

**PERANCANGAN SISTEM DETEKSI ST-ELEVASI
PADA SINYAL EKG MENGGUNAKAN METODE
*LONG SHORT-TERM MEMORY***

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

MUHAMMAD AMIR HAMZAH

09011381621107

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

HALAMAN PENGESAHAN

**PERANCANGAN SISTEM DETEKSI ST-ELEVASI PADA
SINYAL EKG MENGGUNAKAN METODE *LONG SHORT-
TERM MEMORY***

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh :

MUHAMMAD AMIR HAMZAH
09011381621107

Palembang, Januari 2021


Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer,

Pembimbing Tugas Akhir,



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 19661203200641001


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

HALAMAN PERSETUJUAN

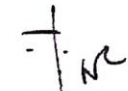
Telah diuji dan lulus pada:

Hari : Senin

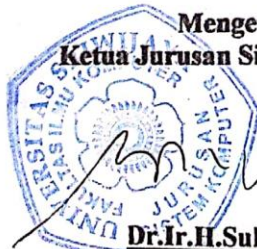
Tanggal : 11 Januari 2021

Tim Penguji :

1. Ketua : Ahmad Zarkasi, M.T.
2. Sekretaris : Aditya Putra Perdana P, M.T.
3. Penguji : Firdaus, M.Kom.
4. Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer




Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 19661203200641001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Amir Hamzah

NIM : 09011381621107

Judul : Perancangan Sistem Deteksi ST-Elevasi Pada Sinyal EKG
Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory*

Hasil pengecekan *Software Turnitin* : 6%

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



Palembang, Januari 2021



Muhammad Amir Hamzah

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji beserta syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, dan hidayah-Nya yang sangat besar dan tidak pernah berhenti kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **“Perancangan Sistem Deteksi ST-Elevasi Pada Sinyal EKG Menggunakan Metode *Long Short-Term Memory*”**.

Pada kesempatan kali ini, penulis banyak mendapatkan ide dan saran serta bantuan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis dengan hati yang tulus mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Orang tua saya tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih sayang. Terimakasih untuk segala dukungan baik material maupun doa, serta motivasi selama ini.
2. Kakak yang selalu mensupport penulis dengan dukungan yang sangat dibutuhkan oleh penulis.
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 Pembimbing Tugas Akhir Penulis.
6. Bapak Ahmad Fali Oklilas, M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.

7. Kak Muhammad Naufal, Kak Vicko Bhayyu, Mbak Annisa Darmawahyuni dan semua teman-teman yang tergabung dalam grup riset citra ISYSRG BATCH II yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat.
8. Muhammad Ikhsan, Mohammad Cahyadi, Ahmad Yusuf Aditama sebagai teman yang banyak membantu penulis dalam hal nasihat dan menemani penulis dari awal perkuliahan.
9. Febby Nurherliza sebagai teman hidup serta seperjuangan untuk membahas tema yang penulis pilih.
10. Teman - teman dari Jurusan Sistem Komputer yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Khususnya seluruh teman-teman dari kelas SKu16A Palembang.

Penulis menyadari bahwa Proposal ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik lagi dikemudian hari.

Akhir kata dengan segala keterbatasan, penulis berharap semoga laporan ini menghasilkan sesuatu yang bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Palembang, Januari 2021
Penulis,

Muhammad Amir Hamzah
NIM. 09011281621032

ST-Elevation Detection System for ECG Signals Using the Long Short-Term Memory Method

Muhammad Amir Hamzah (09011381621107)

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

Email : amrhamzah2504@gmail.com

Abstract

The heart signal is taken from the electric current that is generated or called an electrocardiogram. This electrocardiogram is useful for doctors to find out heart defects in patients. One of the heart defects is myocardial Infarction. Myocardial Infarction has symptoms such as fatigue, chest tightness and even death. Myocardial infarction is caused because blood flow to the heart does not flow so that the heart stops beating. ST-elevation is one of the causes of Myocardial Infarction. ST-Elevation comes from the ST segment on the electrocardiogram signal. This ST-elevation can be detected based on the amplitude of the electrocardiogram signal. The ST segment is compared to the PR segment if the ST segment exceeds 0.1mV against the PR segment, it can be said that the ST-elevation in the signal This study uses the Long Short-Term Memory method. The QT Database is the database in this study and only takes the "MIT-BIH ST-Change" database and the "European ST-T" as the focus of ST-Elevation detection. There are 4 class classifications of waves, namely P Wave, Complex QRS, T Wave and No Wave. This study succeeded in conducting the classification stage of the wave class. This method produces 98.595% accuracy, 96.76% sensitivity, 98.63% specificity, 97.03% precision, 96.9% F1-score.

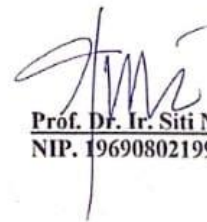
Keywords : *Myocardial Infarction, ST-Change, ST-Elevation, Long Short-Term Memory.*

Acknowledged By,

The Head of Computer Systems Department Final Project Advisor



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



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

**Perancangan Sistem Deteksi ST-Elevasi Pada Sinyal EKG Menggunakan
Metode *Long Short-Term Memory***

Muhammad Amir Hamzah (09011381621107)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : amrhamzah2504@gmail.com


Abstrak

Sinyal jantung diambil dari aliran listrik yang dihasilkan atau disebut Elektrokardiogram. Elektrokardiogram ini berguna untuk para dokter untuk mengetahui kelainan jantung yang terhadap pasien. Salah satu kelainan jantung yaitu Infark Miokard. Infark Miokard ini mempunyai gejala seperti mudah lelah, dada terasa sesak bahkan kematian. Infark Miokard disebabkan karena aliran darah menuju jantung tidak mengalir sehingga jantung berhenti berdetak. ST-Elevasi merupakan salah satu penyebab dari penyakit Infark Miokard. ST-Elevasi berasal dari Segmen ST pada sinyal Elektrokardiogram. ST-Elevasi ini bisa dideteksi berdasarkan amplitude sinyal Elektrokardiogram tersebut. Segmen ST dibandingkan dengan Segmen PR jika Segmen ST melebihi 0.1mV terhadap Segmen PR, maka dapat dikatakan ST-Elevasi pada sinyal Penelitian ini menggunakan metode Long Short-Term Memory. QT Database sebagai basis data pada penelitian ini dan hanya mengambil basis data "MIT-BIH ST-Change" dan "European ST-T" sebagai fokus deteksi ST-Elevasi. Klasifikasi kelas gelombang sebanyak 4 kelas yaitu Gelombang P, QRS Kompleks, Gelombang T dan *No Wave*. Penelitian ini berhasil melakukan tahap klasifikasi kelas gelombang. Metode ini menghasilkan akurais 98.595%, sensitivitas 96.76%, spesifisitas 98.63%, presisi 97.03%, F1-score 96.9%.


Kata Kunci : *Myocardial Infarction, ST-Change, ST-Elevation, Long Short-Term Memory.*

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer,


Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.
NIP. 19661203200641001

Pembimbing Tugas Akhir,


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

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
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 Metode Studi Pustaka dan Literatur	3
1.4.2 Metode Konsultasi	3
1.4.3 Metode Pembuatan Model	4
1.4.4 Metode Pengujian dan Validasi	4
1.4.5 Model Hasil dan Analisa	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Sinyal EKG	6
2.2 Basis Data	7
2.3 ST-Elevasi	9

2.4 Infark Miokard	9
2.5 <i>Discrete Wavelet Transform</i>	10
2.6 <i>Artificial Neural Network</i>	12
2.7 <i>Recurrent Neural Network</i>	17
2.8 <i>Long Short Term Memory</i>	20
2.9 Matriks Konfusi	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Kerja Penelitian	24
3.2 Persiapan Data.....	26
3.3 Pra-Pemrosesan Data	26
3.3.1 <i>Denoising</i>	27
3.4 Klasifikasi P-QRS-T dan <i>No Wave</i> (LSTM).....	30
3.5 Segmentasi Segmen PR dan Segmen ST	34
3.6 Deteksi ST-Elevasi.....	34
3.7 Validasi	36

BAB IV HASIL DAN ANALISA SEMENTARA

4.1 Hasil <i>Denoising</i> menggunakan DWT	37
4.2 Hasil Klasifikasi Gelombang Sinyal EKG.....	38
4.2.1 Hasil Perbandingan 4 Model Arsitektur Bi-LSTM Per-kelas	39
4.2.1.1 Arsitektur Bi-LSTM Model 1	39
4.2.1.2 Arsitektur Bi-LSTM Model 2	42
4.2.1.3 Arsitektur Bi-LSTM Model 3	45
4.2.1.4 Arsitektur Bi-LSTM Model 4	48
4.2.2 Hasil Pengujian Model terbaik Terhadap Data <i>Expert</i>	51
4.2.2.1 Perbandingan Hasil <i>Training</i>	52
4.2.2.2 Perbandingan Hasil <i>Testing</i>	52
4.2.2.3 Perbandingan Grafik	53
4.2.2.4 Perbandingan Matriks Konfusi	54
4.2.2.5 Perbandingan Sinyal EKG	55
4.3 Hasil Segmentasi Segmen PR dan Segmen ST	56
4.4 Hasil Deteksi ST-Elevasi	57

4.5 Analisa.....	69
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	71
DAFTAR PUSTAKA	73
JADWAL PENELITIAN.....	77

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sinyal EKG.....	6
Gambar 2.2 Perbandingan ST-Normal dengan ST-Elevasi.....	9
Gambar 2.3 Dekomposisi Sinyal EKG.....	11
Gambar 2.4 Rekontruksi Ulang Sinyal Hasil Dekomposisi	12
Gambar 2.5 Keluarga <i>Wavelet</i>	12
Gambar 2.6 <i>Artificial Neural Network</i>	13
Gambar 2.7 Proses <i>Neural Network</i>	13
Gambar 2.8 <i>Single Layer</i>	15
Gambar 2.9 <i>Multi Layer</i>	16
Gambar 2.10 <i>Recurrent Network Layer</i>	16
Gambar 2.11 <i>Recurrent Neural Network</i>	17
Gambar 2.12 <i>Unfolded Network Forward</i>	18
Gambar 2.13 <i>Unfolded Network Backward</i>	18
Gambar 2.14 <i>Backpropagation Refresher</i>	29
Gambar 2.15 Arsitektur RNN.....	20
Gambar 2.16 Sel RNN.....	20
Gambar 2.17 Sel LSTM.....	21
Gambar 2.18 <i>Forward Pass LSTM</i>	22
Gambar 2.19 Matriks Konfusi <i>Multiclass</i>	23
Gambar 3.1 Alur Kerangka Kerja.....	25
Gambar 3.2 Perbandingan Sinyal EKG Sebelum DWT dan Sesudah DWT.....	27
Gambar 3.3 Hasil DWT dari beberapa Keluarga <i>Wavelet</i>	28
Gambar 3.4 <i>Flowchart DWT</i>	30
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Klasifikasi Gelombang P,QRS Kompleks, Gelombang T dan <i>No Wave</i>	32
Gambar 3.6 <i>Flowchart LSTM</i>	33
Gambar 3.7 <i>Flowchart</i> Segmentasi Segmen PR dan Segmen ST	34
Gambar 3.8 <i>Flowchart</i> Deteksi ST-Elevasi.....	35
Gambar 4.1 Perbandingan Sinyal EKG Mentah dengan Sinyal EKG Hasil DWT	37

Gambar 4.2 Hasil Klasifikasi Gelombang pada Sinyal EKG.....	38
Gambar 4.3 Grafik Hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 1.....	40
Gambar 4.4 PR- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 1	41
Gambar 4.5 ROC- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 1	41
Gambar 4.6 Grafik Hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 2.....	43
Gambar 4.7 PR- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 2	44
Gambar 4.8 ROC- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 2.....	44
Gambar 4.9 Grafik Hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 3.....	46
Gambar 4.10 PR- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 3	47
Gambar 4.11 ROC- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 3.....	47
Gambar 4.12 Grafik Hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 4.....	49
Gambar 4.13 PR- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 4	50
Gambar 4.14 ROC- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 4.....	50
Gambar 4.15 Grafik Hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Model terbaik Basis Data “ST- Change” dan “European ST-T”	54
Gambar 4.16 Grafik hasil <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Model terbaik dengan Data <i>Expert</i>	54
Gambar 4.17 Perbandingan Hasil Klasifikasi Gelombang terhadap Sinyal EKG <i>expert</i> dengan <i>ecgpuwave</i>	56
Gambar 4.18 Hasil Segmentasi dari gelombang sinyal EKG.....	57
Gambar 4.19 ROC- <i>Curve</i> Bi-LSTM Model 4.....	69

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Rekaman-rekaman pada basis data QT Database.....	7
Tabel 2.2 Data sinyal pada basis data QT Database.....	8
Tabel 2.3 Fungsi Aktivasi	13
Tabel 2.4 Persamaan pada Matriks Konfusi <i>Multiclass</i>	23
Tabel 3.1 Rekaman Basis Data yang digunakan	26
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan SNR Berdasarkan 4 Fungsi <i>Wavelet</i>	29
Tabel 3.3 Label Kelas Gelombang	31
Tabel 3.4 4 Model Arsitektur LSTM.....	33
Tabel 4.1 Perbandingan Nilai Amplitudo Sinyal EKG Mentah dengan Sinyal EKG Hasil DWT	38
Tabel 4.2 Hasil <i>Training</i> Model 1	40
Tabel 4.3 Hasil <i>Testing</i> Model 1	40
Tabel 4.4 Matriks Konfusi <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 1.....	42
Tabel 4.5 Hasil <i>Training</i> Model 2	42
Tabel 4.6 Hasil <i>Testing</i> Model 2	43
Tabel 4.7 Matriks Konfusi <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 2.....	45
Tabel 4.8 Hasil <i>Training</i> Model 3	45
Tabel 4.9 Hasil <i>Testing</i> Model 3	46
Tabel 4.10 Matriks Konfusi <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 3.....	48
Tabel 4.11 Hasil <i>Training</i> Model 4	48
Tabel 4.12 Hasil <i>Testing</i> Model 4	49
Tabel 4.13 Matriks Konfusi <i>Training</i> dan <i>Testing</i> Bi-LSTM Model 4.....	51
Tabel 4.14 Hasil <i>Training</i> Model terbaik dengan Basis Data “ST-Change” dan “European ST-T”	52
Tabel 4.15 Hasil <i>Training</i> Model terbaik dengan Data <i>Expert</i>	52
Tabel 4.16 Hasil <i>Testing</i> Model terbaik dengan Basis Data “ST-Change” dan “European ST-T”	53
Tabel 4.17 Hasil <i>Testing</i> Model terbaik dengan Data <i>Expert</i>	53

Tabel 4.18 Matriks Konfusi Model terbaik Basis Data “ST-Change” dan “European ST-T”	55
Tabel 4.19 Matriks Konfusi Model terbaik dengan Data <i>Expert</i>	55
Tabel 4.20 <i>Sample</i> hasil deteksi ST-Elevasi pada <i>beat</i> ke-5801 hingga 6000 pada label anotasi <i>ecgpuwave</i>	58
Tabel 4.21 <i>Sample</i> hasil deteksi ST-Elevasi pada <i>beat</i> ke-5801 hingga 6000 pada label anotasi hasil prediksi dari klasifikasi LSTM.....	63
Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Deteksi ST-Elevasi.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran – Form Perbaikan, Hasil Pengecekan Plagiat, Hasil Suliet, Bebas Bayaran, Bebas Pustaka

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penyakit jantung adalah penyakit yang paling mematikan di seluruh dunia, hampir 8 juta korban kematian disebabkan oleh penyakit ini tiap tahunnya dan umum ditemui pada lansia atau dikarenakan faktor umur yang sudah tua [1]. Penyakit jantung memiliki banyak kelainan salah satunya Infark Miokard. Infark Miokard adalah gejala serangan jantung diakibatkan oleh darah yang tidak mengalir ke jantung sehingga jantung tidak mendapatkan suplai oksigen yang cukup. Jantung yang tidak mendapatkan suplai oksigen yang cukup dapat menimbulkan gejala-gejala seperti (kelelahan, nafas terasa sesak, dan dada terasa sakit) [1]. Infark Miokard dapat dideteksi melalui sinyal EKG, Infark Miokard dapat dideteksi jika terdapat perubahan pada segmen ST yang amplitudonya lebih tinggi dari biasanya (sinyal EKG normal) atau disebut ST-Elevasi [1], [2]. ST-Elevasi pernah dideteksi menggunakan pembelajaran mesin konvensional seperti *Hidden Markov Model* (HMM) [3] dan juga metode *Neural Network* (NN) seperti *Convolutional Neural Network* (CNN) [2]. Metode yang telah digunakan menghasilkan nilai akurasi yang belum memuaskan seperti 95% pada metode HMM [3] dan 89.6% pada metode CNN [2]. Metode tersebut masih menghasilkan eror yang banyak sehingga metode pendeteksian ST-Elevasi ini masih dikembangkan agar tercapainya akurasi yang tinggi dengan tingkat eror yang sangat rendah. Metode konvensional dan *Neural Network* yang telah disebutkan sudah membuktikan bahwa ST-Elevasi dapat dideteksi meskipun nilai akurasi yang dihasilkan rendah dan eror yang tinggi akan tetapi tidak menutup kemungkinan jika kedua metode tersebut masih bisa dikembangkan, sehingga pada penelitian ini akan mencoba menerapkan metode *Neural Network* yaitu *Long Short Term Memory* (LSTM) yang berupa metode pengembangan dari *Recurrent Neural Network* (RNN).

RNN adalah metode *Neural Network* yang bisa digunakan pada data yang bersifat sekuensial seperti data sinyal EKG pada umumnya. RNN mempunyai

pengembangan metode sendiri salah satunya LSTM. LSTM inilah yang akan meningkatkan performa dari RNN yang telah disebutkan sehingga data sekuensial dengan jumlah yang tidak terbatas akan mudah dibaca dan dideteksi pada penelitian ini. Pendeteksian ST-Elevasi yang telah disebutkan masih sebatas simulasi dengan mengambil *dataset* dari basis data QT Database, QT Database bisa digunakan dalam penelitian ini dikarenakan mempunyai data sekuensial seperti data Sinyal EKG pada umumnya dan terdapat *dataset* dari pasien yang terkena ST-Elevasi, maka dari itu QT Database digunakan pada penelitian ini dengan metode LSTM [4].

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Melakukan Pra-pemrosesan data sinyal EKG menggunakan *discrete wavelet transform* serta klasifikasi gelombang P, QRS kompleks, gelombang T dan *No Wave* dari sinyal EKG.
2. Menguji model Bi-LSTM yang telah melakukan klasifikasi dengan LSTM, lalu mengambil model terbaik dan diuji dengan data *expert*.
3. Membuat sistem deteksi ST-Elevasi berdasarkan algoritma dari penelitian sebelumnya.

1.2.2 Manfaat

Manfaat dari penulisan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Menambah wawasan terhadap ilmu pengetahuan mengenai *Machine Learning, Deep Learning* dan Pra-pemrosan data.
2. Mempelajari sedikit ilmu tentang dunia kesehatan sebagai *computer engineer*.
3. Sebagai bahan acuan untuk penelitian yang ingin dilanjutkan.

1.3 Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1 Perumusan Masalah

Berikut perumusan masalah yang didapat pada penelitian ini adalah :

1. Apa basis data yang akan digunakan pada penelitian ini?
2. Apakah pra-pemrosesan data sinyal EKG sudah benar?
3. Bagaimana ST-Elevasi dapat dideteksi melalui data sinyal EKG sekuensial?

1.3.2 Batasan Masalah

Berikut batasan masalah dalam pembuatan model deteksi ST-Elevasi pada penelitian ini adalah:

1. Sistem pemodelan deteksi ST-Elevasi hanya sebatas simulasi program menggunakan aplikasi *spyder* dengan bahasa pemrograman *python*.
2. *Dataset* yang digunakan berupa data sinyal EKG yang diambil dari basis data publik Physionet yaitu, QT Database.
3. Metode pendeteksian yang akan digunakan adalah LSTM dengan arsitektur Bi-LSTM berupa metode lanjut dari RNN, dikarenakan *dataset* yang digunakan berupa sinyal EKG secara sekuensial maka metode pendeteksian ini sesuai untuk digunakan pada penelitian ini.

1.4 Metodologi Penelitian

Pada Tugas Akhir ini, metodologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

1.4.1 Metode Studi Pustaka dan Literatur

Pada metode ini, dilakukan pencarian dan pengumpulan referensi berupa literatur yang terdapat pada buku dan internet mengenai Tugas Akhir yang sedang dikerjakan.

1.4.2 Metode Konsultasi

Metode konsultasi yang dilakukan merupakan metode tatap muka dengan pembimbing tugas akhir yang bertujuan untuk menyampaikan pertanyaan serta membahas solusi terhadap tugas akhir termasuk penelitian ini.

1.4.3 Metode Pembuatan Model

Metode ini merupakan metode lanjut ketika metode sebelumnya sudah diterapkan, pembuatan model berdasarkan tujuan penelitian yang dilaksanakan.

1.4.4 Metode Pengujian dan Validasi

Pengujian serta validasi tentu dilakukan setelah pembuatan model berhasil, metode ini berguna agar hasil pengujian dan validasi tersebut sebagai pokok pembahasan di analisa maupun kesimpulan.

1.4.5 Metode Hasil dan Analisa

Hasil dari pembuatan model akan dilampirkan beserta analisa yang diambil dari pengujian dan validasi. Metode ini juga bertujuan untuk menyampaikan hasil dari penelitian yang dilakukan.

1.5. Sistematika Penulisan

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

BAB I – PENDAHULUAN

Bab pertama membahas topik penelitian berdasarkan latar belakang dari penelitian sebelumnya, selain itu juga membahas Batasan masalah, tujuan, dan sistematika penulisan pada laporan tugas akhir.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua membahas dasar teori secara keseluruhan dan beberapa informasi penting mengenai penelitian yang dilakukan. Pokok-pokok penting menurut judul penelitian seperti EKG, ST-Elevasi, *Neural Network*, *Recurrent Neural Network*, *Long Short Term Memory*.

BAB III – METODOLOGI

Pada bab ketiga ini merupakan tahapan-tahapan penelitian, metodologi ini diambil berdasarkan alur kerangka kerja yang sudah ditetapkan.

BAB IV – HASIL DAN ANALISA

Bab keempat berisi hasil dan analisa dari penelitian yang sudah dilakukan, bab keempat meliputi dari hasil pengujian arsitektur Bi-LSTM, pengujian model terbaik pada data *expert*, deteksi ST-Elevasi dan analisa terhadap hasil pengujian.

BAB V – KESIMPULAN

Kesimpulan didapat dengan menarik hasil dan analisa pada penelitian ini berdasarkan tujuan yang telah dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. S. Farhan and K. M. T. Nahiyani, "Myocardial Ischemia Detection from Slope of ECG ST Segment," *Bangladesh J. Med. Phys.*, vol. 10, no. 1, pp. 12–24, 2017.
- [2] R. Xiao, Y. Xu, M. M. Pelter, D. W. Mortara, and X. Hu, "A deep learning approach to examine ischemic ST changes in ambulatory ECG recordings," *AMIA Summits Transl. Sci. Proc.*, vol. 2018, p. 256, 2018.
- [3] A. K. Bhoi, K. S. Sherpa, B. Khandelwal, and P. K. Mallick, "An Analytical Review of Different Approaches for Detection and Analysis of Electrocardiographic ST Segment," in *Cognitive Informatics and Soft Computing*, Springer, 2019, pp. 39–51.
- [4] P. Laguna, R. G. Mark, A. Goldberg, and G. B. Moody, "A database for evaluation of algorithms for measurement of QT and other waveform intervals in the ECG," in *Computers in cardiology 1997*, 1997, pp. 673–676.
- [5] A. Recognition, "Deep Recurrent Neural Networks for Human," pp. 1–8, 2017.
- [6] J. Hampton, *The ECG Made Easy E-Book*. Elsevier Health Sciences, 2013.
- [7] M. S. Al-Karadi, A. J. Wilkinson, J. Caldwell, and P. Langley, "Validation of an algorithm to reveal the U wave in atrial fibrillation," *Sci. Rep.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [8] D. S. Shukla, "A Survey of Electrocardiogram Data Capturing System using Digital Image Processing: A Review," *Int. J. Comput. Sci. Technol.*, vol. 3, pp. 698–701, 2012.
- [9] H. Abrishami, M. Campbell, C. Han, R. Czosek, and X. Zhou, "P-QRS-T localization in ECG using deep learning," *2018 IEEE EMBS Int. Conf. Biomed. Heal. Informatics, BHI 2018*, vol. 2018-Janua, no. March, pp. 210–213, 2018.

- [10] E. B. Hanna and D. L. Glancy, “ST-segment elevation: Differential diagnosis, caveats,” *Cleve Clin J Med*, vol. 82, no. 6, pp. 373–384, 2015.
- [11] N. Milosavljevic and A. Petrovic, “ST segment change detection by means of wavelets,” in *2006 8th Seminar on Neural Network Applications in Electrical Engineering*, 2006, pp. 137–140.
- [12] H. W. Lui and K. L. Chow, “Multiclass classification of myocardial infarction with convolutional and recurrent neural networks for portable ECG devices,” *Informatics Med. Unlocked*, vol. 13, pp. 26–33, 2018.
- [13] C. A. Bustamante, S. I. Duque, A. Orozco-Duque, and J. Bustamante, “ECG delineation and ischemic ST-segment detection based in wavelet transform and support vector machines,” in *2013 Pan American Health Care Exchanges (PAHCE)*, 2013, pp. 1–7.
- [14] L. Debnath, “Brief historical introduction to wavelet transforms,” *Int. J. Math. Educ. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 5, pp. 677–688, 1998.
- [15] J. J. F. Cebrián, C. M. T. González, and V. N. Ornedo, “2-D Discrete Wavelet Transform for Hand Palm Texture Biometric Identification and Verification,” *Wavelet Transform. Their Recent Appl. Biol. Geosci.*, p. 103, 2012.
- [16] B. R. de Oliveira, M. A. Q. Duarte, C. C. E. de Abreu, and J. Vieira Filho, “A wavelet-based method for power-line interference removal in ECG signals,” *Res. Biomed. Eng.*, vol. 34, no. 1, pp. 73–86, 2018.
- [17] H. Wang *et al.*, “ST Segment Change Classification Based on Multiple Feature Extraction Using ECG,” in *2018 Computing in Cardiology Conference (CinC)*, 2018, vol. 45, pp. 1–4.
- [18] D. Sripathi, “Efficient implementations of discrete wavelet transforms using FPGAs,” 2003.
- [19] R. R. Perez, A. Marques, and F. Mohammadi, “The application of supervised learning through feed-forward neural networks for ECG signal classification,” in *2016 IEEE Canadian conference on electrical and*

computer engineering (CCECE), 2016, pp. 1–4.

- [20] M. Puri, A. Solanki, T. Padawer, S. M. Tipparaju, W. A. Moreno, and Y. Pathak, “Introduction to artificial neural network (ANN) as a predictive tool for drug design, discovery, delivery, and disposition: Basic concepts and modeling,” in *Artificial neural network for drug design, delivery and disposition*, Elsevier, 2016, pp. 3–13.
- [21] S. J. Kwon, “Artificial neural networks,” *Artif. Neural Networks*, no. July, pp. 1–426, 2011.
- [22] 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.*, vol. 102, pp. 327–335, 2018.
- [23] J. A. Bullinaria, “Recurrent neural networks,” *Neural Comput. Lect.*, vol. 12, 2013.
- [24] A. Darmawahyuni, S. Nurmaini, and others, “Deep Learning with Long Short-Term Memory for Enhancement Myocardial Infarction Classification,” in *2019 6th International Conference on Instrumentation, Control, and Automation (ICA)*, 2019, pp. 19–23.
- [25] A. Mallya, “Introduction to RNNs ! Outline !,” no. July, pp. 1–19, 2016.
- [26] S. Singh, S. K. Pandey, U. Pawar, and R. R. Janghel, “Classification of ECG arrhythmia using recurrent neural networks,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 132, pp. 1290–1297, 2018.
- [27] A. Darmawahyuni, S. Nurmaini, W. Caesarendra, V. Bhayyu, M. N. Rachmatullah, and others, “Deep Learning with a Recurrent Network Structure in the Sequence Modeling of Imbalanced Data for ECG-Rhythm Classifier,” *Algorithms*, vol. 12, no. 6, p. 118, 2019.
- [28] A. Luque, A. Carrasco, A. Martín, and A. de las Heras, “The impact of class imbalance in classification performance metrics based on the binary confusion matrix,” *Pattern Recognit.*, vol. 91, pp. 216–231, 2019.

- [29] M. Sokolova and G. Lapalme, “A systematic analysis of performance measures for classification tasks,” *Inf. Process. Manag.*, vol. 45, no. 4, pp. 427–437, 2009.
- [30] Q. Qin, J. Li, L. Zhang, Y. Yue, and C. Liu, “Combining low-dimensional wavelet features and support vector machine for arrhythmia beat classification,” *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, p. 6067, 2017.