

PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI SINYAL ELECTROCARDIOGRAM BERBASIS MIKROKONTROLER

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada
Jurusan Teknik Informatika
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jatim



OLEH
SUGITO PRATAMA INDRA
NPM 0634105092

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA – FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAWA TIMUR
2011

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wata'ala atas limpahan berkat, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga pengerjaan Tugas Akhir ini dapat berjalan lancar. Serta shalawat dan salam bagi Nabi Muhammad SAW atas teladan bagi seluruh umat manusia.

Selama proses pelaksanaan dan pengerjaan Tugas Akhir ini, penulis banyak menerima bimbingan, pengarahan, bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sedalam dalamnya kepada pihak-pihak sebagai berikut:

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya dan junjungan Nabi besar Muhammad SAW
2. Kedua orang tua tercinta bapak dan ibu atas segala do'a, nasihat, serta dukungannya.
3. Bapak Ir. Sutiyono, MT selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Surabaya
Bapak Basuki Rahmat, S.si, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Beliau sekaligus menjadi dosen pembimbing I terima kasih atas bimbingan, pengarahan, serta motivasi yang diberikan selama pengerjaan penelitian Tugas Akhir ini.
4. Ir Kartini, MT, selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan
5. Hj.Asti Dwi, S.kom, M.kom Irfianti dan Delta Ardy Prima S.ST, MT
Selaku Dosen penguji terima kasih atas sarannya
6. Seluruh Bapak dan Ibu Pengajar di Jurusan Teknik Informatika atas ilmu yang telah diberikan selama penulis menuntut ilmu di kampus UPN Jawa Timur

7. Mas Andri dan Mas Yusuf yang telah membantu dalam rangkaian elektroniknya
8. *Some One Spesial* atas semangat dan bantuan do'anya
9. Teman-teman seperjuangan, Bayu, Yogi, Ryan, Obi, Ari yang telah banyak membantu penulis dalam menaklukan semua tantangan dan kompetisi pada masa-masa perkuliahan
10. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, atas segala bantuan dan do'a dalam penyelesaian Tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis memohon maaf atas segala kekurangan yang ada. Pada akhirnya, semoga penelitian Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak pada umumnya dan bagi rekan-rekan di Teknik Informatika UPN Jatim pada khususnya.

Surabaya, Juni 2010

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Metodologi Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1 Electrocardiogram	7
2.2 Elektrodiografi.....	8
2.1.2. Lead	9
2.3 Standar Tampilan Sinyal ECG	14
2.4 Aritmia.....	15
2.5 Penguat Instrumentasi.....	18
2.6 Filter Analog	19
2.6.1 Filter <i>Band Pass</i> (BPF).....	20
2.6.2 Filter <i>Low Pass</i> (LPF) Orde 2.....	21
2.7 Rangkaian Adder.....	21
2.8 Rangkaian Mikrokontroler.....	22
2.8.1 Deskripsi Pin	25
2.8.2 ADC Internal Mikrokontroler Atmega 16.....	27
2.8.3 <i>Timer/Counter 8bit</i>	31

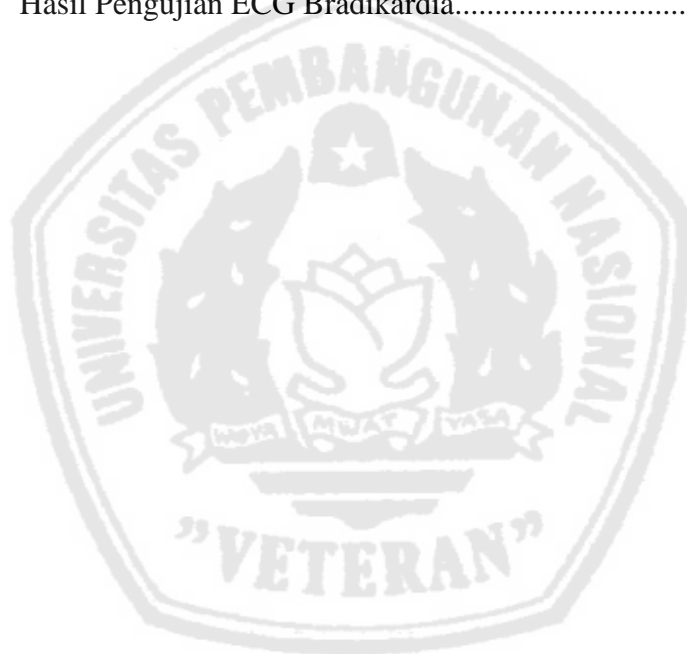
2.9 Komunikasi Serial	32
2.1.7 Komunikasi Serial RS 232 dan MAX 232	34
2.10 Simulator ECG Generator.....	35
2.11 Borland Delphi 7.0.....	36
2.11.1 Membuat Sebuah <i>Form</i>	37
2.11.2 Mengganti Nama <i>Form</i>	37
2.11.3 Menempatkan Komponen.....	38
2.11.4 Mengubah Nilai Properti	39
2.11.5 Membuat <i>Method</i>	40
2.12 Code Vision AVR.....	41
BAB III DESAIN SISTEM.....	46
3.1 Diagram Blok Sistem	47
3.2 Perancangan Perangkat Keras.....	48
3.2.1 Rangkaian Pemilih <i>Lead</i>	48
3.2.2 Penguat Instrumentasi.....	49
3.2.3 Filter <i>Band Pass</i> (BPF).....	51
3.2.4 Filter <i>Low Pass</i> (LPF) Orde 2.....	52
3.2.5 Rangkaian <i>Adder</i>	53
3.2.6 Rangkaian Mikrokontroler	54
3.2.7 <i>Limb Clamp Electrode</i>	55
3.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	56
3.3.1 Perancangan Perangkat Lunak Mikrokontroler.....	56
3.3.2 Code Vision AVR.....	59
3.3.3 Perancangan Perangkat Lunak pada Komputer.....	61
3.3.4 Perancangan <i>User Interface</i>	62
3.3.5 Perancangan Komunikasi Serial	63
3.4 Alur Kerja Pembuatan Tugas Akhir.....	64
BAB IV ANALISA DAN IMPLEMENTASI SISTEM.....	66
4.1 Implementasi Lingkungan	66
4.2 Implementasi <i>Interface</i>	67

4.2.1 <i>Form</i> Menu Utama.....	67
4.3 Implementasi Proses Sistem.....	68
4.3.1 Proses Pengambilan Sinyal ECG	68
4.3.2 Proses Pembuatan Filter Analog.....	70
4.3.3 Proses Pemilih <i>Lead</i>	71
4.3.4 Proses Klasifikasi <i>Aritmia</i>	73
4.3.5 Proses <i>Setting Port</i>	74
4.3.6 Implementasi <i>Pause</i> Tampilan Sinyal.....	75
4.3.7 Implementasi <i>Save Image</i> Sinyal.....	75
4.4. Implementasi <i>Hardware</i>	75
4.4.1 Rangkaian Mikrokontroler	76
4.4.2 Rangkaian Akuisisi ECG.....	76
4.4.3 <i>Clamp Electrode</i>	77
BAB V EVALUASI DAN UJI COBA	78
5.1 Pengujian Rangkaian Penguat Insrtrumentasi AD620.....	78
5.2. Pengujian Rangkian Filter Analog	79
5.3 Pengujian Sistem Akuisisi ECG	80
5.1.1 Pengujian Sistem sinyal ECG	80
5.1.2 Pengujian dengan <i>Oscilaloscope</i>	81
5.1.3 Pengujian deteksi Aritmia dengan R – R <i>Interval</i>	82
5.4. Pembahasan Sistem dan Evaluasi.....	85
BAB VI PENUTUP.....	87
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	90

DAFTAR GAMBAR

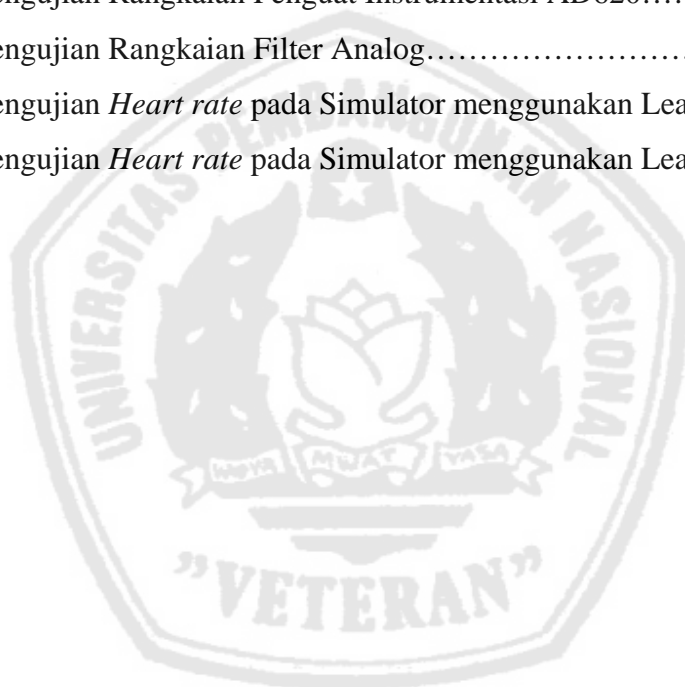
Gambar 2.1	Sinyal ECG	8
Gambar 2.2	Konfigurasi <i>electrode</i> pada lead standar.....	10
Gambar 2.3	<i>Wilson's Central Terminal</i>	11
Gambar 2.4	<i>Lead augmented</i> dengan cara Wilson's.....	12
Gambar 2.5	<i>Lead augmented</i> dengan cara Goldberger.....	12
Gambar 2.6	Penempatan <i>electrode</i> untuk <i>lead prekordial</i>	13
Gambar 2.7	Standar tampilan sinyal ECG	14
Gambar 2.8	Sinyal ECG normal	15
Gambar 2.9	Sinus takikardia aritmia.....	16
Gambar 2.10	Sinus bradikardia aritmia	16
Gambar 2.11	Sinyal ECG <i>Afib</i> aritmia.....	17
Gambar 2.12	Sinyal ECG <i>PAC</i> aritmia.....	17
Gambar 2.13	Sinyal ECG <i>PVC</i> aritmia.....	17
Gambar 2.14	Penguat Instrumentasi.....	19
Gambar 2.15	Filter <i>Band Pass</i>	20
Gambar 2.16	Filter <i>Low Pass</i> Orde 2.....	21
Gambar 2.17	Rangkaian <i>Adder</i>	22
Gambar 2.18	Konfigurasi Pin ATmega16.....	25
Gambar 2.19	Level tegangan RS-232.....	34
Gambar 2.20	IC MAX 232	35
Gambar 2.21	Simulator ECG	36
Gambar 2.22	Form pada Delphi 7.0	37
Gambar 2.23	<i>Object Inspector</i>	38
Gambar 2.24	Kumpulan komponen.....	39
Gambar 2.25	IDE CodeVision AVR.....	43
Gambar 2.26	Kode Generator	44
Gambar 2.27	Kode-kode program yang dibangkitkan otomatis oleh kode generator.....	45
Gambar 3.1	Diagram Blok Sistem.....	48
Gambar 3.2	Rangkaian pemilih <i>lead</i>	49
Gambar 3.3	Penguat Instrumentasi	51
Gambar 3.4	Filter <i>Band Pass</i>	52
Gambar 3.5	Filter <i>Low Pass</i> Orde 2.....	53
Gambar 3.6	Rangkaian <i>Adder</i>	53
Gambar 3.7	Rangkaian Mikrokontroler.....	55
Gambar 3.8	<i>Clamp Electrode</i>	56
Gambar 3.9	Diagram blok rangkaian mikrokontroler	57
Gambar 3.10	Code Vision AVR.....	61
Gambar 3.11	Diagram Blok Perangkat lunak Mikrokontroler.....	62

Gambar 3.12	Gambaran <i>User Interface</i>	63
Gambar 3.13	<i>Setting Comport</i> pada Delphi.....	64
Gambar 3.14	Diagram Blok Alur Pengerjaan Tugas Akhir.....	65
Gambar 4.1	<i>User Interface</i>	67
Gambar 4.2	Letak Penempatan <i>Clamp</i>	69
Gambar 4.3	Rangkaian Mikrokontroler ATmega16	76
Gambar 4.4	Rangkaian Akuisisi ECG	77
Gambar 5.1	Sinyal ECG pada <i>lead 1</i>	77
Gambar 5.2	Sinyal ECG pada <i>lead II</i>	81
Gambar 5.3	Sinyal ECG pada <i>lead III</i>	81
Gambar 5.4	<i>Lead I</i> dengan <i>Oscilloscope</i>	81
Gambar 5.5	<i>Lead II</i> dengan <i>Oscilloscope</i>	82
Gambar 5.6	<i>Lead III</i> dengan <i>Oscilloscope</i>	82
Gambar 5.7	Pengujian ECG Normal.....	84
Gambar 5.8	Hasil Pengujian ECG Takikardia	84
Gambar 5.9	Hasil Pengujian ECG Bradikardia.....	85



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pemilihan Tegangan Referensi Untuk ADC.....	29
Tabel 2.2	Pemilihan Input <i>Channel</i>	29
Tabel 2.3	Pemilihan Prescaler Untuk ADC.....	30
Table 2.4	Pemilihan Sumber <i>Clock</i> Untuk <i>Timer</i>	32
Tabel 3.1	Kombinasi Logika Untuk Pemilih Lead.....	49
Tabel 3.2	Perbandingan 3 <i>Op-Amp</i> dengan AD620.....	50
Tabel 5.1	Pengujian Rangkaian Penguat Instrumentasi AD620.....	79
Tabel 5.2	Pengujian Rangkaian Filter Analog.....	80
Tabel 5.3	Pengujian <i>Heart rate</i> pada Simulator menggunakan Lead.....	83
Tabel 5.4	Pengujian <i>Heart rate</i> pada Simulator menggunakan Lead I.....	83



PERANCANGAN ALAT PENDETEKSI SINYAL ELECTROCARDIOGRAM BERBASIS MIKROKONTROLER

Disusun Oleh :

Sugito Pratama Indra

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

: Basuki Rahmat, S.si, MT

: Ir. Kartini, MT

Abstraksi

Sebuah rangkaian '*bio amplifier*' yang memperkuat signal gelombang listrik yang berasal dari kegiatan fungsi jantung, dihubungkan dengan alat perekam atau *display* membentuk sebuah *instrument* medis yang dikenal dengan *Electro-Cardiograph* (ECG). Alat perekam (*recorder*) atau *display* yang berfungsi untuk menggambarkan bentuk signal jantung ini, merupakan komponen ECG yang cukup mahal, tetapi dipergunakan hanya untuk fungsi yang terbatas karena hanya diperuntukan bagi ECG tersebut. Dengan menambahkan sebuah rangkaian filter analog dan rangkaian antar-muka (*interface*) pada keluaran (output) *bio amplifier* sehingga dapat dihubungkan dengan *Personal Computer* (PC), membentuk komposisi baru dari sebuah ECG. Komposisi ini dapat memberikan fasilitas untuk pengolahan data signal jantung yang terdeteksi dan terekam dalam memori PC. Selain itu, PC yang berfungsi sebagai *display* dapat berdiri sendiri untuk keperluan lain.

Aritmia adalah kelainan pada jantung yang berupa gangguan pada frekuensi, ketidakteraturan, tempat asal denyut atau konduksi impuls listrik pada jantung. Aritmia merupakan penyakit yang berbahaya, sehingga memerlukan pengobatan yang segera dan terapi yang teratur untuk mencegah kondisi yang lebih buruk. Salah satu diagnosis aritmia yang paling populer digunakan adalah dengan *Electrocardiograph* (ECG).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem akuisisi ECG dan klasifikasi aritmia secara otomatis dengan menggunakan filter analog dan digital akuisisi ECG dan pendeteksi aritmia yang dirancang dapat membaca sinyal ECG dari 3 lead yaitu lead 1, lead 2 dan lead 3 pada lead standar, serta dapat mengenali beberapa aritmia antara lain : Normal, Takikardia, Bradikardia.

Kata kunci : *Arrhythmia, Electrocardiograph, filter analog*

BAB 1

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Jantung adalah organ tubuh manusia yang memiliki fungsi vital, kelainan kecil bisa berpengaruh besar pada kinerja tubuh kita. Berdasarkan data dari Badan Kesehatan Dunia (WHO), penyakit jantung memiliki persentasi mencapai 29% dalam kasus kematian di Dunia. Selama ini penderita jantung melakukan pengobatan dengan melakukan pemeriksaan rutin ke dokter dengan durasi waktu tertentu. Sehingga tidak ada laporan keadaan kesehatan jantung secara kontinyu. Oleh karena itu diperlukan alat yang mampu mendeteksi kelainan jantung sehingga para penderita penyakit jantung bisa berobat lebih dini untuk membantu mengurangi nilai kematian akibat serangan jantung.

Kelainan jantung atau Aritmia merupakan gangguan yang terjadi pada frekuensi, keteraturan, tempat asal denyut atau konduksi impuls listrik jantung. Pada umumnya aritmia harus diterapi untuk mencegah kondisi yang lebih buruk. Untuk mendiagnosis aritmia dapat dilakukan dengan sinyal listrik jantung yang biasa disebut *Electrocardiogram (ECG)*

Telah banyak penelitian dikembangkan untuk dapat mendeteksi kelainan aritmia. Rony Mardiyanto (2006) menggunakan analisa kecepatan denyut jantung untuk mendeteksi aritmia Kecepatan denyut jantung pada penelitian tersebut

didasarkan pada perhitungan R-R *interval* yang diperoleh dari deteksi QRS secara analog. Kohler et al. (2002) pada papernya yang berjudul *The Principles of Software QRS Detection* telah mengkaji dan membandingkan algoritma-algoritma untuk mendeteksi sinyal QRS-komplek menggunakan *software*. Salah satu algoritma yang sederhana untuk deteksi QRS ini dipaparkan oleh Tompkins (1993) pada bukunya yang berjudul *Biomedical Digital Signal Processing*. Pada buku tersebut dijelaskan deteksi QRS menggunakan teknik *band pass filtering*. Melalui deteksi QRS ini dapat diperoleh perhitungan denyut jantung pasien tiap menit dengan menghitung R-R *intervalnya*. Kecepatan denyut inilah yang dapat dijadikan salah satu acuan untuk menganalisa adanya kelainan aritmia. Dan Arif Widodo (awal 2010) melakukan penelitian akuisisi ECG menggunakan USB dengan mengadopsi algoritma dari Tompkins, berhasil membaca sinyal dari 11 lead dan menghitung *heart rate*. Tujuan utama dari penelitian tersebut adalah membuat komunikasi USB untuk membaca sinyal ECG

Pembacaan keadaan jantung dilakukan dengan mengambil sinyal ECG yang kemudian diakuisisi dan dibandingkan dengan data jantung normal, jika ada perbedaan signifikan yang menunjukkan adanya kelainan maka sistem akan mengidentifikasi bahwa jantung tidak normal. Aritmia ada bermacam – macam, sehingga dibutuhkan suatu alat yang mampu membedakan kelainan satu dengan yang lainnya. Kelainan tersebut dapat dibedakan dari bentuk sinyal ECG yang dihasilkan oleh aktifitas otot jantung, setiap kelainan memiliki bentuk sinyal yang berbeda dengan kelainan yang lain. Dari latar belakang permasalahan diatas maka

dapat disimpulkan perlu dibuat suatu sistem yang dapat membaca dan mengidentifikasi sinyal ECG, sehingga dapat mengklasifikasikan keadaan jantung dalam keadaan normal atau terjadi kelainan dan juga mampu untuk membedakan setiap kelainan yang terjadi.

1.2 Permasalahan

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Membuat sistem akuisisi ECG (*Electrocardiogram*) dengan *Standar Clinical*
2. Perancangan sistem untuk membaca sinyal ECG
3. Mengenali kelainan kelainan jantung pada sinyal ECG dengan menganalisa *patern* sinyalnya dan jumlah denyut jantung

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan yang ingin dicapai pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat yang mampu mendeteksi sinyal jantung
2. Membuat sistem yang membantu untuk mengenali jenis- jenis kelainan jantung
3. Menunjang penelitian deteksi kelainan jantung secara otomatis

Hasil yang diperoleh dari tugas akhir ini diharapkan dapat memberi manfaat berikut:

1. Mempermudah penelitian deteksi sinyal jantung sehingga dapat membantu analisa medis untuk menganalisa kelainan jantung pada pasien.

2. Dapat digunakan untuk membantu penderita kelainan jantung dan diharapkan dapat dibuat secara portable sehingga membantu dalam fleksibilitas penggunaan.
3. Menjadi bahan penelitian lanjutan.

1.4 Batasan Masalah

Dalam pengerjaan tugas akhir, permasalahan di atas dibatasi dengan asumsi sebagai berikut :

1. ECG dirancang sebagai *standard clinical* ECG dengan menggunakan 3 lead.
2. Perancangan difokuskan pada proses pendeteksian sinyal
3. *Input* ECG yang digunakan diambil dari simulator terutama untuk sinyal ECG yang memiliki kelainan Kelainan jantung

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Pemahaman konsep mengenai biopotensial dan desain ECG standar klinik serta mempelajari metode-metode yang telah digunakan untuk memfilter noise pada ECG. Mempelajari konsep dan algoritma

2. Perancangan dan pembuatan alat

Menyempurnakan sistem akuisisi ECG yang sudah ada.

3. Perencanaan dan pembuatan perangkat lunak

Perancangan dan pembuatan perangkat lunak untuk mendapatkan sinyal ECG

yang baik. Meliputi pembuatan perangkat lunak untuk menampilkan sinyal ECG, pembuatan filter digital untuk menghilangkan noise pada sinyal ECG

4. Penggabungan perangkat lunak dan perangkat keras

Penggabungan sistem perangkat keras yang mengolah sinyal secara analog dengan perangkat lunak yang telah dibuat untuk melihat sinkronisasi dan kecepatan kerja sistem.

5. Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah dibuat. Dengan parameter keberhasilannya adalah mampu membaca dan mengklasifikasikan setiap sinyal ECG yang diberikan, baik normal maupun terjadi aritmia.

6. Evaluasi

Apabila hasil yang diperoleh dari tahap pengujian terjadi ketidaksesuaian pada sinyal yang direkam atau mungkin kurang memuaskan secara bentuk dan ketelitian pengambilan, maka perlu diadakan evaluasi pada perangkat lunak dan perangkat keras serta sistem secara keseluruhan. kemudian dilakukan pengujian ulang sampai parameter keberhasilan telah dicapai.

7. Penarikan Kesimpulan dan Penulisan Buku Tugas Akhir

Kesimpulan tentang kinerja dari alat ini dapat ditarik dan dilakukan pengambilan data. Kemudian dilakukan penulisan buku tugas akhir.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat, sistematika penulisan, metodologi.

Bab 2 : Teori Penunjang

Bab ini menjelaskan sekilas tentang elektrokardiograf, lead pada tubuh manusia, penguat instrumentasi, komunikasi dengan USB, serta mikrokontroler Atmega16, Pendukung Perangkat Lunak Delphi 7.0

Bab 3: Perancangan Sistem

Bab ini menjelaskan tentang perencanaan sistem baik perangkat keras maupun perangkat lunak. Bab ini juga menjelaskan tentang modul – modul yang digunakan untuk menyusun sistem utama dan pembantu simulasi secara keseluruhan.

Bab 4 : Pengujian Alat

Bab ini menjelaskan tentang hasil yang didapat dari tiap blok subsistem dan mengevaluasi hasil tersebut.

Bab 5 : Penutup

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari sistem telah dibuat berdasarkan kinerja alat dan hasil analisa data. Bab ini juga menyertakan saran untuk pengembangan ke depan.