

**DETEKSI GANGGUAN JANTUNG FIBRILASI ATRIUM
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN
FITUR STATISTIK RR ELEKTROKARDIOGRAM**



Disusun oleh :

**EKA ANZIHORY
M0211024**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Januari, 2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**Deteksi Gangguan Jantung Fibrilasi Atrium Menggunakan Jaringan Syaraf
Tiruan Dengan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram**

Oleh:
Eka Anzihory
M0211024

Telah Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Nuryani, M.Si., Ph.D
NIP. 19690303 200003 1 001

Tanggal : 23 Desember 2015

Pembimbing II



Drs. Darmanto, M.Si.
NIP. 19610614 198803 1 002

Tanggal : 29 Desember 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Deteksi Gangguan Jantung Fibrilasi Atrium Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram

Yang ditulis oleh :

Nama : Eka Anzihory

NIM : M0211024

Telah diuji di depan dewan penguji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 13 Januari 2015

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji

Drs. Iwan Yahya, M.Si.

NIP. 19670730 199302 1 001

2. Sekretaris Penguji

Drs. Hery Purwanto, M.Sc.

NIP. 19590518 198703 1 002

3. Anggota Penguji 1

Nuryani, M.Si., Ph.D.

NIP. 19690303 200003 1 001

4. Anggota Penguji 2

Drs. Darmanto, M.Si.

NIP. 19610614 198803 1 002



Disahkan pada Tanggal **21** Januari 2016

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Deteksi Gangguan Jantung Fibrilasi Atrium Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram” adalah hasil kerja saya berdasarkan arahan dari pembimbing saya. Sampai saat ini, menurut sepengetahuan saya, isi dari skripsi saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan di daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 15 Desember 2015

Eka Anzihory

MOTTO

Bila kamu tak tahan lelahnya belajar, maka kamu akan menanggung perihnya
kebodohan. -Imam Syafi'i-

Karena selama hidup kita belajar



commit to user

PERSEMBAHAN

Teruntukmu Ibu dan Bapak tercinta, terima kasih atas segenap doa dan pengorbanan yang senantiasa mengiringi setiap langkahku, memberikan semangat perjuangan untuk senantiasa tegar dan istiqomah dalam menapaki setiap sisi dalam kehidupan ini.

Teruntuk adik tercinta, Rahmat Sentosa, terima kasih atas segala do'a dan dukungan yang selalu diberikan pada saya selama ini. Adekku yang tak bisa menikmati perjuangan menimba ilmu sepertiku, semoga lekas sembuh.

Teruntuk keluarga besar dan teman-teman yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih atas do'a, dukungan serta motivasi yang diberikan selama ini.

Terkhusus, keluarga-keluarga yang ada disekitarku. Dimulai dari organisasi, komunitas, atau bahkan sekelompok tim yang berisikan banyak orang hebat. Hingga beberapa orang yang secara pribadi banyak membantuku, hingga aku mampu menyelesaikan studi ini dengan banyak cerita. "Maka dalam sepatah kata yang pernah hadir, dan dalam setiap tawa yang sempat terlahir. Selalu terkandung janin perpisahan yang bisa lahir kapan saja tanpa pernah kita tahu persis waktunya."

Aku ucapkan terimakasih untuk semuanya.

commit to user

**DETEKSI GANGGUAN JANTUNG FIBRILASI ATRIUM
MENGUNAKAN JARINGAN SYARAF TIRUAN DENGAN FITUR
STATISTIK RR ELEKTROKARDIOGRAM**

Eka Anzihory
Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Penelitian untuk deteksi gangguan jantung fibrilasi atrium (*Atrial Fibrillation*, AF) pada elektrokardiogram dengan metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST) menggunakan fitur statistik RR telah berhasil dilaksanakan. Tahapan pada penelitian ini antara lain pengumpulan data, persiapan perangkat lunak, pra-proses, ekstraksi fitur, pelatihan JST, pengujian JST, serta penentuan kinerja. Tahap pelatihan JST dilakukan dengan menggunakan data sebanyak 10% sedangkan tahap pengujian sebanyak 90% dari total keseluruhan data. JST yang dikaji pada penelitian ini antara lain JST RBF, MLP-BP dan LVQ. Pada penelitian ini dilakukan variasi panjang segmen EKG yaitu panjang segmen 5 denyut, 10 denyut, dan 15 denyut. Serta variasi jumlah fitur yang termasuk kedalam fitur statistik deskriptif RR. Hasil terbaik ditunjukkan pada variasi gabungan tujuh macam fitur pada panjang segmen 15 denyut menggunakan JST RBF dengan kinerja berupa sensitivitas, spesifisitas, serta akurasi cukup baik yaitu 99,97%, 99,84% dan 99,89%.

Kata kunci : Fibrilasi Atrium, fitur statistik RR, panjang segmen EKG, jaringan syaraf tiruan

ATRIAL FIBRILLATION DETECTION USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORK WITH RR STATISTIC FEATURES OF ELEKTROKARDIOGRAPH

Eka Anzihory

Physics Departement, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University

ABSTRACT

Research for Atrial Fibrillation detection at electrocardiography using Artificial Neural Network (ANN) with RR statistic features has been successfully implemented. The stages in this study include data collection, software preparation, pre-processing, feature extraction, ANN training, ANN testing, and determination of the performance. The ANN training phase was done by using 10% of the data while the ANN testing stage using 90%. The neural network used in this study were RBF NN, MLP-BP NN and LVQ NN. This study was conducted by varying length of ECG segments, that is 5 beat, 10 beats, and 15 beats segment. An another variation is about the number of features who included RR descriptive statistics. The best results were found when seven features from RR statistic features at length 15 beats of ECG segment using RBF NN were included. The best performance were 99,97%, 99,84% and 99,89% in terms of sensitivity, specificity and accuracy, respectively.

Keywords: atrial fibrillation, RR statistic features, length of segments ECG, artificial neural network

commit to user

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan naskah skripsi ini yang berjudul “Deteksi Gangguan Jantung Fibrilasi Atrium Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram”. Shalawat serta salam semoga tercurah kepada Rosulullah SAW, keluarga, sahabat, serta umatnya yang senantiasa istiqomah.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Program Studi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Nuryani, S.Si., Ph.D. selaku pembimbing I yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran selama penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Darmanto, M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dalam perbaikan skripsi ini.
4. Bapak Prof. Drs. Cari M.A, M.Sc. Ph.D selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dengan sabar dan selalu memberi nasehat selama masa studi penulis.
5. Ibu dan Bapak yang paling saya sayangi, atas bimbingan, doa, semangat, dan biaya yang selalu engkau berikan.
6. Teman-teman group riset (Mbak Rani, Mbak Nistya, Mas Dibya, Mar’atus, Arief, Kemas, April, Aida) terimakasih atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Keluarga besar BEM FMIPA UNS kabinet Sinergis, Kabinet Optimis, serta khususnya Kabinet Positif Bersatu 2014 yang telah memberikan banyak pelajaran hidup bagi saya.
8. Keluarga Physics Robotic Team yang telah menjadi ‘tempat yang baik’ guna melatih profesionalitas diiringi nuansa canda dan tawa.

commit to user

9. Keluarga BAKTINUSA UNS yang mau mengajarkan dan memberikan kesempatan bagi saya untuk bagaimana belajar merawat Indonesia
10. Rekan-rekan komunitas Ayo Belajar yang selama ini terus saling mengingatkan bahwa ilmu kuliah harus berguna untuk perubahan Indonesia.
11. Teman-teman fisika angkatan 2011 terima kasih atas segala kebersamaannya.

Semoga Allah SWT membalas atas semua jerih payah dan pengorbanan yang telah diberikan, dengan balasan yang lebih baik. Aamiin.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Namun demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bisa bermanfaat bagi pembaca.



Surakarta, 15 Desember 2015

Eka Anzihory

PUBLIKASI

No	Judul	Penulis	Jenis Publikasi
1	Deteksi Gangguan Jantung Fibrilasi Atrium Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Dengan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram	Eka Anzihory, Nuryani, Darmanto	<i>repository</i> digilab FMIPA UNS (published)
2	Deteksi Fibrilasi Atrium Menggunakan Fitur Statistik RR Elektrokardiogram Pada Variasi Jaringan Syaraf Tiruan	Eka Anzihory, Nuryani, Darmanto	Jurnal Fisika dan Aplikasinya (JFA) Januari 2015 (submitted)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN ABSTRAK	vii
HALAMAN ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
HALAMAN PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SIMBOL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Rumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Anatomi Jantung.....	5
2.1.1. Perikardium.....	5
2.1.2. Dinding Jantung.....	6
2.1.2. Katup Jantung.....	6
2.1.2. Ruang Jantung.....	6
2.2. Kelistrikan Jantung.....	7
2.2.1. Sistem Konduksi Jantung.....	7
2.2.2. Elektrofisiologi sel jantung.....	9
2.3. Elektrokardiografi.....	11
2.3.1. Gelombang EKG.....	11
2.3.2. Interval dan Segmen EKG.....	12

2.4.	Fibrilasi Atrium/ <i>Atrial Fibrillation (AF)</i>	14
2.5.	Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	15
2.5.1.	<i>Perceptron</i>	16
2.5.2.	<i>Backpropagation</i>	17
2.5.3.	<i>JST Learning Vector Quantization (LVQ)</i> ...	19
2.5.4.	<i>JST Radial Basis Function (RBF)</i>	21
2.6	MATLAB.....	23
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2.	Alat dan bahan	24
3.2.1.	Alat Penelitian	24
3.2.2.	Bahan Penelitian	24
3.3.	Metode Penelitian	24
3.3.1.	Skema Utama Penelitian	24
3.3.2.	Persiapan <i>software</i>	26
3.3.3.	Pra-proses.....	26
3.3.4.	Ekstraksi Fitur.....	27
3.3.5.	Metode Jaringan Syaraf Tiruan (JST).....	29
3.3.5.1.	Pelatihan JST	30
3.3.5.2.	Pengujian JST.....	31
3.3.5.3.	Penentuan Kinerja.....	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1.	Data dan Hasil Ekstraksi Fitur EKG.....	37
4.2.	Performa Pelatihan JST.....	42
4.3.	Pengujian JST	46
4.4.	Perbandingan JST.....	48
BAB V	PENUTUP	50
5.1.	Kesimpulan	50
5.2.	Saran	50
	DAFTAR PUSTAKA	51
	LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1.	Fase-fase pada siklus depolarisasi-repolarisasi	9
Tabel 2.2.	Interval dan segmen EKG	12
Tabel 3.1.	Persamaan yang digunakan dalam fitur statistik RR.....	28
Tabel 3.2.	Kelas-kelas EKG dan representative dari keluaran JST yang diharapkan.....	31
Tabel 4.1.	Jumlah data AF dan bukan AF masing-masing pasien.....	37
Tabel 4.2.	Hasil ekstraksi fitur pada denyut AF dan bukan AF dari seluruh pasien.....	40
Tabel 4.3.	Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi masing-masing JST untuk tujuh macam fitur masukan.....	44
Tabel 4.4.	Sensitivitas, spesifitas dan akurasi pealtihan JST RBF pada variasi panjang segmen.....	45
Tabel 4.5.	Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi pelatihan JST RBF pada variasi jumlah fitur masukan.....	45
Tabel 4.6.	Hasil pengujian JST untuk variasi tujuh fitur masukan.....	46
Tabel 4.7.	Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi pengujian JST RBF pada variasi panjang segmen.....	46
Tabel 4.8.	Sensitivitas, spesifisitas dan akurasi pengujian JST RBF pada variasi jumlah fitur masukan.....	47

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 2.1.	Perikardium dari sisi anterior.....	5
Gambar 2.2.	Jantung sisi anterioir.....	7
Gambar 2.3.	Sistem konduksi jantung.....	8
Gambar 2.4.	Kurva aksi potensial.....	10
Gambar 2.5.	Potensial aksi membentuk kompleks EKG.....	11
Gambar 2.6.	Sinyal rekaman EKG.....	12
Gambar 2.7.	Gelombang EKG normal.....	14
Gambar 2.8.	EKG pada fibrilasi atrium.....	14
Gambar 2.9.	Proses pembelajaran sebuah sistem parameter...	17
Gambar 2.10.	Sistem <i>backpropagation</i>	18
Gambar 2.11.	Arsitektur JST LVQ.....	19
Gambar 2.12.	Struktur JST RBF.....	21
Gambar 2.13.	Perbedaan Antara Klasifikasi Berbasis Perseptron dan Klasifikasi RBF.....	22
Gambar 3.1.	Skema utama penelitian.....	25
Gambar 3.2.	Rancangan sistem pada skema utama penelitian..	25
Gambar 3.3.	Perbedaan ritme normal dan AF.....	27
Gambar 3.4.	Diagram alir ekstraksi fitur.....	29
Gambar 3.5.	Arsitektur JST.....	30
Gambar 3.6.	Tahapan Proses Pelatihan JST MLP-BP.....	33
Gambar 3.7.	Tahapan Proses Pelatihan JST RBF.....	34
Gambar 3.8.	Tahapan Proses Pelatihan JST LVQ.....	35
Gambar 3.9.	Tahapan Proses Pengujian JST.....	36
Gambar 4.1.	Gelombang EKG (a) Sebelum Filtrasi, (b) Setelah Filtrasi.....	39
Gambar 4.2.	Hasil ekstraksi fitur RR_{ave} (a) segmen 5 denyut, (b) segmen 10 denyut, (c) segmen 15 denyut untuk klasifikasi AF(merah) dan normal (biru) dari pasien 7910.....	41
Gambar 4.3.	Performa JST RBF, MLP-BP dan LVQ.....	42
Gambar 4.4.	Performa panjang segmen pada JST RBF.....	43
Gambar 4.5.	Performa jumlah fitur pada JST RBF.....	43
Gambar 4.6.	Pengaruh penambahan fitur terhadap akurasi pelatihan dan pengujian JST.....	48

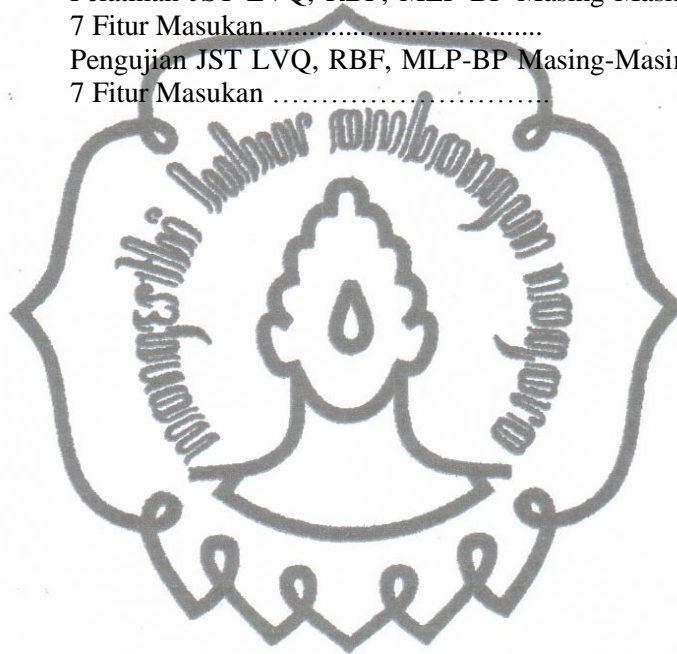
DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
x	Vektor masukan JST	
x^p	Vektor masukan ke-p	
w	Bobot	
w_k	Bobot neuron pemenang	
Δw	<i>Update</i> bobot	
S	Jumlah bobot-bobot	
i	Unit masukan	
o	Unit keluaran	
t	Keluaran yang diharapkan (<i>desire output</i>)	
y	Keluaran sebenarnya dari JST	
y^p	Nilai keluaran JST ketika vektor masukan ke-p dimasukkan	
a	Nilai keluaran sesungguhnya dari neuron	
d	Nilai <i>error</i> keluaran dari neuron	
δ	Nilai <i>error</i> dari neuron setelahnya	
E	Nilai <i>error</i> kuadrat	
f	Fungsi aktivasi	
f'	Turunan fungsi aktivasi	
α	Laju pembelajaran (<i>learning rate</i>)	
θ	Nilai ambang/toleransi	
σ	Jarak antara vektor bobot w dengan tetangga terdekatnya	
k_1	Neuron pemenang pertama	
k_2	Neuron pemenang ke-dua	
y_{baru}	Ampitudo baru setelah nromalisasi	
y	Amplitudo sebelum normalisasi	
y_{maks}	Amplitudo tertinggi	μV
y_{min}	Amplitudo terendah	μV
TP	<i>True positive</i>	
TN	<i>True Negative</i>	
FP	<i>False Positive</i>	
FN	<i>False Negative</i>	
mse	<i>Mean square error</i>	
RR_{ave}	Rata-rata RR	mS
RR_{std}	Standar deviasi RR	mS
RR_{max}	Maksimum RR	mS
RR_{min}	Minimum RR	mS
RR_{mod}	Modus RR	mS
RR_{med}	Median RR	mS
RR_{jn}	Jangkauan RR	mS

commit to user

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1.	Tahap Pemfilteran Data dan Mencari Gelombang R (Pasien 8455).....	55
Lampiran 2.	Tahap Ekstraksi Fitur Statistik RR (Pasien 8455).....	56
Lampiran 3.	Tahap Normalisasi dan Pengambilan Data <i>Random</i>	59
Lampiran 4.	Pelatihan JST LVQ, RBF, MLP-BP Masing-Masing 7 Fitur Masukan.....	65
Lampiran 5.	Pengujian JST LVQ, RBF, MLP-BP Masing-Masing 7 Fitur Masukan	67



commit to user