

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR SINGKATAN.....	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II Tinjauan Pustaka dan Dasar Teori	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Dasar Teori	12
2.2.1 Jantung.....	12
2.2.2 Pengukuran Sinyal Jantung	13
2.2.2.1 Elektrokardiogram	14
2.2.2.2 Interpretasi sinyal EKG.....	15
2.2.3 Aritmia.....	16
2.2.3.1 Pengertian Aritmia.....	16
2.2.3.2 Penyakit Jantung yang Disebabkan oleh Aritmia	17
2.2.3.3 Parameter Klinis untuk Deteksi Aritmia.....	19
2.2.4 Elektroda	20
2.2.5 AD8232.....	25
2.2.6 Arduino UNO	28
2.2.6.1 Struktur dan fungsi Arduino	28
2.2.7 GUI	29
2.2.8 Library “pySerial”	31
2.2.9 Library Py.Qt	32
2.2.10 Data Set Aritmia MIT-BIH	33

2.2.11	Filter Butterworth	34
2.2.12	<i>Random Forest Classifier</i>	36
2.3	Analisis Perbandingan Metode	38
BAB III Metode Penelitian.....		43
3.1	Alat dan Bahan Tugas akhir	43
3.1.1	Alat Tugas akhir.....	43
3.1.2	Bahan	44
3.2	Sistem Penelitian.....	44
3.3	Alur Tugas Akhir	47
3.3.1	Langkah - Langkah Penelitian.....	47
3.3.1.1	Studi Literatur.....	48
3.3.1.2	Perancangan Alat	49
3.3.1.3	Perancangan Model.....	52
3.3.2	Analisis	53
3.4	Etika, Masalah, dan Keterbatasan Penelitian	54
BAB IV Hasil dan Pembahasan.....		55
4.1	Perancangan Alat	55
4.1.1	Perakitan Sistem Sensor EKG	55
4.1.2	Verifikasi Sistem Sensor EKG.....	55
4.1.3	Pengambilan Data EKG	55
4.2	Perancangan Model	62
4.2.1	Pra-Pemrosesan Data	62
4.2.2	Ekstraksi Fitur.....	70
4.2.3	Klasifikasi Possibilitas Aritmia	79
4.3	Analisis Hasil	85
BAB V Kesimpulan dan Saran.....		87
5.1	Kesimpulan.....	87
5.2	Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....		89
LAMPIRAN		L-1
L.1	Dokumentasi	L-1
L.2	Contoh Source Code	L-3
L.2.1	Source Arduino untuk Akuisisi Sinyal EKG	L-3
L.2.2	Source Code Python untuk Menyimpan Data dari Serial Monitor pada Arduino IDE dan Menampilkan Plot.....	L-4
L.2.3	Source Code Python untuk Filter Butterworth.....	L-11
L.2.4	Source Code Python untuk Ekstraksi Fitur Data EKG	L-13
L.2.5	Source Code Python Untuk Random Forest Classifier	L-18
L.2.6	Source Code Python untuk Klasifikasi Aritmia	L-20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Metode - Metode Pengujian.....	9
Tabel 2.2	Perbandingan Filter untuk Pengolahan Sinyal EKG	39
Tabel 2.3	Perbandingan Algoritma untuk Deteksi Aritmia	41
Tabel 3.1	Jenis dan Fungsi Alat pada Sistem EKG	43
Tabel 3.2	Jenis dan Fungsi Data pada Sistem EKG.....	44
Tabel 3.3	Konfigurasi Pin Arduino UNO dan AD8232.....	49
Tabel 4.1	Struktur Data EKG yang diperoleh	59
Tabel 4.2	Perbandingan Statistik EKG antara Responden Normal dan Responden Aritmia	61
Tabel 4.3	Statistik Responden Normal dan Responden Aritmia Sebelum dan Setelah Normalisasi	70
Tabel 4.4	Data Statistik Durasi Interval QRS	74
Tabel 4.5	Data Statistik Durasi Interval PR	75
Tabel 4.6	Data Statistik Durasi Interval QT	76
Tabel 4.7	Data Statistik Durasi Interval ST	77
Tabel 4.8	Confusion Matrix dari Hasil Algoritma <i>Random Forest Classifier</i> ...	81
Tabel 4.9	Distribusi Sampel pada Responden Normal dan Aritmia.....	84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jantung	12
Gambar 2.2	Sinyal EKG PQRS	15
Gambar 2.3	Elektroda Universal	20
Gambar 2.4	Elektroda <i>Bulb</i>	21
Gambar 2.5	Elektroda 3 Lead	22
Gambar 2.6	a. Penempatan 3 Elektroda untuk Elektroda Universal (<i>Disposable</i>) b. Penempatan 3 Elektroda untuk Elektroda Jepit (<i>Clamp</i>)	23
Gambar 2.7	Konfigurasi Elektroda 5 Lead	24
Gambar 2.8	Konfigurasi Elektroda 12 Lead	25
Gambar 2.9	AD8232	25
Gambar 2.10	AD8232 <i>Datasheet</i>	27
Gambar 2.11	AD8232 <i>Circuit</i>	27
Gambar 2.12	Sensor Elektroda 3 Lead yang <i>compatible</i> dengan AD8232	28
Gambar 2.13	Arduino UNO	28
Gambar 2.14	Normalisasi Filter Butterworth	35
Gambar 2.15	Subset pada decision tree	36
Gambar 2.16	<i>Random Forest Classifier</i> menggunakan sistem <i>Majority Voting</i> untuk menentukan Output	37
Gambar 3.1	Sistem Penelitian	45
Gambar 3.2	Konfigurasi Elektroda EKG	46
Gambar 3.3	Alur Penelitian	48
Gambar 3.4	Skema Rangkaian Sistem EKG dari AD8232 dan Arduino UNO ..	50
Gambar 3.5	Verifikasi Sistem Sensor EKG	51
Gambar 3.6	Skema Pengambilan Data EKG	51
Gambar 3.7	Alur Prapemrosesan Data EKG	52
Gambar 3.8	Alur Ekstraksi Fitur	53
Gambar 4.1	Proses Pengambilan Data EKG pada Responden Penderita Aritmia	56
Gambar 4.2	Proses Pengambilan Data EKG pada Responden dengan Kondisi Jantung Normal	57
Gambar 4.3	Tampilan GUI untuk memilih Serial Port yang Terhubung dengan Arduino UNO	58
Gambar 4.4	Perangkat Berhasil Terkoneksi	58
Gambar 4.5	GUI untuk Menentukan Durasi Perekaman Sinyal EKG	58
Gambar 4.6	Plot Sinyal EKG untuk Responden dengan Kondisi Jantung Normal	59
Gambar 4.7	Histogram Responden dengan Kondisi Jantung Normal	60
Gambar 4.8	Plot Sinyal EKG untuk Responden dengan Gangguan Aritmia ...	60
Gambar 4.9	Histogram untuk Responden dengan Gangguan Aritmia	61
Gambar 4.10	Perbandingan Plot Sinyal EKG Responden Normal Sebelum dan Setelah Proses <i>Filtering</i>	67
Gambar 4.11	Perbandingan Plot Sinyal EKG Responden Aritmia Sebelum dan Setelah Proses <i>Filtering</i>	67

Gambar 4.12	Histogram Data EKG setelah Filtering pada Responden Kondisi Normal.....	68
Gambar 4.13	Histogram Data EKG setelah Filtering pada Responden Penderita Aritmia	69
Gambar 4.14	Segmen - Segmen Sinyal PQRS	70
Gambar 4.15	Plot Titik R pada Data Responden Kondisi Normal	72
Gambar 4.16	Plot Titik R pada Data Responden Penderita Aritmia.....	72
Gambar 4.17	Histogram Persebaran Data Durasi Interval QRS	74
Gambar 4.18	Histogram Persebaran Data Durasi Interval PR	75
Gambar 4.19	Histogram Persebaran Data Durasi Interval QR	76
Gambar 4.20	Histogram Persebaran Data Durasi Interval	78
Gambar 4.21	Plot Ekstraksi Fitur pada Data Responden Kondisi Normal	78
Gambar 4.22	Plot Ekstraksi Fitur pada Data Responden Penderita Aritmia	79
Gambar 4.23	<i>Confusion Matrix</i> pada Model <i>Random Forest Classifier</i>	80
Gambar 4.24	<i>Classification Reports</i> dari Algoritma Klasifikasi <i>Random Forest</i>	81
Gambar 1	Pengujian pada Responden Kondisi Normal	L-2
Gambar 2	Pengujian pada Responden dengan Aritmia	L-2

DAFTAR SINGKATAN

EKG	=	Elektrokardiogram
SA	=	Nodus sinoatrial
AV	=	Atrioventrikular
AF	=	Atrial Fibrillation
SCD	=	Sudden cardiac death
CAD	=	Coronary Artery Disease
BPM	=	Beats per minute
LBBB	=	Left Bundle Branch Block
RBBB	=	Right Bundle Branch Block
LQTS	=	Long QT Syndrome
RF	=	Random Forest
GUI	=	Graphical User Interface
f_s	=	frequency sampling
SVM	=	Support Vector Machines