



**PENGOLAHAN SINYAL DETAK JANTUNG UNTUK
MENDETEKSI ARITMIA SINUS BRADIKARDIA
DAN SINUS TAKIKARDIA MENGGUNAKAN
STETOSKOP DIGITAL**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi syarat – syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

**Setya Widyawan Prakosa
NIM 091910201004**

**PROGRAM STUDI STRATA 1 TEKNIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER**

2013

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan limpahan nikmat yang sangat luar biasa kepada penulis, dan tidak lupa juga sholawat dan salam selalu tucurahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW yang telah membawa kita semua menuju peradaban manusia yang lebih baik. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Bapak dan Ibu yang selalu mendoakan dan selalu mendukung baik secara moral dan materi.
2. Adik penulis Shinta Widyawati Prakosa yang selalu menjadi motivasi, penulis mendoakan agar sukses selalu.
3. Keluarga besar penulis yang telah memberikan doa serta menjadi motivasi penulis untuk sukses.
4. Semua Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknnik Universitas Jember yang telah membimbing dan memberikan ilmu. Terutama Bapak Sumardi, S.T., M.T selaku DPU dan Bapak Bambang Supeno, S.T., M.T. selaku DPA yang telah meluangkan waktu dan pikirannya seta perhatiannya guna memberikan bimbingan dan pengarahan demi terselesainya skripsi ini.
5. Keluarga besar Fakultas Teknik, terutama Bapak Gifita dan Bapak Agus dibagian kemahasiswaan yang selalu memberikan semangat dan menjadi mitra penting dalam mengarungi kehidupan dikampus.
6. Teman-teman Teknik Elektro 2009, yang dengan bangga mengusung slogan “Sak Lawase Tetep Duler !” bangga menjadi anggota penting bagi kalian.
7. Kabinet Badan Eksekutif Mahasiswa selama saya menjadi presiden, serta teman-teman UKM Robotika dan teman-teman mobil listrik. Tetaplah berkarya kawan bangga bisa bekerja sama dengan kalian!
8. Vanya Pinkan Maridelana, S.P. dan kawan-kawan lain yang telah memberikan semangatnya.
9. Nurseno Aqib Fadwi Adi, S.T. terima kasih mas bro, sudah mengajarkan saya program delphi. Semoga sampean sukses selalu.

10. Almarhum Fajar Dwi Rahman yang telah menginspirasi penulis untuk mendalami elektronika medis, semoga kamu tenang disana sahabat penulis akan selalu berusaha mengamalkan ilmu akan terus mengembangkan ilmu agar kesehatan umat manusia selalu terjaga.
11. Teman-teman SMA utamanya Hogwart, bagi Giar Pradipta dan Afi Adi Kirana, S. Ked. Matur nuwun telah memberikan saran yang sangat berharga bagi penulis.
12. Matur nuwun dr. Dani Riandi yang sudah memberikan arahan untuk mengetahui seluk beluk dunia kedokteran.
13. Pihak – pihak yang membaca serta menjadikan skripsi ini sebagai referensi penelitiannya.
14. Serta pihak-pihak lain yang telah membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

MOTTO

“Jikalau menjadi ahli pada saat sekarang tetapi dengan teknologi kadaluarsa, sama halnya dengan mengendarai kerbau di jaman modern”

(Setya Widyawan Prakosa)

“Bermimpilah setinggi langit karena apabila kau terjatuh akan terjatuh diantara bintang – bintang”

(Ir. Soekarno)

“Sabar itu ada tidak batasnya, kalau ada batasnya berarti tidak sabar. Gitu aja kok repot”

(Gus Dur)

“Guru intelektualitas saya adalah spiritualitas; guru spiritualitas saya adalah intelektualitas”

(Gus Dur)

"Janganlah sekali-kali engkau meremehkan suatu perbuatan baik walaupun hanya menyambut saudaramu dengan muka yang manis"

(HR. Muslim)

“Kosong adalah isi dan isi adalah kosong”

(Biksu Tong)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Setya Widyawan Prakosa

NIM : 091910201004

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “*Pengolahan Sinyal Detak Jantung Untuk Mendekteksi Aritmia Sinus Bradikardia dan Sinus Takikardia Menggunakan Stetoskop Digital*” adalah benar – benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan subtansi disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, September 2013

Yang menyatakan,

Setya Widyawan Prakosa

NIM 091910201004

SKRIPSI

**PENGOLAHAN SINYAL DETAK JANTUNG UNTUK
MENDETEKSI ARITMIA SINUS BRADIKARDIA
DAN SINUS TAKIKARDIA MENGGUNAKAN
STETOSKOP DIGITAL**

Oleh

Setya Widyawan Prakosa

NIM 091910201004

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Sumardi, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Bambang Supeno, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Pengolahan Sinyal Detak Jantung Untuk Mendekteksi Aritmia Sinus Bradikardia dan Sinus Takikardia Menggunakan Stetoskop Digital*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknik Universitas Jember pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 25 September 2013

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Sumardi, S.T.,M.T.

NIP. 19670113 199802 1 001

Bambang Supeno S.T.,M.T.

NIP. 19690630 199512 1 001

Penguji I

Penguji II

Satryo Budi Utomo, S.T.,M.T.

NIP. 19850126 200801 1 002

H. Samsul Bachri Masmachofari, S.T.,M.MT.

NIP. 19640317 199802 1 001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. Widyono Hadi, M.T.

NIP. 19610414 198902 1 001

**PENGOLAHAN SINYAL DETAK JANTUNG UNTUK MENDETEKSI
ARITMIA SINUS BRADIKARDIA DAN SINUS TAKIKARDIA
MENGUNAKAN STETOSKOP DIGITAL**

Setya Widyawan Prakosa

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember

ABSTRAK

Penyakit manusia yang semakin lama semakin kompleks membuat manusia harus selalu menemukan terobosan teknologi. Terobosan-terobosan ini mencakup cara penanganan medis maupun peralatan kedokteran itu sendiri. Penyakit jantung merupakan penyakit yang sangat ditakuti oleh manusia modern. Gangguan irama jantung manusia merupakan salah satu kelainan jantung yang wajib diwaspadai. Nilai detak jantung normal manusia sebesar 60 sampai 100 detak per menit. Perancangan alat stetoskop digital yang dapat menghitung dan menampilkan sinyal suara detak jantung manusia merupakan langkah awal untuk pengembangan peralatan kedokteran. Stetoskop digital yang dirancang menggunakan model IIR dalam teknik pengolahan sinyal untuk menahan sinyal berfrekuensi di bawah 0,5 Hz dan di atas 2,5 Hz. Rentang frekuensi didapatkan dari asumsi detak minimum yang dapat dideteksi adalah 30 detak permenit dan detak maksimum sebesar 150 detak permenit. Gangguan jantung yang diderita pasien dideteksi dengan menggunakan data detak jantung yang terdeteksi yaitu apabila kurang dari 60 detak permenit disebut sinus bradikardia dan lebih dari 100 disebut sinus takikardia. Tingkat ketelitian alat ini dalam mendeteksi detak jantung memiliki nilai *error* persen terbesar 3,23%, dengan *error* persen rata-rata adalah 1,76%.

Kata kunci : Stetoskop, jantung, filter, detak, penyakit.

***HEARTBEATS SIGNAL PROCESSING FOR DETECTING
SINUS BRADYCARDIA AND TACHYCARDIA ARRHYTHMIA
USING DIGITAL STETHOSCOPE***

Setya Widyawan Prakosa

Electrical Engineering Department, Engineering Faculty, Jember University

ABSTRACT

Human diseases becomes a complex diseases now and for long time to go, human must be improve their medical devices. This invention includes medical treatment and medical equipment. Now heart disease is a disease that is feared by humans. Human heart rhythm disorder is one that must be aware of heart abnormalities, where normal human heart rate of 60 to 100 beats per minute. Digital stethoscope design tool that can calculate and display the human heartbeat sound signal is the first step for the development of medical equipment. Digital stethoscope that is designed using IIR models in the signal processing techniques to hold the signal frequency below 0.5 Hz and above 2.5 Hz. Frequency range is obtained from the assumption that the minimum detectable rate was 30 beats per minute and a maximum rate of 150 beats per minute. Patients who suffered heart problems detected by using the data that is detectable heartbeat if less than 60 beats per minute is called sinus bradycardia, and more than 100 so-called sinus tachycardia. This tool accuracy rate in detecting heart rate had the largest percent error value of 3.23%, with an average percent error was 1.76%.

Keyword : Stethoscope, heart, filter, beat, diseases.

RINGKASAN

Pengolahan Sinyal Detak Jantung Untuk Mendekteksi Aritmia Sinus Bradikardia dan Sinus Takikardia Menggunakan Stetoskop Digital; Setya Widyawan Prakosa; 091910201004; 2013; 65 halaman; Program Studi Strata Satu Teknik, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyakit pada manusia saat ini sangatlah beragam dan keberagaman penyakit itu menimbulkan berbagai macam diagnosa yang berbeda-beda. Salah satu dari penyakit yang banyak diderita oleh manusia modern adalah penyakit jantung. Penyakit jantung menjadi pembunuh nomor satu di dunia saat ini, karena penyakit ini sangat dekat dengan kebiasaan manusia modern yang kurang memperhatikan pola makan sehat dan seimbang serta olahraga teratur. *Junk Food* dan *Fast Food* merupakan penyumbang terbesar dalam meningkatkan resiko gagal jantung pada manusia. Pendeteksian dini gejala penyakit jantung sangatlah dibutuhkan oleh manusia modern terlebih lagi kepada orang yang sangat berpotensi pada penyakit ini. Pengembangan teknologi harus dilakukan untuk mengurangi resiko kematian serta menambah angka harapan hidup populasi manusia saat ini. Stetoskop dapat mendeteksi suara jantung sehingga dokter dapat membuat suatu diagnosa tentang keadaan jantung manusia, normal atau memiliki kelainankah jantung kita. Suara yang dihasilkan oleh stetoskop akan didengarkan oleh dokter kemudian dokter akan memberikan diagnosa penyakit yang kita derita. Keterbatasan telinga manusia tentunya tidak dapat mengetahui spesifikasi dari penyakit yang diderita, karena sudah tentu kita tidak dapat mendengarkan suara yang beramplitudo rendah. Hal ini berbeda dengan sistem yang dapat mengintrepetasikan sinyal jantung tersebut kedalam sebuah grafik, sehingga kita dapat melihat dan menemukan pola dari suatu penyakit jantung seseorang. Stetoskop digital dibangun dan dirancang menggunakan sistem elektronika berbasis mikrokontroler. Sistem elektronik pada awalnya menangkap suara korotkof kemudian dalam LCD akan ditampilkan berapakah denyut jantung dari pasien dan kemudian terdapat analisa normal atau tidak kodisinya.

Stetoskop digital ini terdiri dari rangkaian pengolah sinyal, program interface dengan delphi, dan program penghitung detak jantung. Transduser pada awalnya akan mengubah sinyal suara menjadi sinyal listrik yang kemudian akan diolah dengan rangkaian pengolah sinyal yang terdiri dari rangkaian high pass filter, amplifier, dan adder amplifier. Sinyal selanjutnya akan diolah oleh mikrokontroler yang menjadikan sinyal analog kedalam bentuk digital. Filter kemudian dilakukan, dimana filter yang dipilih adalah filter IIR orde satu yang menahan sinyal di bawah 0,5 Hz dan di atas 2,5 Hz. Hal ini didasarkan pada perancangan alat bahwa detak minimum yang dibaca adalah 30 detak permenit dan detak maksimum 150 detak permenit. Sinyal setelah filter inilah yang kemudian akan dibaca oleh mikrokontroler sebagai detak jantung, pembacaan setelah satu menit akan menampilkan hasil dari penghitungan detak. Jantung normal berada pada kisaran 60 – 100 detak permenit, sedangkan sinus takikardia diatas 100 detak permenit, dan sinus bradikardia dibawah 60 detak permenit.

Kesimpulan yang didapat dari hasil analisis dan pembahasan pada penelitian ini adalah filter dapat bekerja untuk menahan sinyal di bawah 0,5 Hz dan di atas 2,5 Hz. Alat yang dirancang dapat bekerja untuk menghitung detak jantung manusia dengan *error* persen terbesar 3,23%, dengan *error* persen rata-rata adalah 1,76%.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran *Ilahi robbi* atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Pengolahan Sinyal Detak Jantung Untuk Mendeteksi Aritmia Sinus Bradikardia dan Sinus Takikardia Menggunakan Stetoskop Digital*” Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ir. Widyono Hadi, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember dan Dosen Pembimbing Anggota yang memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Sumardi, S.T.,M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember,
3. Sumardi, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Bambang Supeno, S.T.,M.T., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran guna memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Satryo Budi Utomo, S.T., M.T., dan Samsul Bachri M, S.T., M.MT., selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahan demi terselesaikannya penulisan skripsi ini.
5. Afi Adi Kirana, S. Ked., Nurseno Aqib Fadwi Adi, S.T., dan dr. Dani Riandi yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu, tenaga dan pikiran serta saran-saran demi terselesaikannya skripsi ini.
6. Ibunda Umi Kustantinah, dan Bapak Ir. Widyono Hadi, M.T., serta adikku Shinta Widyawati Prakosa terima kasih atas semua doa, dukungan baik secara materi maupun moral, dukungan, kasih sayang serta doa restunya.

7. Teman – teman satu perjuangan di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik khususnya Angkatan 2009 yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, dan Vanya Pinkan Maridelana, S.P. serta Nurseno Aqib Fadwi Adi, S.T. terima kasih atas dukungan dan bantuannya selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Almarhum Fajar Dwi Rahman yang telah menginspirasi penulis untuk berkarya didalam wadah elektronika medis.
9. Pihak – pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan motivasi kalian dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya untuk disiplin ilmu teknik elektro khususnya konsentrasi elektronika. Kritik dan saran yang mambangun diharapkan terus mengalir untuk lebih menyempurnakan skripsi ini dan dapat dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

Jember, September 2013

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
ABSTRAK	viii
RINGKASAN	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat	4
1.4.1 Peneliti.....	4
1.4.2 Instansi Teknik Elektro	4
1.4.3 Masyarakat	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jantung.....	6
2.2 Gangguan Irama Jantung	10
2.2.1 Sinus Bradikardia.....	11
2.2.2 Sinus Takikardia	12
2.3 Stetoskop.....	13

2.4	Rangkaian Pengkondisi Sinyal Korotkof	14
2.4.1	<i>Condenser Microphone</i>	14
2.4.2	<i>Amplifier</i>	15
2.4.3	<i>High Pass Filter</i>	15
2.4.4	<i>Adder Amplifier</i>	16
2.5	ATMEGA 16.....	16
2.6	Filter Digital.....	18
2.6.1	Filter IIR.....	18
2.6.1.1.	Kelebihan IIR.....	19
2.6.1.2.	Kekurangan IIR.....	19
2.6.2	Filter FIR.....	20
2.7	Transformasi Z.....	20

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1	Jenis Penelitian.....	22
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	22
3.2.1	Tempat Penelitian	22
3.2.2	Waktu Penelitian.....	22
3.3	Alat dan Bahan.....	22
3.3.1	<i>Hardware</i>	23
3.3.2	<i>Software</i>	23
3.4	Desain Hardware	23
3.4.1	Desain Mekanik	23
3.4.2	Desain Rangkaian Pengolahan Sinyal Jantung.....	24
3.5	Desain Software Mikrokontroler.....	27
3.6	Tahapan Penelitian	28
3.7	Diagram Alir Penelitian Pembuatan Alat Stetoskop Digital	29

BAB 4. HASIL DAN ANALISA DATA

4.1	Pengujian Blok Sistem Perangkat Keras Alat.....	31
4.1.1	Pengujian Catu Daya.....	31
4.1.2	Pengujian Transduser	32
4.1.3	Pengujian Rangkaian Pengolah Sinyal.....	32

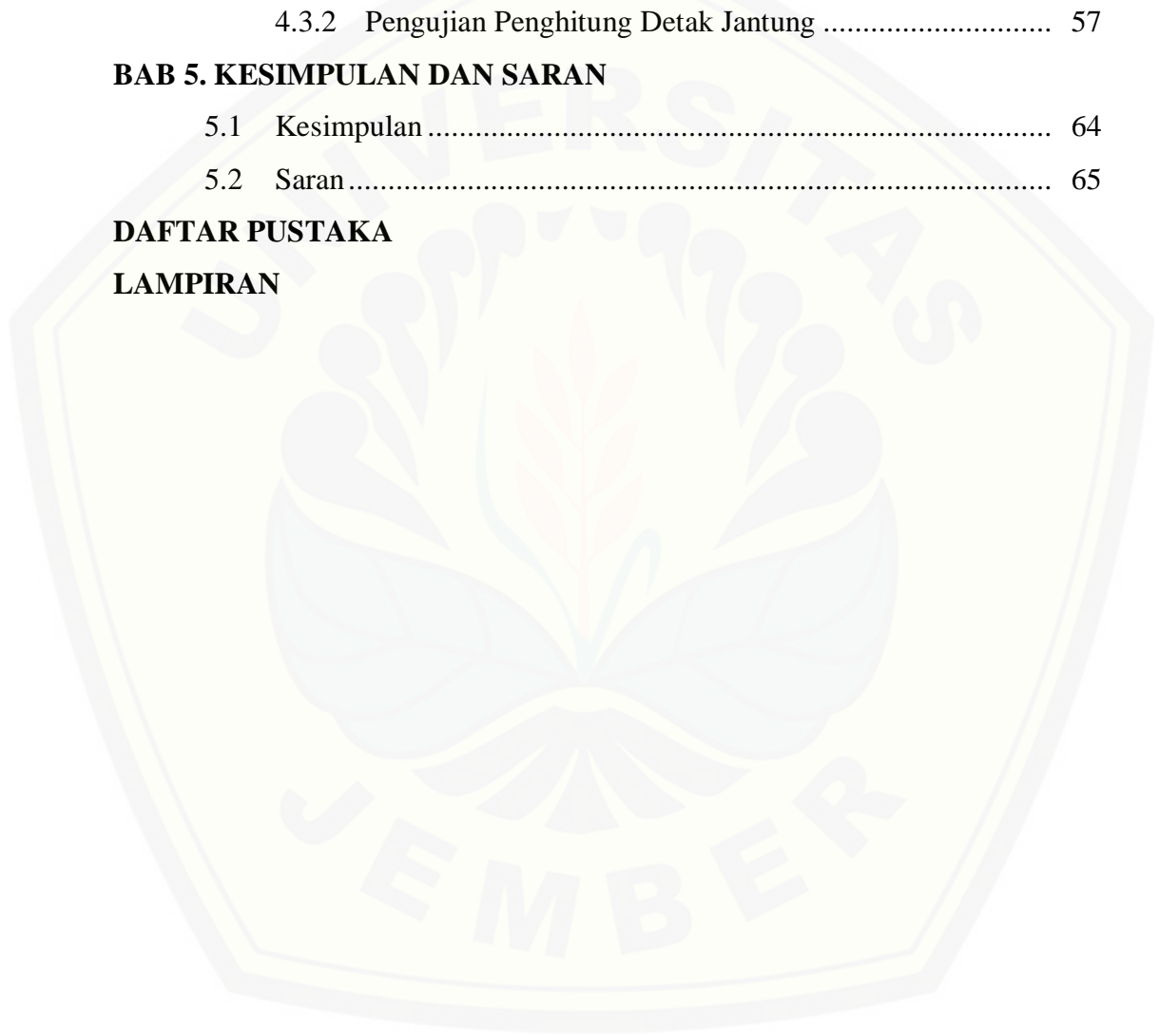
4.2	Pengujian Perangkat Lunak	37
4.2.1	Program Komunikasi Serial Antara Mikrokontroler dengan Komputer.....	37
4.2.2	Pengujian Filter.....	40
4.3	Pengujian Pada Alat Keseluruhan.....	52
4.3.1	Pengujian Program Tampilan Grafik Pada Komputer	53
4.3.2	Pengujian Penghitung Detak Jantung	57

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	64
5.2	Saran	65

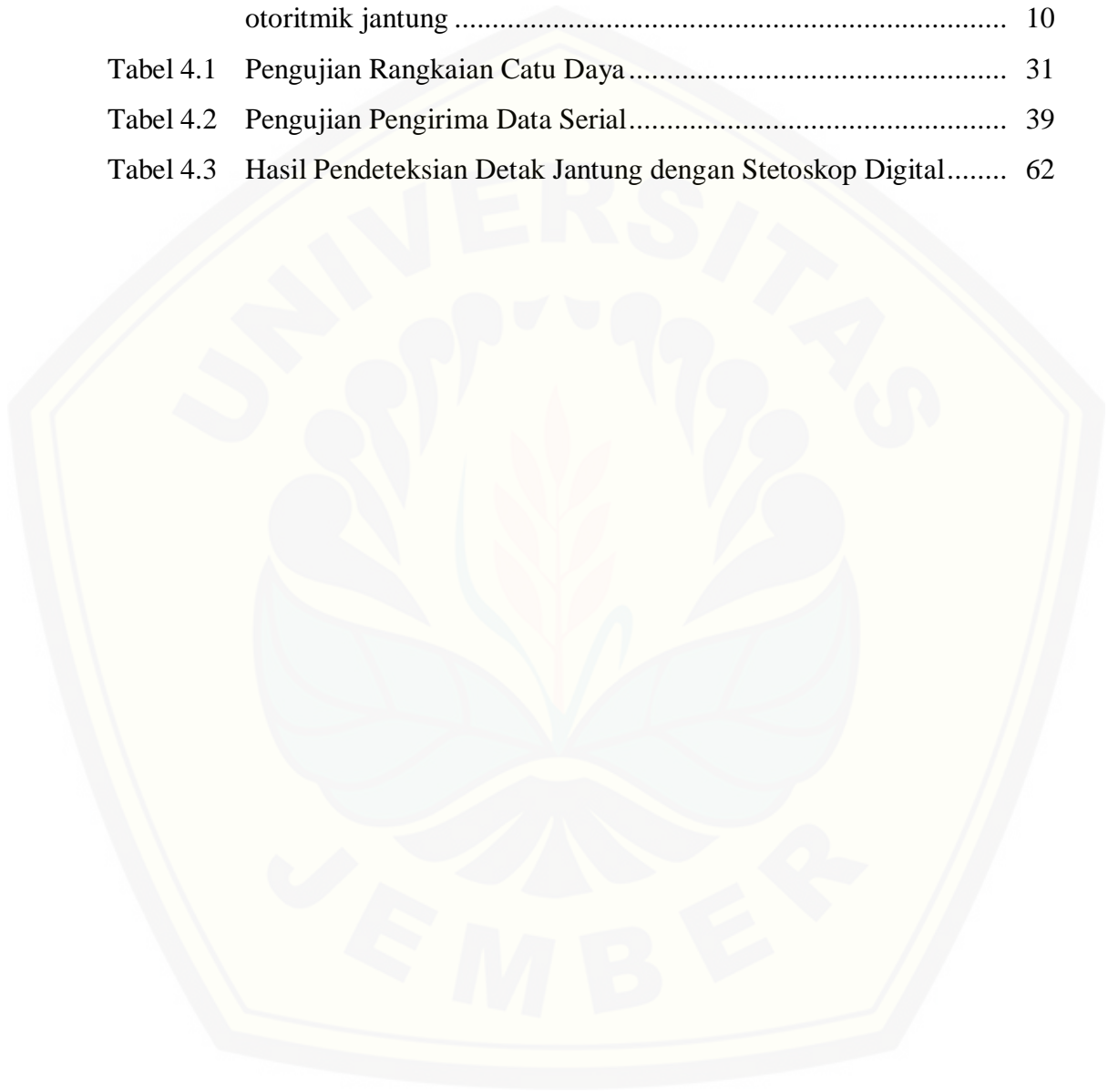
DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kecepatan normal pembentukan potensial aksi di jaringan otoritmik jantung	10
Tabel 4.1 Pengujian Rangkaian Catu Daya	31
Tabel 4.2 Pengujian Pengirima Data Serial.....	39
Tabel 4.3 Hasil Pendeteksian Detak Jantung dengan Stetoskop Digital.....	62



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Jantung Manusia	6
Gambar 2.2 <i>Condenser Microphone</i>	14
Gambar 2.3 Rangkaian <i>Amplifier</i>	15
Gambar 2.4 Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	15
Gambar 2.5 Rangkaian <i>Adder Amplifier</i>	16
Gambar 2.6 Pin ATMEGA 16	17
Gambar 2.7 Blok Filter IIR	18
Gambar 2.8 Respon Frekuensi Filter IIR	19
Gambar 2.9 Blok Diagram Sistem Diskrit.....	21
Gambar 3.1 Rancangan Sistem Mekanik	24
Gambar 3.2 Desain Elektronika Pengolahan Sinyal Stetoskop Digital	24
Gambar 3.3 Rangkaian <i>Amplifier</i> dan <i>High Pass Filter</i>	25
Gambar 3.4 Rangkaian <i>Adder Amplifier</i> Stetoskop	26
Gambar 3.5 Rangkaian Sistem minimum dan LCD.....	27
Gambar 3.6 Algoritma Pemrograman Mikrokontroler.....	28
Gambar 3.7 Diagram Alir Penelitian Pembuatan Alat Stetoskop Digital	30
Gambar 4.1 Stetoskop yang telah dimodifikasi	32
Gambar 4.2 Pengujian transduser dengan osiloskop.....	32
Gambar 4.3 Rangkaian Kapasitor Kopling.....	33
Gambar 4.4 Rangkaian Stetoskop Digital	33
Gambar 4.5 Pengujian Rangkaian Penguat dan <i>High Pass Filter</i>	34
Gambar 4.6 Pengujian rangkaian <i>adder amplifier</i> dengan program delphi ..	35
Gambar 4.7 Pengujian rangkaian <i>adder amplifier</i> dengan multimeter	36
Gambar 4.8 Modul K-125 R.....	37
Gambar 4.9 Memilih Tools Terminal.....	38
Gambar 4.10 Pengaturan Terminal CodeVision.....	38
Gambar 4.11 Pengiriman Data Serial.....	39
Gambar 4.12 Pengujian <i>High Pass Filter</i>	40

Gambar 4.13	Rangkaian <i>High Pass Filter</i>	41
Gambar 4.14	Perancangan HPF dengan Matlab.....	44
Gambar 4.15	Pengujian <i>Low Pass Filter</i>	45
Gambar 4.16	Rangkaian <i>Low Pass Filter</i>	45
Gambar 4.17	Perancangan LPF dengan Matlab	48
Gambar 4.18	Pengujian <i>High Pass Filter</i> dan <i>Low Pass Filter</i>	50
Gambar 4.19	Rangkaian <i>Bandpass Filter</i>	50
Gambar 4.20	Pengujian dengan <i>Audio Generator</i> 0,2 Hz.....	51
Gambar 4.21	Pengujian dengan <i>Audio Generator</i> 200 Hz.....	52
Gambar 4.22	Tampilan Awal Program Penampil Sinyal Jantung	53
Gambar 4.23	Memilih Port yang digunakan dengan Tombol Setting	54
Gambar 4.24	Jendela Properties 'ComDataPacket'	56
Gambar 4.25	Sinyal Detak Jantung yang ditangkap Stetoskop.....	56
Gambar 4.26	Program Awal Stetoskop Digital	59
Gambar 4.27	Penghitung detak dan waktu.....	61
Gambar 4.28	Hasil yang dibaca alat setelah 60 detik	62
Gambar 4.29	Grafik Perbandingan Perhitungan Alat dengan Manual	63