

**SISTEM DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN JARINGAN
SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DENGAN FITUR
*HEART RATE VARIABILITY***



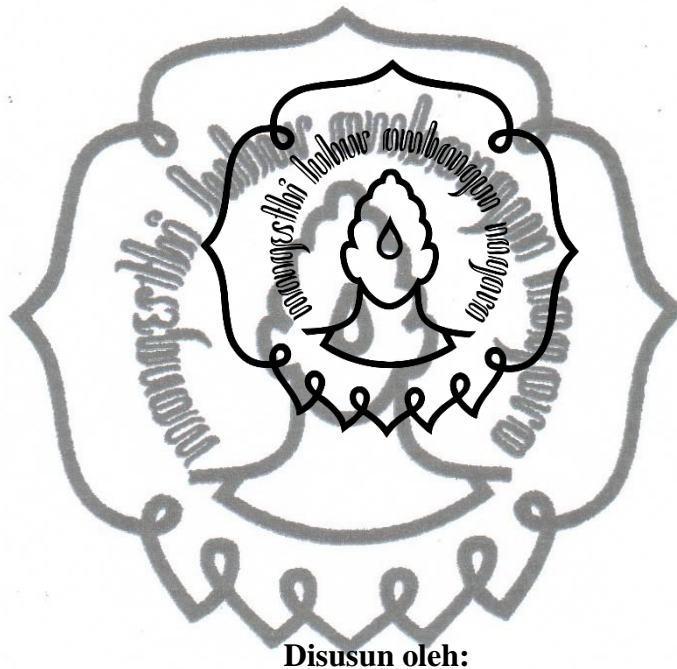
Disusun oleh:

**AGUNG DWI WIJAYA
M0214002**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Maret, 2019**

**SISTEM DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN JARINGAN
SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DENGAN FITUR
*HEART RATE VARIABILITY***



Disusun oleh:

**AGUNG DWI WIJAYA
M0214002**

SKRIPSI

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

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Maret, 2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**Sistem Deteksi Kantuk Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan
Backpropagation dengan Fitur *Heart Rate Variability***

oleh:
AGUNG DWI WIJAYA
M0214002

Telah disetujui oleh

Pembimbing 1



Nuryani S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 196903032000031001

Tanggal: 3 Januari 2019

Pembimbing 2



Drs. Darmanto M.Si.
NIP. 196106141988031002

Tanggal: 4 Januari 2019

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: Sistem Deteksi Kantuk Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan
Backpropagation dengan Fitur *Heart Rate Variability*

Yang ditulis oleh:

Nama : Agung Dwi Wijaya

NIM : M0214002

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada

Hari : Senin

Tanggal : 21 Januari 2019

Dewan Penguji:

1. Ketua Penguji

Mohtar Yunianto S.Si., M.Si.

NIP. 198006302005011001

2. Sekretaris Penguji

Artono Dwijo Sutomo S.Si., M.Si.

NIP. 197001281999031001

3. Anggota Penguji 1

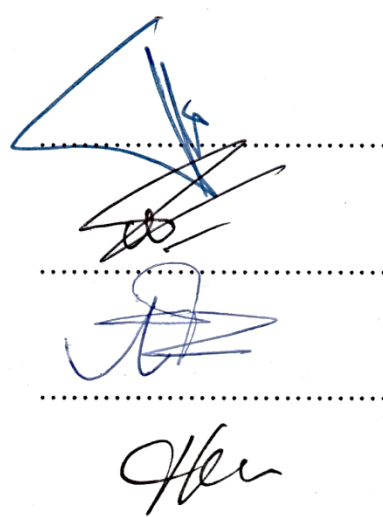
Nuryani S.Si., M.Si., Ph.D.

NIP. 196903032000031001

4. Anggota Penguji 2

Drs. Darmanto M.Si.

NIP. 196106141988031002



Disahkan pada tanggal 15 Maret 2019

Oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret



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

NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual Skripsi saya yang berjudul “SISTEM DETEKSI KANTUK MENGGUNAKAN JARINGAN SARAF TIRUAN *BACKPROPAGATION* DENGAN FITUR *HEART RATE VARIABILITY*” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi 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 kecuali 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 Maret 2019

Agung Dwi Wijaya

MOTTO

Urip iku Urup

(Hidup itu Nyala, Hidup itu hendaknya memberi manfaat bagi orang lain)

Jangan melayang karena pujian, jangan tumbang karena cacian

-KH. Anwar Zahid-

Saat kamu berhasil, kamu mendapatkan sesuatu. Saat kamu gagal, kamu belajar tentang sesuatu. Kamu butuh keduanya

-Dr. Bilal Philips-

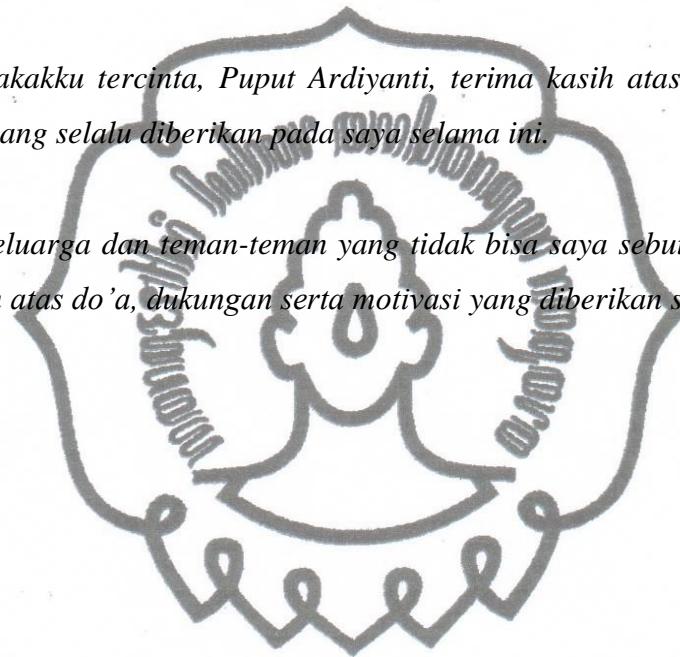


PERSEMBAHAN

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 kakakku tercinta, Puput Ardiyanti, terima kasih atas segala do'a dan dukungan yang selalu diberikan pada saya selama ini.

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



**Sistem Deteksi Kantuk Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan
Backpropagation dengan Fitur *Heart Rate Variability***

AGUNG DWI WIJAYA

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Pada penelitian ini telah dibuat rancangan sistem deteksi kantuk dengan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dengan fitur *Heart Rate Variability*. Sistem deteksi kantuk dirancang menggunakan JST *Backpropagation* yang diimplementasikan dengan perangkat lunak MATLAB. Tahapan pada penelitian ini yaitu persiapan data, persiapan perangkat lunak, pemilihan data, ekstraksi fitur, pelatihan JST dan pengujian JST. Tahapan pelatihan dilakukan dengan metode *5-fold Cross Validation*. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi panjang segmen yaitu 30 dan 60 detik. Selain itu, pada arsitektur JST dilakukan variasi fungsi aktivasi. Fungsi aktivasi yang digunakan yaitu *sigmoid*, *tanh*, dan *gaussian*. Hasil kinerja terbaik dari rancangan sistem deteksi kantuk ini diperoleh dengan pola masukan fitur SDNN, SDSD, pNN50 dan RMSSD dengan panjang segmen 30 detik menggunakan fungsi aktivasi *sigmoid* yaitu berupa akurasi sebesar 67,59%.

Kata kunci: Kantuk, Jaringan Saraf Tiruan, fitur *Heart Rate Variability*, fungsi aktivasi

Drowsiness Detection System Using Backpropagation Artificial Neural Network with Heart Rate Variability Features

AGUNG DWI WIJAYA

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

ABSTRACT

In this study, a drowsy detection system design with Backpropagation Artificial Neural Network with Heart Rate Variability features has been made. Drowsiness detection system is designed using a Backpropagation ANN that is implemented with MATLAB software. The stages in this study are data preparation, software preparation, data selection, feature extraction, ANN training and ANN testing. The training phase is done with the 5-fold Cross Validation method. In this study, variations are carried out on the length of the segments, 30 and 60 seconds. In addition, the ANN architecture has a variety of activation functions. The activation functions used are sigmoid, tanh, and gaussian. The best results from the design of the drowsiness detection system is obtained by the input pattern features of SDNN, SDSD, pNN50 and RMSSD as well as a 30-second segment using the sigmoid activation function, which is an accuracy of 67.59%.

Keywords: Drowsiness, Artificial Neural Network, Heart Rate Variability features, activation function

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta kemudahan sehingga dapat menyelesaikan naskah skripsi ini yang berjudul “Sistem Deteksi Kantuk Menggunakan Jaringan Saraf Tiruan *Backpropagation* dengan Fitur *Heart Rate Variability*”. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Rosulullah Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umatnya yang senantiasa istiqomah mengikuti ajarannya.

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., M.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 Dr. Fuad Anwar, S.Si., M.Si. 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 grup riset (Mas Trio, Mbak Silmi, Oliv) terima kasih atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Sahabat-sahabatku di kampus (Ade, Agus, Azis, Ivan, Rizki, Dura, Angga, Alex, Bagas, Meme, Nurul, Susi, Sinta, Kaka, Maya) terima kasih untuk bantuan dan dukungan kalian semua selama ini.
8. Teman-teman fisika angkatan 2014 terima kasih atas segala kebersamaannya.
9. Sahabat-sahabatku (Irfan, Adit, Aan, Hafiz, Berdy) terima kasih atas dukungan dan semangat yang kalian berikan selama ini.

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

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

Surakarta, 15 Maret 2019

Agung Dwi Wijaya



DAFTAR ISI

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
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Batasan Masalah	2
1.3. Perumusan Masalah	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Anatomi Jantung Manusia	4
2.1.1. Elektrofisiologi Pada Jantung	4
2.2. Kantuk (<i>Drowsiness</i>)	5
2.2.1. Hubungan Kantuk dengan Jantung	5
2.2.2. Metode Deteksi Kantuk	6
2.2.3. Elektrokardiogram (EKG)	6
2.2.4. <i>Karolinska Sleepiness Scale</i> (KSS)	9
2.3. <i>Heart Rate Variability</i> (HRV)	9
2.4. Jaringan Saraf Tiruan	10
2.4.1. Jaringan Lapisan Tunggal (<i>Single Layer Network</i>)	11
2.4.2. Jaringan Lapisan Jamak (<i>Multi Layer Network</i>)	12
2.4.3. <i>Backpropagation</i>	12
2.5. Fungsi Aktivasi	13
2.5.1. Tangen Hiperbolik (<i>Tanh</i>)	14
2.5.2. <i>Sigmoid</i>	14
2.5.3. <i>Gaussian</i>	16
2.6. <i>k-Fold Cross Validation</i>	16

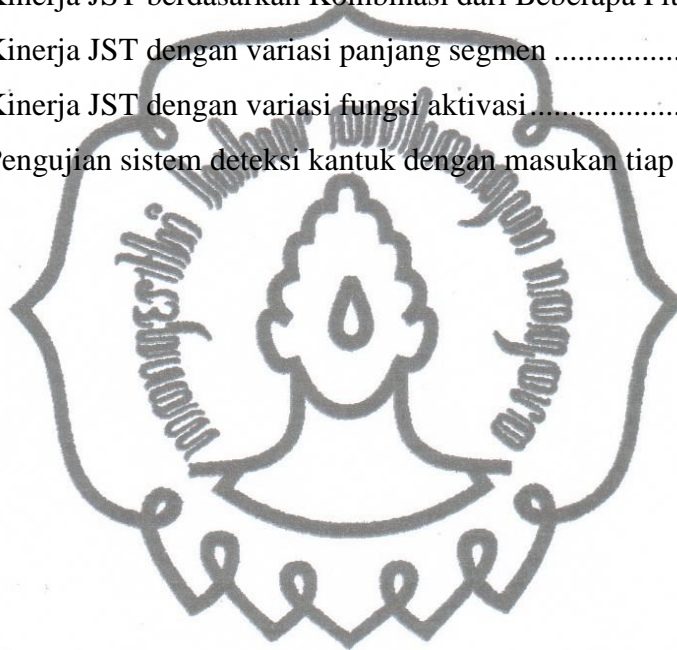
2.7. MATLAB	17
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2. Alat dan Bahan	18
3.2.1. Alat Penelitian	18
3.2.2. Bahan Penelitian	18
3.3. Prosedur Penelitian	19
3.3.1. Persiapan Data	19
3.3.2. Persiapan <i>Software</i>	20
3.3.3. Pemilihan Data	20
3.3.4. Ekstraksi Fitur	20
3.3.5. Pelatihan JST	25
3.3.6. Pengujian JST	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Data dan Hasil Ekstraksi Fitur EKG.....	31
4.2. Pra Pemrosesan pada JST.....	32
4.2.1. Pelatihan dan Pengujian Kinerja JST berdasarkan Fitur HRV	33
4.2.2. Pelatihan dan Pengujian Kinerja JST dengan Variasi Panjang Segmen	36
4.3. Pelatihan dan Pengujian Kinerja JST dengan Variasi Fungsi Aktivasi.....	36
4.4. Pengujian Sistem Deteksi Kantuk	39
BAB V PENUTUP	42
5.1. Kesimpulan.....	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Aliran darah pada jantung manusia (Kumar, 2015)	4
Gambar 2.2. Tipe gelombang EKG pada jantung manusia sehat (Sansone <i>et al.</i> , 2013)	7
Gambar 2.3. Inteval R-R (Gupta, 2014).....	8
Gambar 2.4. Perhitungan detak jantung dengan menggunakan EKG (Gupta, 2014)	8
Gambar 2.5. Arsitektur <i>single layer network</i> (Hermawan, 2006).....	11
Gambar 2.6. Arsitektur <i>multi layer network</i> (Hermawan, 2006)	12
Gambar 2.7. Arsitektur <i>JST backpropagation</i> (Jong, 2004).....	13
Gambar 2.8. Grafik fungsi tanh (Galushkin, 2007).	14
Gambar 2.9. Grafik fungsi <i>sigmoid</i> biner (Jong, 2004)	15
Gambar 2.10. Grafik fungsi <i>sigmoid</i> bipolar (Jong, 2004)	15
Gambar 2.11. Skema <i>5-fold cross validation</i>	16
Gambar 3.1. Diagram alir prosedur penelitian.....	19
Gambar 3.2. Diagram ekstraksi fitur.....	20
Gambar 3.3. Penyederhanaan klasifikasi tingkat kantuk	23
Gambar 3.4. Skema pembagian data EKG.....	24
Gambar 3.5. Pembagian data dengan metode <i>5-fold cross validation</i>	24
Gambar 3.6. <i>Flowchart</i> pelatihan JST dengan masukan SSE.....	27
Gambar 3.7. <i>Flowchart</i> pelatihan JST dengan masukan epoch.....	28
Gambar 3.8. <i>Flowchart</i> pengujian JST	30
Gambar 4.1. Grafik 2 gelombang EKG pada kondisi terjaga dan mengantuk.....	32
Gambar 4.2. Grafik pelatihan JST.....	34
Gambar 4.3. Grafik kombinasi fitur terhadap kinerja JST.....	35
Gambar 4.4. Grafik pelatihan dengan fungsi aktivasi <i>sigmoid</i>	37
Gambar 4.5. Grafik pelatihan dengan fungsi aktivasi <i>tanh</i>	37
Gambar 4.6. Grafik pelatihan dengan fungsi aktivasi <i>gaussian</i>	38
Gambar 4.7. Tampilan awal GUI sistem deteksi kantuk	40
Gambar 4.8. Tampilan GUI ketika proses berlangsung	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Parameter EKG dan HRV domain waktu	10
Tabel 3.1. Parameter waktu yang digunakan dalam fitur HRV	21
Tabel 4.1. Data EKG dalam bentuk <i>file</i> EDF dan tingkat kantuk KSS	31
Tabel 4.2. Kinerja JST berdasarkan masing-masing fitur HRV	34
Tabel 4.3. Kinerja JST berdasarkan Kombinasi dari Beberapa Fitur	35
Tabel 4.4. Kinerja JST dengan variasi panjang segmen	36
Tabel 4.5. Kinerja JST dengan variasi fungsi aktivasi	39
Tabel 4.6. Pengujian sistem deteksi kantuk dengan masukan tiap subyek	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tahap Segmentasi dan Ekstraksi Fitur HRV	47
Lampiran 2. Normalisasi Data	49
Lampiran 3. Tahap Mengacak Data	49
Lampiran 4. Tahap Cross Validation	50
Lampiran 5. Pelatihan JST dan Penentuan Kinerja JST Berdasarkan Pola Masukan Fitur.....	51
Lampiran 6. Tahap Pelatihan dan Penentuan Kinerja JST dengan Panjang Segmen 60	54
Lampiran 7. Tahap Pelatihan dan Penentuan Kinerja JST dengan Fungsi Aktivasi <i>Sigmoid</i>	58
Lampiran 8. Tahap Pelatihan dan Pengujian Kinerja JST dengan Fungsi Aktivasi <i>tanh</i>	61
Lampiran 9. Tahap Pelatihan dan Pengujian Kinerja JST dengan Fungsi Aktivasi <i>Gaussian</i>	64
Lampiran 10. Pengujian JST dengan Masukan Tiap Subyek	67
Lampiran 11. GUI deteksi kantuk.....	68

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
x	Fungsi bernilai x
y	Fungsi bernilai y
MSE	<i>Mean Square Error</i>
CV	<i>Cross validation</i>
\overline{RR}	Rata-rata interval RR
N	Jumlah total interval berurutan
RR_j	Interval RR ke- j
RR_{j+1}	Interval RR ke- $j+1$
X_n	Data ternormalisasi
X	Nilai data
X_{max}	Nilai data maksimal
X_{min}	Nilai data minimal
k	Nilai <i>fold</i> pada CV
Tr	Bagian data kelas 1
Ts	Bagian data kelas 2
S	Kelompok bagian data (fold)
SSE	<i>Sum Square Error</i>
η	Laju pembelajaran
TP	True Positive
TN	True Negative
FP	False Positive
FN	False Negative
$F1$	Rata-rata RR
$F2$	SDNN
$F3$	SDSD
$F4$	RMSSD
$F5$	pNN5
$F6$	pNN10
$F7$	pNN50