

**VISUALISATOR MEKANISME KERJA JANTUNG MANUSIA**



**OLEH :**  
**CARESA JUWANA**  
**5103008003**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK**  
**WIDYA MANDALA SURABAYA**

**2012**

**SKRIPSI**  
**VISUALISATOR MEKANISME KERJA JANTUNG MANUSIA**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar  
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya**



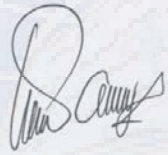
**OLEH:**  
**CARESA JUWANA**  
**5103008003**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS KATOLIK**  
**WIDYA MANDALA SURABAYA**

**2012**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Naskah skripsi Visualisator Mekanisme Kerja Jantung Manusia yang ditulis oleh Caresa Juwana telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke Tim Penguji.



Pembimbing I : Lanny Agustine, ST., MT.



Pembimbing II : Antonius Wibowo, ST., MT.

**LEMBAR PENGESAHAN**

Skripsi yang ditulis oleh Caresa Juwana NRP 5103008003  
Telah disetujui pada tanggal 24 Juli 2012 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Tim Penguji



Hartono Pranjoto, PhD.

NIK.511.94.0218

Mengetahui,



Dekan

Ir. Yohanes Sudarvanto, MT.  
NIK.511.89.0151



Ketua Jurusan

Andrew Joewono, ST.MT  
NIK.511.97.0291

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Unika  
Widya Mandala Surabaya :

Nama : Caresa Juwana  
NRP : 5103002003

Menyetujui skripsi/karya ilmiah saya:

Judul : Visualisasi Mekanisme Kerja Jantung  
Manusia

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital  
Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan  
akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat  
dengan sebenarnya.

Surabaya, 22 Juli 2012



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan atas segala berkat, rahmat dan kasih karunia-Nya, sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Ucapan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, saran dan dukungan yang telah diberikan dalam menyusun skripsi ini kepada:

1. Keluarga tercinta, mami, papi, Mossa yang telah mendidik dan membesarkan saya dengan baik serta banyak membantu baik dalam hal motivasi, materiil, dan doa.
2. Lanny Agustine ST., MT, sebagai dosen pembimbing 1 yang selalu memberikan bimbingan, petunjuk, dan bantuan dengan totalitas dan determinasi yang tinggi sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Antonius Wibowo ST., MT, sebagai dosen pembimbing 2 yang memberikan petunjuk dan bantuan dengan sabar, ikhlas, dan tulus dalam pengerjaan skripsi ini.
4. Andrew Joewono ST., MT, dan Ferry Toar ST., MT, sebagai dua orang sosok yang akan saya kenang dengan baik hingga kapanpun.
5. Seluruh mahasiswa Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya angkatan 2008 sebagai teman dalam suka dan duka.

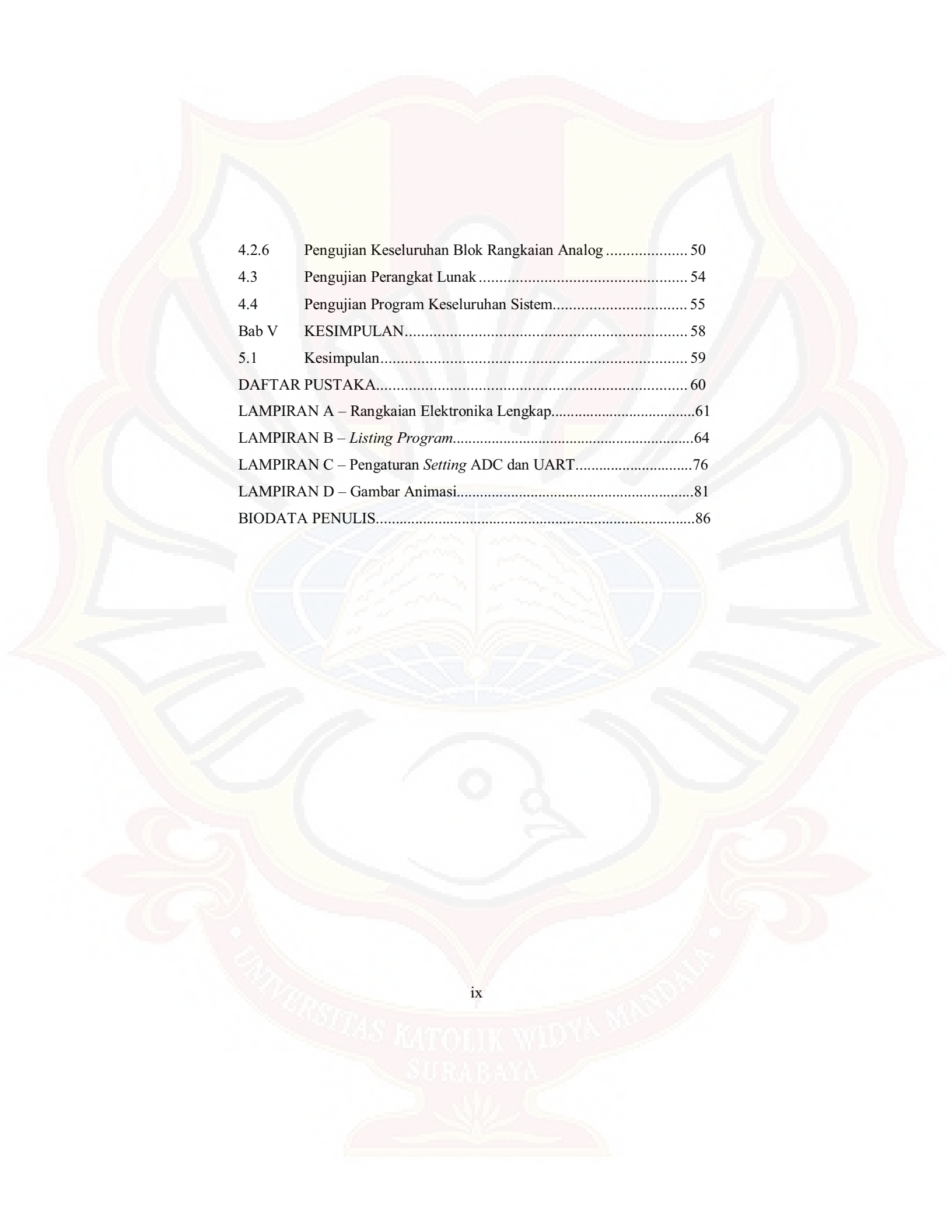
Semoga dengan penelitian yang dilakukan pada skripsi ini, dapat dipergunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian berikutnya.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Judul dan Lembar Pengesahan.....	i
Kata Pengantar.....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel.....	xii
Abstrak.....	ix
Abstract .....	x
Bab I    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Perumusan Masalah .....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan .....	4
1.5    Metodologi Perancangan.....	4
1.6    Sistematika Penulisan.....	5
Bab II    TEORI PENUNJANG.....	7
2.1    Jantung.....	7
2.2 <i>Eintoven Triangle</i> .....	8
2.3 <i>Tranducer</i> Elektroda .....	10
2.4 <i>Bio-potential Amplifier</i> .....	10
2.5 <i>Inverting Amplifier</i> .....	12
2.6 <i>Non-inverting Amplifier</i> dan <i>Low-pass Filter</i> .....	13
2.7 <i>High-pass Filter</i> .....	14
2.8 <i>Notch Filter</i> .....	15

	Halaman
2.9	Mikrokontroler ATMEGA 8..... 16
2.10	Komunikasi Serial..... 17
2.11	BORLAND DELPHI ..... 18
Bab III	METODE PERANCANGAN SISTEM ..... 19
3.1	Pendahuluan ..... 19
3.2	Perancangan Perangkat Keras..... 22
3.2.1	Perancangan <i>Bio-potential amplifier</i> ..... 22
3.2.2	Perancangan <i>Driven Right-leg</i> ..... 23
3.2.3	Perancangan <i>Non-inverting amplifier &amp; LPF</i> ..... 24
3.2.4	Perancangan <i>High-pass Filter</i> ..... 25
3.2.5	Perancangan <i>Notch Filter</i> ..... 26
3.2.6	Rangkaian Aplikasi ATMEGA 8..... 28
3.2.7	Rangkaian Aplikasi RS-232..... 29
3.3	Perancangan Perangkat Lunak..... 30
3.3.1	Perancangan Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler ..... 32
3.3.2	Perancangan Perangkat Lunak Pada BORLAND DELPHI ..... 33
3.3.2.1	Perancangan <i>Form A</i> ..... 34
3.3.2.2	Perancangan <i>Form B</i> ..... 35
	Halaman
Bab IV	PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT ..... 42
4.1	Pengantar Pengukuran dan Pengujian Alat..... 42
4.2	Pengukuran dan Pengujian Perangkat Keras..... 42
4.2.1	Pengukuran dan Pengujian <i>Bio-potential Amplifier</i> ..... 43
4.2.2	Pengukuran dan Pengujian <i>Inverting Amplifier</i> ..... 44
4.2.3	Pengukuran dan Pengujian <i>Non-Inverting Amplifier &amp; LPF</i> ... 45
4.2.4	Pengukuran dan Pengujian <i>Notch Filter</i> ..... 47
4.2.5	Pengukuran dan Pengujian <i>High-pass Filter</i> ..... 49





4.2.6	Pengujian Keseluruhan Blok Rangkaian Analog .....	50
4.3	Pengujian Perangkat Lunak .....	54
4.4	Pengujian Program Keseluruhan Sistem.....	55
Bab V	KESIMPULAN.....	58
5.1	Kesimpulan.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....		60
LAMPIRAN A – Rangkaian Elektronika Lengkap.....		61
LAMPIRAN B – <i>Listing Program</i> .....		64
LAMPIRAN C – Pengaturan <i>Setting</i> ADC dan UART.....		76
LAMPIRAN D – Gambar Animasi.....		81
BIODATA PENULIS.....		86

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1(a) Jantung Manusia .....	8
Gambar 2.1(b) Sinyak Elektrik Pada Jantung .....	8
Gambar 2.2 <i>Einthoven Triangle</i> .....	9
Gambar 2.3 <i>Tranducer</i> Elektroda.....	10
Gambar 2.4 <i>Bio-potential Amplifier</i> .....	11
Gambar 2.5 INA114.....	12
Gambar 2.6 <i>Inverting Amplifier</i> Sebagai <i>Driven Righ Leg</i> .....	13
Gambar 2.7 <i>Non-Inverting Amplifier</i> dan <i>Low-pass Filter</i> .....	14
Gambar 2.8 <i>High-pass Filter</i> .....	15
Gambar 2.9 <i>Notch Filter</i> Tipe <i>Twin-T</i> .....	16
Gambar 2.10 ATMEGA 8 .....	17
Gambar 2.11 Rangkaian RS-232.....	18
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat .....	19
Gambar 3.2 Jantung Manusia .....	20
Gambar 3.3 Desain <i>Bio0potential Amplifier</i> .....	22
Gambar 3.4 Desain <i>Driven Righ Leg</i> .....	23
Gambar 3.5 Desain <i>Non-inverting Amplifier</i> dan <i>Low-pass Filter</i> .....	25
Gambar 3.6 Desain <i>High-pass Filter</i> .....	26
Gambar 3.7 Desain <i>Notch Filter</i> .....	27
Gambar 3.8 Desain Sistem Minimum Mikrokontroler .....	28
Gambar 3.9 Aplikasi Rangkaian RS-232.....	30
Gambar 3.10 Diagram Blok Perangkat Lunak.....	31
Gambar 3.11 <i>USB to Serial Converter</i> .....	31
Gambar 3.12 Diagram Alir Perangkat Lunak Pada Mikrokontroler.....	32

	Halaman
Gambar 3.13 Pembagian <i>Form</i> .....	34
Gambar 3.14 Tampilan <i>form A</i> .....	34
Gambar 3.15 Diagram alir <i>form B</i> .....	35
Gambar 3.16 Diagram Alir <i>Form B</i> .....	38
Gambar 3.17 Diagram alir Perhitungan Detak dan Suara Jantung .....	39
Gambar 4.1 Grafik Respon Terhadap Penguatan .....	43
Gambar 4.2 Grafik Respon Terhadap Penguatan .....	45
Gambar 4.3 Grafik Respon Terhadap Penguatan .....	47
Gambar 4.4 Grafik Respon Terhadap Peredaman.....	48
Gambar 4.5 Grafik Respon Terhadap Peredaman.....	50
Gambar 4.6 Gambar Rangkaian ECG Simulator.....	51
Gambar 4.7 Sinyal Keluaran ECG Simulator .....	52
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Dengan ECG Simulator .....	52
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Pada Pengguna.....	53
Gambar 4.10 Tampilan <i>Output</i> Rangkaian Pada PC .....	55
Gambar 4.11 Posisi Pengguna Saat Pengujian.....	56
Gambar 4.12 Tampilan Hasil Pengujian.....	56

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Tabel Koefisien Filter <i>Butterworth</i> .....	15
Tabel 3.1 Penguatan dan Nilai Komponen <i>Bio-Potential Amplifier</i> .....	23
Tabel 3.2 Penguatan dan Nilai Komponen <i>Driven Right Leg</i> .....	24
Tabel 3.3 Penguatan dan Nilai Komponen <i>Low-pass Filter</i> .....	25
Tabel 3.4 $F_c$ dan Nilai Komponen <i>High-pass Filter</i> .....	26
Tabel 3.5 $F_c$ dan Nilai Komponen <i>Notch Filter</i> .....	27
Tabel 3.6 Karakteristik dan Nilai Komponen Mikrokontroler .....	29
Tabel 3.7 Daftar Komponen Rangkaian RS-232.....	30
Tabel 3.8 Komponen-komponen pada <i>form A</i> .....	36
Tabel 3.9 Deskripsi Bagian – Bagian <i>Form B</i> .....	37
Tabel 3.10 Komponen-komponen pada <i>Form B</i> .....	40
Tabel 4.1 Pengukuran Rangkaian <i>Bio-Potential Amplifier</i> .....	43
Tabel 4.2 Pengukuran Rangkaian <i>Inverting Amplifier</i> .....	44
Tabel 4.3 Pengukuran Rangkaian <i>Low-pass Filter</i> .....	46
Tabel 4.4 Pengukuran Rangkaian <i>Notch Filter I</i> .....	48
Tabel 4.5 Pengukuran Rangkaian <i>High-pass Filter</i> .....	49
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Detak Jantung Per-menit.....	57

## Visualisator Mekanisme Kerja Jantung Manusia

### ABSTRAK

Jantung (*cardiac*) adalah organ di dalam tubuh manusia yang mempunyai fungsi untuk memompa dan mengedarkan darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh jaringan tubuh. Jantung adalah organ tubuh yang memegang peranan penting dalam anatomi tubuh manusia. Tingkat kematian manusia yang disebabkan oleh penyakit pada jantung adalah masalah yang sangat umum terjadi di dunia. Oleh karena itu, pembelajaran terhadap kinerja dan aktifitas jantung dirasa sangat penting untuk pengembangan pendidikan ilmu dan teknologi medis. Pembelajaran terhadap sistem gerak dan aktifitas elektrik pada jantung dirasa akan sangat bermanfaat untuk pemahaman dan pembelajaran medis dari jantung serta pengembangan dari teknologi medis.

Pada jantung terjadi sebuah aktifitas sinyal elektrik yang menstimulus gerakan memompa atau kontraksi pada jantung. Aktifitas elektrik yang terjadi pada jantung adalah stimulus dari terjadinya gerak mekanis yang dihasilkan jantung. Jantung memberikan sinyal elektrik ke seluruh tubuh. Titik – titik referensi dimana dapat diambilnya sinyal jantung dari tubuh dapat diketahui dengan menggunakan teori Einthoven Triangle. Teori Einthoven Triangle menjelaskan tentang pola vektor aktifitas elektrik yang dikirim jantung ke seluruh tubuh.

Untuk memproses sinyal yang didapat dari tubuh, diperlukan penguat tegangan yang disebut dengan *bio-potensial amplifier*. *Bio-potensial amplifier* adalah sebuah jenis *amplifier* yang didesain secara khusus untuk proses penguatan sinyal elektrik pada tubuh atau disebut dengan *bio-potensial*. *Bio-potensial Amplifier* dapat diklasifikasikan sebagai

*operational amplifier*. Pada proposal skripsi akan diulas penelitian pembuatan alat simulasi gerak jantung secara *real-time*. Alat ini berguna untuk pengamatan dan pembelajaran gerak dari jantung serta aktifitas elektrik pada jantung yang disimulasikan dalam animasi pada PC.

Modul *interface* yang digunakan pada alat ini adalah rangkaian *bio-potensial amplifier*, mikrokontroler ATMEGA 8, dan RS-232. *Bio-potensial amplifier* memperkuat sinyal elektrik yang didapat dari permukaan tubuh, kemudian sinyal diproses oleh mikrokontroler ATMEGA 8 untuk dikirimkan ke PC secara serial. Kemudian data diolah dan digunakan sebagai stimulus dari animasi pada program BORLAND DELPHI.

**Kata Kunci** : Jantung, Einthoven Triangle, Sinyal elektrik, *Bio-potensial Amplifier*, Mikrokontroler, BORLAND DELPHI

## ***Visualizer Mechanism of the Human Heart***

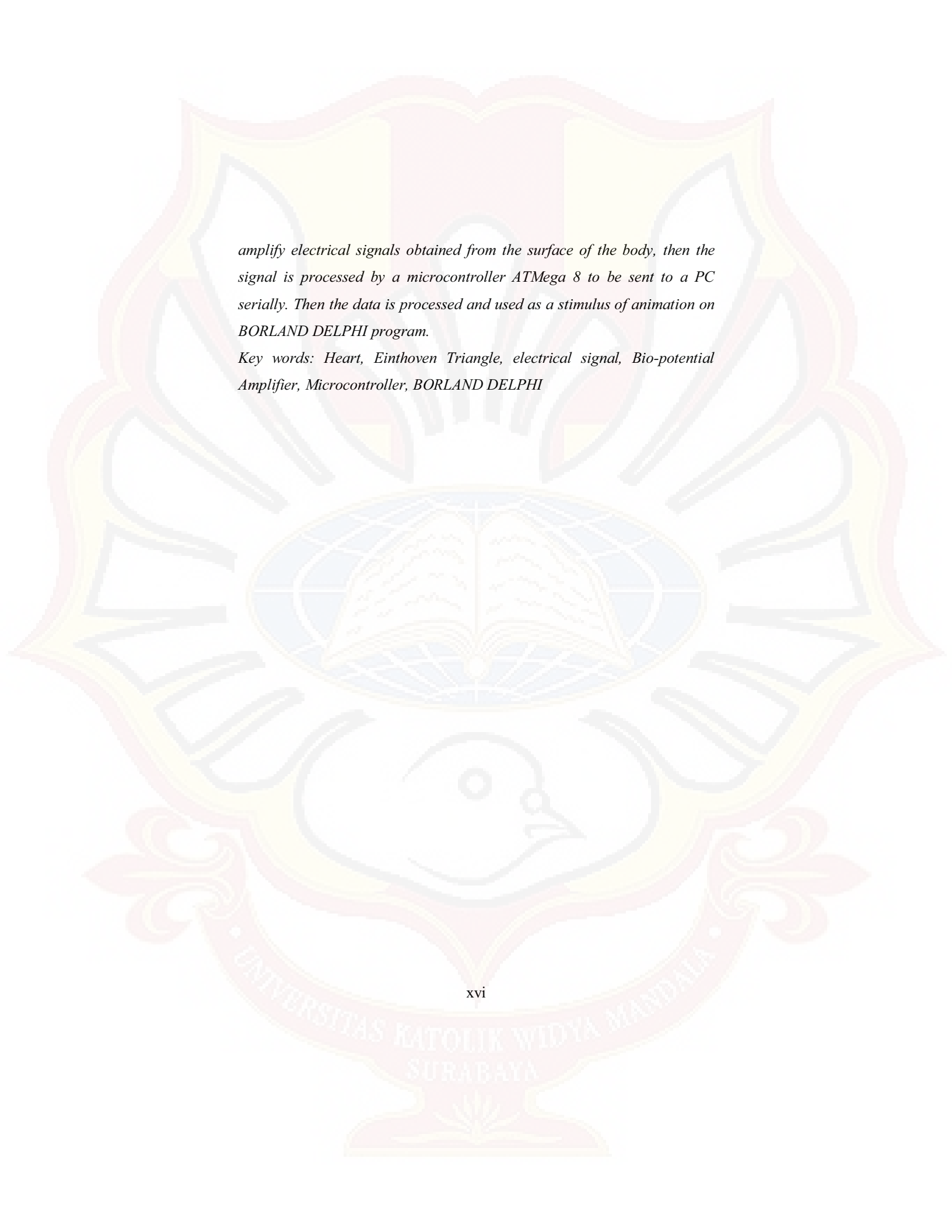
### ***Abstract***

*The heart (cardiac) is an organ in the human body which has the function to pump and circulate blood that carries oxygen and nutrients to all body tissues. The heart is an organ that plays an important role in human anatomy. Human mortality rate caused by diseases of the heart is a very common problem in the world. Therefore, learning to performance and cardiac activity as crucial to the development of science education and medical technology. Learning of motion systems and electrical activity of the heart is felt to be very useful for the understanding and the heart of the medical learning and the development of medical technology.*

*In the event of a cardiac electrical signal that stimulates the activity of pumping movements or contractions of the heart. Electrical activity that occurs in the heart of the motion stimulus produced a mechanical heart. Cardiac electrical signals throughout the body. Point - a point of reference which can be taken heart from the body's signals can be detected using the Einthoven Triangle theory. Einthoven Triangle Theory describes the pattern of electrical activity vector which sent the heart to the body.*

*To process the signals came from the body, required voltage amplifier called bio-potential amplifier. Bio-potential amplifier is a type of amplifier specifically designed for the process of strengthening the body's electrical signals or called bio-potential. Bio-potential Amplifier can be classified as an operational amplifier. On the proposal of making the research thesis will be reviewed cardiac motion simulation tools in real-time. This tool is useful for observation and study of cardiac motion and the cardiac electrical activity simulated in the animation on the PC.*

*Interface modules are used in this tool is a series of bio-potential amplifier, a microcontroller ATmega 8, and RS-232. Bio-potential amplifier*



*amplify electrical signals obtained from the surface of the body, then the signal is processed by a microcontroller ATmega 8 to be sent to a PC serially. Then the data is processed and used as a stimulus of animation on BORLAND DELPHI program.*

*Key words: Heart, Einthoven Triangle, electrical signal, Bio-potential Amplifier, Microcontroller, BORLAND DELPHI*