

**DELINEASI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM *MULTI-LEAD*
MENGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL*
*NETWORK***

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

RAFI AUDI PRAYOGA

09011181722001

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

HALAMAN PENGESAHAN

DELINEASI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM *MULTI-LEAD* MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

TUGAS AKHIR

**Program Studi Sistem Komputer
Jenjang S1**

Oleh :

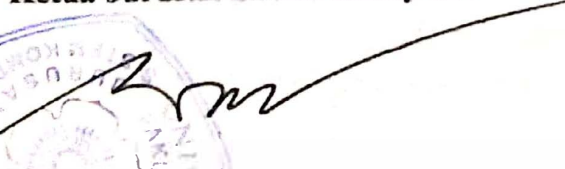
**RAFI AUDI PRAYOGA
09011181722001**

Indralaya, November 2021

Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer

Pembimbing Tugas Akhir


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


Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
NIP. 196008021994012001

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Selasa

Tanggal : 26 Oktober 2021

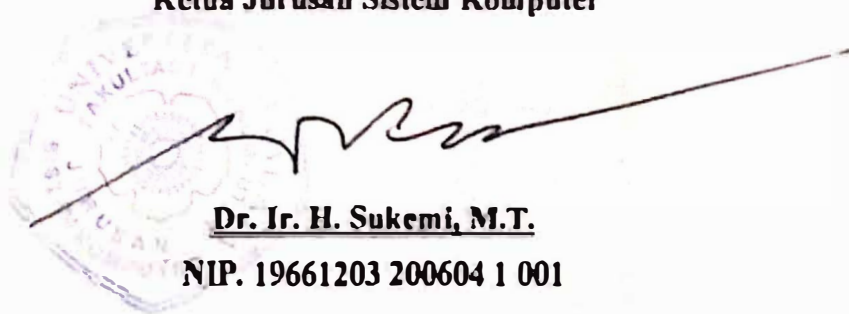
Tim Penguji :

1. **Ketua** : Firdaus, M.Kom
2. **Sekretaris** : Rendyansyah, M.T.
3. **Penguji** : Sutarno, M.T.
4. **Pembimbing** : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Sistem Komputer



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

NIP. 19661203 200604 1 001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rafi Audi Prayoga
NIM : 09011181722001
Judul : Delineasi Sinyal Elektrokardiogram *Multi-Lead* Menggunakan
Metode *Convolutional Neural Network*

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 13%

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

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Indralaya, November 2021



Rafi Audi Prayoga
NIM. 09011181722001

KATA PENGANTAR

Pujian dan rasa syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas berkah dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul **“Delineasi Sinyal Elektrokardiogram *Multi-Lead* Menggunakan Metode *Convolutional Neural Network*”**.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai Delineasi sinyal EKG menggunakan *Convolutional Neural Network* untuk mengklasifikasi sinyal gelombang P, QRS kompleks dan T dengan disertai data-data yang diperoleh penulis saat melakukan penelitian dan pengujian berbagai model. 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 Proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan berterimakasih kepada yang terhormat :

1. Kedua Orang tua yang sangat saya sayangi, yang telah membesarkan dan mendidik saya dengan kasih sayang dan selalu memberikan semangat dan motivasi dalam hidup penulis.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir serta selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan saran dan motivasi serta bimbingan terbaik untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Kak Muhammad Naufal dan Mbak Annisa Darmawahyuni yang selalu memberikan bantuan dan saran untuk penulis.
6. Janes dan Teman-teman Isysrg sebagai teman yang selalu memberikan Arahan bagi penulis.

7. Teman – teman SK17 Indralaya.
8. Teman – teman seperjuangan di Intelligent System Research Group.
9. 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.

Palembang, Juni 2021

Penulis,

Rafi Audi Prayoga
NIM. 09011181722001

MULTI-LEAD ELECTROCARDIOGRAM SIGNAL DELINEATION USING CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

RAFI AUDI PRAYOGA (0901181722001)

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

Email : berbagiilmuopreker@gmail.com

ABSTRACT

Electrocardiogram (ECG) is electrical records that contains information about human heart. In the medical field, humans heart condition can be diagnosed by analyzing the changes in hearts beat or rhythm that contain p wave, QRS-Complex and T wave. The deep learnings methodology used in this study is Convolutional Neural Network(CNN) combined with Long Short-Term Memory(LSTM). LSTM is an effective method for classifying time series data. LSTM can also overcomes vanishing gradient's problems that occur in RNN. In this study, delineation is applied to 4 types of waves There are 18 models generated with the best learning rate, number of hidden layers and batch size. From the 18 experimental models, the best model is obtained by using CNN as feature extraction before using Bi-LSTM in 4 types of waves. CNN and Bi-LSTM's model have the highest evaluation values in 4 types of waves scenarios with performance value of sensitivity, precision, specificity, accuracy and F1-Score respectively 95.56%, 96.1%, 99.14%, 98.72% and 95.83%

Keywords : *Electrocardiogram, delineation, Convolutional Neural Network, Long Short-Term Memory,*

DELINEASI SINYAL ELEKTROKARDIOGRAM *MULTI-LEAD* MENGGUNAKAN METODE *CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK*

RAFI AUDI PRAYOGA (0901181722001)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

Email : berbagiilmuopreker@gmail.com

ABSTRAK

Elektrokardiogram (EKG) adalah informasi rekaman listrik dari aktifitas jantung. Dalam dunia medis, keadaan jantung dapat diketahui dengan menganalisa pola perubahan dari detak atau ritme jantung yang terdiri dari gelombang P, QRS kompleks dan T. Metode yang digunakan pada penelitian ini *Convolutional Neural Network*(CNN) dengan *Long Short-Term Memory*(LSTM). LSTM merupakan metode yang efektif dalam memproses data bertipe *time series*. Selain itu, LSTM dapat mengatasi masalah *vanishing gradient* pada RNN. Pada penelitian ini, ada dua skenario delineasi yang dilakukan yaitu terhadap 4 kelas dengan jumlah model adalah 18 untuk parameter *learning rate*, jumlah *hidden layer* dan *batch size* terbaik. Dari 18 model yang diuji coba, model terbaik didapatkan dengan menambahkan CNN sebagai fitur ekstraksi sebelum proses delineasi dengan Bi-LSTM pada kedua skenario. Model CNN dan Bi-LSTM memiliki hasil evaluasi tertinggi pada skenario 4 kelas gelombang dengan nilai sensitivitas, presisi, spesifisitas, akurasi dan F1 sebesar 95.56%, 96.1%, 99.14%, 98.72% dan 95.83% .

Kata Kunci : Elektrokardiogram, Delineasi, *Convolutional Neural Network*, *Long Short-Term Memory*,

DAFTAR ISI

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
1.1 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	2
1.3.1 Perumusan Masalah	2
1.3.2 Batasan Masalah	3
1.4 Metodelogi Penelitian	3
Tahapan Pertama (Persiapan Data)	3
Tahapan Kedua (Pra Pengolahan Data)	3
Tahapan Ketiga (Klasifikasi)	3
Tahapan Keempat (Analisa dan Kesimpulan)	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB I – PENDAHULUAN.....	4
BAB II – TINJAUAN PUSTAKA	4

BAB III – METODOLOGI.....	4
BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN	5
BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Elektrocardiogram (EKG).....	6
2.2 Tranformasi Wavelet Diskrit.....	6
2.3 Deep Learning	8
2.4 <i>Convolutional Neural Network</i>	8
2.5 Recurrent Neural Network	11
BAB III METODE PENELITIAN	12
3.1 Pendahuluan	12
3.2 Kerangka Penelitian	12
3.3 Persiapan Data.....	13
3.4 Pra-pengolahan Data	15
3.4.1 Pengurangan Derau atau <i>Denoising</i>	16
3.4.2. Normalisasi	18
3.4.3 Segmentasi.....	19
3.5 Pembagian Data Uji dan Latih	20
3.6 Delineasi Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) 1-Dimensi.....	20
3.7 Delineasi Menggunakan CNN-LSTM	21
3.8 Delineasi Menggunakan CNN-BiLSTM.....	22
3.9 Validasi Performa.....	22
3.9.1 Akurasi.....	23
3.9.2 Sensitivitas	23
3.9.3 Spesifisitas	24
3.9.4 Presisi.....	24
3.9.5 F1-Score.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1 Pendahuluan	25
4.2 Hasil Klasifikasi	25

4.2.1.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 1 CNN.....	27
4.2.2.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 2 CNN.....	29
4.2.3.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 3 CNN.....	31
4.2.4.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 4 CNN.....	33
4.2.5.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 5 CNN.....	35
4.2.6.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 6 CNN.....	37
4.2.7.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 7 CNN.....	39
4.2.8.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 8 CNN.....	41
4.2.9.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 9 CNN.....	43
4.2.10.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 10 CNN.....	45
4.2.11.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 11 CNN.....	47
4.2.12.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 12 CNN.....	49
4.2.13.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 13 CNN-LSTM Lead 1	51
4.2.14.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 14 CNN-LSTM Lead 2	53
4.2.15.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 15 CNN-LSTM Lead 3	55
4.2.16.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 16 CNN-BiLSTM Lead 1	57
4.2.17.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 17 CNN-BiLSTM Lead 2.....	59
4.2.18.	Hasil Klasifikasi Sinyal dengan Model 18 CNN-BiLSTM Lead 3.....	61
4.3	Analisis Sementara.....	64
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		68
5.1	Pendahuluan.....	68
5.2	Kesimpulan.....	68
DAFTAR PUSTAKA.....		70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Gelombang EKG normal [9].....	6
Gambar 2.2 Arsitektur Deep Learning[14]	8
Gambar 2.3 Arsitektur Recurrent Neural Network[20]	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	13
Gambar 3.2 Diagram Alur Pra Pengolahan Data.....	15
Gambar 3.3 Sampel Hasil Segmentasi Sinyal EKG	20
Gambar 4.1 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 1 CNN.....	27
Gambar 4.2 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 1 CNN	28
Gambar 4.3 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 2 CNN.....	29
Gambar 4.4 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 2 CNN	30
Gambar 4.5 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 3 CNN.....	31
Gambar 4.6 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 3 CNN	33
Gambar 4.7 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 4 CNN.....	33
Gambar 4.8 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 4 CNN	34
Gambar 4.9 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 5 CNN.....	35
Gambar 4.10 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 5 CNN	37
Gambar 4.11 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 6 CNN.....	37
Gambar 4.12 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 6 CNN	38
Gambar 4.13 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 7 CNN.....	39
Gambar 4.14 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 7 CNN	40
Gambar 4.15 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 8 CNN.....	41
Gambar 4.16 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 8 CNN	43
Gambar 4.17 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 9	43
Gambar 4.18 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 9 CNN	45
Gambar 4.19 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 10 CNN.....	45
Gambar 4.20 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 10 CNN	46
Gambar 4.21 Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 11 CNN.....	47
Gambar 4.22 Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 11 CNN	48

Gambar 4.23	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 12 CNN.....	49
Gambar 4.24	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 12 CNN	50
Gambar 4.25	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 13 CNN-LSTM	51
Gambar 4.26	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 13 CNN-LSTM	53
Gambar 4.27	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 14 CNN-LSTM	53
Gambar 4.28	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 14 CNN-LSTM	55
Gambar 4.29	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 15 CNN-LSTM	55
Gambar 4.30	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 15 CNN- BiLSTM.....	57
Gambar 4.31	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 16 CNN-BiLSTM	58
Gambar 4.32	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 16 CNN- BiLSTM.....	59
Gambar 4.33	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 17 CNN-BiLSTM	60
Gambar 4.34	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 17 CNN- BiLSTM.....	61
Gambar 4.35	Grafik Akurasi dan <i>Loss</i> Pada Model 18 CNN-BiLSTM	62
Gambar 4.36	Sampel Hasil Klasifikasi Sinyal Dengan Model 17 CNN- BiLSTM.....	63

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Jumlah Rekaman Berdasarkan Jenis Detak Jantung	14
Tabel 3.2 Jumlah Rekaman Berdasarkan Posisi Sumbu Elektris Jantung...	14
Tabel 3.3 Nilai SNR setiap fungsi wavelet	16
Tabel 3.4 Perbandingan Sinyal Awal dengan Sinyal Hasil TWD.....	17
Tabel 3.5 Perbandingan antara Sinyal Hasil TWD dan Normalisasi	19
Tabel 3.6 Arsitektur CNN 1-Dimensi.....	21
Tabel 3.7 Parameter LSTM	22
Tabel 3.8 Parameter BiLSTM.....	22
Tabel 3.9 Matriks Konfusi.....	22
Tabel 4.1 Hasil Kombinasi Parameter CNN Pada Klasifikasi Sinyal.....	25
Tabel 4.2 Hasil Kombinasi Parameter CNN Pada Klasifikasi Sinyal.....	26
Tabel 4.3 Matriks Konfusi Data	27
Tabel 4.4 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 1 CNN.....	28
Tabel 4.5 Matriks Konfusi Data	29
Tabel 4.6 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 2 CNN.....	30
Tabel 4.7 Matriks Konfusi Data	31
Tabel 4.8 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 3 CNN.....	32
Tabel 4.9 Matriks Konfusi Data	33
Tabel 4.10 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 4 CNN.....	34
Tabel 4.11 Matriks Konfusi Data	35
Tabel 4.12 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 5 CNN.....	36
Tabel 4.13 Matriks Konfusi Data	37
Tabel 4.14 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 6 CNN.....	38
Tabel 4.15 Matriks Konfusi Data	39
Tabel 4.16 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 7 CNN.....	40
Tabel 4.17 Matriks Konfusi Data	41
Tabel 4.18 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 8 CNN.....	42

Tabel 4.19 Matriks Konfusi Data	43
Tabel 4.20 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 9 CNN.....	44
Tabel 4.21 Matriks Konfusi Data	45
Tabel 4.22 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 10 CNN.....	46
Tabel 4.23 Matriks Konfusi Data	47
Tabel 4.24 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 11 CNN.....	48
Tabel 4.25 Matriks Konfusi Data	49
Tabel 4.26 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 12 CNN.....	50
Tabel 4.27 Matriks Konfusi Data	51
Tabel 4.28 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 13 CNN-LSTM	52
Tabel 4.29 Matriks Konfusi Data	53
Tabel 4.30 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 14 CNN-LSTM	54
Tabel 4.31 Matriks Konfusi Data	55
Tabel 4.32 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 15 CNN-LSTM	56
Tabel 4.33 Matriks Konfusi Data	58
Tabel 4.34 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 16 CNN-BiLSTM	58
Tabel 4.35 Matriks Konfusi Data	60
Tabel 4.36 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 17 CNN-BiLSTM	60
Tabel 4.37 Matriks Konfusi Data	62
Tabel 4.38 Evaluasi Performa Data Pengujian Model 18 CNN-BiLSTM	62
Tabel 4.34 Evaluasi Performa Data Pengujian Semua Model CNN	65
Tabel 4.35 Evaluasi Performa Data Pengujian Pada Model LSTM,GRU,BiLSTM dan BiGRU	65

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Form Revisi Tugas Akhir II

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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Elektrokardiogram (EKG) merupakan sebuah alat diagnosis yang bersifat non-invasif yang paling umum untuk merekam aktifitas jantung yang direpresentasikan dalam sebuah sinyal listrik. Dalam dunia medis EKG dapat membantu mendiagnosis banyak penyakit yang berkaitan dengan jantung seperti *Premature Contractions Of Atria (PAC)* dan *Ventricles (PVC)*, *Myocardial Infarction (MI)*, *Atrial fibrillation (AF)*, *Congestive Heart Failure (CHF)*, dan *Myocardial Infarction (MI)*[1]. Sinyal EKG yang normal biasanya akan memiliki sebuah gelombang berbentuk P, QRS Kompleks dan T di dalam satu detak jantung[2]. Area medis dan perangkat yang digunakan pada area perawatan kesehatan seperti *smart watch*. Menyebabkan jumlah data dari EKG bertambah dengan sangat cepat sehingga belum ada yang mampu menyelesaikannya. Sehingga menyebabkan bagaimana cara menganalisis data EKG secara otomatis dan akurat telah menjadi topik penelitian yang sedang ramai selama bertahun tahun[3].

Dengan menganalisis gelombang tersebut, beberapa penyakit jantung akan dapat di deteksi seperti penyakit *Long QT Syndrome (LQTS)* dengan QT interval sebagai tanda[4] dan Atrial Fibrillation yang ditandai dengan gelombang P yang hilang. Didalam EKG sinyal QRS-complex, gelombang P dan T adalah sebuah karakteristik utama di EKG yang dapat merepresentasikan rangkaian kegiatan di dalam sebuah jantung, sebagai contoh adalah sebuah ritme jantung yang terbilang sehat dan normal dapat di identifikasikan oleh penentuan yang khusus dari beragam bentuk sebuah gelombang. Pada gelombang QRS-complex, P dan T, muncul pada saat interval dari waktu yang telah ditentukan dan teratur. T complex tidak akan sekedar dianggap sebagai sebuah ruang fitur domain pada waktu sedangkan pada penjumlahan kumulatif antar gelombang QRS, ST, dan T akan dilakukan dan fitur pada domain frekuensi pada waktu dari kelas yang berbeda akan ditempatkan di sebuah ruang kapasitas fitur untuk sebuah klasifikasi[5].

Untuk menganalisis gelombang tersebut secara otomatis akan sangat diperlukan, untuk mendapatkan hasil yang akurat, diagnosis yang cepat dan handal

sangat diharapkan, saat ini sebuah fitur ekstraksi dan metode *deep learning* (DL) sedang ramai digunakan dalam berbagai domain dalam ekstraksi fitur dengan cara otomatis dan klasifikasi. Dengan metode *deep learning* (DL) dapat mempelajari sebuah fitur tanpa dengan bantuan langsung dari para *expert*. Pada saat ini, penggunaan *deep learning* lebih sering digunakan dalam sebuah pemrosesan sebuah sinyal EKG seperti *Convolutional Neural Network* (CNN), *Recurrent Neural Network* (RNN) dan *Deep Auto Encoder* (DAE). Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) adalah metode yang sangat efektif dalam suatu penggunaan klasifikasi pada gambar [6] dan telah menetapkan sebuah standar dalam beberapa kasus pengukuran. Pada penelitian kali ini akan dilakukan pengklasifikasian sinyal EKG dengan menggunakan metode CNN, karena terdapat perbedaan dimensi pada suatu sinyal dan sebuah gambar, maka dari itu pemilihan dalam menggunakan CNN akan sangat tepat dilakukan untuk pengklasifikasian sinyal EKG [7].

1.2 Tujuan dan Manfaat

1.2.1 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Merancang sebuah sistem untuk Klasifikasi morfologi sinyal EKG *multi-lead* berdasarkan gelombang PQRST.
2. Menguji dan menganalisa hasil klasifikasi morfologi sinyal EKG setelah dilakukan sebuah proses menggunakan metode CNN

1.2.2 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini, yaitu :

1. Untuk membantu proses klasifikasi morfologi sinyal EKG berdasarkan gelombang PQRST.
2. Untuk memahami cara kerja dari arsitektur *Convolutional Neural Network* 1-dimensi

1.3 Perumusan dan Batasan Masalah

1.3.1 Perumusan Masalah

Pada hasil penelitian sebelumnya, pada sinyal EKG dapat diklasifikasikan dalam berbagai kelas dan hasil yang ditampilkan berupa akurasi dengan menggunakan berbagai macam metode. Maka pada perumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana cara mengimplementasikan morfologi pada suatu sinyal EKG dengan berdasarkan pada gelombang PQRST dengan menggunakan CNN sebagai sebuah metode. Pada penelitian ini hanya akan dilakukan sebatas mengklasifikasi dan mendapatkan hasil uji dan analisa yang lebih baik dari metode yang dilakukan sebelumnya.

1.3.2 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Pada penelitian ini akan menggunakan data dari *Lobachevsky University Database* (LUDB).
2. Meningkatkan kinerja klasifikasi dari penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode CNN.

1.4 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam penulisan tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa tahap, adapun :

Tahapan Pertama (Persiapan Data)

Pada tahap ini dilakukan analisis dan pemahaman data yang akan digunakan sesuai dengan topik penelitian tugas akhir

Tahapan Kedua (Pra Pengolahan Data)

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan proses pra pengolahan data yang berfungsi untuk menghilangkan *noise* yang ada pada sinyal, melakukan proses normalisasi sinyal dan melakukan pemotongan sinyal agar dapat diproses ke tahap selanjutnya

Tahapan Ketiga (Klasifikasi)

Pada tahap ini akan melakukan proses klasifikasi dengan berdasarkan gelombang PQRST pada sinyal elektrokardiogram dengan menggunakan sebuah metode *Convolutional Neural Network*.

Tahapan Keempat (Analisa dan Kesimpulan)

Pada tahap ini dilakukan proses analisa dari hasil pengujian beberapa model CNN dengan dilakukan sebuah analisa terhadap setiap performa data untuk setiap model dan akan ditarik sebuah kesimpulan.

1.5 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah proses penyusunan tugas akhir secara lebih jelas maka dibuatlah sistematika penulisan sebagai berikut.

BAB I – PENDAHULUAN

Sebagai pondasi penelitian, pada bab ini akan membahas tentang Latar Belakang Masalah, Tujuan dan Manfaat, Perumusan dan Batasan Masalah, Metode Penelitian, dan Sistematika Penulisan dari penelitian yang akan dilakukan.

BAB II – TINJAUAN PUSTAKA

Bab selanjutnya merupakan penjelasan Dasar Teori, Konsep dan Prinsip Dasar yang dibutuhkan untuk memecahkan masalah didalam penelitian yang akan dilakukan. Dasar teori akan membahas tentang penjelasan terkait sinyal EKG, transformasi *wavelet diskrit*, *Convolutional Neural Network* dan validasi hasil *performance*

BAB III – METODOLOGI

Pada bab ini akan berisi tentang metodologi apa saja yang akan dipakai di dalam penelitian dan akan membahas secara detail tentang teknik, metode ataupun alur dari proses yang akan dilakukan di dalam penelitian. Didalam bab ini akan membahas mengenai perancangan sebuah sistem dan pemosresan dalam menjalankan sebuah penelitian, adapun dimulai dari melakukan proses persiapan data, pengurangan derau pada sinyal ECG, normalisasi sinyal, segmentasi dan klasifikasi hasil.

BAB IV – HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab empat merupakan hasil pengujian dan analisis yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan terhadap hasil yang telah dicapai meliputi kelebihan dan kekurangan dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V – KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab terakhir berisi kesimpulan yang bersumber dari hasil penelitian yang dilakukan beserta saran untuk penelitian selanjutnya khususnya tentang Tugas Akhir yang dikerjakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Nikolic, R. L. Bishop, and J. B. Singh, “Sudden death recorded during Holter monitoring.,” *Circulation*, vol. 66, no. 1, pp. 218–225, 1982.
- [2] 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.*, vol. 101, pp. 180–196, 2019.
- [3] S. Hong, Y. Zhou, J. Shang, C. Xiao, and J. Sun, “Opportunities and challenges of deep learning methods for electrocardiogram data: A systematic review,” *Comput. Biol. Med.*, p. 103801, 2020.
- [4] A. J. Moss, P. J. Schwartz, R. S. Crampton, E. Locati, and E. Carleen, “The long QT syndrome: a prospective international study.,” *Circulation*, vol. 71, no. 1, pp. 17–21, 1985.
- [5] A. K. Bhoi, K. S. Sherpa, and B. Khandelwal, “Arrhythmia and ischemia classification and clustering using QRS-ST-T (QT) analysis of electrocardiogram,” *Cluster Comput.*, vol. 21, no. 1, pp. 1033–1044, 2018.
- [6] S. Hershey *et al.*, “CNN architectures for large-scale audio classification,” in *2017 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, 2017, pp. 131–135.
- [7] C. Wu, P. Jiang, C. Ding, F. Feng, and T. Chen, “Intelligent fault diagnosis of rotating machinery based on one-dimensional convolutional neural network,” *Comput. Ind.*, vol. 108, pp. 53–61, 2019.
- [8] J. S. Walker, *A primer on wavelets and their scientific applications*. CRC press, 2008.
- [9] H. Dang, M. Sun, G. Zhang, X. Qi, X. Zhou, and Q. Chang, “A Novel Deep Arrhythmia-Diagnosis Network for Atrial Fibrillation Classification Using Electrocardiogram Signals,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 75577–75590, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2918792.
- [10] W. Jenkal, R. Latif, A. Toumanari, A. Dliou, O. El B’Charri, and F. M. R. Maoulainine, “An efficient algorithm of ECG signal denoising using the adaptive dual threshold filter and the discrete wavelet transform,” *Biocybern.*

- Biomed. Eng.*, vol. 36, no. 3, pp. 499–508, 2016, doi: 10.1016/j.bbe.2016.04.001.
- [11] P. S. Gokhale, “ECG Signal De-noising using Discrete Wavelet Transform for removal of 50Hz PLI noise,” *Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 81–85, 2012.
- [12] H. Y. Lin, S. Y. Liang, Y. L. Ho, Y. H. Lin, and H. P. Ma, “Discrete-wavelet-transform-based noise removal and feature extraction for ECG signals,” *Irbm*, vol. 35, no. 6, pp. 351–361, 2014, doi: 10.1016/j.irbm.2014.10.004.
- [13] 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, pp. 306–319, 2012, doi: 10.15676/ijeei.2012.4.2.9.
- [14] X. Hao, G. Zhang, and S. Ma, “Deep Learning,” *Int. J. Semant. Comput.*, vol. 10, no. 3, pp. 417–439, 2016, doi: 10.1142/S1793351X16500045.
- [15] U. R. Acharya *et al.*, “A deep convolutional neural network model to classify heartbeats,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 89, pp. 389–396, 2017, doi: 10.1016/j.combiomed.2017.08.022.
- [16] Y. Lu, H. Jiang, and W. Liu, “Classification of eeg signal by stft-cnn framework: Identification of right-/left-hand motor imagination in bci systems,” in *The 7th International Conference on Computer Engineering and Networks*, 2017, vol. 299, p. 1.
- [17] 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, doi: 10.1016/j.future.2020.07.021.
- [18] N. I. Widiastuti, “Deep Learning--Now and Next in Text Mining and Natural Language Processing,” in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 407, no. 1, p. 12114.
- [19] T. Katte, “Recurrent neural network and its various architecture types,” *Int. J. Res. Sci. Innov.*, vol. 5, pp. 124–129, 2018.
- [20] H. Apaydin, H. Feizi, M. T. Sattari, M. S. Colak, S. Shamshirband, and K.-W. Chau, “Comparative analysis of recurrent neural network architectures

for reservoir inflow forecasting,” *Water*, vol. 12, no. 5, p. 1500, 2020.