

# INTEGRASI SISTEM EMG DAN EEG UNTUK KENDALI GERAK PADA *ELECTRIC WHEELCHAIR*

Giovani Wahyu Gusti Arson

NRP : 1322007

e-mail : [giovaniwahyu@gmail.com](mailto:giovaniwahyu@gmail.com)

## ABSTRAK

*Brain-controlled wheelchair* merupakan *assisting device* untuk penderita disabilitas motorik yang dikendalikan dengan gelombang otak. Kenyamanan dan keamanan dari pengguna merupakan fokus pengembangan *brain-controlled wheelchair*. Pada tugas akhir ini dirancang sistem pengendali menggunakan EMG dan diintegrasikan dengan sistem pengendali EEG untuk meningkatkan akurasi pengendalian gerak *Brain-controlled wheelchair*. Penderita disabilitas yang masih mampu menggerakkan jari-jarinya dapat mengendalikan *Brain-controlled wheelchair* dengan jari jika tidak sesuai dengan perintah otak.

Tugas akhir ini membahas perancangan dan implementasi pengolahan sinyal menggunakan *Artificial Neural Network* untuk klasifikasi perintah gerak *Brain-controlled wheelchair*. Pengolahan sinyal dibagi menjadi 3 bagian, yaitu *pre-processing*, ekstraksi ciri, dan klasifikasi. Tahap *pre-processing* menggunakan filter digital, *FIR bandpass filter* 10-500 Hz dan *notch filter* di 50 Hz untuk menghilangkan *noise*. Hasil *preprocessing* dilanjutkan pada tahap ekstraksi ciri berupa RMS, MAX, VAR, SD, dan MAV. Nilai ciri akan dikalkulasi dengan menggunakan *Artificial Neural Network* untuk menghasilkan perintah: maju, belok kanan, belok kiri dan berhenti.

Sistem EMG berhasil diintegrasikan dengan sistem EEG *brain-controlled wheelchair*. Sistem EMG mampu mendeteksi gerak jari menjadi perintah gerak maju, belok kanan, belok kiri, dan berhenti. Pendeteksian memiliki akurasi rata-rata sebesar 72,5%.

**Kata Kunci:** *brain-controlled wheelchair, Artificial Neural Network*

# **INTEGRATION OF EMG AND EEG SYSTEM FOR MOTION CONTROL ON ELECTRIC WHEELCHAIR**

**Giovani Wahyu Gusti Arson**

**NRP : 1322007**

**e-mail : [giovaniwahyu@gmail.com](mailto:giovaniwahyu@gmail.com)**

## **ABSTRACT**

*Brain-controlled wheelchair is an assisting device for patients with motor disabilities controlled by brain waves. The convenience and security of the user is the focus of the brain-controlled wheelchair development. In this final project designed the controller system using EMG and integrated with EEG control system to improved the accuracy of motion control of Brain-controlled wheelchair. Patients with disabilities who are still able to move his fingers can control the Brain-controlled wheelchair with a finger if it does not match the brain command.*

*This final project discusses the design and implementation of signal processing using Artificial Neural Network for classification of motion command Brain-controlled wheelchair. The signal processing is divided into 3 parts, namely pre-processing, feature extraction, and classification. Pre-processing stage using digital filter, FIR bandpass filter 10-500 Hz and notch filter at 50 Hz to eliminate noise. The preprocessing results are continued at the characteristic extraction stage in the form of RMS, MAX, VAR, SD, and MAV. The value of the feature will be calculated using the Artificial Neural Network to generate the command: go forward, turn right, turn left and stop.*

*The EMG system successfully integrates with the EEG brain-controlled wheelchair system. The EMG system is capable of detecting finger motion into forward motion, turn right, turn left, and stop. Detection has an average accuracy of 72.5%.*

**Keywords:** *brain-controlled wheelchair, Artificial Neural Network*

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

PERNYATAAN ORISINALITAS LAPORAN TUGAS AKHIR

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI LAPORAN TUGAS AKHIR

KATA PENGANTAR

ABSTRAK .....	i
<i>ABSTRACT</i> .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR LAMPIRAN .....	viii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan .....	2
I.4 Pembatasan Masalah .....	3
I.5 Sistematika Penulisan .....	3
BAB II LANDASAN TEORI .....	4
II.1 <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	4
II.2 <i>Electroencephalograpy</i> .....	6
II.3 <i>Electromyography</i> .....	8
II.4 <i>BITalino Toolkits</i> .....	11
II.5 <i>Bandpass Filter</i> .....	13
II.6 <i>Notch Filter</i> .....	13

II.7 Artificial Neural Network .....	14
BAB III PERANCANGAN SISTEM .....	16
III.1 Perancangan dan Realisasi <i>Brain-controlled Wheelchair</i> .....	16
III.1.1 Elektronika <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	16
III.1.2 Sistem Kontrol <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	18
III.2 Akuisisi Sinyal .....	19
III.3 Pengolahan Sinyal .....	20
III.4 <i>Training Process</i> .....	21
III.5 Perancangan Sistem Klasifikasi .....	24
III.6 Algoritma Pengolahan Sistem EEG .....	27
III.7 Perancangan Algoritma Arduino MEGA .....	28
BAB IV DATA PENGAMATAN DAN ANALISIS .....	31
IV.1 Pra-Proses .....	31
IV.1.1 <i>Raw Data</i> .....	31
IV.1.2 Bandpass Filter .....	33
IV.2 <i>Feature Extraction</i> .....	35
IV.3 <i>Classification</i> .....	37
IV.4 Pengujian <i>Real-Time</i> .....	48
BAB V SIMPULAN DAN SARAN .....	52
V.1 Simpulan .....	52
V.2 Saran .....	53
DAFTAR REFERENSI .....	54
LAMPIRAN A <i>SYNTAX PROGRAM</i> .....	A-1
LAMPIRAN B <i>SYNTAX PROGRAM</i> .....	B-28

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 <i>Brain-Control Wheelchair</i> .....	4
Gambar II.2 <i>Electro-cap</i> dan Mitsar-EEG .....	5
Gambar II.3 Pengembangan <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	6
Gambar II.4 Aktivitas Potensial Listrik Sel Saraf.....	7
Gambar II.5 Kelompok Gelombang Otak Berdasarkan Frekuensi .....	8
Gambar II.6 <i>Motor unit</i> .....	8
Gambar II.7 Ilustrasi Perambatan <i>Electrical Dipol</i> Pada Membran Serat Otot.....	9
Gambar II.8 Sinyal <i>Raw</i> EMG Saat Kontraksi Pada Otot <i>Biceps Brachii</i> .....	10
Gambar II.9 Pengaruh Besar Frekuensi Sampling Terhadap Sinyal Informasi ....	11
Gambar II.10 BITalino <i>Toolkits</i> .....	12
Gambar II.11 Elektroda Pada Bitalino <i>Toolkits</i> .....	12
Gambar II.12 <i>Bandpass Filter</i> .....	13
Gambar II.13 Karakteristik <i>Bandpass Filter</i> .....	14
Gambar II.14 Neuron untuk sistem ANN .....	15
Gambar III.1 Diagram Blok Elektronika BCI.....	17
Gambar III.2 Diagram Blok Sistem Kontrol <i>Brain-Controlled Wheelchair</i> .....	18
Gambar III.3 Pemasangan Elektroda Dilihat Dari Otot yang Bekerja.....	19
Gambar III.4 Diagram Blok Pengolahan Sinyal .....	21
Gambar III.5 Tampilan Menu ANN <i>Toolbox</i> .....	22
Gambar III.6 Tampilan Menu “Import” (a) Dan Menu “New” (b).....	23
Gambar III.7 Tampilan Menu Train Pada Jaringan ANN.....	24
Gambar III.8 Rancangan Arsitektur ANN .....	25
Gambar III.9 Diagram Alir Klasifikasi Sinyal EEG <sup>[13]</sup> .....	28
Gambar III.10 Diagram Alir Kontrol Arduino MEGA.....	29
Gambar IV.1 <i>Raw</i> Data Telunjuk Kanan (Subjek 1) .....	32
Gambar IV.2 <i>Raw</i> Data Ibu Jari Kanan (Subjek 1).....	32
Gambar IV.3 <i>Remove Linear Trend</i> Data Telunjuk Kanan (Subjek 1).....	33
Gambar IV.4 <i>Remove Linear Trend</i> Data Ibu Jari Kanan (Subjek 1).....	33
Gambar IV.5 Hasil Filter <i>Bandpass</i> dan <i>Notch Filter</i> Telunjuk (Subjek 1).....	34

Gambar IV.6 Hasil Filter Bandpass Dan *Notch Filter* Ibu Jari (Subjek 1) ..... 35  
Gambar IV.7 Input Data dan Target Untuk Jaringan ANN ..... 38  
Gambar IV.8 Tampilan Pembuatan Jaringan ANN ..... 39  
Gambar IV.9 Tampilan Pelatihan Jaringan Yang Telah Dibuat ..... 40



## DAFTAR TABEL

Tabel III.1 Nilai Target Output .....	22
Tabel IV.1 Hasil Feature Extraction Pada Sinyal EMG .....	35
Tabel IV.2 Hasil Pengujian Klasifikasi Tangan Kanan .....	40
Tabel IV.3 Hasil Pengujian Klasifikasi Tangan Kiri .....	44
Tabel IV.4 Hasil Pengujian secara <i>real-time</i> .....	49



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A <i>Hasil Klasifikasi</i> .....	A-1
Lampiran B <i>Syntax Program</i> .....	B-28

