

**IDENTIFIKASI AKTIVITAS MENTAL MANUSIA MENGGUNAKAN
KOMBINASI PCA (*PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS*) DAN
JARINGAN SARAF TIRUAN PADA SINYAL EEG
(*ELECTROENCEPHALOGRAM*)**

Nama : Ricky Shonda Sanjaya

NRP : 0622006

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : ricky_shonda@yahoo.com

ABSTRAK

Sinyal EEG (*electroencephalogram*) akan dihasilkan ketika seseorang melakukan aktivitas. Sinyal EEG dihasilkan oleh lapisan luar otak yang disebut korteks kemudian direkam dengan menggunakan elektroda yang diletakkan pada kulit kepala menurut sistem 10-20. Pada Tugas Akhir ini, sinyal EEG yang digunakan adalah hasil perekaman yang dilakukan oleh Zachary A. Keirn pada kanal C₃, C₄, P₃, P₄, O₁, dan O₂. Aktivitas mental yang direkam adalah *Baseline Task*, *Math Task*, *Letter Task*, *Visual Counting Task*, dan *Geometric Figure Rotation*.

Sinyal EEG tersebut diidentifikasi menggunakan kombinasi metode PCA dan Jaringan Saraf Tiruan dengan algoritma *Backpropagation*. Identifikasi dilakukan dalam 3 kategori; hasil kategori pertama(data uji sama dengan data latih): semua aktivitas berhasil diidentifikasi sebesar 100 %, sedangkan kategori kedua (data uji dan data latih berasal dari subyek yang sama tetapi berbeda perekaman): aktivitas berhasil diidentifikasi sebesar 26,67 %, dan kategori ketiga (data uji berbeda dengan data latih): aktivitas berhasil diidentifikasi sebesar 20 %.

Kata Kunci : *EEG*, Aktivitas Mental, *Backpropagation*, PCA.

**IDENTIFICATION OF MENTAL ACTIVITIES USING COMBINATION
OF PCA (PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS) AND NEURAL
NETWORK ON EEG SIGNAL (ELECTROENCEPHALOGRAM)**

Name : Ricky Shonda Sanjaya

NRP : 0622006

Electrical Engineering, Maranatha Christian University,
Jl. Prof.Drg.Suria Sumantri, MPH no.65, Bandung, Indonesia.

Email : ricky_shonda@yahoo.com

ABSTRACT

EEG (Electroencephalogram) signal will be generated when a person doing activities. EEG signal is generated by brain cortex. EEG signal can be recorded by using electrodes placed on the scalp based-on 10 – 20 system. In this final project, EEG signal is taken from the recording of Zachary A. Keirn. Mental activities such as Baseline Task, Math Task, Letter Task, Visual Counting Task, and Geometric Figure Rotation are recorded on channel C₃, C₄, P₃, P₄, O₁, dan O₂ based-on 10 – 20 system.

In this research EEG signal is identified by using a combination of PCA and Neural Networks with backpropagation algorithm. Identification processes are divided into 3 categories. First category (test data are same as training data): activities can be successfully identified 100 %. Second category (test data is from the same subject with training data): activities can be successfully identified about 26,67 %. Third category (test data is different with training data): activities can be successfully identified about 20 %.

Keywords : EEG, Mental Activity, Backpropagation, PCA

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Pembatasan Masalah.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	2
BAB 2 OTAK DAN SINYAL EEG	
2.1 Otak Manusia.....	4
2.2 Bagian Otak Manusia.....	5
2.2.1 Otak Besar (<i>cerebrum</i>).....	5
2.2.2 Otak Kecil (<i>cerebellum</i>).....	7
2.2.3 Batang Otak (<i>brain stem</i>).....	7
2.3 EEG (<i>Electroencephalogram</i>).....	9
2.3.1 Sinyal – sinyal EEG.....	9
2.3.1.1 Sinyal Alpha.....	10
2.3.1.2 Sinyal Beta.....	10
2.3.1.3 Sinyal theta.....	10
2.3.1.4 Sinyal Delta.....	11

2.3.2	Perekaman EEG.....	11
2.3.2.1	Penempatan Elektroda dan Perekaman EEG..	11
2.3.2.2	Gangguan pada Perekaman EEG.....	13
BAB 3	METODE PCA DAN JARINGAN SARAF TIRUAN	
3.1	<i>Principal Component Analysis</i>	14
3.1.1	<i>Principal Component Analysis</i> dengan Matrik Kovarian.....	14
3.2	Jaringan Saraf Tiruan.....	16
3.2.1	Arsitektur Jaringan.....	17
3.2.2	Fungsi Aktivasi.....	17
3.2.3	Perseptron.....	19
3.2.4	Koneksi dalam Jaringan Saraf Tiruan.....	21
3.2.5	Algoritma pelatihan.....	21
BAB 4	PENGOLAHAN DATA	
4.1	Pengambilan Data.....	24
4.2	Aktivitas Mental.....	25
4.3	Pengolahan Data.....	26
4.3.1	Pembagian Data Latih dan Data Uji.....	26
4.3.2	Pengolahan Data dengan PCA.....	27
4.4	Algoritma Propagasi Balik (<i>Backpropagation</i>).....	28
BAB 5	HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA	
5.1	Diagram Blok Percobaan.....	31
5.2	Konfigurasi Percobaan.....	31
5.2.1	Konfigurasi <i>Neuron</i> Menggunakan <i>Hidden Layer</i>	32
5.3	Sasaran Keluaran (<i>Target Output</i>).....	32
5.4	Pelatihan <i>Backpropagation</i>	34

5.5	Hasil Pengujian.....	37
5.5.1	Kategori Pertama.....	37
5.5.2	Kategori Kedua.....	39
5.5.3	Kategori Ketiga.....	40
5.6	Analisis Data.....	47
5.6.1	Kategori Pertama dan kategori Kedua.....	47
5.6.2	Kategori Ketiga.....	48
BAB 6 SIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Simpulan.....	50
6.2	Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN A LIST PROGRAM PADA MATLAB UNTUK JENIS <i>BASELINE TASK</i>		
LAMPIRAN B LIST PROGRAM PADA MATLAB UNTUK JENIS <i>VISUAL COUNTING TASK</i>		
LAMPIRAN C LIST PROGRAM PADA MATLAB UNTUK JENIS <i>LETTER TASK</i>		
LAMPIRAN D LIST PROGRAM PADA MATLAB UNTUK JENIS <i>MATH TASK</i>		
LAMPIRAN E LIST PROGRAM PADA MATLAB UNTUK JENIS <i>GEOMETRIC FIGURE ROTATION</i>		

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Pembagian Data Uji dan Data Latih.....	27
Tabel 5.1	Konfigurasi <i>Neuron</i> dengan Menggunakan <i>Hidden Layer</i>	32
Tabel 5.2	Hasil Percobaan Kategori Pertama Aktivitas <i>Base</i>	37
Tabel 5.3	Hasil Percobaan Kategori Pertama Aktivitas <i>Counting</i>	38
Tabel 5.4	Hasil Percobaan Kategori Pertama Aktivitas <i>Letter</i>	38
Tabel 5.5	Hasil Percobaan Kategori Pertama Aktivitas <i>Math</i>	38
Tabel 5.6	Hasil Percobaan Kategori Pertama Aktivitas <i>Rotate</i>	38
Tabel 5.7	Hasil Percobaan Kategori Kedua Aktivitas <i>Base</i>	39
Tabel 5.8	Hasil Percobaan Kategori Kedua Aktivitas <i>Counting</i>	39
Tabel 5.9	Hasil Percobaan Kategori Kedua Aktivitas <i>Letter</i>	40
Tabel 5.10	Hasil Percobaan Kategori Kedua Aktivitas <i>Math</i>	40
Tabel 5.11	Hasil Percobaan Kategori Kedua Aktivitas <i>Rotate</i>	40
Tabel 5.12	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Base</i> pada subyek 2.....	41
Tabel 5.13	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Counting</i> pada subyek 2.....	41
Tabel 5.14	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Letter</i> pada subyek 2.....	41
Tabel 5.15	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Math</i> pada subyek 2.....	42
Tabel 5.16	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Rotate</i> pada subyek 2.....	42
Tabel 5.17	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Base</i> pada subyek 4.....	42

Tabel 5.18	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Counting</i> pada subyek 4.....	42
Tabel 5.19	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Letter</i> pada subyek 4.....	43
Tabel 5.20	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Math</i> pada subyek 4.....	43
Tabel 5.21	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Rotate</i> pada subyek 4.....	43
Tabel 5.22	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Base</i> pada subyek 6.....	44
Tabel 5.23	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Counting</i> pada subyek 6.....	44
Tabel 5.24	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Letter</i> pada subyek 6.....	44
Tabel 5.25	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Math</i> pada subyek 6.....	45
Tabel 5.26	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Rotate</i> pada subyek 6.....	45
Tabel 5.27	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Base</i> pada subyek 7.....	45
Tabel 5.28	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Counting</i> pada subyek 7.....	45
Tabel 5.29	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Letter</i> pada subyek 7.....	46
Tabel 5.30	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Math</i> pada subyek 7.....	46
Tabel 5.31	Hasil Percobaan Kategori Ketiga Aktivitas <i>Rotate</i> pada subyek 7.....	46

Tabel 5.32	Persentase Keberhasilan pada Konfigurasi A.....	47
Tabel 5.33	Persentase Keberhasilan pada Konfigurasi B.....	47
Tabel 5.34	Persentase Keberhasilan pada Konfigurasi A pada Kategori 3.....	48
Tabel 5.35	Persentase Keberhasilan pada Konfigurasi B pada Kategori 3.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema <i>Neuron</i>	5
Gambar 2.2	Bagian <i>cerebrum</i>	6
Gambar 2.3	Bagian dari Batang Otak.....	8
Gambar 2.4	Peletakan Elektroda Pada Kulit Kepala.....	9
Gambar 2.5	Sinyal EEG.....	10
Gambar 2.6	Peletakan Elektroda Sistem 10 - 20.....	12
Gambar 2.7	Artefak yang Muncul saat perekaman EEG. (a) kedipan Mata, (b) gerakan otot, (c) pengaruh ECG, (d) pengaruh Elektroda.....	13
Gambar 3.1	Model Arsitektur Jaringan Saraf Tiruan yang sederhana.....	17
Gambar 3.2	Grafik fungsi <i>Threshold</i>	18
Gambar 3.3	Grafik fungsi aktivasi <i>Logsig</i>	18
Gambar 3.4	Grafik fungsi aktivasi <i>tansig</i>	19
Gambar 3.5	Grafik fungsi aktivasi linear / <i>purelin</i>	19
Gambar 3.6	Perseptron Lapis Tunggal.....	20
Gambar 3.7	Perseptron Berlapis Jamak.....	21
Gambar 3.8	Algoritma Pelatihan dalam Jaringan Saraf Tiruan.....	22
Gambar 3.9	Skema Pembelajaran Diawasi.....	22
Gambar 4.1	Lokasi Penempatan Elektroda.....	24
Gambar 4.2	Contoh Hasil Perekaman Sinyal EEG.....	25
Gambar 4.3	Skema Jaringan Saraf Tiruan Sederhana.....	29
Gambar 5.1	Diagram Blok Percobaan.....	31