap Kedua (Pengolahan data) .....	3
1.4.3.    Tahapan Ketiga (Klasifikasi) .....	3
1.4.4.    Tahapan Keempat (Analisa).....	3
1.5.    Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>

2.1.	<i>Elektrokardiogram</i>	5
2.2.	<i>Atrial Fibrillation</i>	6
2.3.	<i>Discrete Wavelet Transform</i>	6
2.4.	<i>Convolutional Neural Network</i>	7
2.5.	<i>K-Fold Cross-Validation</i>	10
2.6.	Model Evaluasi.....	10
2.6.1.	Akurasi .....	11
2.6.2.	Sensitivitas .....	11
2.6.3.	Spesifisitas .....	12
2.6.4.	Presisi .....	12
2.6.5.	F1 Score .....	12
2.6.6.	Error .....	12
2.6.7.	Kurva Presisi-Ricall .....	13
	<b>BAB III METODOLOGI.....</b>	<b>14</b>
3.1.	Kerangka Kerja.....	14
3.2.	Persiapan Data.....	15
3.2.1.	<i>AF Challenge 2017</i> .....	15
3.2.2.	<i>China Challenge 2018</i> .....	16
3.2.3.	<i>MIT-BIH Atrial Fibrillation</i> .....	19
3.2.4.	Dataset dari <i>Chapman University</i> dan <i>RS Shaoxing Zhejiang</i> .....	21
3.2.5.	Dataset dari Rumah Sakit Indonesia .....	23
3.3.	Pra Pemrosesan Data.....	26
3.3.1.	Denoising Sinyal .....	26
3.3.2.	Normalisasi Sinyal .....	28
3.3.3.	Segmentasi Sinyal .....	29
3.4.	Pembagian Data Latih dan Tes.....	30

3.4.1. <i>Spliting</i> .....	30
3.4.2. <i>K-Fold Cross-Validation</i> .....	31
3.5. Klasifikasi.....	31
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>34</b>
4.1. Hasil Denoising Sinyal.....	34
4.2. Hasil Normalisasi Sinyal.....	35
4.3. Segmentasi Sinyal .....	36
4.4. Hasil Klasifikasi .....	37
4.4.1. Percobaan 1 .....	39
4.4.2. Pecobaan 2 .....	44
4.4.3. Pecobaan 3 .....	48
4.4.4. Percobaan 4.1 .....	53
4.4.5. Percobaan 4.2 .....	58
4.4.6. Percobaan 5.1 .....	64
4.4.7. Percobaan 5.2 .....	70
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>77</b>
5.1. Kesimpulan.....	77
5.2. Saran.....	78
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>79</b>

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
<b>Gambar 2.1 Bentuk Sinyal Elektrokardiogram .....</b>	<b>5</b>
<b>Gambar 2.2 Morfologi Sinyal Atrial Fibrillation .....</b>	<b>6</b>
<b>Gambar 2.3 Arsitektur Convolutional Neural Network 1-Dimensi [8].....</b>	<b>8</b>
<b>Gambar 3.1 Kerangka Kerja Penelitian.....</b>	<b>14</b>
<b>Gambar 3.2 Morfologi Sinyal pada Dataset AF Challenge 2017.....</b>	<b>16</b>
<b>Gambar 3.3 Morfologi Sinyal pada Dataset China Challenge 2018 .....</b>	<b>19</b>
<b>Gambar 3.4 Isi file .dat Dataset MIT-BIH Atrial Fibrillation .....</b>	<b>20</b>
<b>Gambar 3.5 Morfologi Sinyal AF pada Dataset MIT-BIH Atrial Fibrillation .....</b>	<b>21</b>
<b>Gambar 3.6 Morfologi Sinyal Dataset Chapman University dan Shaoxing Zhejiang ....</b>	<b>23</b>
<b>Gambar 3.7 Morfologi Sinyal pada Dataset dari Rumah Sakit Indonesia.....</b>	<b>24</b>
<b>Gambar 3.8 Morfologi Sinyal Non-AF .....</b>	<b>26</b>
<b>Gambar 3.9 (a) Sinyal Sebelum DWT dan (b) Sinyal Sesudah DWT.....</b>	<b>28</b>
<b>Gambar 3.10 (a) Sebelum Normalisasi dan (b) Sesudah Normalisasi.....</b>	<b>29</b>
<b>Gambar 3.11 Proses Segmentasi Sinyal .....</b>	<b>30</b>
<b>Gambar 3.12 Proses Pembagian Data Splitting.....</b>	<b>31</b>
<b>Gambar 3.13 Proses Pembagian Data K-Fold.....</b>	<b>31</b>
<b>Gambar 4.1 Low Pass Filter dan High Pass Filter Denoising Sinyal .....</b>	<b>34</b>
<b>Gambar 4.2 Perbandingan Sebelum dan Sesudah Denoising .....</b>	<b>35</b>
<b>Gambar 4.3 (a) Sebelum Normalisasi dan (b) Sesudah Normalisasi .....</b>	<b>35</b>
<b>Gambar 4.4 (a) Sebelum Segmentasi dan (b) Sesudah Segmentasi .....</b>	<b>36</b>
<b>Gambar 4.5 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 1 (<i>Splitting</i>).....</b>	<b>40</b>
<b>Gambar 4.6 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 1 (<i>k-fold</i>) .....</b>	<b>42</b>
<b>Gambar 4.7 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 2 (<i>Splitting</i>).....</b>	<b>44</b>
<b>Gambar 4.8 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 2 (<i>fold 3</i>) .....</b>	<b>47</b>
<b>Gambar 4.9 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 3 (<i>Splitting</i>).....</b>	<b>49</b>
<b>Gambar 4.10 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 3 (<i>fold 9</i>) .....</b>	<b>51</b>
<b>Gambar 4.11 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 4.1 (<i>Splitting</i>) ..</b>	<b>53</b>
<b>Gambar 4.12 Kurva P-R Data Tes Percobaan 4.1 (Splitting).....</b>	<b>55</b>

<b>Gambar 4.13</b> Grafik Akurasi dan Data Latih dan Tes Percobaan 4.1 ( <i>k-fold</i> ) .....	56
<b>Gambar 4.14</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 4.1 .....	58
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 4.2 ( <i>Splitting</i> ) ..	59
<b>Gambar 4.16</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 4.2 .....	61
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 4.2 .....	62
<b>Gambar 4.18</b> Kurva P-R Data Latih Percobaan 4.2 .....	64
<b>Gambar 4.19</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ) ..	65
<b>Gambar 4.20</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ).....	67
<b>Gambar 4.21</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 5.1 .....	68
<b>Gambar 4.22</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 5.1 ( <i>k-fold</i> ).....	70
<b>Gambar 4.23</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Test Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ) ..	71
<b>Gambar 4.24</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ).....	73
<b>Gambar 4.25</b> Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Data Latih dan Tes Percobaan 5.2 .....	74
<b>Gambar 4.26</b> Kurva P-R Data Tes Percobaan 5.2 ( <i>k-fold</i> ) .....	76

## DAFTAR TABEL

	Halaman
<b>Tabel 2.1 Confusion Matrix .....</b>	<b>11</b>
<b>Tabel 3.1 Deskripsi Dataset AF Challenge 2017 .....</b>	<b>15</b>
<b>Tabel 3.2 Deskripsi Dataset China Challenge 2018.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabel 3.3 Label dan Kelas Sinyal pada First_label .....</b>	<b>18</b>
<b>Tabel 3.4 Deskripsi Dataset Chapman University dan Shaoxing Zhejiang .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabel 3.5 Nilai SNR pada Setiap Fungsi wavelete.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabel 3.6 Performa Tuning Segmentasi .....</b>	<b>30</b>
<b>Tabel 3.7 Arsitektur CNN 1-Dimensi .....</b>	<b>32</b>
<b>Tabel 4.1 Pembagian Data pada setiap Percobaan .....</b>	<b>38</b>
<b>Tabel 4.2 Hasil Semua Percobaan.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabel 4.3 Confusion Matrix Data Latih Percobaan 1 (Splitting) .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.4 Confusion Matrix Data Tes Percobaan 1 (Splitting).....</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.5 Performa Data Latih Percobaan 1 (Splitting).....</b>	<b>40</b>
<b>Tabel 4.6 Performa Data Test Percobaan 1 (Spliting).....</b>	<b>41</b>
<b>Tabel 4.7 Performa Data Latih Percobaan 1 (k-fold).....</b>	<b>41</b>
<b>Tabel 4.8 Performa Data Tes Percobaan 1 (k-fold).....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4.9 Confusion Matrix Data Latih Percobaan 1 (fold 7).....</b>	<b>42</b>
<b>Tabel 4.10 Confusion Matrix Data Tes Percobaan 1 (Fold 7) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4.11 Performa Data Latih Percobaan 1 (fold 7) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4.12 Performa Data Latih Percobaan 1 (fold 7) .....</b>	<b>43</b>
<b>Tabel 4.13 Confusion Matrix Data Latih Percobaan 2 (Splitting) .....</b>	<b>44</b>
<b>Tabel 4.14 Confusion Matrix Data Tes Percobaan 2 (Splitting).....</b>	<b>44</b>
<b>Tabel 4.15 Performa Data Latih Percobaan 2 (Splitting) .....</b>	<b>45</b>
<b>Tabel 4.16 Performa Data Test Percobaan 1 (Spliting).....</b>	<b>45</b>
<b>Tabel 4.17 Performa Data Latih Percobaan 2 (k-fold).....</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 4.18 Performa Data Tes Percobaan 2 (k-fold).....</b>	<b>46</b>
<b>Tabel 4.19 Confusion Matrix Data Latih Percobaan 2 (fold 3).....</b>	<b>47</b>
<b>Tabel 4.20 Confusion Matrix Data Tes Percobaan 2 (fold 3) .....</b>	<b>47</b>

<b>Tabel 4.21</b> Performa Data Latih Percobaan 2 (fold 3) .....	48
<b>Tabel 4.22</b> Performa Data Latih Percobaan 2 (fold 3) .....	48
<b>Tabel 4.23</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 3 (Splitting) .....	49
<b>Tabel 4.24</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 3 (Splitting).....	49
<b>Tabel 4.25</b> Performa Data Latih Percobaan 3 (Splitting) .....	49
<b>Tabel 4.26</b> Performa Data Test Percobaan 3 (Splitting).....	50
<b>Tabel 4.27</b> Performa Data Latih Percobaan 3 (k-fold).....	50
<b>Tabel 4.28</b> Performa Data Tes Percobaan 3 (k-fold).....	51
<b>Tabel 4.29</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 3 (fold 9).....	52
<b>Tabel 4.30</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 3 (fold 9).....	52
<b>Tabel 4.31</b> Performa Data Latih Percobaan 3 (fold 9) .....	52
<b>Tabel 4.32</b> Performa Data Latih Percobaan 3 (fold 9) .....	52
<b>Tabel 4.33</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 4.1 (Splitting) .....	53
<b>Tabel 4.34</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 4.1 (Splitting) .....	53
<b>Tabel 4.35</b> Performa Data Latih Percobaan 4.1 (Splitting).....	54
<b>Tabel 4.36</b> Performa Data Test Percobaan 4.1 ( <i>Splitting</i> ).....	54
<b>Tabel 4.37</b> Performa Data Latih Percobaan 4.1 (k-fold).....	55
<b>Tabel 4.38</b> Performa Data Tes Percobaan 4.1 (k-fold).....	56
<b>Tabel 4.39</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 4.1 (fold 10).....	57
<b>Tabel 4.40</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 4.1 (fold 10) .....	57
<b>Tabel 4.41</b> Performa Data Latih Percobaan 4.1 (fold 10) .....	57
<b>Tabel 4.42</b> Performa Data Tes Percobaan 4.1 (fold 10).....	58
<b>Tabel 4.43</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 4.2 (Splitting) .....	59
<b>Tabel 4.44</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 4.2 (Splitting) .....	59
<b>Tabel 4.45</b> Performa Data Latih Percobaan 4.2 ( <i>Splitting</i> ) .....	60
<b>Tabel 4.46</b> Performa Data Test Percobaan 4.2 ( <i>Splitting</i> ) .....	60
<b>Tabel 4.47</b> Performa Data Latih Percobaan 4.2 (k-fold).....	61
<b>Tabel 4.48</b> Performa Data Tes Percobaan 4.2 (k-fold).....	62
<b>Tabel 4.49</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 4.2 (fold 7).....	63
<b>Tabel 4.50</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 4.2 (fold 7) .....	63
<b>Tabel 4.51</b> Performa Data Latih Percobaan 4.2 ( <i>fold 7</i> ).....	63
<b>Tabel 4.52</b> Performa Data Tes Percobaan 4.2 (fold 7) .....	64
<b>Tabel 4.53</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ).....	65

<b>Tabel 4.54</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ) .....	65
<b>Tabel 4.55</b> Performa Data Latih Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ) .....	66
<b>Tabel 4.56</b> Performa Data Test Percobaan 5.1 ( <i>Splitting</i> ) .....	66
<b>Tabel 4.57</b> Performa Data Latih Percobaan 5.1 ( <i>k-fold</i> ).....	67
<b>Tabel 4.58</b> Performa Data Tes Percobaan 5.1 ( <i>k-fold</i> ) .....	68
<b>Tabel 4.59</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 5.1 (fold 6).....	69
<b>Tabel 4.60</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 5.1 (fold 6) .....	69
<b>Tabel 4.61</b> Performa Data Latih Percobaan 5.1 (fold 6) .....	69
<b>Tabel 4.62</b> Performa Data Tes Percobaan 5.1 (fold 6) .....	70
<b>Tabel 4.63</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ) .....	71
<b>Tabel 4.64</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ) .....	71
<b>Tabel 4.65</b> Performa Data Latih Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ) .....	72
<b>Tabel 4.66</b> Performa Data Test Percobaan 5.2 ( <i>Splitting</i> ).....	72
<b>Tabel 4.67</b> Performa Data Latih Percobaan 5.2 ( <i>k-fold</i> ).....	73
<b>Tabel 4.68</b> Performa Data Tes Percobaan 5.2 ( <i>k-fold</i> ).....	74
<b>Tabel 4.69</b> Confusion Matrix Data Latih Percobaan 5.2 (fold 6).....	75
<b>Tabel 4.70</b> Confusion Matrix Data Tes Percobaan 5.2 (fold 6) .....	75
<b>Tabel 4.71</b> Performa Data Latih Percobaan 5.2 (fold 6) .....	75
<b>Tabel 4.72</b> Performa Data Tes Percobaan 5.2 (fold 6) .....	76

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Pendahuluan**

*Atrial Fibrillation (AF)* adalah salah satu aritmia yang dapat menyebabkan terjadinya stroke dan gagal jantung jika tidak segera diatasi. AF dapat menyebabkan risiko gagal jantung dan stroke lima kali lebih mungkin dibandingkan penyakit aritmia yang lainnya [1]. Bertambahnya usia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi penyakit AF. Alat yang paling umum digunakan untuk merekam aksi jantung manusia adalah *Elektrokardiogram (EKG)* [2].

EKG merupakan salah satu alat yang umum digunakan untuk mendeteksi tindakan listrik jantung manusia. EKG akan mendeteksi sinyal normal dengan adanya gelombang P, QRS dan T. Penyakit AF dapat dilihat pada alat EKG, yaitu tidak adanya gelombang P dan interval RR yang tidak teratur [2]. EKG dapat mengumpulkan banyak informasi sinyal yang direkamnya. Akan memakan waktu yang panjang jika pihak kesehatan mengklasifikasikan informasi tersebut secara manual. Untuk mengatasi masalah tersebut banyak metode yang diusulkan, salah satunya adalah metode *Deep Learning* (DL) [3].

DL mampu meniru prinsip kerja otak manusia dengan menggunakan beberapa jaringan saraf buatan yang dapat menghasilkan prediksi otomatis dari dataset *training* (latih). *Recurrent Neural Network* (RNN), *Convolutional Neural Network* (CNN) dan *Deep Neural Network* (DNN) merupakan metode DL yang sering digunakan [4]. Rohan Banerjee, dkk. [5] telah berhasil melakukan penelitian dengan menggunakan RNN untuk mendeteksi AF dengan skor sensitivitas 0.93, spesifitas 0.98, dan F1 0.89. Pada penelitian CNN, Hamido Fujita dan Dalibor Cimr [6] telah berhasil melakukan penelitiannya dengan skor akurasi 98.45%, sensitivitas 99.87%, dan skor spesifitas 99.27% untuk mendeteksi AF. Sedangkan pada DNN Siti Nurmaini, dkk. [7] telah berhasil melakukan penelitiannya dengan skor akurasi 97.7% untuk klasifikasi aritmia.

CNN merupakan jenis DL yang unggul dalam memproses data 2D. Namun, penelitian telah menunjukkan bahwa CNN mampu mengungguli RNN dan DNN dalam memproses sinyal EKG sebagai data 1-dimensi. CNN 1-dimensi berhasil mengklasifikasikan EKG jangka panjang dengan akurat dan dapat memeriksa karakteristik dalam input sinyal yang bervariasi [8]. Dari penjelasan diatas peneliti akan menggunakan CNN 1-dimensi untuk mengklasifikasikan AF.

## **1.2. Tujuan dan Manfaat**

### **2.1.1. Tujuan**

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu:

1. Menerapkan arsitektur CNN 1-dimensi sehingga menghasilkan model yang dapat meningkatkan kinerja klasifikasi AF.
2. Menganalisa cara kerja dan hasil klasifikasi pada percobaan yang dilakukan.

### **2.1.2. Manfaat**

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Membantu ahli jantung untuk mendiagnosa penyakit AF.
2. Mengetahui cara kerja arsitektur CNN 1-dimensi serta dapat menghitung performa yang dihasilkan.

## **1.3. Perumusan dan Batasan Masalah**

### **1.3.1. Perumusan Masalah**

Adapun perumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimana cara klasifikasi AF menggunakan metode CNN 1-dimensi?
2. Berapa besar akurasi, sensitivitas, spesifikasi, presisi, *f1 score*, dan *error* yang dihasilkan CNN 1-dimensi untuk mengklasifikasikan AF?
3. *Software* apa yang digunakan pada penelitian ini?

### **1.3.2. Batasan Masalah**

Batasan masalah dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Penelitian yang dilakukan mencakup permasalahan AF dan CNN 1-dimensi.
2. Penelitian ini hanya sebatas simluasi program dengan bahasa pemrograman *Phyton*.
3. Penelitian ini menghasilkan output berupa nilai dari akurasi, sensitivitas, spesifisitas, presisi, f1 *score*, dan *error*.

## **1.4. Metodologi Penelitian**

Metode penelitian dari Tugas Akhir ini, yaitu :

### **1.4.1. Tahapan Pertama (Persiapan data)**

Tahapan pertama dilakukan untuk mempersiapkan data yang akan digunakan untuk penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari data dokter dan situs *physionet*.

### **1.4.2. Tahap Kedua (Pengolahan data)**

Setelah persiapan data selesai dilakukan, data tersebut akan diolah sesuai kebutuhan arsitektur yang digunakan. *Discrete Wavelete Transform* (DWT) merupakan salah satu dari pengolahan data dalam penelitian ini.

### **1.4.3. Tahapan Ketiga (Klasifikasi)**

Setelah proses persiapan data dan pengolahan data selesai dilakukan, selanjutnya data akan dimasukkan ke dalam arsitektur CNN 1-dimensi yang telah disiapkan sehingga menghasilkan model. Dari model tersebut didapatkan hasil performa model seperti akurasi, sensitivitas, spesifisitas, presisi, dan juga F1 *score*.

### **1.4.4. Tahapan Keempat (Analisa)**

Setelah mendapatkan hasil dari klasifikasi, peneliti akan melakukan analisa. Dari analisa inilah penulis akan mendapatkan kesimpulan serta saran terkait dengan penelitian ini.

## **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan tugas akhir ini, sebagai sebagai berikut :

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Bab 1 berisi mengenai apa yang akan dilakukan pada penelitian ini, seperti pendahuluan penelitian, latar belakang masalah, tujuan dan manfaat dari penelitian, perumusan dan batasan masalah penelitian, metode yang digunakan, dan sistematika penulisan dari penelitian ini.

### **BAB II : TINJAUAN PUSTAKA**

Bab 2 berisi mengenai penjelasan-penjelasan secara umum dari teori serta metode yang digunakan pada penelitian ini.

### **BAB III : METODOLOGI**

Bab 3 berisi mengenai penjelasan secara teknik serta cara penerapan dari metode yang digunakan dari penelitian ini.

### **BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab 4 berisi mengenai semua hasil yang didapatkan pada penelitian ini.

### **BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab 5 berisi mengenai kesimpulan yang didapatkan dari apa yang dilakukan pada penelitian ini, serta pada bab ini berisikan saran yang mungkin kedepannya dapat membantu penelitian selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Pourbabaee, M. J. Roshtkhari, and K. Khorasani, “Deep convolutional neural networks and learning ECG features for screening paroxysmal atrial fibrillation patients,” *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst.*, vol. 48, no. 12, pp. 2095–2104, 2018.
- [2] N. I. Hasan and A. Bhattacharjee, “Deep learning approach to cardiovascular disease classification employing modified ECG signal from empirical mode decomposition,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 52, pp. 128–140, 2019.
- [3] H. Li, L. Zhang, B. Huang, and X. Zhou, “Sequential three-way decision and granulation for cost-sensitive face recognition,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 91, pp. 241–251, 2016.
- [4] T. Davenport and R. Kalakota, “The potential for artificial intelligence in healthcare,” *Futur. Healthc. J.*, vol. 6, no. 2, p. 94, 2019.
- [5] R. Banerjee, A. Ghose, and S. Khandelwal, “A Novel Recurrent Neural Network Architecture for Classification of Atrial Fibrillation Using Single-lead ECG,” in *2019 27th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, 2019, pp. 1–5.
- [6] H. Fujita and D. Cimr, “Computer aided detection for fibrillations and flutters using deep convolutional neural network,” *Inf. Sci. (Ny.)*, vol. 486, pp. 231–239, 2019.
- [7] S. Nurmaini, A. Gani, and others, “Cardiac Arrhythmias Classification Using Deep Neural Networks and Principle Component Analysis Algorithm.,” *Int. J. Adv. Soft Comput. Its Appl.*, vol. 10, no. 2, 2018.
- [8] 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.
- [9] M. Y. van der Ende, J. E. Siland, H. Snieder, P. van der Harst, and M. Rienstra, “Population-based values and abnormalities of the electrocardiogram in the general Dutch population: the LifeLines Cohort Study,” *Clin. Cardiol.*, vol. 40, no. 10, pp. 865–872, 2017.
- [10] W. Liu, Q. Huang, S. Chang, H. Wang, and J. He, “Multiple-feature-branch convolutional neural network for myocardial infarction diagnosis using electrocardiogram,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 45, pp. 22–32, 2018.
- [11] 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.

- [12] 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.
- [13] H. Y. Lin, S. Y. Liang, Y. L. Ho, Y. H. Lin, and H. P. Ma, “Discrete-wavelettransform-based noise removal and feature extraction for ECG signals, IRBM.” Elsevier, 2014.
- [14] M. N. Ali, E.-S. A. El-Dahshan, and A. H. Yahia, “Denoising of heart sound signals using discrete wavelet transform,” *Circuits, Syst. Signal Process.*, vol. 36, no. 11, pp. 4482–4497, 2017.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] G. D. Clifford *et al.*, “AF Classification from a short single lead ECG recording: the PhysioNet/Computing in Cardiology Challenge 2017,” in *2017 Computing in Cardiology (CinC)*, 2017, pp. 1–4.
- [19] F. Liu *et al.*, “An open access database for evaluating the algorithms of electrocardiogram rhythm and morphology abnormality detection,” *J. Med. Imaging Heal. Informatics*, vol. 8, no. 7, pp. 1368–1373, 2018.
- [20] G. Moody, “A new method for detecting atrial fibrillation using RR intervals,” *Comput. Cardiol.*, pp. 227–230, 1983.
- [21] J. Zheng, J. Zhang, S. Danioko, H. Yao, H. Guo, and C. Rakovski, “A 12-lead electrocardiogram database for arrhythmia research covering more than 10,000 patients,” *Sci. data*, vol. 7, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [22] X.-C. Cao, B. Yao, and B.-Q. Chen, “Atrial fibrillation detection using an improved multi-Scale decomposition enhanced residual convolutional neural network,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 89152–89161, 2019.
- [23] T. T. Wong, “Performance evaluation of classification algorithms by k-fold and leave-one-out cross validation,” *Pattern Recognit.*, vol. 48, no. 9, pp. 2839–2846, 2015, doi: 10.1016/j.patcog.2015.03.009.