

***HUMAN COMPUTER INTERFACE BERBASIS ELEKTROMIOGRAFI
SEBAGAI ALAT PENUNJANG OPERASIONAL KOMPUTER***

SKRIPSI



FIRMAN ISMA SERDANA

**PROGRAM STUDI S1-TEKNOBIOMEDIK
DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS AIRLANGGA
2015**

***HUMAN COMPUTER INTERFACE BERBASIS ELEKTROMIOGRAFI
SEBAGAI ALAT PENUNJANG OPERASIONAL KOMPUTER***

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Teknik Bidang Teknobiomedik

Pada Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Airlangga

Disetujui Oleh :

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Soegianto Soelistiono, Ir., M.Si
NIP. 19700125 199303 1 003

Akif Rahmatillah, ST, MT
NIP. 1986014 200812 1 002

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : *Human Computer Interface* Berbasis Elektromiografi
sebagai Alat Penunjang Operasional Komputer

Penyusun : Firman Isma Serdana

NIM : 081117006

Pembimbing I : Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si

Pembimbing II : Akif Rahmatillah, S.T. M.T.

Tanggal Seminar : 3 November 2015

Disetujui oleh,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Dr. Soegianto Soelistono, Ir., M.Si
NIP. 19700125 199303 1 003

Akif Rahmatillah, S.T., M.T.
NIP. 1986014 200812 1 002

Mengetahui,

Ketua Departemen Fisika

Ketua Program Studi S-1 Teknobiomedik

Fakultas Saintek, Universitas Airlangga

Fakultas Saintek, Universitas Airlangga

Drs. Siswanto, M.Si
NIP. 19640305 198903 1 003

Dr. Moh. Yasin, M.Si.
NIP. 19670312 199102 1 001

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi ini tidak dipublikasikan namun tersedia di perpustakaan dalam lingkungan Universitas Airlangga, diperkenankan untuk dipakai sebagai referensi kepustakaan, tetapi pengutipan harus seizin penyusun dan harus menyebutkan sumbernya sesuai kebiasaan ilmiah. Dokumen skripsi ini merupakan hak milik Universitas Airlangga



Serdana, Firman Isma, 2015, *Human Computer Interface* Berbasis Elektromiografi Sebagai Alat Penunjang Operasional Komputer, Skripsi ini dibawah bimbingan Dr. Ir. Soegianto Soelistono, M.Si dan Akif Rahmatillah, S.T, M.T, Program Studi S1 Teknobiomedik Departemen Fisika Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga

ABSTRAK

Human Computer Interface merupakan mekanisme interaksi antar manusia dengan komputer menggunakan *Human Interface Device*. Salah satu contoh interaksi ini menggunakan tangan manusia untuk menggerakkan *pointer* pada komputer. Pergerakan tangan manusia tersebut membangkitkan sinyal elektromiografi yang memiliki karakteristik tersendiri pada tiap gerakan dasar yaitu atas, bawah, kanan dan kiri. Penelitian ini menggunakan jaringan saraf tiruan (dengan struktur: tujuh input, sepuluh *node* pada *hidden layer* dan empat output), yang mengklasifikasi sinyal dari sadapan elektromiografi oleh Olimex EMG Shield pada otot *brachioradialis* dan *flexor carpum ulnaris* menjadi empat gerakan dasar yang dimasukkan ke dalam Arduino Uno. Pelatihan jaringan saraf tiruan tersebut dilakukan secara *offline* pada mesin yang memiliki kapabilitas tinggi untuk efisiensi waktu, hal ini dilakukan karena Arduino Uno memiliki kapabilitas *processing* yang secara signifikan terlalu rendah untuk komputasi jaringan saraf tiruan yang kompleks. Untuk menerjemahkan hasil klasifikasi menjadi gerakan *pointer* pada PC digunakan fungsi HID pada Sparkfun Pro Micro dengan menggunakan *library* `mouse.move()`. Dengan menggunakan *setting* di atas didapatkan persentase hasil klasifikasi sejumlah 93,7375 % (rerata) dengan nilai keberhasilan pada tiap klasifikasi adalah 96.55 % pada arah atas, 93,4 % pada arah bawah, 90.85 % pada arah kanan, dan 91.95 % pada arah kiri.

Kata Kunci : *Human Computer Interface*, elektromiografi, jaringan saraf tiruan, *Human Interface Device*.

Serdana, Firman Isma, 2015, *Human Computer Interface Based on Electromyography As Supporting Device in Operating of Computer*, this project is supervised by Dr. Ir. Soegianto Soelistiono, M.Si and Akif Rahmatillah, S.T, M.T, Biomedical Engineering of Physics Departement, Science and Technology, Airlangga University

ABSTRACT

Human computer interface is a mechanism of interaction between human and computer device which uses human interface device. One example of this interaction is using human's hand to move the pointer of a computer. This hand movement produces an electromyography signal which has its own characteristic on each of its basic movement, those are up, down, right and left directions. This project used an artificial neural network (in which the structure: seven inputs, ten nodes in hidden layer and four outputs), which classified the signal from the reading of electromyography by Olimex EMG Shield on brachioradialis and flexor carpum ulnaris muscles to become four basic movement, inside Arduino Uno. The training of the artificial neural network is done offline by using a high capability machine for time efficiency, this is because Arduino Uno has a significantly low raw processing capability to compute a complex artificial neural network. For translating the classification result to become pointer movement on PC, HID function of Sparkfun Pro Micro was used by using the `mouse.move()` library. By using prerequisites setting, the classification rate result is 93,7375 % (average), while on each of the movement, the rate of each classification are 96.55 % for up movement, 93.4 % for down movement, 90.85 % for right movement, and 91.95 % for left movement.

Key Words : *Human Computer Interface*, electromyography, artificial neural network, *Human Interface Device*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin, atas berkat, rahmat dan hidayah Allah Yang Maha Kuasa, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul "***Human Computer Interface Berbasis Elektromiografi Sebagai Alat Penunjang Operasional Komputer***".

Skripsi ini bisa terwujud juga tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan sumbangsih berupa ide, tenaga maupun pemikiran sehingga penulis dapat terbimbing dengan baik. Oleh karena itu penulis dalam kesempatan ini ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Yth. Bapak Dr. Moh.Yasin, M.Si. selaku Kepala Program Studi S1-Teknobiomedik yang telah menyetujui dan menerima skripsi penulis.
2. Yth Bapak Dr. Soegianto Soelistono, Ir., M.Si dan Bapak Akif Rahmatillah, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu selama proses pengajuan proposal skripsi sampai dengan selesainya pembuatan skripsi ini.
3. Yth. Seluruh Bapak/Ibu Dosen S1-Teknobiomedik yang telah banyak membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis.
4. Segenap teman-teman kuliah S1 Teknobiomedik yang telah memberi bantuan baik berupa moral, waktu dan sebagainya dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Keluarga penulis yang telah memberikan kekuatan moral yang sangat signifikan dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik saran yang membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan.

Surabaya, 16 Oktober 2015

Firman Isma Serdana



DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| HALAMAN JUDUL..... | i |
| LEMBAR PERNYATAAN..... | ii |
| LEMBAR PENGESAHAN..... | iii |
| LEMBAR PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI..... | iv |
| ABSTRAK..... | v |
| ABSTRACT..... | vi |
| KATA PENGANTAR..... | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiii |
| BAB 1. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 6 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 6 |
| 1.4 Tujuan..... | 7 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 8 |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA..... | 9 |
| 2.1 Otot..... | 9 |
| 2.1.1 Definisi Otot..... | 9 |
| 2.1.2 Proses Kerja Otot..... | 9 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.3 Jenis Otot..... | 10 |
| 2.1.4 Otot <i>Brachioradialis</i> | 14 |
| 2.1.5 Otot <i>Flexor Carpum Ulnaris</i> | 15 |
| 2.2 Elektromiografi..... | 16 |
| 2.3 Arduino Uno..... | 17 |
| 2.4 Olimex ECG-EMG Shield for Arduino Uno..... | 19 |
| 2.5 Sparkfun Arduino Compatible Pro Micro..... | 20 |
| 2.6 <i>Artificial Neural Network</i> | 21 |
| 2.6.1 <i>Backpropagation</i> dengan Algoritma Levenberg-Marquardt..... | 22 |
| 2.6.2 Ekstraksi Fitur Sinyal EMG..... | 23 |
| 2.7 <i>Human Computer Interface</i> | 26 |
| 2.8 Microsoft Visual Studio 2013..... | 27 |
| 2.8.1 Microsoft Visual C#..... | 28 |
| 2.8.2 Visual Micro..... | 29 |
| 2.8.3 Encog..... | 30 |
| 2.9 Arduino <i>Bluetooth Serial Communication</i> | 30 |
| 2.10 <i>Human Interface Device</i> Arduino..... | 32 |
| BAB 3. METODE PENELITIAN..... | 33 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian..... | 33 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian..... | 33 |
| 3.2.1 Alat Penelitian..... | 33 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian..... | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3 Prosedur Penelitian..... | 34 |
| 3.3.1 Skema Prosedur Penelitian..... | 34 |
| 3.3.2 Definisi Prosedur Penelitian..... | 35 |
| BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 54 |
| 4.1 Rangkaian <i>Hardware</i> | 54 |
| 4.2 <i>Software</i> Pembentuk Jaringan Saraf Tiruan..... | 58 |
| 4.2.1 <i>Embedded Software</i> Perekaman EMG..... | 58 |
| 4.2.2 Aplikasi <i>Trainer</i> Jaringan Saraf Tiruan..... | 59 |
| 4.2.3 <i>Software Uji Offline</i> | 61 |
| 4.3 <i>Software</i> Tahap Pemakaian..... | 61 |
| 4.3.1 <i>Embedded Program</i> | 61 |
| 4.3.2 <i>Software</i> Pengukur Pergerakan Pointer..... | 63 |
| 4.4 Hasil Penelitian..... | 64 |
| 4.4.1 Uji Transmisi Data Melalui <i>Bluetooth</i> | 64 |
| 4.4.2 <i>Training</i> Jaringan Saraf Tiruan..... | 65 |
| 4.4.3 Uji Pemakaian..... | 70 |
| BAB 5. SIMPULAN DAN SARAN..... | 75 |
| 5.1 Simpulan..... | 75 |
| 5.2 Saran..... | 76 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 77 |
| LAMPIRAN..... | 81 |

DAFTAR TABEL

| No. | Judul Tabel | Halaman |
|------------|--|----------------|
| 3.1 | Tabel Contoh Hasil Output JST | 50 |
| 4.1 | Hasil Uji Transmisi melalui <i>Bluetooth</i> | 64 |
| 4.2 | Performa <i>Training</i> dengan Beberapa Parameter | 67 |
| 4.3 | Hasil Uji <i>Offline</i> | 69 |
| 4.4 | Hasil Uji <i>Real-Time</i> | 72 |

DAFTAR GAMBAR

| No. | Judul Gambar | Halaman |
|------|--|---------|
| 2.1 | Contoh Anatomi Otot Tulang | 9 |
| 2.2 | Kiri : Skema yang merepresentasikan proses kerja sel otot, Kanan : Skema fiber otot pada potongan melintang. | 10 |
| 2.3 | Jaringan otot halus | 11 |
| 2.4 | Jaringan otot jantung | 12 |
| 2.5 | Ilustrasi 3-D otot tulang | 13 |
| 2.6 | Letak otot <i>brachioradialis</i> | 14 |
| 2.7 | Letak otot <i>flexor carpum ulnaris</i> | 15 |
| 2.8 | Ilustrasi elektromiografi | 16 |
| 2.9 | Grafik domain frekuensi sinyal EMG | 17 |
| 2.10 | Arduino Uno dengan keterangan pada masing-masing bagiannya | 17 |
| 2.11 | Olimex ECG-EMG Shield for Arduino Uno dengan keterangan pada masing-masing bagiannya | 19 |
| 2.12 | Sparkfun Arduino Compatible Pro Micro dengan keterangan pada masing - masing bagiannya | 20 |
| 2.13 | Contoh bagan <i>artificial neural network</i> | 21 |
| 2.14 | Ilustrasi <i>Human Computer Interface</i> | 26 |
| 2.15 | <i>Graphic User Interface</i> Microsoft Visual Studio 2013 | 27 |
| 2.16 | Antarmuka Visual C# pada Microsoft Visual Studio 2013 | 28 |
| 2.17 | <i>Graphic User Interface</i> Microsoft Visual Studio 2008 dengan <i>plugin</i> Visual Micro | 29 |

| | | |
|------|--|----|
| 2.18 | Diagram komunikasi <i>master-slave</i> pada <i>Bluetooth</i> | 31 |
| 3.1 | Diagram langkah-langkah penelitian | 34 |
| 3.2 | Blok diagram alat tahap persiapan | 35 |
| 3.3 | Blok diagram alat pada fase pemakaian | 36 |
| 3.4 | Ilustrasi bentuk grafik dari fungsi tansig(n) | 37 |
| 3.5 | Ilustrasi grafik transfer fungsi linear | 38 |
| 3.6 | Arsitektur JST yang akan disematkan pada <i>Arduino Uno</i> (Ibrahimy <i>et al</i> , 2013) | 40 |
| 3.7 | Arsitektur JST yang akan disematkan pada <i>Arduino Uno</i> (Silva, 2014) | 41 |
| 3.8 | <i>Message Box</i> apabila terjadi kesalahan <i>syntax</i> pada aplikasi yang sedang dibuat | 46 |
| 3.9 | Daftar <i>error</i> karena kesalahan <i>syntax</i> | 46 |
| 3.10 | Tampilan <i>Break-Exception</i> | 47 |
| 3.11 | Titik-titik peletakan elektroda EMG, merah sebagai titik akusisi pertama (<i>flexor carpum ulnaris</i>), ungu sebagai titik akusisi kedua (<i>brachioradialis</i>) dan hijau sebagai titik referensi | 48 |
| 3.12 | Bentuk gestur yang direkam, <i>radial deviation</i> untuk gerakan ke atas, <i>ulnar deviation</i> untuk gerakan ke bawah, <i>supination</i> untuk gerakan ke kanan dan <i>pronation</i> untuk gerakan ke kiri. | 49 |
| 3.13 | Contoh grafik proses <i>training</i> JST | 53 |
| 3.14 | Contoh GUI <i>custom software</i> penghitung posisi koordinat pointer dan jarak yang ditempuh dalam satuan pixel | 55 |
| 4.1 | Skema rangkaian alat mode perekaman secara detail berupa letak pin yang perlu dihubungkan | 55 |
| 4.2 | Skema rangkaian alat mode implementasi secara detail berupa letak pin yang perlu dihubungkan | 55 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.3 | Skema koneksi adaptor micro sd dengan port ICSP pada Arduino Uno | 57 |
| 4.4 | Tampilan aplikasi training untuk klasifikasi sinyal EMG | 60 |
| 4.5 | Tampilan aplikasi Offline Test | 61 |
| 4.6 | Tampilan aplikasi penghitung jarak pointer | 63 |
| 4.7 | Contoh tampilan aplikasi Tes Ebhuci sebelum uji coba dimulai | 71 |
| 4.8 | Contoh tampilan aplikasi Tes Ebhuci setelah uji coba dimulai | 71 |

