

**DETEKSI ST ELEVASI PADA SEGMENT ST EKG DENGAN DISCRETE  
WAVELET TRANSFORM DAN WINDOWING ALGORITHM**

**TUGAS AKHIR  
Program Studi Sistem Komputer  
Jenjang S1**



Oleh  
**Muhammad Irham Rizki Fauzi  
09011281621054**

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## **LEMBAR PENGESAHAN**

**DETEKSI ST ELEVASI PADA SEGMENT ST EKG DENGAN DISCRETE  
WAVELET TRANSFORM DAN WINDOWING ALGORITHM**

### **TUGAS AKHIR**

**Program Studi Sistem Komputer  
Jenjang S1**

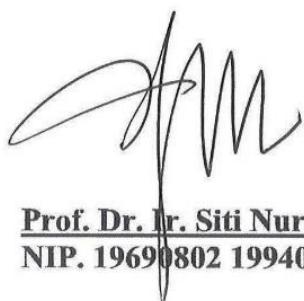
Oleh

**Muhammad Irham Rizki Fauzi  
09011281621054**

**Indralaya, Desember 2019**

**Mengetahui,**

**Pembimbing Tugas Akhir**



**Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.  
NIP. 19690802 199401 2 001**

**Ketua Jurusan Sistem Komputer**



**Rossi Passarella, S.T., M.Eng.  
NIP. 19780611 201012 1 004**

## HALAMAN PERSETUJUAN

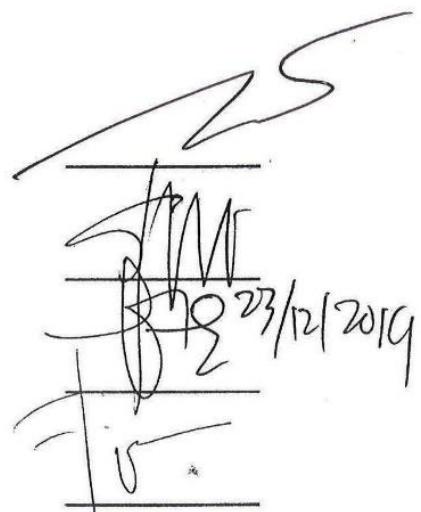
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Jum'at

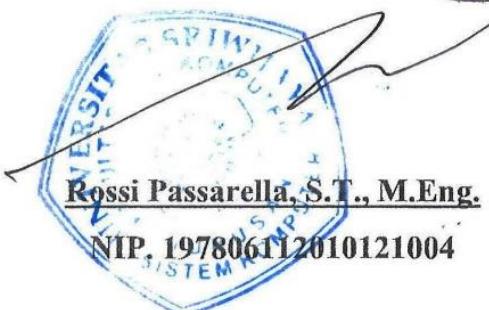
Tanggal : 20 Desember 2019

### Tim Penguji :

1. Ketua : Rossi Passarella, S.T., M.Eng.
2. Sekretaris : Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T.
3. Anggota I : Dr. Ir. Bambang Tutuko, M.T.
4. Anggota II : Firdaus, S.T., M.Kom.

  
23/12/2019

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Sistem Komputer



## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Irham Rizki Fauzi  
NIM : 09011281621054  
Judul : Deteksi *ST Elevasi* pada Segmen ST EKG dengan *Discrete Wavelet Transform* dan *Windowing Algorithm*

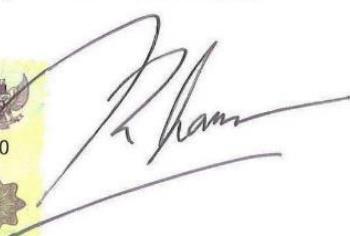
Hasil Penyecekan *Software iThenticate/Turnitin* : 9 %

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, Desember 2019



**Muhammad Irham Rizki F  
NIM. 09011281621054**

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala, atas segala karunia, berkat, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Proposal Tugas Akhir ini dengan judul “*Deteksi ST Elevasi pada Segmen ST EKG dengan Discrete Wavelet Transform dan Windowing Algorithm*”.

Dalam laporan ini penulis menjelaskan mengenai bagaimana cara mendeteksi *ST Elevasi* dengan menggunakan *discrete wavelet transform* dan *windowing algorithm* disertai data-data yang diperoleh penulis saat melakukan pengujian. Penulis berharap tulisan ini dapat bermanfaat bagi orang banyak, dan menjadi tambahan bahan bacaan dan referensi untuk para akademisi dan peneliti lain yang juga berada atau sedang menekuni bidang biomedik, khususnya penyakit jantung dan elektrokardiogram.

Pada penyusunan laporan 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 mengucapkan rasa syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta’ala dan terimakasih kepada yang terhormat:

1. Kedua orang tua beserta keluarga yang selalu mendoakan, memberikan dukungan baik moril maupun materil, serta motivasi dan semangat selama hidup penulis.
2. Bapak Jaidan Jauhari, S.Pd. M.T selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
3. Bapak Rossi Passarella, S.T.,M.Eng selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakutas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Siti Nurmaini, M.T. selaku Pembimbing Tugas Akhir Penulis.
5. Bapak Ahmad Zarkasih, S.T., M.T., selaku Pembimbing Akademik Jurusan Sistem Komputer.
6. Kak Muhammad Naufal, Mbak Annisa Darmawahyuni, dan semua teman-teman yang tergabung dalam grup riset EKG yang turut membantu memberikan arahan serta nasihat.

7. Hanif Habibie Supriansyah sebagai partner dan teman dari awal penggerjaan tugas akhir, baik dalam pencarian literatur, pemrograman, serta diskusi mengenai riset dan lainnya.
8. Bima, Edo, Sarianto, Shafwan, Vinnie, Jasmine, Ayu, Puspa, Fanny, dan Meily sebagai teman-teman yang menyemangati saya pada saat jenuh menulis laporan ini.
9. Teman - teman dari Jurusan Sistem Komputer yang tidak bisa disebutkan satu-persatu. Khususnya seluruh teman-teman dari kelas SK16B Indralaya.
10. Dan semua pihak yang telah membantu.

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 khususnya bagi mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya secara langsung ataupun tidak langsung sebagai sumbangan pemikiran dalam peningkatan mutu pembelajaran dan penelitian.

Indralaya, Desember 2019

Penulis

# **DETEKSI ST ELEVASI PADA SEGMENT ST EKG DENGAN DISCRETE WAVELET TRANSFORM DAN WINDOWING ALGORITHM**

**Muhammad Irham Rizki Fauzi (09011281621054)**

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya  
Email : [mirham01rizkif@yahoo.com](mailto:mirham01rizkif@yahoo.com)

## **ABSTRAK**

Penyakit jantung terdapat beragam jenisnya, salah satunya adalah *Myocardial Ischemia* (MI) yang disebabkan oleh anomali yang terjadi pada detak jantung. Parameter yang menjadi tolak ukur apakah seorang pasien mengidap penyakit berbahaya seperti MI adalah kenaikan yang terjadi pada segmen ST. Hal tersebut dapat terlihat pada grafik EKG yang biasa digunakan pada dunia medis. Penelitian ini akan melakukan deteksi ST *elevasi* dengan menggunakan hasil segmentasi sinyal EKG yang didapatkan dengan menggunakan transformasi *wavelet diskrit* dan algoritma *windowing* yang datanya diambil dari *Physionet* yaitu *QT database*. Tahapan *preprocessing* yang dilakukan terdiri dari dua tahapan yaitu koreksi puncak R dan *denoising*. Berikutnya tahapan yang dilakukan adalah segmentasi fitur yang terdiri dari deteksi gelombang QRS (*Onset* dan *Offset*), P (Puncak dan *Onset*) dan T (Puncak dan *Onset*). Deteksi ST elevasi dilakukan dengan perhitungan yang telah diujicoba penelitian sebelumnya. Perbandingan rata-rata *error* hasil deteksi ekspert untuk P *Onset*, P *peak*, QRS *Onset*, QRS *Offset*, T *Peak*, dan T *end* adalah -1,231 ms, -1,841 ms, -7,020 ms, 4,061 ms, 10,493 ms, -10,797 ms. Berdasarkan hasil deteksi tersebut, klasifikasi ST *elevasi* berhasil dilakukan walaupun masih terdapat error yang diakibatkan pergeseran titik deteksi.

**Kata Kunci :** Klasifikasi, ST *Elevasi*, Elektrokardiogram, Segmentasi, *Discrete Wavelet Transform*, Algoritma *Windowing*

## **ST ELEVATION DETECTION IN ECG ST SEGMENT USING DISCRETE WAVELET TRANSFORM AND WINDOWING ALGORITHM**

**Muhammad Irham Rizki Fauzi (09011281621054)**

*Dept. of Computer Engineering, Faculty of Computer Science, Sriwijaya University*

*Email : [mirham01rizkif@yahoo.com](mailto:mirham01rizkif@yahoo.com)*

### **ABSTRACT**

*There are various types of heart disease, one of which is Myocardial Ischemia (MI) which is caused by anomalies that occur in the heartbeat. The parameter to measure whether a patient has a dangerous disease such as MI is an increase that occurs in the ST segment. This can be seen on the ECG chart which is commonly used in the medical world. This research will detect ST elevation using ECG signal segmentation results obtained by using discrete wavelet transforms and windowing algorithms whose data are taken from the Physionet, the QT database. The preprocessing stage consists of two stages, namely peak R correction and denoising. The next step to do is feature segmentation consisting of QRS wave detection (Onset and Offset), P (Peak and Onset) and T (Peak and Onset). ST elevation detection is done by calculations that have been tested by previous studies. Comparison of average error detection results for P Onset, P peak, QRS Onset, QRS Offset, T Peak, and T end are -1,231 ms, -1,841 ms, -7,020 ms, 4,061 ms, 10,493 ms, -10,797 ms. Based on these detection results, the ST elevation classification was successfully carried out even though there were still errors due to shifting detection points.*

**Keywords:** Classification, ST Elevation, Electrocardiogram, Segmentation, Discrete Wavelet Transform, Windowing Algorithm

## **DAFTAR ISI**

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Lembar Pengesahan .....	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Abstrak .....	vii
Abstract .....	viii
Daftar Isi .....	ix
Daftar Gambar .....	xii
Daftar Tabel .....	xv
Daftar Lampiran .....	xvi
Bab I. Pendahuluan .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan .....	2
1.3. Perumusan Masalah .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
Bab II. Tinjauan Pustaka .....	5
2.1. Pendahuluan .....	5
2.2. Elektrokardiogram .....	5

2.3. Gelombang EKG.....	6
2.4. <i>QT Database</i> Dataset .....	7
2.5. Transformasi Wavelet .....	9
2.5.1. Transformasi Wavelet Kontinyu.....	9
2.5.2. Transformasi Wavelet Diskrit .....	9
2.6. Basis <i>wavelet</i> .....	12
2.7. Reduksi <i>Noise</i> dengan Transformasi Wavelet .....	13
2.7.1. Jenis <i>Threshold</i> .....	13
2.7.2. Metode <i>Thresholding</i> .....	15
2.8. Algoritma <i>Windowing</i> .....	15
2.9. <i>ST Elevasi</i> .....	16
Bab III. Metodologi Penelitian .....	18
3.1. Pendahuluan .....	18
3.2. Kerangka Kerja .....	18
3.3. <i>Preprocessing</i> Data .....	20
3.3.1. Koreksi Puncak R .....	20
3.3.2. <i>Denoising</i> dan <i>Baselinewander Removal</i> .....	21
3.4. Segmentasi Fitur .....	23
3.4.1. Deteksi Komplek QRS .....	24
3.4.2. Deteksi Gelombang P.....	29
3.4.3. Deteksi Gelombang T .....	32
3.5. Klasifikasi .....	35
3.6. Validasi .....	36

Bab IV. Pengujian dan Analisa.....	38
4.1 Pendahuluan.....	38
4.2 Hasil <i>Preprocessing</i> .....	38
4.2.1. Pengujian Koreksi Puncak R .....	38
4.2.2. Pengujian <i>denoising</i> dan <i>baselinewander removal</i> ....	40
4.3 Pengujian Segmentasi Fitur .....	42
4.3.1. Percobaan 1 ( <i>QRS Offset</i> )... .....	43
4.3.2. Percobaan 2 (Puncak P). ....	44
4.3.3. Percobaan 3 ( <i>P Onset</i> ).....	45
4.3.4. Hasil seluruh percobaan.....	45
4.4 Validasi .....	46
4.5 Klasifikasi ST Elevasi .....	56
4.6 Analisa .....	63
Bab V. Kesimpulan .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
Daftar Pustaka .....	68

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Gambar sinyal EKG yang umum .....	6
Gambar 2.2 Anotasi manual beserta sinyal pada sel100 .....	8
Gambar 2.3 Alur dekomposisi DWT .....	10
Gambar 2.4 <i>Flowchart</i> dekomposisi DWT .....	11
Gambar 2.5 Alur rekonstruksi DWT .....	12
Gambar 2.6 <i>Flowchart</i> rekonstruksi DWT .....	12
Gambar 2.7 Basis <i>wavelet</i> .....	13
Gambar 2.8 <i>Hard</i> dan <i>soft threshold</i> .....	15
Gambar 2.9 <i>Flowchart</i> algoritma <i>windowing</i> .....	16
Gambar 2.10 Contoh <i>ST Elevasi</i> .....	17
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian .....	19
Gambar 3.2 Alur <i>preprocessing</i> data .....	20
Gambar 3.3 <i>Pseudocode</i> koreksi puncak R .....	21
Gambar 3.4 <i>Pseudocode Denoising</i> dan <i>baselinewander removal</i> .....	22
Gambar 3.5 Diagram alur segmentasi fitur .....	24
Gambar 3.6 Sinyal rekonstruksi $D_2$ , $D_3$ , dan $D_4$ .....	25
Gambar 3.7 Sinyal rekonstruksi $D_{234}$ .....	25
Gambar 3.8 Contoh pencarian QRS <i>Onset</i> .....	26
Gambar 3.9 <i>Pseudocode</i> deteksi QRS <i>Onset</i> .....	27

Gambar 3.10 Contoh pencarian QRS <i>Offset</i> .....	28
Gambar 3.11 <i>Pseudocode</i> deteksi QRS <i>Offset</i> .....	29
Gambar 3.12 Contoh pencarian puncak P .....	30
Gambar 3.13 <i>Pseudocode</i> deteksi puncak P dan P <i>Onset</i> .....	32
Gambar 3.14 Contoh pencarian puncak dan <i>offset</i> T .....	34
Gambar 3.15 <i>Pseudocode</i> deteksi puncak dan <i>offset</i> T .....	35
Gambar 3.16 Contoh deteksi ST elevasi .....	36
Gambar 4.1 Anotasi R sebelum koreksi R .....	39
Gambar 4.2 Anotasi R setelah koreksi R .....	39
Gambar 4.3 Isi <i>list</i> sebelum dan sesudah koreksi R .....	40
Gambar 4.4 Sinyal sebelum diproses .....	40
Gambar 4.5 Sinyal setelah diproses .....	41
Gambar 4.6 Bagian pada sinyal sebelum diproses .....	41
Gambar 4.7 Bagian pada sinyal setelah diproses .....	42
Gambar 4.8 Hasil segmentasi fitur .....	42
Gambar 4.9 Hasil percobaan pada QRS <i>Offset</i> .....	43
Gambar 4.10 Hasil percobaan pada puncak P .....	44
Gambar 4.11 Hasil percobaan pada P <i>onset</i> .....	45
Gambar 4.12 Sinyal dengan hasil deteksi .....	47
Gambar 4.13 Sinyal dengan hasil ekspert .....	47
Gambar 4.14 Sinyal dengan hasil <i>ecgpuwave</i> .....	48
Gambar 4.15 Perbandingan P <i>Onset</i> .....	50

Gambar 4.16 Perbandingan puncak P .....	51
Gambar 4.17 Perbandingan QRS <i>Onset</i> .....	51
Gambar 4.18 Perbandingan QRS <i>Offset</i> .....	52
Gambar 4.19 Perbandingan puncak T .....	52
Gambar 4.20 Perbandingan T <i>Offset</i> .....	53
Gambar 4.21 Sebaran data pada sel100 .....	57
Gambar 4.22 Sebaran data pada sel301 .....	58
Gambar 4.23 Sebaran data pada sel302 .....	59
Gambar 4.24 Sebaran data pada sel16265 .....	59
Gambar 4.25 Sebaran data pada sel16420 .....	60
Gambar 4.26 Sebaran data pada nilai kemiringan sele0704 .....	60
Gambar 4.27 Sinyal sele0704 .....	61
Gambar 4.28 Hasil deteksi pada sinyal sele0704 .....	61
Gambar 4.29 Titik PR dan ST pada sinyal sele0704 .....	62
Gambar 4.30 Hasil deteksi pada sinyal sele0704 (dengan rpu0).....	62
Gambar 4.31 Titik PR dan ST pada sinyal sele0704 (dengan rpu0).....	63
Gambar 4.32 Sebaran data pada nilai kemiringan sele0704 (dengan R pu0) ....	63

## **DAFTAR TABEL**

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Penempatan <i>lead</i> pada <i>Limb lead</i> .....	5
Tabel 2.2 Penempatan <i>lead</i> pada <i>Augmented limb lead</i> .....	6
Tabel 2.3 Persebaran data pada QTDB.....	8
Tabel 2.4 8 Level dekomposisi .....	11
Tabel 4.1 Perbandingan rata-rata <i>error</i> pada dataset ST change .....	46
Tabel 4.2 Perbandingan standar deviasi pada dataset ST change .....	46
Tabel 4.3 Perbandingan hasil titik puncak P untuk sele0126.....	48
Tabel 4.4 Perbandingan hasil titik QRS <i>Offset</i> untuk sele0126.....	49
Tabel 4.5 <i>Mean error</i> seluruh data (6 dataset) .....	53
Tabel 4.6 Standar deviasi seluruh data (6 dataset) .....	54
Tabel 4.7 Nilai <i>mean error</i> untuk semua data .....	55
Tabel 4.8 Nilai standar deviasi untuk semua data .....	55
Tabel 4.9 Perbandingan rata-rata <i>error</i> dengan penelitian sebelumnya.....	56
Tabel 4.10 Perbandingan standar deviasi dengan penelitian sebelumnya.....	56
Tabel 4.11 Hasil deteksi penelitian Surtono, Arif .....	57

## **DAFTAR LAMPIRAN**

**Lampiran 1.** Form Revisi

**Lampiran 2.** Form Rekomendasi Sidang

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 LATAR BELAKANG

Penyakit jantung terdapat beragam jenisnya, salah satunya adalah *Myocardial Ischemia* (MI) yang disebabkan oleh anomali yang terjadi pada detak jantung. MI menyebabkan sel mati dan dapat menyebabkan kerusakan permanen pada otot jantung jika tidak segera diobati [1]. Parameter yang menjadi tolak ukur apakah seorang pasien mengidap penyakit berbahaya seperti MI adalah kenaikan yang terjadi pada segmen ST. Hal tersebut dapat terlihat pada grafik EKG yang biasa digunakan pada dunia medis.

Elektrokardiografi merupakan proses pembentukan elektrokardiogram (EKG) yang merupakan sebuah grafik yang dibentuk dari hubungan antara voltase dan waktu. Pengambilan data grafik tersebut menggunakan elektroda yang akan mendeteksi perubahan elektris yang merupakan akibat dari depolarisasi otot jantung yang diikuti oleh repolarisasi jantung yang berulang. Apabila terjadi perubahan pada grafik EKG normal maka hal tersebut dapat menjadi identifikasi bahwa terdapat kelainan pada jantung.

Dalam sinyal EKG dapat dilakukan segmentasi titik-titik yang menandakan gerakan jantung saat memompa darah. Segmentasi tersebut biasa disebut sebagai segmen PQRST [2]. Sinyal EKG yang terekam tidak terlepas dari *noise* yang ditimbulkan oleh beberapa sebab. Untuk mengatasi *noise* yang ada pada sinyal EKG dapat menggunakan berbagai macam jenis filer, salah satunya adalah *wavelet*. H. Lin, et al [3] melakukan penelitian yang bertujuan untuk melakukan segmentasi segmen PQRST. Dalam penelitiannya tersebut, transformasi *wavelet* diskrit (DWT) digunakan sebagai basis penghilangan *noise* dan penentuan titik PQRST. Algoritma *windowing* juga digunakan dalam segmentasi fitur EKG tersebut.

Kebanyakan sinyal EKG terdapat segmen ST yaitu segmen antara titik S dengan titik T. Pada segmen tersebut dapat terjadi sebuah kenaikan atau elevasi tidak wajar yang disebut *ST Elevasi*. Pendekripsi elevasi ST pada segmen ST telah dilakukan sebelumnya pada beberapa penelitian. C. Kezi, et al [4] menggunakan teknik optimalisasi *bacterial foraging* untuk menentukan apakah pasien tersebut mengidap penyakit MI. metode tersebut digunakan setelah fitur EKG disegmentasi menggunakan *K-Means clustering*. K. M. T. Nahiyan, et al [5] menggunakan algoritma Pan-Tompkins untuk melakukan segmentasi fitur EKG. Setelah fitur EKG didapat, rumus trigonometri digunakan untuk penghitungan daerah kemiringan pada segmen ST. Dan pada penelitian Surtono. A, et al [6] *ST elevasi* dideteksi dengan menggunakan rumus selisih amplitudo yang terjadi di segmen ST.

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, penulis akan melakukan penelitian yang bertujuan untuk melanjutkan penelitian sebelumnya, yaitu melakukan deteksi *ST elevasi* dengan menggunakan hasil segmentasi sinyal EKG yang didapatkan dengan menggunakan transformasi *wavelet* diskrit dan algoritma *windowing*. Algoritma yang digunakan untuk mendeteksi *ST Elevasi* yang berada pada segmen ST dalam grafik EKG merupakan algoritma yang telah dilakukan pada penelitian-penelitian diatas.

## 1.2 Tujuan

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan S1 Sistem Komputer di Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya.
2. Melakukan segmentasi pada gelombang PQRST dari sinyal EKG menggunakan transformasi *wavelet* diskrit (DWT) dan algoritma *windowing*.
3. Membuat algoritma untuk mendeteksi *ST Elevasi*.

### **1.3 Perumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah yang ada pada tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan data dari *The QT Database*.
2. Hasil deteksi PQRST akan dibandingkan dengan anotasi ekspert dan *ecgpuwave* (pu0) untuk mengetahui tingkat keberhasilan program yang dibuat.
3. Hasil deteksi PQRST selanjutnya akan dimasukkan ke dalam program pendekripsi ST elevasi.

### **1.4 Batasan Masalah**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, akan dilakukan pembatasan masalah agar penelitian ini tetap terarah.

1. Segmentasi Fitur EKG hanya pada titik P (*Peak* dan *Onset*), QRS (*Onset* dan *Offset*), dan T (*Peak*, dan *Offset*).
2. Anotasi *R peak* pada dataset digunakan untuk penentuan titik R di dataset.
3. Data sinyal EKG akan disampel untuk memudahkan dalam visualisasi hasil.
4. Penelitian ini hanya sebatas simulasi program dengan menggunakan bahasa pemrograman *Python* untuk membuat program pengklasifikasian *ST Elevasi* pada sinyal EKG.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang akan digunakan dalam penulisan tugas akhir ini akan melewati beberapa tahap sebagai berikut :

## **BAB I PENDAHULUAN**

Pada bab pertama ini berisi tentang penjabaran secara sistematis topic yang diambil meliputi latar belakang, tujuan dan manfaat, perumusan dan batasan masalah, metodologi dan sistematika penulisan

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab kedua ini menjelaskan dasar teori yang menunjang pembahasan dari penelitian ini. Dasar teori ini berisi tentang literature EKG, gelombang EKG, QT *Database*, transformasi *wavelet*, algoritma *windowing*, dan *ST Elevasi*.

## **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ketiga ini menjelaskan bagaimana penelitian ini dilakukan yang dimulai dari *preprocessing* data, segmentasi fitur pada data, klasifikasi, serta validasi.

## **BAB IV HASIL DAN ANALISIS**

Pada bab keempat ini menjelaskan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan.

## **BAB V KESIMPULAN**

Pada bab kelima ini menarik kesimpulan berdasarkan hasil dan analisa terhadap penelitian yang telah dilakukan

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sanchis-Gomar, C. Perez-Quilis, R. Leischik, and A. Lucia, “Epidemiology of coronary heart disease and acute coronary syndrome,” *Ann. Transl. Med.*, vol. 4, no. 13, pp. 1–12, 2016.
- [2] H. A. J. Al-ziarjawey and I. Çankaya, “Heart Rate Monitoring and PQRST Detection Based on Graphical User Interface with Matlab,” *Int. J. Inf. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 4, pp. 311–316, 2015.
- [3] 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.
- [4] Bensujin, C. Kezi Selva vijila, and C. Hubert, “Detection of st segment elevation myocardial infarction (stem) using bacterial foraging optimization technique,” *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 6, no. 2, pp. 1212–1223, 2014.
- [5] M. S. Farhan and K. T. Nahyan, “Myocardial Ischemia Detection from Slope of ECG ST Segment,” *Bangladesh J. Med. Phys.*, vol. 10, no. 1, pp. 12–24, 2018.
- [6] A. Surtono and G. A. Pauzi, “Deteksi Miokard Infark Jantung pada Rekaman Elektrokardiogram Menggunakan Elevasi Segmen ST,” *Teor. Dan Apl. Fis.*, vol. 04, no. 01, pp. 119–124, 2016.
- [7] M. Yunus, A. Talib, and A. Khan, “Designing a 3-Lead Cost Effective Ecg Recording Glove for Home Monitoring,” *Biosci. Eng. An Int. J.*, vol. 1, no. 1, p. 45, 2014.
- [8] J. W. Mason, E. W. Hancock, and L. S. Gettes, “Recommendations for the Standardization and Interpretation of the Electrocardiogram,” *Circulation*, vol. 115, no. 10, pp. 1325–1332, 2007.
- [9] A. K. JOSHI, A. TOMAR, and M. TOMAR, “A Review Paper on Analysis of Electrocardiograph (ECG) Signal for the Detection of Arrhythmia Abnormalities,” *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 03, no.

- 10, pp. 12466–12475, 2014.
- [10] P. Laguna, R. G. Mark, A. Goldberg, and G. B. Moody, “Database for evaluation of algorithms for measurement of QT and other waveform intervals in the ECG,” *Comput. Cardiol.*, vol. 24, pp. 673–676, 1997.
  - [11] S. and N. Y. N. M. Tuakia, “Implementasi Watermarking Pada Citra Medis Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform (DWT),” in *Malang: Universitas Brawijaya*, 2013.
  - [12] M. Vetterli and R. Oliver, “Wavelets and Signal Processing,” *IEEE Signal Process. Mag.*, vol. 8, no. 4, pp. 14–38, 1991.
  - [13] A. Graps, “An Introduction to Wavelets,” *IEEE Comput. Sci. Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 1–12, 1995.
  - [14] D. L. Donoho, I. M. Johnstone, G. Kerkyacharian, and D. Picard, “Adapting to unknown smoothing via wavelet shrinkage,” *J. Am. Stat. Assoc.*, vol. 90, no. 432, pp. 1200–1224, 1995.
  - [15] A. Mounaim, A. Jbari, and A. Bourouhou, “ECG Signal Denoising By Wavelet Transform Thresholding,” *iJOE*, vol. 13, no. 9, 2017.
  - [16] 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.
  - [17] 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 Jt. Summits Transl. Sci. proceedings. AMIA Jt. Summits Transl. Sci.*, vol. 2017, pp. 256–262, 2018.
  - [18] P. Sasikala and R. S. D. Wahidabu, “Extraction of P wave and T wave in Electrocardiogram using Wavelet Transform,” *J. Comput. Sci.*, vol. 2, no. 1, pp. 489–493, 2011.
  - [19] P. Laguna *et al.*, “New algorithm for QT interval analysis in 24-hour Holter ECG: performance and applications,” *Med. Biol. Eng. Comput.*, vol. 28, no. 1, pp. 67–73, 1990.
  - [20] N. Milosavljević and A. Petrović, “ST segment change detection by means

of wavelets,” *8th Semin. Neural Netw. Appl. Electr. Eng. Neurel-2006 Proc.*, no. October 2006, pp. 137–140, 2006.