

**DETEKSI APNEA TIDUR OBSTRUKTIF
MENGUNAKAN *FAST FOURIER TRANSFORM* DAN
JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA
ELEKTROKARDIOGRAM**



**Disusun oleh:
SILMINUR LATIFAH
M0212072**

SKRIPSI

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
Agustus, 2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI**

Deteksi Apnea Tidur Obstruktif dengan Menggunakan *Fast Fourier Transform*
dan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Elektrokardiogram

Oleh

**Silminur Latifah
M0212072**

Telah Disetujui Oleh :

Pembimbing I



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

Tanggal : 26/07/2017

Pembimbing II



**Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si.
NIP. 19700128 199903 1 001**

Tanggal : 24/07/2017

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Deteksi Apnea Tidur Obstruktif Menggunakan
Fast Fourier Transform dan Jaringan Syaraf
Tiruan Pada Elektrokardiogram

Yang ditulis oleh

Nama : Silminur Latifah

NIM : M0212072

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Rabu

Tanggal : 2 Agustus 2017


Anggota Tim Penguji

1. Ketua Penguji
Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.
NIP. 198006302003011001



.....

2. Sekretaris Penguji
Drs. Iwan Yahya, M.Si.
NIP. 196707301993021001



.....

3. Anggota Penguji I
Nuryani, M.Si., Ph.D.
NIP. 196903032000031001



.....

4. Anggota Penguji II
Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si.
NIP. 197001281999031001



.....

Disahkan pada tanggal, 14-09-2017
Kepala Program Studi Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta



Dr. Fehru Nurosyid, S.Si., M.Si
NIP. 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Deteksi Apnea Tidur Obstruktif dengan Menggunakan *Fast Fourier Transform* dan Jaringan Syaraf Tiruan Pada 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, 9 Juni 2017

Silminur Latifah

MOTTO

“Dan hanya kepada tuhanmulah (Allah SWT), hendaknya kamu berharap”

(QS Al-Insyirah : 8)

“Janganlah membuatmu putus asa dalam mengulang-ulang do'a, ketika Allah menunda ijabah do'a itu. Dialah yang menjamin ijabah do'a itu menurut pilihannya padamu, bukan menurut pilihanmu. Kelak pada waktu yang dikehendakinya, bukan menurut waktu yang engkau kehendaki”

(Ibnu Atha'ilah)

“A person who never make a mistake never tried anything new”

(Albert Einstein)

“Setiap orang punya jatah gagal. Habiskan jatah gagalmu saat muda”

(Dahlan Iskan)

“Kesuksesanmu tak bisa dibandingkan dengan orang lain, melainkan dibandingkan dengan dirimu sebelumnya”

(Jaya Setiabudi)

PERSEMBAHAN

Dengan memanjatkan syukur kepada Allah SWT

Kupersembahkan segala hasil kerja dalam karya ini kepada :

Bapak dan Ibu tercinta terimakasih atas segala do'a dan dukungan yang selalu mengiringi setiap langkahku, selalu memberikan semangat untuk tetap sabar dan istiqomah menghadapi kehidupan ini.

Teruntuk keluarga, sahabat dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas segala do'a serta motivasi yang diberikan selama ini.

**DETEKSI APNEA TIDUR OBSTRUKTIF MENGGUNAKAN *FAST
FOURIER TRANSFORM* DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN PADA
ELEKTROKARDIOGRAM**

SILMINUR LATIFAH

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

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat sistem deteksi penyakit Apnea Tidur Obstruktif (*Obstructive Sleep Apnea, OSA*) dengan menggunakan parameter interval RR. Rancangan sistem deteksi ini menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) *backpropagation* yang diimplementasikan menggunakan perangkat lunak MATLAB sebagai metode dalam klasifikasi penentuan OSA. Tahap yang dilakukan untuk membuat rancangan sistem deteksi penyakit OSA pada penelitian ini antara lain pengumpulan data, ekstraksi fitur, pelatihan JST, pengujian JST dan penentuan kinerja. Tahap ekstraksi fitur dilakukan dengan menggunakan proses algoritma matematika *Fast Fourier Transform* (FFT). Hasil dari ekstraksi fitur selanjutnya dilakukan pelatihan JST dengan menggunakan 10% dari keseluruhan data dan pengujian JST dengan menggunakan 90% dari keseluruhan data. Untuk mendapatkan hasil kinerja terbaik, pada penelitian ini dilakukan variasi fitur panjang segmen, variasi fitur definisi OSA dan variasi fitur komposisi frekuensi. Hasil kinerja terbaik pada rancangan sistem deteksi penyakit OSA ini ialah fitur yang menggunakan kombinasi komponen frekuensi ke 2, 5 dan 6 dengan definisi OSA sebesar 5% pada panjang segmen 90 denyut. Hal tersebut ditunjukkan dari hasil kinerja JST berupa spesivitas, sensitivitas dan akurasi terbaik, dengan nilai berturut-turut sebesar 79,21%, 84,52% dan 81,58%.

Kata kunci : OSA, interval RR, FFT, JST *backpropagation*

DETECTION OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA (OSA) USING FAST FOURIER TRANSFORM AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK ELECTROCARDIOGRAM

SILMINUR LATIFAH

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

ABSTRACT

A detection system of Obstructive Seleep Apnea (OSA) has been studied. The framework for the detection system uses a backpropagation Artificial Neural Network (ANN) implemented by MATLAB software. The stages to the formulate OSA detection system are data collection, feature extraction, ANN training, ANN testing and framework decision. The stage of feature extraction is conducted by Fast Fourier Transform (FFT) algorithm. The next stage after feature extraction are the ANN training using 10% of the whole data and ANN testing using 90% of the entire data. In order to get the best result, this research also variate the length of the segment, OSA definition, and frequency components. The best result of this OSA detection is which use the combination of 2nd, 5th and 6th frequency components with the value of OSA definition 5% on the segment 90 beats. Result is presented by specificity, sensitivity and accuracy of 79.21%, 84.52% and 81.58% respectives.

Keywords : Obstructive Sleep Apnea, Backpropagation ANN, RR interval, Fast Fourier Transform

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Deteksi Apnea Tidur Obstruktif dengan Menggunakan *Fast Fourier Transform* dan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Elektrokardiogram”. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rosulullah SAW, keluarga, sahabat serta umatnya yang senantiasa istiqomah.

Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih 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., M.Si., Ph.D. selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si. selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan dan saran yang konstruktif dalam skripsi ini.
4. Bapak Mohtar Yulianto, S.Si., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan nasehat dengan sabar selama masa studi penulis.
5. Ibu dan Bapak yang saya cintai, yang senantiasa selalu memberikan do’a, dukungan, pengorbanan dan tauladan yang baik bagi penulis.
6. Sahabat-sahabat AOU yang saya sayangi (Ulul R.F. S.Si, Aida N.I. S.Si, Aprilia T.A. S.Si, Felisita Maura G.N. S.Si, dan Theresia Okvitawati). Terimakasih untuk selalu menemani, memberikan nasihat, semangat dan motivasi selama ini.
7. Teman-teman group riset (Mbak Rani, Mas Adfal, Mbak Eliana, Mas Eka, Mas Kemas, Mbak Mara, Rendy, Trio dan Bintang) terimakasih atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

8. Mustika Widyaningsih yang saya sayangi terimakasih atas dukungan dan semangatnya selama ini.
9. Teman-teman fisika angkatan 2012 terimakasih atas dukungan dan kebersamaanya selama ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan pengorbanan yang telah diberikan, dengan balasan yang lebih baik. Amiin.

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

Surakarta, 9 Juni 2017

Silminur Latifah

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya berjudul “Deteksi Apnea Tidur Obstruktif dengan Menggunakan *Fast Fourier Transform* dan Jaringan Syaraf Tiruan Pada Elektrokardiogram” telah dipublikasikan di digilib UNS, 20 Juli 2017

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
PUBLIKASI	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SIMBOL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	3
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Apnea Tidur.....	5
2.1.1 Apnea Tidur Obstruktif.....	5
2.1.2 Apnea Tidur Pusat.....	6
2.2. Hubungan OSA dan Penyakit Jantung.....	6
2.3. Anatomi Jantung.....	8
2.3.1. Dinding Jantung.....	9
2.3.2. Ruang Jantung.....	9
2.3.3. Katup jantung.....	10
2.3.4. Sistem Konduksi jantung.....	10
2.4. Elektrokardiografi.....	11
2.4.1 Gelombang EKG.....	11
2.4.1.1. Gelombang P.....	12
2.4.1.2. Gelombang T.....	13
2.4.1.3. Gelombang QRS.....	13
2.4.1.4. Interval RR.....	14

2.4.1.5. Interval PR.....	14
2.4.1.6. Interval QR.....	14
2.4.1.7. Interval QT.....	14
2.4.1.8. Segmen ST.....	14
2.4.1.9. Segmen PR.....	15
2.5. Polisomnograf.....	15
2.6. Deteksi OSA Menggunakan EKG.....	16
2.7. Transformasi Fourier.....	16
2.8. Jaringan Syaraf Tiruan.....	17
2.8.1 Fungsi Aktivasi.....	18
2.8.2 Arsitektur JST.....	18
2.8.2.1 Perceptron.....	20
2.8.2.2 Backpropagation.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	23
3.2. Alat dan Bahan.....	23
3.2.1 Alat Penelitian.....	23
3.2.2 Bahan Penelitian.....	23
3.3. Metode Penelitian.....	24
3.3.1 Pengumpulan Data.....	25
3.3.2 Ekstraksi Fitur.....	25
3.3.3 Pembentukan JST.....	29
3.3.4 Pelatihan JST.....	30
3.3.5 Penentuan Kinerja.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Data EKG.....	34
4.2. Hasil Ekstraksi Fitur EKG.....	35
4.3. Pelatihan JST.....	39
4.3.1 Variasi Panjang Segmen.....	41
4.3.2 Variasi Definisi OSA.....	43
4.4. Penentuan Kinerja JST.....	47
4.4.1 Variasi Panjang Segmen.....	47
4.4.2 Variasi Definisi OSA.....	48
4.5. Variasi Komponen Frekuensi.....	50
BAB V PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	55
5.2. Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA.....	57
Lampiran.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Nilai Keluaran JST yang Diharapkan.....	32
Tabel 4.1. Jumlah Data Normal dan OSA Masing-masing Pasien.....	34
Tabel 4.2. Hasil Kinerja Pelatihan JST Variasi Fitur Panjang Segmen.....	41
Tabel 4.3. Hasil Kinerja Pelatihan JST Variasi Fitur Definisi OSA.....	43
Tabel 4.4. Hasil Kinerja Pengujian JST Variasi Fitur Panjang Segmen.....	47
Tabel 4.5. Hasil Kinerja Pengujian JST Variasi Fitur Definisi OSA.....	48
Tabel 4.6. Hasil Kinerja Pengujian JST Variasi Fitur Komponen Frekuensi.....	51
Tabel 4.7. Hasil Kinerja Pengujian JST Masing-masing Pasien.....	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Perbedaan Pernafasan Normal dan OSA.....	6
Gambar 2.2. Anatomi Jantung.....	8
Gambar 2.3. Gelombang EKG.....	12
Gambar 2.4. Pembagian Gelombang EKG.....	13
Gambar 2.5. Pemeriksaan Polisomnografi.....	15
Gambar 2.6. Struktur Neuron JST.....	18
Gambar 2.7. <i>Single Layer</i>	19
Gambar 2.8. <i>Multilayer</i>	20
Gambar 3.1. Tahap Metode Penelitian.....	24
Gambar 3.2. Rancangan Sistem Deteksi OSA.....	24
Gambar 3.3. Diagram Alir Ekstraksi Fitur.....	26
Gambar 3.4. Interval RR Gelombang EKG.....	27
Gambar 3.5. Diagram Alir Pelatihan JST.....	31
Gambar 3.6. Diagram Alir Pengujian JST.....	33
Gambar 4.1. Gelombang Transformasi Interval RR.....	35
Gambar 4.2. Distribusi Data Segmen 60 Denyut.....	38
Gambar 4.3. Grafik Performa Pelatihan JST Variasi Fitur Segmen.....	42
Gambar 4.4. Grafik Performa Pelatihan JST Variasi Fitur Definisi OSA pada Segmen 60 Denyut.....	45
Gambar 4.5. Grafik Performa Pelatihan JST Variasi Fitur Definisi OSA pada Segmen 90 Denyut.....	46
Gambar 4.6. Hasil Kinerja Pengujian JST dengan Variasi Fitur Komponen Frekuensi.....	51
Gambar 4.7. Distribusi Data Fitur RR Pasien P01 dan P07.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Panjang Segmen 30 Denyut.....	60
Lampiran 2. Panjang Segmen 60 Denyut.....	61
Lampiran 3. Panjang Segmen 90 Denyut.....	62
Lampiran 4. Transformasi Fitur RR Komponen Ke-2 pada Segmen 60.....	63
Lampiran 5. Transformasi Fitur RR Komponen Ke-3 pada Segmen 60.....	64
Lampiran 6. Transformasi Fitur RR Komponen Ke-4 pada Segmen 60.....	65
Lampiran 7. Transformasi Fitur RR Komponen Ke-5 pada Segmen 60.....	66
Lampiran 8. Transformasi Fitur RR Komponen Ke-6 pada Segmen 60.....	67
Lampiran 9. Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-2 Panjang Segmen 60.....	68
Lampiran 10. Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-3 Panjang Segmen 60.....	69
Lampiran 11. Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-4 Panjang Segmen 60.....	70
Lampiran 12. Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-5 Panjang Segmen 60.....	71
Lampiran 13. Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-6 Panjang Segmen 60.....	72
Lampiran 14. Gabungan Normalisasi Fitur RR Komponen Ke-2 Hingga Ke-6 Panjang Segmen 60.....	73
Lampiran 15. Persiapan Data Training JST pada Segmen 60.....	74
Lampiran 16. Pelatihan JST dan Penentuan Kinerja Panjang Segmen 60.....	75
Lampiran 17. Tabel Hasil Kinerja JST Komponen Frekuensi.....	78

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
$R_{(i)}$	Puncak gelombang ke- i
$R_{(i+1)}$	Puncak gelombang ke- $i+1$
RR	Interval RR
i	1,2,3,...,n
RR_{fitur}	Data Fitur RR
RR_{norm}	Data RR normalisasi
$x(t)$	Sinyal dalam domain waktu
$x(f)$	Sinyal dalam domain frekuensi
f	frekuensi
w	Bobot
w_k	Bobot neuron pemenang
Δw	<i>Update</i> bobot
S	Jumlah bobot-bobot
i	Unit masukan
o	Unit keluaran
f	Fungsi Aktivasi
f'	Turunan Fungsi Aktivasi
w_i	Bobot ke i
x_i	Masukan ke i
w_{baru}	Bobot baru
w_{lama}	Bobot lama
t	Keluaran yang diharapkan (<i>desire output</i>)
y	Keluaran sebenarnya
α	Laju pembelajaran
x_i	Masing-masing sinyal input
d	Nilai <i>error</i> keluaran dari neuron
δ	Nilai <i>error</i> dari neuron setelahnya
E	Nilai <i>error</i> kuadrat
Z_j	Unit pada suatu lapisan tersembunyi
Y	Unit <i>output</i>
SSE	<i>Sum square error</i>
e^2	Kuadrat dari selisih nilai target dengan keluaran prediksi
TP	<i>True Positive</i>
FP	<i>False Positive</i>
FN	<i>False Negative</i>
TN	<i>True Negative</i>