

**DETEKSI *ATRIAL FIBRILLATION* MENGGUNAKAN
RECURRENT NEURAL NETWORK PADA SINYAL
ELEKTROKARDIOGRAM *LONG TERM***

TUGAS AKHIR

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



OLEH:

LIYA ANGGRAINI

09011181722011

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

HALAMAN PENGESAHAN

Deteksi Atrial Fibrillation Menggunakan Recurrent Neural Network Pada Sinyal Elektrokardiogram Long Term

TUGAS AKHIR

Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1

Oleh

Liya Anggraini



09011181722011

Palembang, Desember 2021


Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir



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



Prof. Dr. I. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 19690802 1994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

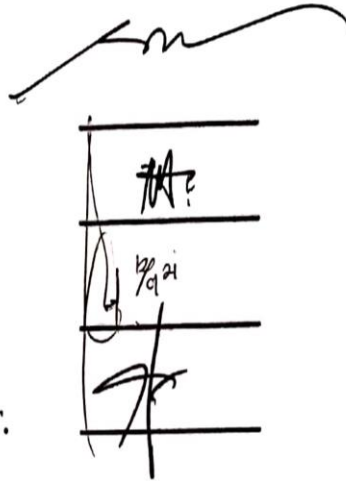
Telah diuji dan lulus pada :


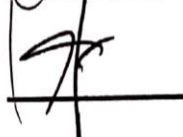
Hari : Selasa

Tanggal : 28 Desember 2021

Tim Penguji :

1. Ketua : Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
2. Sekretaris : Muhammad Ali Buchari, M.T.
3. Penguji : Sutarno, S.T., M.T
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.




MA?
Sutarno


Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Liya Anggraini

NIM : 09011181722011

Judul : Deteksi *Atrial Fibrillation* Menggunakan *Recurrent Neural Network* Pada Sinyal Elektrokardiogram *Long Term*

Hasil Pengecekan Software Turnitin : 16%

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Inderalaya, Desember 2021



Liya Anggraini

HALAMAN PERSEMBAHAN

Ali bin Abi Thalib :

“Ketika kamu ikhlas menerima semua kekecewaan hidup, maka Allah akan membayar tuntas semua kecewa mu dengan beribu-ribu kebaikan.”

“Belajarlah untuk mengerti bahwa segala sesuatu yang baik untukmu tidak akan Allah izinkan pergi kecuali akan diganti dengan yang lebih baik.”

Sesungguhnya Allah berkata : “Aku sesuai prasangka hamba-Ku pada-Ku dan aku bersamanya apabila ia memohon kepada-Ku.” **(HR. Muslim)**

**Skripsi ini adalah hadiah kecilku yang ku persembahkan
untuk kedua orangtuaku dan adikku tercinta.**

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 Tugas Akhir ini yang berjudul **“Deteksi *Atrial Fibrillation* Menggunakan *Recurrent Neural Network* Pada Sinyal Elektrokardiogram *Long Term*”**.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai deteksi sinyal EKG menggunakan *Recurrent Neural Network* untuk mengklasifikasi sinyal 3 kelas yaitu Normal, AF, dan Non AF. Penulis berharap agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan menjadi bahan bacaan bagi yang tertarik, terutama para peneliti yang berada di bidang medis dan elektrokardiogram.

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

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
2. Kedua Orang tua dan adik saya yang tersayang dan tercinta, yang telah telah memberikan do'a, nasehat serta dukungannya baik financial maupun dukungan lainnya.
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 meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Huda Ubaya, M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
7. Mbak Annisa Darmawahyuni yang selalu memberikan bantuan dan saran untuk penulis.
8. Mbak Renny selaku admin di Jurusan Sistem Komputer yang memberi kemudahan kepada mahasiswa dalam mengurus berkas.
9. Wak Faisol yang telah memberikan nasehat dan suka memberi uang tambahan.
10. Jannes Effendi yang selalu membantu dan mengajarkan penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Lia Anggraini, Erdawati, Sindi Ira Puspita yang selalu memberikan dukungan semangat, doa dan mewarnai perkuliahan penulis dengan canda tawa.
12. Ghina Auliya, Armanda Sanjaya, Putri Wulandari yang telah memberikan bantuan dan memberi masukan kepada penulis.
13. Teman - teman seperjuangan di *Intelligent System Research Group*.
14. Teman - teman SK17 A.
15. Teman – teman seperjuangan Lapedast 21 UKM Teater Gabi'91
16. Dan semua pihak yang telah membantu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini tidak dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar penulisan laporan ini dapat menjadi lebih baik lagi dan dapat dijadikan sebagai sumber referensi yang bermanfaat bagi semua pihak.

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

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indralaya, Desember 2021

Penulis,

Liya Anggraini

Nim. 09011181722011

DETECTION OF ATRIAL FIBRILLATION USING RECURRENT NEURAL NETWORK ON LONG-TERM ELECTROCARDIOGRAM SIGNAL

LIYA ANGGRAINI (09011181722011)

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

Email : liyaanggraini2810@gmail.com

ABSTRACT

Atrial fibrillation (AF) is a heart disease characterized by an irregular heartbeat. So it can cause stroke, heart failure and even death. AF disease is the most common and mostly affects the elderly. The thing that can be done to detect AF disease is by recording an electrocardiogram (ECG) signal. The ECG has electrical recording information of the heart's activity that describes the condition of the heart's health. In this study, one of the Deep Learning methods is used, namely the method Recurrent Neural Network (RNN) with Long Short Term Memory (LSTM) architecture, because this method is very suitable for data related to sequential data such as ECG signals. This study classified 3 classes of ECG signals, namely normal, AF and non-AF signals on the parameters learning rate, epoch and batch size. And the results of the performance evaluation of the 3 classes of ECG signals obtained the best model with average values of accuracy, precision, sensitivity, specificity and F1 of 96.79%, 93.04%, 93.83%, 86.58%, and 89.48%.

Keywords : *Atrial Fibrillation, Electrocardiogram, Recurrent Neural Network, Long Short Term Memory.*

DETEKSI *ATRIAL FIBRILLATION* MENGGUNAKAN *RECURRENT NEURAL NETWORK* PADA SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM *LONG TERM*

LIYA ANGGRAINI (09011181722011)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : liyaanggraini2810@gmail.com

ABSTRAK

Atrial Fibrillation (AF) adalah salah satu penyakit jantung yang ditandai dengan denyut jantung yang tidak beraturan. Sehingga dapat menyebabkan stroke, gagal jantung, bahkan kematian. Penyakit AF paling sering ditemukan dan banyak diderita oleh kalangan usia lanjut. Hal yang dapat dilakukan untuk mendeteksi penyakit AF adalah melalui rekaman sinyal Elektrokardiogram (EKG). EKG memiliki informasi rekaman listrik dari aktivitas jantung yang menggambarkan kondisi kesehatan jantung. Pada penelitian ini menggunakan salah satu metode *Deep Learning* yaitu metode *Recurrent Neural Network* (RNN) dengan arsitektur *Long Short Term Memory* (LSTM), karena metode ini sangat cocok digunakan untuk data yang berkaitan dengan data sekuensial seperti sinyal EKG. Penelitian ini melakukan klasifikasi 3 kelas sinyal EKG yaitu sinyal normal, AF dan non AF terhadap parameter *learning rate*, *epoch* dan *batch size*. Dan hasil evaluasi performa dari klasifikasi 3 kelas sinyal EKG tersebut didapatkanlah model terbaik dengan rata-rata nilai akurasi, presisi, sensitivitas, spesifisitas dan F1 sebesar 96.79%, 93.04%, 93.83%, 86.58%, dan 89.48%.

Kata Kunci : *Atrial Fibrillation*, Elektrokardiogram, *Recurrent Neural Network*, *Long Short Term Memory*.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRACT	ix
ABSTRAK	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.2.1 Tujuan	2
1.2.2 Manfaat	2
1.3 Perumusan dan Batasan Masalah	3
1.3.1 Perumusan Masalah	3
1.3.2 Batasan Masalah.....	3
1.4 Metodologi Penelitian	3
1.4.1 Tahap Pertama (Persiapan Data).....	3
1.4.2 Tahap Kedua (Pra-Pengolahan Data).....	3
1.4.3 Tahap Ketiga (Data Latih dan Data Uji)	4
1.4.4 Tahap Keempat (Klasifikasi)	4

1.4.5	Tahap Kelima (Analisa dan Kesimpulan)	4
1.5	Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....		6
2.1	<i>Atrial Fibrillation (AF)</i>	6
2.2	Elektrokardiogram	7
2.3	Gelombang EKG	7
2.4	<i>Discreate Wavelet Transform</i>	8
2.5	<i>Deep Learning</i>	9
2.6	<i>Recurrent Neural Network</i>	9
2.6.1	<i>Long Short-Term Memory</i>	10
2.7	Validasi Performa.....	11
2.7.1	Akurasi	11
2.7.2	Sensitivitas	12
2.7.3	Spesifisitas	12
2.7.4	Presisi	12
2.7.5	F1-Score	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		14
3.1	Pendahuluan	14
3.2	Kerangka Kerja.....	14
3.3	Persiapan Data	16
3.4	Pra Pengolahan Data	18
3.4.1	Pengurangan Derau atau Denoising	19
3.4.2	Normalisasi	22
3.4.3	Segmentasi	24
3.5	Pembagian Data Latih dan Uji	27
3.6	Klasifikasi <i>Recurrent Neural Network (RNN)</i>	27

3.7	Validasi Performa Model	31
BAB IV HASIL DAN ANALISA		32
4.1	Pendahuluan	32
4.2	Klasifikasi Sinyal 2 Kelas Model LSTM	32
4.2.1	Klasifikasi Model 1 LSTM	35
4.2.2	Klasifikasi Model 2 LSTM	37
4.2.3	Klasifikasi Model 3 LSTM	38
4.3	Hasil Keseluruhan Klasifikasi Sinyal 2 kelas LSTM.....	40
4.4	Klasifikasi Sinyal 3 Kelas Model LSTM	41
4.4.1	Klasifikasi Model 4 LSTM	41
4.4.2	Klasifikasi Model 5 LSTM	43
4.4.3	Klasifikasi Model 6 LSTM	44
4.5	Hasil Keseluruhan Klasifikasi Sinyal 3 kelas LSTM.....	45
4.6	Pengujian Model LSTM 3 Kelas Dengan Data <i>Unseen MIT-BIH Arrhythmia</i> Dan <i>Fantasia Database</i>	46
BAB V KESIMPULAN		48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.3	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA		49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 (A) Sinyal Normal (B) Sinyal AF [7]	6
Gambar 2. 2 Sinyal Elektrokardiogram Normal [15].....	8
Gambar 2. 3 Arsitektur RNN [28].....	10
Gambar 2. 4 <i>Gate</i> blok LSTM [29].....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	15
Gambar 3. 2 Diagram alir pra-pengolahan data	18
Gambar 3. 3 Perbandingan sinyal AF sebelum dan sesudah DWT	20
Gambar 3. 4 Perbandingan sinyal Non AF sebelum dan sesudah DWT	21
Gambar 3. 5 Perbandingan sinyal Normal sebelum dan sesudah DWT	22
Gambar 3. 6 Perbandingan sinyal AF hasil DWT dan normalisasi	22
Gambar 3. 7 Perbandingan sinyal Non AF hasil DWT dan normalisasi	23
Gambar 3. 8 Perbandingan sinyal Non AF hasil DWT dan normalisasi.	24
Gambar 3. 9 Segmentasi AF dengan <i>window size</i> 5,10,15 detik	25
Gambar 3. 10 Segmentasi Non AF dengan <i>window size</i> 5,10,15 detik	26
Gambar 3. 11 Segmentasi Normal dengan <i>window size</i> 5,10,15 detik.	27
Gambar 4. 1 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> pada model 1	35
Gambar 4. 2 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> pada model 2	37
Gambar 4. 3 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> pada model 3	39
Gambar 4. 4 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> 5 detik pada model 4	42
Gambar 4. 5 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> 10 detik pada model 5	43
Gambar 4. 6 Grafik untuk akurasi dan <i>loss</i> 10 detik pada model 5	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel <i>Confusion Matrix</i>	11
Tabel 3. 1 Profil dataset umum	16
Tabel 3. 2 Daftar kelas dataset	17
Tabel 3. 3 Jenis kelas dan label	17
Tabel 3. 4 Nilai rata-rata tertinggi SNR sinyal normal dan AF	19
Tabel 3. 5 Parameter umum model RNN	28
Tabel 3. 6 Tuning parameter	28
Tabel 3. 7 Rincian model hasil kombinasi parameter yang akan dituning	29
Tabel 4. 1 Hasil tuning parameter	32
Tabel 4. 2 Model pada klasifikasi 2 kelas	35
Tabel 4. 3 Data latih CM pada model 1 LSTM	36
Tabel 4. 4 Data uji CM pada model 1 LSTM	36
Tabel 4. 5 Hasil kinerja data latih pada model 1	36
Tabel 4. 6 Hasil kinerja data uji pada model 1	36
Tabel 4. 7 Data latih CM pada model 2 LSTM	37
Tabel 4. 8 Data uji CM pada model 2 LSTM	37
Tabel 4. 9 Hasil kinerja data latih pada model 2	38
Tabel 4. 10 Hasil kinerja data latih pada model 2	38
Tabel 4. 11 Data latih CM pada model 3 LSTM	39
Tabel 4. 12 Data uji CM pada model 3 LSTM	39
Tabel 4. 13 Hasil kinerja data latih pada model 3	40
Tabel 4. 14 Hasil kinerja data uji pada model 3	40
Tabel 4. 15 Hasil keseluruhan klasifikasi sinyal 2 kelas LSTM	40
Tabel 4. 16 Model pada klasifikasi 3 kelas	41
Tabel 4. 17 Hasil klasifikasi untuk 3 kelas LSTM	41
Tabel 4. 18 CM pada model 4	42
Tabel 4. 19 Hasil kinerja pada model 4	42
Tabel 4. 20 CM pada model 5	43
Tabel 4. 21 Hasil kinerja pada model 5	44
Tabel 4. 22 CM pada model 6	45

Tabel 4. 23 Hasil kinerja pada model 6.....	45
Tabel 4. 24 Hasil keseluruhan klasifikasi sinyal 3 kelas LSTM	46
Tabel 4. 25 Matriks konfusi uji <i>unseen</i> pada model 4	46
Tabel 4. 26 Hasil kinerja uji unseen pada model 4	47

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Form Revisi Ujian Sidang Tugas Akhir II

LAMPIRAN 2. Hasil Pengecekan Plagiat *Software Authenticate*/Turnitin

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Atrial Fibrillation (AF) merupakan gangguan jantung yang terjadi karena detak jantung yang tidak teratur [1]. Penyakit ini adalah salah satu jenis kelainan jantung irama yang dapat menyebabkan stroke atau serangan jantung [2] dan paling banyak diderita oleh kalangan orangtua [3]. Penyakit ini menyerang sekitar 0,4% populasi orang dewasa dan seiring bertambahnya usia. Kurang dari 1% dari populasi di bawah usia 60 tahun terpengaruh, dan lebih dari 6% di atas usia 80 tahun terpengaruh [4].

Untuk deteksi AF biasanya didiagnosis secara visual pemeriksaan sinyal elektrokardiogram (EKG) oleh fisioterapis terlatih [5]. Elektrokardiografi (EKG) merupakan alat diagnostik yang dapat digunakan untuk memeriksa fungsi jantung pada manusia [1]. Elektrokardiografi sangat berperan penting dalam bidang medis karena dapat merekam aktivitas kelistrikan jantung sehingga bisa mendeteksi adanya kelainan pada jantung manusia [6]. Dalam pengukuran elektrokardiogram (EKG) bisa dilakukan ditempat duduk atau direkam dalam jangka waktu yang lama misalnya selama 24 jam (pemantauan Holter) [4].

Secara umum, bentuk gelombang elektrokardiogram (EKG) normal terdiri dari gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T. Namun berbeda dalam gelombang sinyal elektrokardiogram (EKG) AF, gelombang P tidak ada melainkan diganti dengan gelombang fibrilasi dan tidak konsisten serta interval RR sama sekali tidak teratur. Meskipun demikian kompleks QRS masih ada [7]. Dalam gelombang EKG gelombang P mewakili depolarisasi atrium, gelombang T melambangkan repolarisasi proses dua ventrikel, dan untuk gelombang QRS melambangkan kontraksi ventrikel kiri dan depolarisasi [8]. Dalam membaca dan mengidentifikasi sinyal EKG dibutuhkan waktu yang tidak sedikit untuk memeriksa sinyal EKG secara visual dan juga dibutuhkan keahlian dan pengetahuan terlatih agar bisa menjelaskan EKG secara akurat [9].

Dalam penelitian kali ini diperlukan metode untuk pendeteksian *Atrial Fibrillation* secara otomatis dan akurat. Dan salah satu metode yang digunakan adalah metode *deep learning*. *Deep Learning* merupakan suatu metode pembelajaran mesin yang memungkinkan komputasi dalam level abstraksi bertingkat. Metode deteksi berbasis *deep learning* (DL) banyak dipakai untuk mengekstraksi fitur secara klasifikasi maupun otomatis di berbagai domain. Dan dalam hal ini salah satu metode *deep learning* yang dipakai dalam penelitian ini yaitu metode *Recurrent Neural Networks* atau biasanya disebut RNN dengan menggunakan arsitektur *Long Short-Term Memory* atau biasa disebut LSTM. RNN dengan arsitektur LSTM cocok digunakan dalam memproses sinyal EKG yaitu yang berhubungan dengan data sekuensial [10]. Maka dari itu metode RNN sangat baik digunakan untuk meningkatkan nilai performa data sekuensial.

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Berikut ini adalah tujuan dari penelitian kali ini yang terdiri dari :

1. Membangun model LSTM terhadap klasifikasi sinyal EKG Normal, AF dan Non AF.
2. Menganalisis hasil performa model dalam klasifikasi sinyal EKG normal, AF, dan Non AF menggunakan RNN dengan arsitektur LSTM berdasarkan ritme.

1.2.2 Manfaat

Berikut ini adalah manfaat dari penelitian kali ini yang terdiri dari :

1. Menjadi referensi untuk ahli kardiologi dalam mendiagnosis penyakit AF
2. Dapat merancang dan mengerti kinerja dari arsitektur *Long Short-Term Memory* (LSTM)

1.3 Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana membuat model RNN-LSTM dalam mengklasifikasi sinyal elektrokardiogram secara akurat?
2. Bagaimana performa metode RNN-LSTM dalam klasifikasi sinyal Normal, AF, Non AF berdasarkan ritme?

1.3.2 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah dari penelitian kali ini yang terdiri dari :

1. Hanya menggunakan simulasi program dengan bahasa pemrograman *Python*.
2. Penelitian ini menggunakan data dari *MIT-BIH Arrhythmia Database*, *MIT-BIH Atrial Fibrillation*, dan *Fantasia Database*.
3. Hanya melakukan klasifikasi sinyal elektrokardiogram Normal, AF, Non AF.

1.4 Metodologi Penelitian

Berikut adalah metodologi dalam penelitian kali ini yang terdiri dari :

1.4.1 Tahap Pertama (Persiapan Data)

Dalam tahap persiapan data dilakukan analisis dan pemahaman terhadap data yang dipakai pada penelitian ini. Data tersebut di ambil dari situs *physionet*.

1.4.2 Tahap Kedua (Pra-Pengolahan Data)

Tahap selanjutnya yaitu Pra-pengolahan data dimana dalam tahap ini data sinyal dibersihkan dari sinyal *noise* menggunakan *Discrete Wavelet Transform*, lalu dilakukan normalisasi, kemudian segmentasi dengan tujuan agar data sinyal lebih baik sehingga dapat di proses ke tahap selanjutnya.

1.4.3 Tahap Ketiga (Data Latih dan Data Uji)

Setelah melalui proses pra-pengolahan data, selanjutnya data tersebut akan dibagi menjadi data latih dan data uji.

1.4.4 Tahap Keempat (Klasifikasi)

Tahap keempat yaitu mengklasifikasi sinyal elektrokardiogram dengan metode RNN-LSTM terhadap sinyal Normal, AF, Non AF.

1.4.5 Tahap Kelima (Analisa dan Kesimpulan)

Tahap terakhir yaitu melakukan analisa performa dari setiap model sehingga dapat ditarik kesimpulan dari hasil analisa tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian kali ini yaitu terdiri dari :

BAB I – PENDAHULUAN

Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang penelitian, tujuan dan juga manfaat, perumusan masalah dan batasan masalahnya apa saja, metode yang digunakan dalam penelitian ini, dan bagaimana sistematika penulisan penelitian ini.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab tinjauan pustaka berisi tentang penjelasan konsep atau dasar teori apa saja yang mendukung dalam menyelesaikan masalah pada penelitian ini.

BAB III – METODOLOGI PENELITIAN

Bab metodologi penelitian ini membahas mengenai bagaimana proses alur penelitian ini, metode apa yang digunakan dan bagaimana teknikny.

BAB IV – HASIL DAN ANALISIS

Bab keempat berisi tentang hasil dan analisis penelitian terhadap dari berbagai model parameter yang telah dilakukan.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir yaitu kesimpulan dan saran berisi tentang bagaimana kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan juga saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Annavarapu, S. Borra, and P. Kora, "ECG signal dimensionality reduction-based atrial fibrillation detection," in *Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics*, 2018.
- [2] R. Banerjee, A. Ghose, and S. Khandelwal, "A novel recurrent neural network architecture for classification of atrial fibrillation using single-lead ECG," *Eur. Signal Process. Conf.*, vol. 2019-Septe, pp. 1–5, 2019, doi: 10.23919/EUSIPCO.2019.8902936.
- [3] X. Fan, Q. Yao, Y. Cai, F. Miao, F. Sun, and Y. Li, "Multiscaled Fusion of Deep Convolutional Neural Networks for Screening Atrial Fibrillation from Single Lead Short ECG Recordings," *IEEE J. Biomed. Heal. Informatics*, 2018, doi: 10.1109/JBHI.2018.2858789.
- [4] O. Faust, A. Shenfield, M. Kareem, T. R. San, H. Fujita, and U. R. Acharya, "Automated detection of atrial fibrillation using long short-term memory network with RR interval signals," *Comput. Biol. Med.*, 2018, doi: 10.1016/j.combiomed.2018.07.001.
- [5] J. Wang, P. Wang, and S. Wang, "Automated detection of atrial fibrillation in ECG signals based on wavelet packet transform and correlation function of random process," *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 55, p. 101662, 2020, doi: 10.1016/j.bspc.2019.101662.
- [6] M. Hammad, S. Zhang, and K. Wang, "A novel two-dimensional ECG feature extraction and classification algorithm based on convolution neural network for human authentication," *Futur. Gener. Comput. Syst.*, 2019, doi: 10.1016/j.future.2019.06.008.
- [7] Y. Hagiwara *et al.*, "Computer-aided diagnosis of atrial fibrillation based on ECG Signals: A review," *Inf. Sci. (Ny)*, 2018, doi: 10.1016/j.ins.2018.07.063.
- [8] M. Limam and F. Precioso, "Atrial fibrillation detection and ECG

- classification based on convolutional recurrent neural network,” 2017, doi: 10.22489/CinC.2017.171-325.
- [9] Y. Xia, N. Wulan, K. Wang, and H. Zhang, “Detecting atrial fibrillation by deep convolutional neural networks,” *Comput. Biol. Med.*, 2018, doi: 10.1016/j.compbiomed.2017.12.007.
- [10] E. Messner, M. Zöhrer, and F. Pernkopf, “Heart sound segmentation - An event detection approach using deep recurrent neural networks,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, 2018, doi: 10.1109/TBME.2018.2843258.
- [11] S. Nurmaini, A. Edo, and A. Darmawahyuni, “Robust detection of atrial fibrillation from short-term electrocardiogram using convolutional neural networks,” *Futur. Gener. Comput. Syst.*, vol. 113, pp. 304–317, 2020, doi: 10.1016/j.future.2020.07.021.
- [12] S. M. Isa, W. Jatmiko, and M. Arymurthy, “Chapter 5 Kompresi Sinyal Fisiologis (Studi Kasus : Sinyal Elektrokardiogram),” in *Studi Kasus Sinyal Elektrokardiogram*, 2016.
- [13] R. F. Hassan and S. A. Shaker, “ECG Signal De-Noiseing and Feature Extraction using Discrete Wavelet Transform,” *Int. J. Eng. Trends Technol.*, 2018, doi: 10.14445/22315381/ijett-v63p206.
- [14] K. Antczak, “Deep Recurrent Neural Networks for ECG Signal Denoising,” pp. 1–8, 2018, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1807.11551>.
- [15] H. Abrishami, M. Campbell, and R. Czošek, “Supervised ECG Interval Segmentation Using LSTM Neural Network,” *Int. Conf. Bioinforma. Comput. Biol. BIOCAMP'18*, 2018.
- [16] S. Nurmaini, P. R. Umi, R. M. Naufal, and A. Gani, “Cardiac arrhythmias classification using Deep Neural Networks and principle component analysis algorithm,” *Int. J. Adv. Soft Comput. its Appl.*, 2018.
- [17] R. N. Costandy, S. M. Gasser, M. S. El-Mahallawy, M. W. Fakhri, and S. Y.

- Marzouk, “P-Wave detection using a fully convolutional neural network in electrocardiogram images,” *Appl. Sci.*, 2020, doi: 10.3390/app10030976.
- [18] T. B. Garcia, *12-lead ECG: The art of interpretation*. Jones & Bartlett Publishers, 2013.
- [19] R. M. Soleh, A. Rizal, and R. Magdalena, “Denoising Rekaman Sinyal elektrokardiogram (EKG) Menggunakan Algoritma Iterative Threshold Pada Subband Wavelet,” *Semin. Nas. Apl. Sains dan Teknol. 2008*, 2008.
- [20] A. Darmawahyuni, S. Nurmaini, M. Yuwandini, M. N. Rachmatullah, F. Firdaus, and B. Tutuko, “Informatics in Medicine Unlocked Congestive heart failure waveform classification based on short time-step analysis with recurrent network,” *Informatics Med. Unlocked*, vol. 21, p. 100441, 2020, doi: 10.1016/j.imu.2020.100441.
- [21] P. Karthikeyan, M. Murugappan, and S. Yaacob, “ECG signal denoising using wavelet thresholding techniques in human stress assessment,” *Int. J. Electr. Eng. Informatics*, 2012, doi: 10.15676/ijeei.2012.4.2.9.
- [22] R. S. Andersen, A. Peimankar, and S. Puthusserypady, “A deep learning approach for real-time detection of atrial fibrillation,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 115, pp. 465–473, 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2018.08.011.
- [23] Ö. Yildirim, P. Pławiak, R. S. Tan, and U. R. Acharya, “Arrhythmia detection using deep convolutional neural network with long duration ECG signals,” *Comput. Biol. Med.*, 2018, doi: 10.1016/j.combiomed.2018.09.009.
- [24] S. Savalia and V. Emamian, “Cardiac arrhythmia classification by multi-layer perceptron and convolution neural networks,” *Bioengineering*, vol. 5, no. 2, p. 35, 2018.
- [25] G. Sayantan, P. T. Kien, and K. V. Kadambari, “Classification of ECG beats using deep belief network and active learning,” *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 56, no. 10, pp. 1887–1898, 2018.

- [26] P. Cao *et al.*, “Biomedical Signal Processing and Control A novel data augmentation method to enhance deep neural networks for detection of atrial fibrillation,” *Biomed. Signal Process. Control*, vol. 56, p. 101675, 2020, doi: 10.1016/j.bspc.2019.101675.
- [27] J. A. Bullinaria, “Recurrent neural networks,” *Neural Comput. Lect.*, vol. 12, 2013.
- [28] R. Khoirani and S. Nurmaini, “KLASIFIKASI PENYAKIT JANTUNG ATRIAL FIBRILLATION (AF) DENGAN MENGGUNAKAN METODE RECURRENT NEURAL NETWORK (RNN) PADA KASUS MULTICLASS,” 2019.
- [29] Ö. Yildirim, “A novel wavelet sequences based on deep bidirectional LSTM network model for ECG signal classification,” *Comput. Biol. Med.*, 2018, doi: 10.1016/j.compbimed.2018.03.016.
- [30] F. M. Bianchi, E. Maiorino, M. C. Kampffmeyer, A. Rizzi, and R. Jenssen, “Recurrent neural network architectures,” in *SpringerBriefs in Computer Science*, 2017.
- [31] S. Singh, S. K. Pandey, U. Pawar, and R. R. Janghel, “Classification of ECG Arrhythmia using Recurrent Neural Networks,” 2018, doi: 10.1016/j.procs.2018.05.045.
- [32] G. S. Chadha, A. Panambilly, A. Schwung, and S. X. Ding, “Bidirectional deep recurrent neural networks for process fault classification,” *ISA Trans.*, 2020, doi: 10.1016/j.isatra.2020.07.011.
- [33] K. Kim, “Arrhythmia Classification in Multi-Channel ECG Signals Using Deep Neural Networks,” 2018.