



TUGAS AKHIR - TE 141599

**RANCANG BANGUN PERMAINAN INTERAKTIF
UNTUK REHABILITASI PENYAKIT STROKE
BERBASIS ELEKTROMIOGRAM**

Namaz Eral Al Fattah
NRP 07111440000188

Dosen Pembimbing
Ir. Tasripan, MT.
Dr. Tri Arief Sardjono, ST.,MT.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT - TE 141599

DESIGN OF INTERACTIVE GAMES FOR THE
REHABILITATION OF ELECTROMYOGRAM-BASED
STROKE DISEASES

Namaz Eral Al Fattah
NRP 07111440000188

Supervisors
Ir. Tasripan, MT.
Dr. Tri Arief Sardjono, ST.,MT.

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING
Faculty of Electrical Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

**RANCANG BANGUN PERMAINAN INTERAKTIF
UNTUK REHABILITASI PENYAKIT STROKE
BERBASIS ELEKTROMIOGRAM**

TUGAS AKHIR

Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada

Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga
Departemen Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I



Ir. Tasripan, MT.
NIP. 196204181990031004

Dosen Pembimbing II



Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.
NIP. 197002121995121001



PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi keseluruhan Tugas akhir saya dengan judul "**RANCANG BANGUN PERMAINAN INTERAKTIF UNTUK REHABILITASI PENYAKIT STROKE BERBASIS ELEKTROMIOGRAM**" adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juni 2018



Namaz Eral Al Fattah
0711144000188

Halaman ini sengaja dikosongkan

RANCANG BANGUN PERMAINAN INTERAKTIF UNTUK REHABILITASI PENYAKIT STROKE BERBASIS ELEKTROMIOGRAM

Nama mahasiswa : Namaz Eral Al Fattah

Dosen Pembimbing I : Ir. Tasripan, MT.

Dosen Pembimbing II : Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.

Abstrak:

Stroke adalah salah satu penyakit dengan jumlah terbanyak didunia. Kesembuhan dari penyakit stroke tidak mengakhiri tahap penyembuhan tetapi pasien penderita stroke juga harus menjalani rehabilitasi pasca stroke. Kemajuan teknologi yang sekarang tidak memungkiri jika dapat membantu kemajuan dalam bidang medis. Salah satu kemajuan teknologi yang dapat berperan membantu dalam bidang medis adalah permainan interaktif untuk rehabilitasi stroke . Rehabilitasi dengan permainan interaktif ialah rehabilitasi menggunakan permainan interaktif sebagai proses kognitif dan umpan balik untuk memberikan hasil langsung kepada pasien. Dengan memanfaatkan kemajuan teknologi, rehabilitasi ini dapat dijalankan lebih efisien karena permainan interaktif ini dapat dijalankan dirumah (self rehabilitation) dan juga dapat memberikan menunjukkan feedback kepada pasien. Permainan interaktif ini menggunakan myo armband yang sudah diprogram sehingga dapat mengenali empat gerakan tangan (mengepal, menyebarkan, melambai kiri, melambai kanan) melalui sinyal otot pada tangan. Proses dari rehabilitasi ini dimulai dengan pasien memainkan permainan yang sudah terhubung dengan myo armband dan menyelesaikan permainan dengan empat gerakan. Proses permainan ini dilakukan dengan pemantauan pada sinyal otot pada pasien dan nilai waktu pada permainan. Dengan rehabilitasi yang menggunakan permainan interaktif sebagai media yang dapat mempercepat proses rehabilitasi dibandingkan rehabilitasi tradisional dan juga pada permainan interaktif dapat memberikan tingkat kesusahan pada permainan sehingga dapat memberikan tantangan pada pasien dan juga dapat menunjukkan feedback kepada pasien sehingga dapat memperlihatkan kemajuan secara langsung dari pasien dari hari ke hari. Indikator kemajuan dari pasien dapat dianalisa

melalui nilai amplitudo EMG ((Elektromiogram) yang dapat dilihat melalui myo armband dan kecepatan pasien penderita stroke dalam menyelesaikan permainan dari hari ke hari. Nilai sinyal EMG oleh myo armband ini sudah layak digunakan karena sudah dapat mengeluarkan sinyal otot sesuai yang seharusnya dari empat gerakan tersebut dan sudah dibandingkan dengan alat EMG yang ada. Pada hasil percobaan yang dilaksanakan pada 2 pasien sakit, kedua pasien memiliki peningkatan dari tiap pertemuan dengan waktu penyelesaian 265.5 detik pada pertemuan pertama, 236 detik pada pertemuan kedua, 168 detik pada pertemuan ketiga 178.5 pada pertemuan keempat dan pada pertemuan terakhir 149 detik.

Kata kunci: Elektromiogram, *Myo Armband*, Permainan Interaktif, *Self-rehabilitation*

DESIGN INTERACTIVE GAMES FOR THE REHABILITATION OF ELECTROMYOGRAM-BASED STROKE DISEASES

Student Name : Namaz Eral Al Fattah
Supervisor I : Ir. Tasripan, MT.
Supervisor II : Dr. Tri Arief Sardjono, ST., MT.

Abstract:

Stroke is one of the disease with the most number in the world. The healing of stroke does not end the healing stage but stroke patients also have to undergo post-stroke rehabilitation. Current technological advances do not deny if it can help advances in the medical field. One of the technological advances that can play a role in helping the medical field is an interactive game for stroke rehabilitation. Rehabilitation with interactive games is rehabilitation using interactive games as a cognitive process and feedback to provide immediate results to patients. By utilizing technological advances, these rehabilitation can be run more efficiently because these interactive games can be run at home (self rehabilitation) and can also provide feedback to the patient. This interactive game uses programmable myo armband to recognize four hand movements (clenching, spreading, waving left, waving right) through the muscle signals on the hand. The process of rehabilitation begins with the patient playing a game that is already connected with myo armband and completing the game with four movements. This game process is done by monitoring the muscle signals in the patient and the time value of the game. With rehabilitation using interactive games as a medium that can speed up the rehabilitation process compared to traditional rehabilitation as well as in interactive games can provide a level of distress on the game so as to challenge the patient and can also show feedback to the patient so as to show the patient's progress directly from day to day. The patient's progress indicators can be analyzed through the EMG amplitude value (Elektromiogram) which can be seen through the myo armband and the speed of the stroke patient in completing the game from day to day. The value of EMG signal by myo armband is already feasible to use because it is able to

remove the muscle signal as it should be of the four movements and has been compared with the existing EMG tool. In the results of the experiments conducted on 2 sick patients, both patients had an increase from each meeting with a completion time of 265.5 seconds at the first meeting, 236 seconds at the second meeting, 168 seconds at the third meeting 178.5 at the fourth meeting and at the last meeting 149 seconds.

Key Word: Electromyograph, Interactive Games, Myo Armband, Self-Rehabilitation

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala Rahmat, Karunia, dan Petunjuk yang telah dilimpahkan-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir dengan judul **“Rancang Bangun Permainan Interaktif untuk Rehabilitasi Penyakit Stroke Berbasis ELEKTROMIOGRAM”**.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan jenjang pendidikan S1 pada Bidang Studi Teknik Sistem Tenaga, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Atas selesainya penyusunan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas limpahan rahmat, karunia dan petunjuk-Nya.
2. Ibu dan Bapak penulis atas doa dan cinta yang tak henti pada penulis dalam keadaan apapun. Semoga Allah SWT senantiasa melindungi dan memberi mereka tempat terbaik kelak di surgaNya.
3. Bapak Tri Arief Sardjono,ST.,MT. dan Bapak Tasripan MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan dan perhatiannya selama proses penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen dan karyawan Departemen Teknik Elektro ITS yang telah memberikan banyak ilmu dan menciptakan suasana belajar yang luar biasa.
5. Teman-teman seperjuangan e54 yang telah menemani dan memberikan dukungan selama masa kuliah sampai penyusunan tugas akhir ini.

Penulis telah berusaha maksimal dalam penyusunan tugas akhir ini. Namun tetap besar harapan penulis untuk menerima saran dan kritik untuk perbaikan dan pengembangan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikat manfaat yang luas.

Surabaya, Juni 2018

Namaz Eral Al Fattah

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Metodologi.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
1.7 Relevansi.....	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kontraksi Otot.....	7
2.1.1 Potensial Membran Istirahat.....	8
2.1.2 Potensial Aksi.....	9
2.2 Appendicular Muscles	11
2.2.1 Otot Yang Menggerakkan Lengan Bawah Dan Tangan	13
2.2.2 Otot Yang Menggerakkan Tangan Dan Jari	15
2.3 Stroke	17
2.3.1. Gangguan Upper Limb	19
2.3.2. Rehabilitasi Pada Stroke	20
2.4 Myo Armband	21
2.5 Unity.....	22

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	23
3.1 Kerangka Konsep.....	23
3.2 Perancangan Permainan.....	25
3.2.1 Flowchart.....	25
3.2.2 Instalasi Myo Armband	26
3.2.3 Perancangan Permainan.....	26
3.2.4 Perancangan Permainan Dengan <i>Myo Armband</i>	27
3.2.5 Evaluasi Kelayakan Permainan.....	28
3.3 Cara Kerja Pada Subyek Penelitian.....	29
3.3.1 Flowchart	29
3.3.2 Tahapan Penelitian.....	30
3.3.3 Perekaman Sinyal Emg	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Pemantauan Sinyal Otot Subjek Sehat.....	31
4.2 Pemantauan Awal Sinyal Otot Pasien Stroke.....	32
4.3 Pengujian Permainan pada Subjek Sehat	35
4.4 Pengujian Permainan pada Pasien Stroke	36
BAB 5 KESIMPULAN	39
5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	45
Biodata Penulis	57

DAFTAR GAMBAR

2.1 Siklus Kontraksi Otot	7
2.2 Garis Besar Aktifitas Neural	8
2.3 Potensial Membran Istirahat.....	9
2.4 Grafik Potensial Aksi.....	10
2.5 Siklus Potensial Aksi	10
2.6 <i>Apendicular Muscle</i>	12
2.7 <i>Anterior View</i>	14
2.8 <i>Posteror View</i>	15
2.9 Otot yang Menggerakkan Tangan dan Jari.....	16
2.10 <i>Intrinsik Muscle OF The Hand</i>	17
2.11 <i>Myo Armband</i>	21
2.12 Struktur <i>Myo Armband</i>	22
3.1 Kerangka Konsep	23
3.2 Diagram blok keseluruhan sistem.....	23
3.3 Flowchart Perancangan Software	25
3.4 Tampilan Permainan	26
3.5 Flowchart Permainan	27
3.6 Flowchart Penelitian Pada Pasien	29
3.7 Bentuk EMG	30
4.1 Letak <i>Channel 1</i>	31
4.2 Letak <i>Channel 2</i>	31
4.3 Kontraksi mengempal dan menyebar jari <i>channel 1</i>	33
4.4 Kontraksi melambai keluar dan kedalam <i>channel 2</i>	33
4.5 Kontraksi mengempal dan menyebar jari <i>channel 2</i>	34
4.6 Kontraksi melambai keluar dan kedalam <i>channel 2</i>	34
4.7 Grafik Waktu Pasien Stroke	37
6.1 <i>Myo Armband</i> kepal menyebar <i>channel 1</i> subjek N	45
6.2 Sinyal EMG <i>channel 1</i> subjek N	45
6.3 <i>Myo Armband</i> kepal menyebar <i>channel 2</i> subjek N	46
6.4 Sinyal EMG <i>channel 2</i> subjek N	46

6.5 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 1</i> subjek N	47
6.6 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam <i>Channel 1</i> Subjek N	47
6.7 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek N	48
6.8 Sinyal otot melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek N	48
6.9 <i>Myo Armband</i> kepal menyebar <i>channel 1</i> subjek D	49
6.10 Sinyal EMG <i>channel 1</i> subjek D	49
6.11 <i>Myo Armband</i> kepal menyebar <i>channel 2</i> subjek D	50
6.12 Sinyal EMG <i>channel 2</i> subjek D	50
6.13 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 1</i> subjek D	51
6.14 Sinyal otot melambai keluar kedalam <i>Channel 1</i> subjek D	51
6.15 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek D	52
6.16 Sinyal otot melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek D	52
6.17 <i>Myo Armband</i> kepal menyebar <i>channel 1</i> subjek T	53
6.18 Sinyal EMG <i>channel 1</i> subjek T	53
6.19 <i>Myo Armband</i> Kepala Menyebar <i>Channel 2</i> Subjek T	54
6.20 Sinyal EMG <i>Channel 2</i> Subjek T	54
6.21 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 1</i> subjek T	56
6.22 Sinyal otot melambai keluar kedalam <i>Channel 1</i> subjek T	56
6.23 <i>Myo Armband</i> melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek T	56
6.24 Sinyal otot melambai keluar kedalam <i>Channel 2</i> subjek T	56

DAFTAR TABEL

2.1 <i>Manual Muscle</i> Training (MMT)	18
3.1 Penelitian Pada Pasien Sehat	28
3.2 Ompong Penelitian Pada Pasien	30
4.1 Pemantauan Sinyal Otot Subjek Sehat.....	32
4.2 Penelitian Pada Subjek Sehat channel 1	35
4.3 Penelitian Pada Subjek Sehat channel 2	35
4.4 Penelitian Waktu Pada Subjek Sehat.....	35
4.5 Penelitian Pada Pasien Stroke	36
4.6 Penelitian Waktu Pada Pasien Stroke	49

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 43

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Stroke adalah penyakit gangguan iskemik atau hemoragik yang secara mendadak suplai darah menuju jaringan otak terputus yang menyebabkan hilangnya sebagian fungsi otak [1]. Hilangnya sebagian fungsi otak ini dikarenakan darah-darah yang mengirim oksigen dan nutrisi-nutrisi ke otak terputus sehingga sel-sel otak akan mati. Kondisi ini yang menyebabkan stroke adalah kondisi kesehatan yang serius dan membutuhkan penanganan cepat.

Menurut Menteri Kesehatan RI dr Nafsiah Mboi, Sp.A, MPH, menyebutkan bahwa penyakit ini jadi penyebab kematian utama di hampir seluruh rumah sakit di Indonesia. Menurut hasil Riset Kesehatan Dasar Kemenkes RI tahun 2007 jumlah penderita stroke 8,3 per 1000 penduduk. Kemudian di tahun 2013 melonjak menjadi 12,1 per 1000 penduduk. Skala internasional stroke menduduki posisi kedua sebagai penyakit pembunuh ke dua di dunia sejak tahun 2002,2005, hingga 2012 baik dinegara maju maupun negara. Angka kejadian stroke di Indonesia meningkat dengan tajam. Bahkan, saat ini Indonesia merupakan negara dengan jumlah penderita stroke terbesar di Asia .Penyakit stroke tidak hanya diobati saat terkena penyakit stroke, tetapi juga pasca stroke. Dirilis oleh majalah ilmiah Cambridge University, sepertiga dari penderita penyakit stroke mengalami kecacatan pasca stroke [2]. Karena itu proses rehabilitasi dibutuhkan untuk menghindari pasien dari kecacatan.

Menurut kamus kedokteran Dorland edisi 29, Rehabilitasi ialah pemulihan ke bentuk atau fungsi yang normal setelah terjadi luka atau sakit, atau pemulihan pasien yang sakit atau cedera pada tingkat fungsional optimal di rumah dan masyarakat, dalam hubungan dengan aktivitas fisik, psikososial, kerja dan rekreasi [3]. Menurut Harsono (1996) rehabilitasi memiliki 8 prinsip

1. Rehabilitasi dimulai secepat mungkin,dimulai sejak dokter melihat penderita untuk pertama kalinya

2. Tidak ada seorang penderitapun yang boleh berbaring satu hari lebih lama dari waktu yang diperlukan, karena akan mengakibatkan komplikasi
3. Rehabilitasi merupakan terapi *multidisipliner* terhadap seorang penderita dan rehabilitasi merupakan terapi terhadap seorang penderita seutuhnya
4. Faktor yang paling penting dalam rehabilitasi adalah kontinuitas perawatan
5. Perhatian untuk rehabilitasi lebih dikaitkan dengan sisa kemampuan fungsi neuromuskuler yang masih ada, atau dengan sisa kemampuan yang masih dapat diperbaiki dengan latihan
6. Dalam pelaksanaan rehabilitasi termasuk pula upaya pencegahan serangan berulang
7. Penderita GPDO lebih merupakan subyek rehabilitasi dan bukannya sekedar obyek. Pihak medis, paramedik, dan pihak lainnya termasuk keluargaberperan untuk memberikan pengertian, petunjuk, bimbingan dan dorongan agar penderita selalumempunyai motivasi yang kuat.
8. Dikutip oleh kata-kata Benjamin Franklin “a little neglect may breed mischief” [4]
menurut WHO ada tiga tujuan rehabilitasi stroke
 1. Memperbaiki fungsi-fungsi yang terganggu seperti motorik, wicara, kognitif
 2. Mengadaptasi kembali pada sosial dan mental pasien untuk mengembalikan keadaan interpersonal dan aktivitas sosial
 3. Dapat kembali melakukan aktivitas sehari-hari.

Dalam proses rehabilitasi, banyak faktor faktor yang dapat mempengaruhi proses cepatnya suatu rehabilitasi. Mulai dari kondisi fisik pasien sampai psikologi dari pasien. Psikolog pasien dapat mempengaruhi dari motivasi pasien dalam menjalankan rehabilitasi. Salah satu metode yang sudah teruji ialah rehabilitasi berbasis *virtual reality*). Virtual Reality sudah dapat digunakan di robotik untuk mewujudkan rehabilitasi lebih baik. Pembelajaran juga sudah mendemostrasikan jika teknologi VR dapat menyediakan gerakan yang masuk akal untuk menguatkan feedback subjek sehat dibandingkan pelatihan rehabilitasi konvensional. Beberapa periset yang bersangkutan telah mempublikasikan di beberapa tahun yang lalu

[5].Pengembangan ini sudah dikembangkan dan berhasil dilaksanakan oleh Kagawa *University* dan Beijing *University* dengan menggunakan alat bantu haptic sebagai alat bantu untuk pasien [6]. Dengan rehabilitasi yang interaktif kepada pasien ini diharapkan dapat mempercepat efisiensi rehabilitasi dibanding rehabilitasi konvensional.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Adapun masalah yang akan diselesaikan pada tugas akhir ini yaitu:

1. Bagaimana metode yang baik untuk melakukan rehabilitasi stroke?
2. Bagaimana permainan interaktif yang dapat digunakan untuk meningkatkan motivasi pasien?
3. Bagaimana progress dari pasien pengguna stroke tiap minggunya?

1.3 BATASAN MASALAH

1. Penderita Pasca Stroke dengan inklusi: MMT 3-4
2. Penderita Pasca Stroke pada *hemiparesis* pada bagian atas

1.4 TUJUAN

1. Merancang metode yang pas untuk rehabilitasi pasien stroke
2. Merancang permainan interaktif berbasis EMG untuk rehabilitasi pasien stroke
3. Melakukan pengamatan pada pengguna stroke saat memainkan permainan dan mengamati pengaruhnya

1.5 METODOLOGI

Langkah-langkah yang dikerjakan pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Studi literatur berisi serangkaian kegiatan pengumpulan dan pengkajian dasar teori yang relevan dan terpercaya untuk menunjang penulisan tugas akhir ini. Literatur dapat bersumber dari paper, jurnal, artikel, buku, maupun website yang bertaraf nasional dan internasional, serta dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing dan dokter. Namun, terdapat satu sumber rujukan utama yang telah dilakukan yakni IEEE Explore.

2. **Observasi dan Analisa**

Pada tahap ini dilakukan pengkajian terhadap metode-metode yang ada pada rehabilitasi stroke. Analisa terhadap gerakan-gerakan rehabilitasi yang harus dilaksanakan untuk pengobatan stroke. Observasi dan analisa masalah dilakukan dengan mengkaji paper, jurnal, dan isu-isu terkini di website terkait rehabilitasi stroke. Salah satu masalah yang ditemukan saat pengkajian berbagai sumber adalah interface antara pasien dengan permainan virtual reality. Selanjutnya melakukan inovasi yang implementatif untuk mengatasi masalah tersebut.
3. **Perancangan Permainan Interaktif**

Perancangan bertujuan untuk mendapatkan desain dan mekanisme yang optimal untuk menjalankan rehabilitasi untuk pengguna stroke yang didapat dari data-data yang diperoleh. Perancangan disini ialah perancangan software. Software dirancang dengan pembuatan permainan berbasis VR. Untuk EMG digunakan alat Myo Armband yang mudah digunakan oleh pasien. Dalam hal ini, peran VR sangat vital karena membuat rehabilitasi yang interaktif. Aktifitas perancangan dilakukan di laboratorium biomedik (B205), Departemen Teknik Elektro dan tempat tinggal (kos).
4. **Pembuatan Permainan Interaktif dan kontrol Myo Armband**

Proses pembuatan dilakukan atas dasar perencanaan yang matang. Tahap ini adalah tahap pengintegrasian antara permainan dan Myo Armband. Program yang dibuat diimplementasikan pada masing-masing modul atau bagian sistem. Pembuatan mekanik serta tata letaknya direalisasikan pada tahap ini. Akhir tahap ini adalah penyatuan semua bagian menjadi sebuah rehabilitasi VR yang berbasis EMG utuh.
5. **Tahap Pengujian**

Pengujian dilakukan bertahap dengan game di implementasikan langsung pada pasien penderita stroke untuk dilakukan monitoring tiap minggunya dan dilihat data sinyal ototnya di tiap minggunya.
6. **Analisa dan Evaluasi**

Analisa didapat dari hasil data pasien, dari pengembangan data ini dapat ditinjau hasil pasien, Jika hasil data tidak sesuai yang diinginkan maka perlu dilakukan evaluasi pada model game dan gerakan pasien dan diuji kembali

7. Penyusunan Laporan

Tahap penyusunan laporan merupakan tahap terakhir dari proses pengerjaan tugas akhir ini. Laporan berisi seluruh hal yang berkaitan dengan tugas akhir yang telah dikerjakan yaitu meliputi pendahuluan, studi literatur, tinjauan pustaka, perancangan dan pembuatan sistem, pengujian dan analisa, serta penutup.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini terdiri atas lima bab dengan uraian sebagai berikut :

Bab 1 : Pendahuluan

Bab ini membahas tentang penjelasan mengenai latar belakang, permasalahan dan batasan masalah, tujuan, metode penelitian, sistematika pembahasan, dan relevansi.

Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Bab ini berisi dasar teori dan studi literatur yang digunakan sebagai penunjang dalam pelaksanaan tugas akhir ini. Landasan teori yang diberikan antara lain mengenai anatomi dan fisiologi otot pada bagian atas serta dasar mengenai myo armband dan unity

Bab 3 : Perancangan dan Pemodelan

Bab ini membahas mengenai metode penelitian dari dibuatnya perangkat lunak hingga diterapkannya kepada subjek sehat dan pasien penderita stroke

Bab 4 : Simulasi dan Analisis

Bab ini memaparkan hasil dari pengujian perangkat keras hingga analisa yang berkaitan dengan data yang diperoleh dari proses tersebut.

Bab 5 : Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah dilakukan. Dalam bab ini diberikan kesimpulan yang telah diperoleh dari pelaksanaan tugas akhir

ini beserta dengan saran-saran untuk pengembangan lebih lanjut.

1.7 RELEVANSI

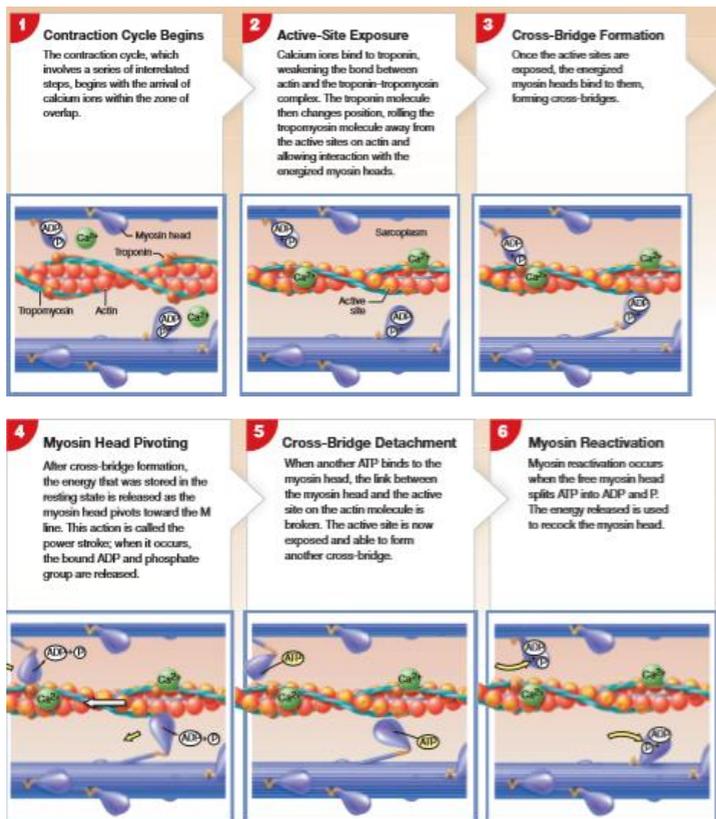
Rehabilitasi Stroke dengan menggunakan EMG berbasis VR ini dapat membantu rehabilitasi pasca stroke yang lebih efisien ketimbang rehabilitasi konvensional. Dengan rehabilitasi ini dapat lebih meningkatkan motivasi pasien dengan permainan yang interaktif

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

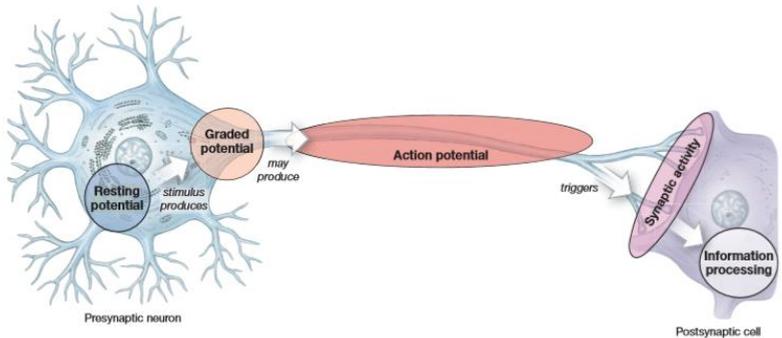
2.1 KONTRAKSI OTOT

Kontraksi otot dimulai dari pengiriman impuls dari sistem saraf melalui motoneuron ke motor unit pada otot [7].



Gambar 2.1 Siklus Kontraksi Otot [8]

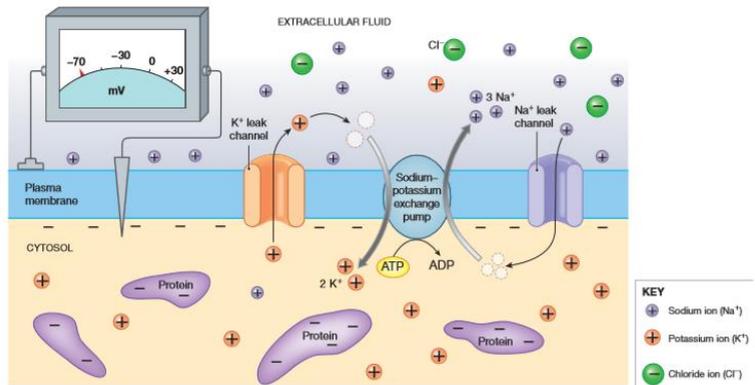
Dimulai dari korteks premotorik dilanjutkan ke sum-sum tulang belakang, traktus piramidalis, ganglia basalis, neuron motorik sampai motor unit yang kemudian diteruskan ke otot. Reaksi dari motor unit dan otot ini menghasilkan kontraksi otot yaitu: Potensial membran istirahat, Potensial aksi serabut otot, Keluarnya ion Ca^{2+} ke sitosol, dan Interaksi filamen aktin dan myosin.



Gambar 2.2 Garis Besar Aktifitas Neural [8]

2.1.1 POTENSIAL MEMBRAN ISTIRAHAT

Potensial membran istirahat adalah kondisi beda potensial antara didalam dan diluar sel stabil (tidak tereksitasi). Pada kondisi tersebut beda potensial membran dalam dan luar pada *range* nilai -80mV hingga -90mV . Beda potensial tersebut disebabkan oleh perbedaan konsentrasi ionik antara membran dalam dan luar. Diluar sel, Konsentrasi Na^+ lebih tinggi, sedangkan didalam sel, konsentrasi K^+ lebih tinggi [9].

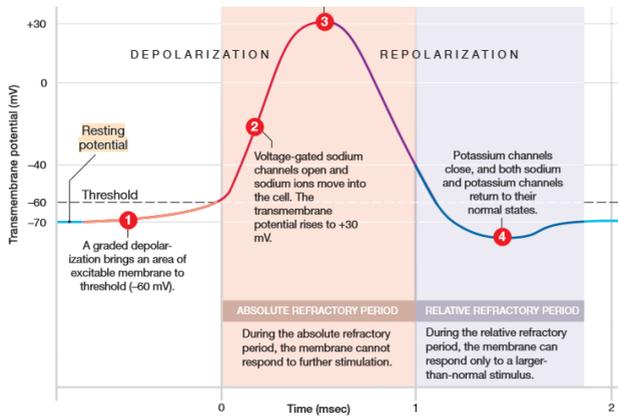


Gambar 2.3 Potensial Membran Istirahat [8]

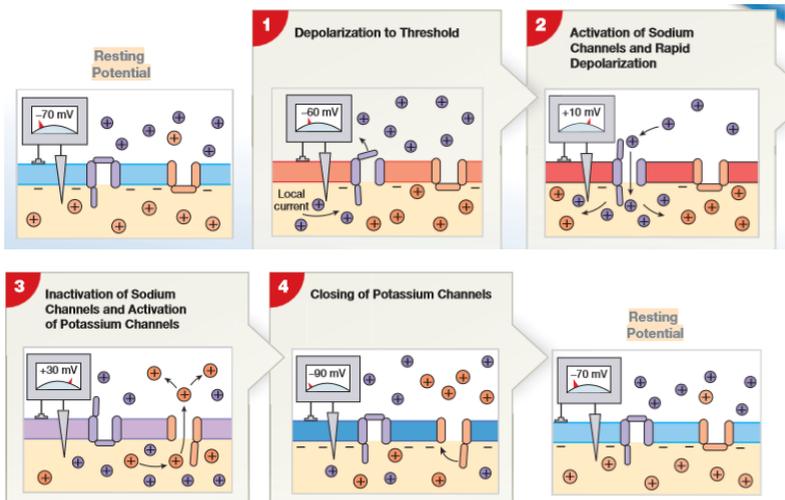
2.1.2 POTENSIAL AKSI

Potensial aksi berkaitan erat dengan proses depolarisasi dan repolarisasi. Depolarisasi terjadi pada saat beda potensial antara ekstrasel dan intrasel mengalami perubahan. Perubahan tersebut terjadi karena ion Na^+ (Pada keadaan istirahat berada diluar membran) masuk ke dalam intrasel sehingga permeabilitas membran terhadap ion Na^+ semakin tinggi. Peristiwa ini terus berlanjut hingga mencapai *threshold*. Beda potensial antara membran dalam dan membran luar saat mencapai *threshold* akan menyebabkan potensial aksi hingga 10mV. Potensial aksi ini selanjutnya disebarkan ke semua bagian serkolema melalui *neuromuscular junction* oleh *neurotransmitter asetilkolin*. Hal ini menyebabkan keluarnya ion Ca^{2+} ke *sitosol*. Ion Ca^{2+} kemudian berkaitan dengan troponin C pada *aktin* sehingga *tropomyosin* melepas ikatannya dengan *active site aktin*. *Active site aktin* yang terbuka selanjutnya berikatan dengan kepala *myosin*. Proses inilah yang disebut dengan *sliding* yang menyebabkan kontraksi otot [7]. Durasi terjadinya potensial aksi pada otot skeletal adalah antara 1-5 ms dengan kecepatan konduksi sebesar 3-5 m/s. Selanjutnya mulai terjadi repolarisasi dimana kanal sodium tertutup dan kanal potassium terbuka sehingga ion K^+ keluar

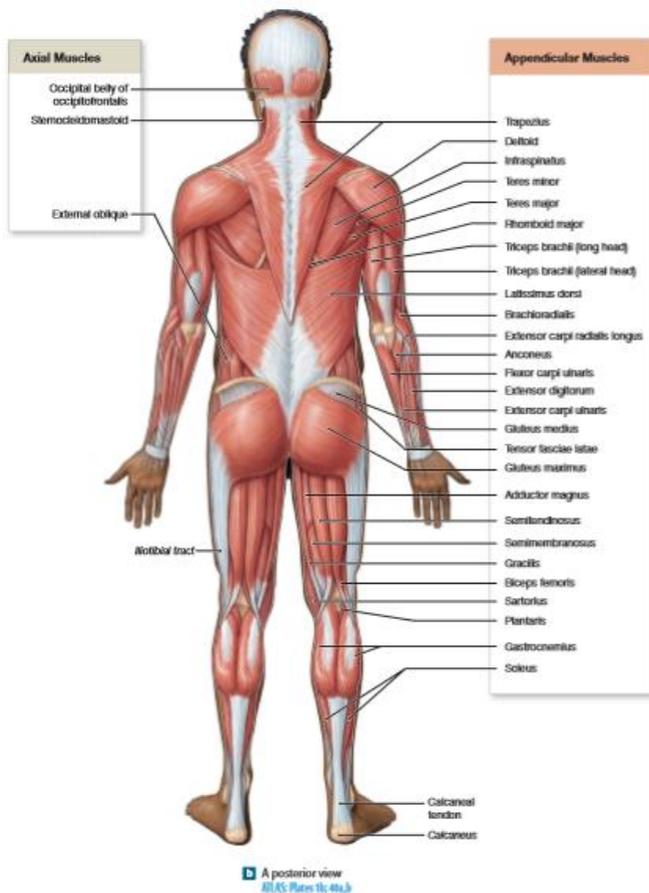
melintasi membran. Kondisi pada peristiwa tersebut berkebalikan dengan kondisi pada saat potensial istirahat. Selanjutnya terjadi transport aktif untuk kedua ion sehingga konsentrasi kedua ion kembali sebagaimana pada keadaan potensial istirahat [9]



Gambar 2.4 Grafik Potensial Aksi [8]



Gambar 2.5 Siklus Potensial Aksi [8]



Gambar 2.6 *Appendicular muscle* [8]

Appendicular dibagi digolongkan lagi menjadi 3 hal yaitu:

1. Otot bahu dan otot tubuh bagian atas (*upper limbs*)
2. Otot panggul dan otot tubuh bagian bawah (*lower limbs*).

Untuk pada Otot bahu dan otot tubuh bagian atas dapat dibagi lagi menjadi tiga bagian yaitu

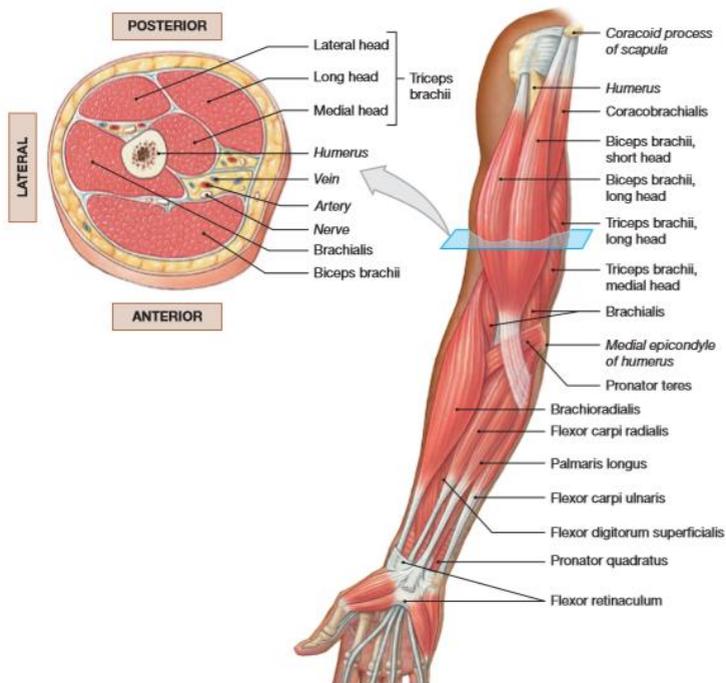
1. Otot yang memposisikan korset dada
2. Otot yang menggerakkan lengan
3. Otot yang menggerakkan lengan bawah dan tangan
4. Otot yang menggerakkan tangan dan jari.

Tinjauan yang berkaitan dengan penelitian ini adalah otot yang menggerakkan lengan bawah dan tangan dan otot yang menggerakkan tangan dan jari

2.2.1 OTOT YANG MENGERAKKAN LENGAN BAWAH DAN TANGAN

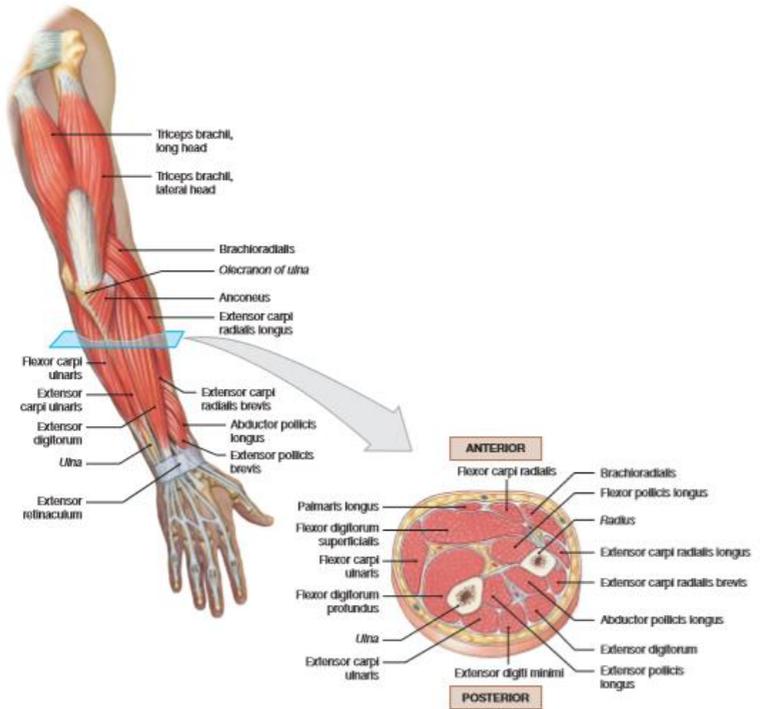
Bagian yang terpenting pada otot lengan bawah adalah *biceps brachii muscles* dan *triceps brachii muscles*. Kontraksi *biceps brachii muscles* menyebabkan lenturnya siku dan menekannya lengan bawah. Pada umumnya otot ekstensor (otot yang kontraksi memanjang atau meluruskan anggota tubuh atau bagian lain dari tubuh) terletak di sepanjang permukaan posterior dan lateral lengan, sedangkan fleksor berada di anterior dan permukaan medial. Jaringan ikat mengakibatkan memisahkannya group otot utama , membagi otot menjadi kompartemen yang dibentuk oleh lembaran kolagen padat [8].

Otot brachialis dan brachioradialis berguna untuk melenturkan siku dan dilawan oleh otot anconeus dan otot triceps brachii, berturut-turut. Otot superfisial seperti **flexor carpi ulnaris, fleksor karpi radialis, dan otot longus palmaris** berguna untuk menghasilkan flexi dari pergelangan tangan secara berkerja sama dengan Otot fleksor karpi radialis melenturkan dan menculik, dan otot fleksor karpi ulnaris melenturkan dan menambah. Otot *ekstensor karpi radialis* berguna untuk menghasilkan ekstensi dan *abduction* sedangkan Otot ekstensor karpi ulnaris menghasilkan ekstensi dan *adduksi*.



Gambar 2.7 Anterior View [8]

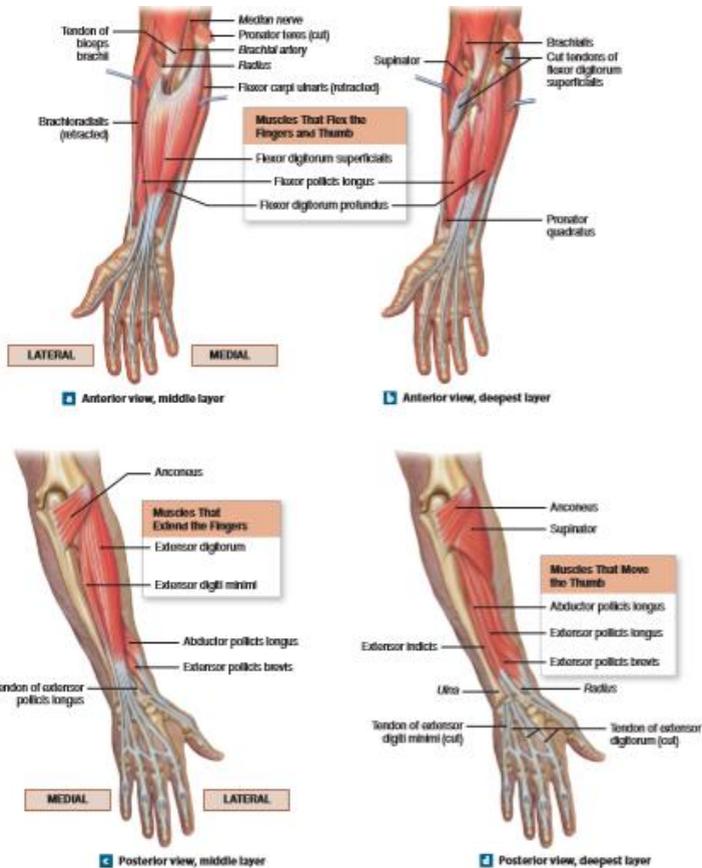
Pronator teres dan otot supinator berguna untuk memutar jari-jari tanpa melenturkan atau memperpanjang siku. Otot pronator kuadratus berasal dari ulna dan membantu otot pronator teres dalam melawan aksi otot supinator atau otot bisep brachii. Selama pronasi, tendon otot brachii biceps berotasi dengan jari-jari. Sebagai akibatnya, otot ini tidak dapat membantu fleksi siku ketika lengan bawahnya di-pronasi [8].



Gambar 2.8 *Posterior View* [8]

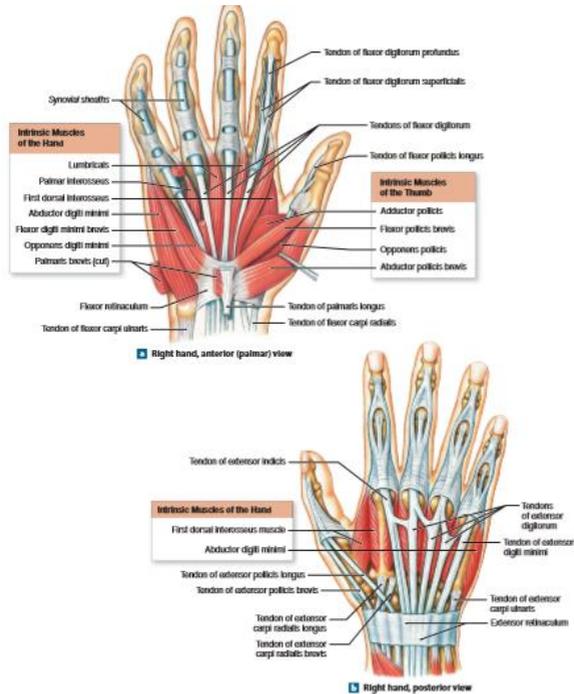
2.2.2 OTOT YANG MENGERAKKAN TANGAN DAN JARI

Sendi pada jari dilenturkan dan di perpanjang oleh beberapa otot superfisial dan otot-otot pada lengan bawah. Otot besar ini berhenti sebelum sampai pergelangan tangan, hanya tendon yang melewati artikulasi, memastikan mobilitas maksimum pada kedua pergelangan tangan dan tangan. Tendon yang melintasi permukaan posterior dan anterior pergelangan tangan melewati selubung tendon sinovial [8].



Gambar 2.9 Otot yang menggerakkan tangan dan jari [8]

Terdapat *extrinsic muscles of the hand* dan *intrinsic muscles of the hand*. *Extrinsic muscles of the hand* berguna untuk memberikan kekuatan dan kontrol kasar pada tangan dan jari-jari. *Intrinsic muscles of the hand* berguna untuk pengendalian tangan yang baik yang berasal dari tulang karpal dan metakarpal. *Phalanges*(jari tangan) tidak menghasilkan otot, otot pada *phalanges* bersumber dari tendon yang meluas ke seluruh sendi distal jari-jari [8].



Gambar 2.5 Intrinsic Muscle of The Hand [8]

2.3 STROKE

Stroke termasuk penyakit yang disebabkan oleh cedera pada otak, menghasilkan penghambatan nutrisi kepada otak dan ketidakseimbangan impuls yang mengarah ke gejala neuron motorik atas. Menurut Florence P. Kendall, prosedur kelas penyakit stroke dapat diklasifikasikan dari level nol sampai sampai level lima. Klasifikasi ini disebut *Manual Muscle Training* (MMT) seperti yang ditunjukkan pada table 2.1 . Beberapa efek pada penderita pasca stroke diantaranya adalah kelemahan otot dan spasticity.

	Kendall	AMA Impairment Rating Guide
Kelas 0	Tidak ada kontraksi	Tidak ada kontraksi
Kelas 1	Kontraksi otot dapat dirasakan tapi tidak ada gerakan	Kontraksi otot dapat dirasakan tapi tidak ada gerakan
Kelas 2	Gerakan sebagian anggota tubuh tanpa kemampuan melawan gravitasi	Gerakan sebagian anggota tubuh tanpa kemampuan melawan gravitasi
Kelas 3	Otot dapat memegang suatu bagian pada tes posisi melawan resistansi gravitasi tapi tidak dapat memegang jika ditambahkan tekanan meskipun kecil	Otot dapat memegang suatu bagian pada tes posisi melawan gravitasi
Kelas 4	Otot dapat memegang suatu bagian pada tes posisi melawan beberapa tekanan namun melepaskan	Pasien dapat bergerak dengan gerakan penuh melawan beberapa resistansi
Kelas 5	Otot dapat melalui uji tes posisi dengan tekanan penuh	Pasien dapat bergerak dengan gerakan penuh melawan resistansi penuh

Tabel 2.1 *Manual Muscle Training* (MMT)

Kelemahan otot pada post stroke mengalami kehilangan >50% (Anderson, et al 2011). Hemiparesis atau kelemahan otot yang terjadi pada satu bagian disebabkan oleh perubahan fisiologi pada saraf dan otot. Penurunan jumlah satuan saraf motor, perubahan pada konduksi saraf tepi dan juga perubahan pada morfologi dan sifat mekanik otot adalah salah satu perubahan fisiologi (Bourbonnais, 1989)

Spasticity atau kekejangan otot terjadi karena ketidaksambungan atau disintegrasi antara respon motor dan input sensorik yang mengarah ke eksitasi berlebih dari sistem saraf pusat. Spasticity disebabkan karena reorganisasi neuronal setelah sesi otak, dampak dari reorganisasi ini meningkatkan aktivitas pada otot dan respon refleks yang berlebihan terhadap stimulasi perifer.

Penyembuhan dari pasca stroke tergantung dari bagian mana terjadi hemiparesis. Perlakuan rehabilitasi pada bagian *upperlimb* dan *underlimb* berbeda. Pada penelitian ini dilakukan pada bagian *upper limb*, pada bagian *upper limb* juga memiliki beberapa klasifikasi dan juga menentukan pengobatan yang harus dijalankan

2.3.1. GANGGUAN UPPER LIMB

Klasifikasi dari gangguan *upper limb* menurut International Classification of Functioning, Disability and Health model (ICF) ada 2 yaitu:

1. Penyimpangan atau hilangnya fungsi *neuromusculo skeletal* dan gerakan terkait mobilitas sendi, kekuatan otot, bentuk otot atau gerakan tak sadar
2. Penyimpangan signifikan dalam struktur sistem saraf atau struktur yang terkait dengan gerakan. [10]

Tetapi penderita stroke dapat masuk dapat dua klasifikasi tersebut.

Klasifikasi ini harus dilakukan karena dua alasan:

1. Gangguan stroke tidak status contoh pada kecepatan penyembuhan sistem motorik, tipe natural dari gangguan dapat berubah-ubah
2. Gangguan ganda dapat hadir secara bersamaan, yaitu, pasien dapat hadir dengan kelemahan lengan dan tangan segera setelah stroke, yang mungkin tidak dapat diselesaikan ketika spastisitas terjadi dalam beberapa minggu atau bulan kemudian; maka mungkin ada pelapisan gangguan seiring waktu sehingga sulit

memutuskan apa yang harus diobati terlebih dahulu [11].

2.3.2. REHABILITASI PADA STROKE

Stroke sebagai alasan utama dari kelumpuhan, dengan terhitungnya 795,000 masyarakat United States mengalami stroke tiap tahunnya [12]. Stroke memberikan kerusakan sebagian pada penderitanya yang mengarah kepada gangguan terhadap sistem saraf. Setelah sembuh dari stroke perawatan rehabilitasi dari profesional sangat dibutuhkan untuk mencegah adanya atrofi otot dan kontraktur sendi. Karena mayoritas pasien stroke bertahan pada kejadian awal tetapi terus hidup dengan kecacatan yang signifikan selama bertahun-tahun, dengan 14 % penderita stroke mengalami sembuh total tetapi 25-50% penderita stroke membutuhkan bantuan untuk kehidupan sehari-hari dan separuh mengalami efek jangka panjang yang parah seperti kelumpuhan parsial. Karena itu perawatan oleh profesional harus dilaksanakan secepat mungkin, tetapi rehabilitasi dengan terapi tidak selalu dapat ada setiap saat. Padahal rekomendasi frekuensi latihan oleh pasien adalah 3 sampai 7 hari tiap minggunya dengan durasi 20 sampai 60 menit, tergantung fisik pasien [6] [13] [14].

Beberapa penelitian dan pembelajaran sudah banyak mendalami bidang rehabilitasi dengan teknologi seperti yang dilaksanakan oleh Universitas Kagawa pada penelitiannya terhadap *A VR-based Self-rehabilitation System* [6]. Kemajuan teknologi dalam mengembangkan sistem rehabilitasi yang ada ini dapat meningkatkan kesembuhan pasien yang lebih cepat dengan frekuensi yang lebih banyak pada fisik maupun psikologi pasien. Kelumpuhan oleh pasien penyandang pasca tidak hanya disebabkan oleh gangguan fisik dari pasien tetapi juga beberapa faktor yang menahan aktivitas penyandang pasca stroke seperti motivasi dan suasana hati, kemampuan beradaptasi dan mengatasi, kognisi dan kemampuan belajar, tingkat keparahan dan jenis komorbiditas medis yang sudah ada dan diperoleh [15] [16] [17].

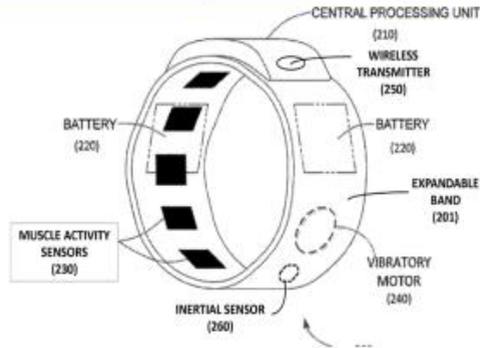
2.4 MYO ARMBAND

Myo Armband dirilis pada tahun 2014. Setelah dirilis banyak pengembangan penerapan dan risetnya [18]. Amatanon pada tahun 2014 bulan November mengeluarkan riset mengenai perubahan *sign language* ke ejaan alfabet dengan sinyal EMG [19]. November 2014 Thalmic mengumumkan tentang penerapan Myo di daerah medis.



Gambar 2. Myo Armband [18]

Myo Armband adalah alat yang dapat digunakan didaerah tangan, tepat dibawah siku. Struktur dari Myo terdiri dari sensor EMG dan IMU (*gyroscope, accelerometer* dan *magnetometer*). Seperti pada gambar 2.6 menunjukkan struktur Myo yang termasuk *lithium rechargeable battery, ARM processor, Bluetooth 4.0 LE, micro USB port* untuk mengisi ulang. Logo LED pada Myo menunjukkan keadaannya. LED berwarna biru muda menjelaskan keadaan terhubung, saat LED berwarna jingga menjelaskan keadaan baterai lemah dan LED berwarna hijau sedang mengisi ulang [18].



Gambar 2. Struktur Myo Armband [18]

Teknologi Myo dapat diimplementasikan pada permainan interaktif [18]. Di kedepannya Myo juga diperkirakan dapat memegang peran penting pada bidang medis dan robot [20].

2.5 UNITY

Unity adalah aplikasi yang biasa digunakan untuk membuat permainan dan visual 3D. Penerapan Unity dapat ditempatkan di web, perangkat konsol, perangkat seluler, atau pada komputer [21].

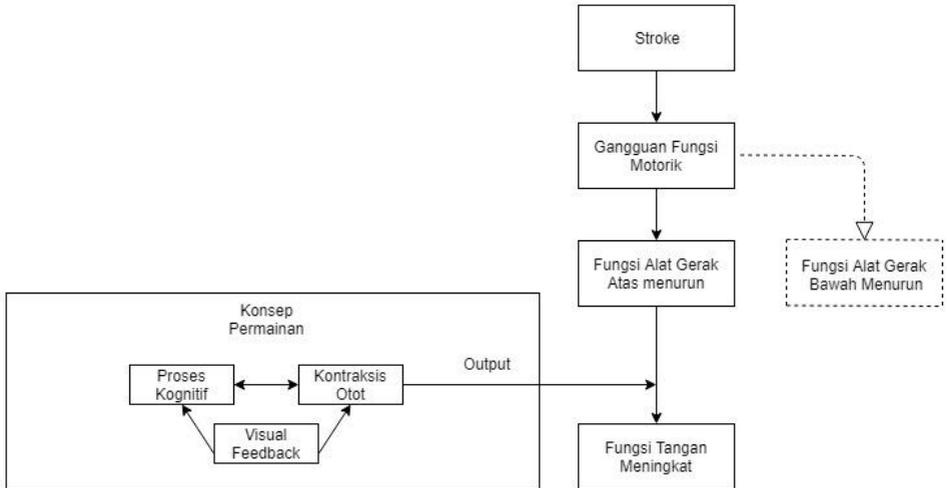
Pengeditan Unity mencakup *Scene*, *Game*, *Hierarchy*, *Project*, dan *Inspector*. *Scene* adalah konsep dasar desain. Kadang *scene* adalah *level* permainan atau menu. *Scene window* memiliki *GUI (Graphical User Interface)* yang biasa dipakai untuk *user* merancang suatu *scene*. Melalui *scripting*, *user* dapat dimodifikasi dan diatur semau mungkin. *Script* tidak hanya dapat diberikan pada *scene* tapi juga dapat diberikan pada *object*. Kontrol ini dapat membantu permainan lebih intuitif. *Scripting* pada Unity mendukung 3 bahasa:

- 1) Boo (Dari Unity)
- 2) JavaScript
- 3) C#.

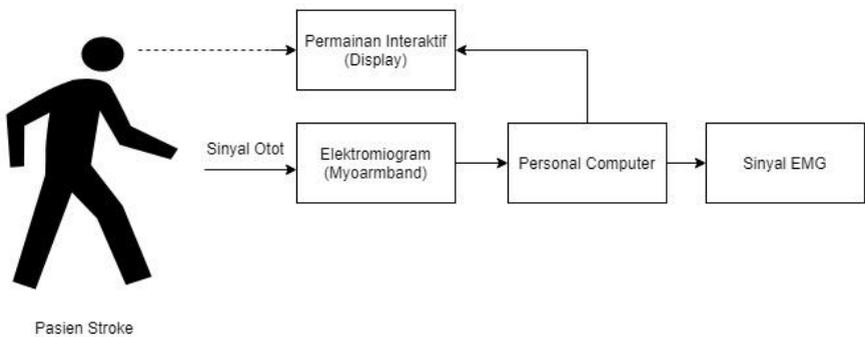
BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 KERANGKA KONSEP



Gambar 3.1 Kerangka Konsep



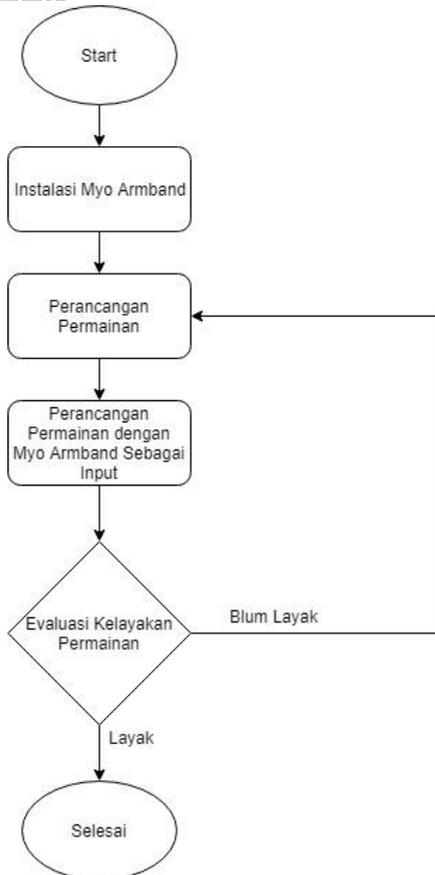
Gambar 3.2 Diagram blok keseluruhan sistem

Stroke adalah penyakit yang memberikan gangguan pada fungsi motorik. Fungsi motorik dibagi kembali lagi menjadi dua yaitu fungsi alat gerak atas dan alat gerak bawah. Penelitian ini hanya meneliti alat gerak atas yang mengalami penurunan yang bertujuan untuk meningkatkan fungsi tangan.

Peningkatan fungsi tangan ini dibantu oleh dengan permainan interaktif. Permainan interaktif berguna untuk membantu rehabilitasi dengan menjalankan proses kognitif dilanjutkan dengan kontraksi otot dan *feedback* berbentuk visual dari layar permainan. *Feedback* visual bukan hanya untuk menunjukkan hasil yang *real time* tetapi juga bertujuan untuk menumbuhkan motivasi pada pasien dari kejenuhan.

3.2 PERANCANGAN PERMAINAN

3.2.1 FLOWCHART



Gambar 3.3 Flowchart Perancangan Software

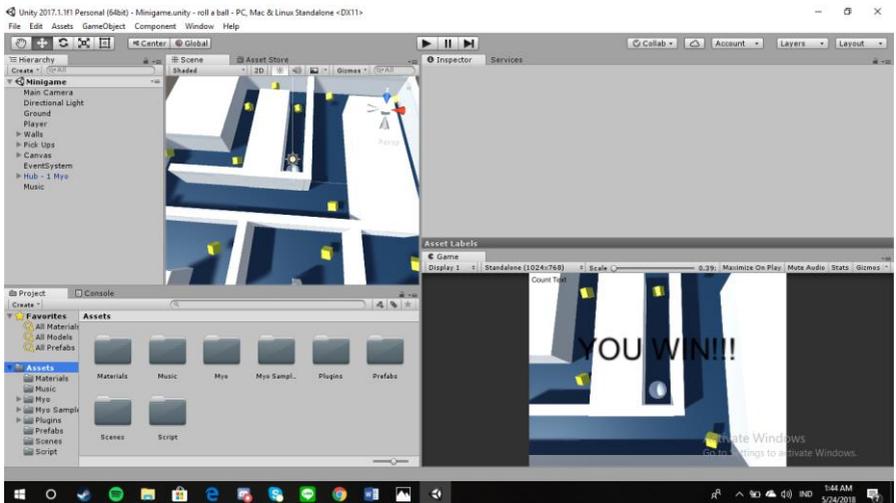
3.2.2 INSTALASI MYO ARMBAND

Perancangan permainan dimulai dengan dilakukan instalasi *myo armband* pada komputer yang bertujuan untuk melakukan sinkronisasi

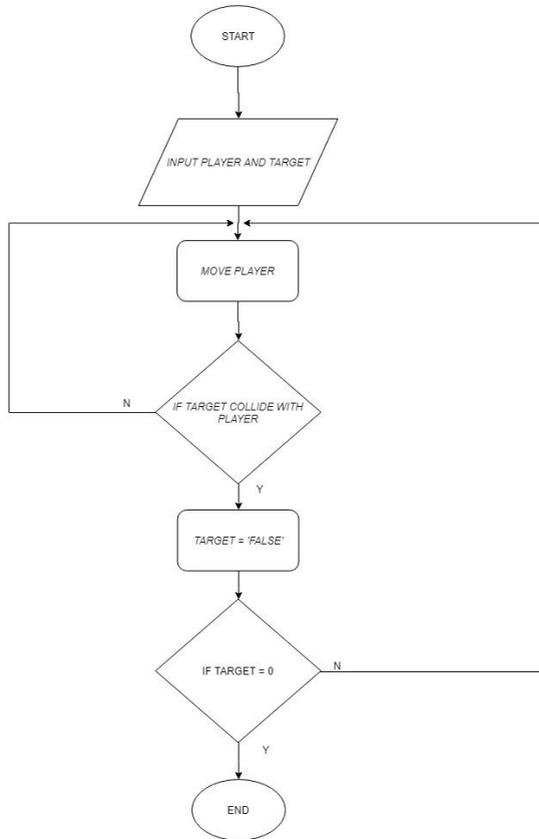
dari *myo armband* dan komputer. *Sinkronisasi* dilaksanakan dengan melakukan gerakan *wave out* sebanyak dua kali.

3.2.3 PERANCANGAN PERMAINAN

Perancangan permainan dilakukan dengan aplikasi *unity*. Permainan didesain sesederhana mungkin untuk bertujuan tidak membebani pasien penyandang penyakit stroke. Seperti pada Gambar 3.3 mekanisme permainan dimulai dengan menggerakkan *player* untuk menuju target hingga semua target menghilang. Permainan didisain untuk memberi motivasi dan tidak menambah stress pada pasien dengan menyajikan permainan yang sederhana yang dapat mudah ditangkap oleh pasien. Goal pada permainan ini adalah menjalankan bola hijau untuk berjalan dan menabrak objek kuning yang mengambang. Terdapat empat gerakan untuk menggerakkan bola yaitu *fist* untuk memajukan bola, *spread* untuk memundurkan bola, *wave left* untuk membelokkan kiri bola, dan *wave right* untuk membelokkan bola kekanan.



Gambar 3.4 Tampilan Permainan



Gambar 3.5 Flowchart Permainan

3.2.4 PERANCANGAN PERMAINAN DENGAN MYO ARMBAND SEBAGAI INPUT

Dalam perancangan permainan dengan menggunakan *myo armband* sebagai *input* dibutuhkan instalasi pada *myo armband* untuk mengenali gerakan otot *user* seperti *finger spread*, *fist*, *wave left* dan *wave right*. Setelah melaksanakan dapat disatukan dengan perancangan model permainan, dengan memberikan nilai *input* dari tiap gerakan tangan untuk menggerakkan *player*.

3.2.5 EVALUASI KELAYAKAN PERMAINAN

Perancangan model permainan ini akan dievaluasi dengan uji kelayakan dengan diujikan pada orang yang sehat dan konsultasi pada dokter. Penelitian pada orang sehat dilakukan observasi untuk sebagai nilai pembandingan pada pasien penderita stroke seperti pada tabel 3.1

No	Amplitudo <i>Fist</i> (V)	Amplitudo <i>Spread</i> (V)	Amplitudo <i>Wave Right</i> (V)	Amplitudo <i>Wave Left</i> (V)	Waktu (m)

Tabel 3.1 Penelitian Pada Subjek Sehat

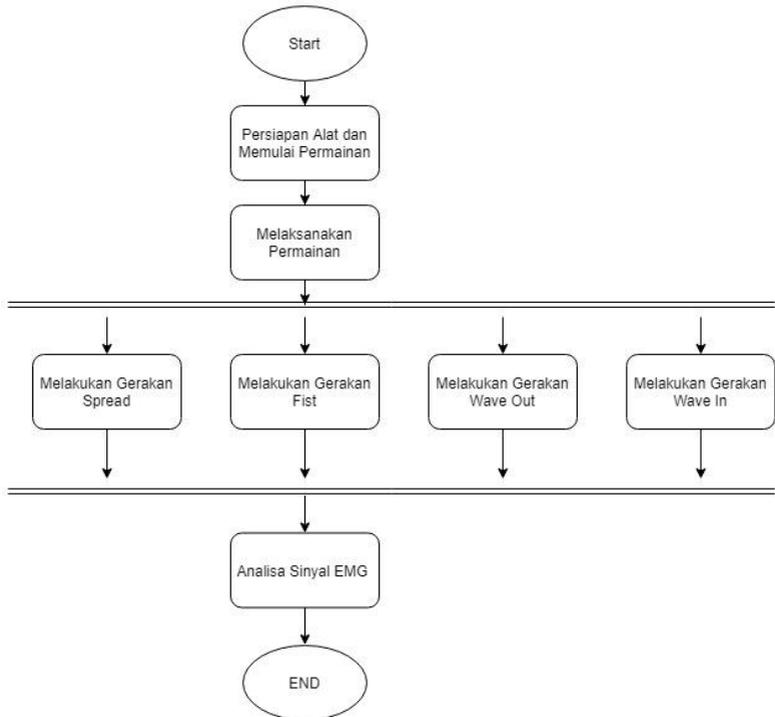
Permainan ini memiliki beberapa klasifikasi untuk dapat lolos uji kelayakan:

1. Permainan dapat diselesaikan dalam rentan waktu 1-10 menit.
2. Permainan memiliki HMI yang dapat dengan mudah dipahami
3. Permainan yang sederhana yang bertujuan untuk tidak memberatkan pasien.

Setelah lolos uji kelayakan tahap ini dapat diselesaikan dan dapat dilanjutkan pada tahap selanjutnya yaitu penelitian pada pasien stroke.

3.3 CARA KERJA PADA SUBYEK PENELITIAN

3.3.1 FLOWCHART



Gambar 3.6 Flowchart Penelitian Pada Pasien

3.3.2 TAHAPAN PENELITIAN

Pada setiap pasien stroke memiliki *hemiparesis* yang tidak selalu sama. Letak kelemahan otot yang dialami pasien memiliki penanganan sistem rehabilitasi yang berbeda-beda. Pada penelitian ini dibutuhkan kriteria yang tepat untuk mendapatkan hasil yang optimal dengan kriteria:

1. Kelemahan otot pada *upper limb*
2. Termasuk klasifikasi kelas 3 pada *Manual Muscle Training (MMT)*.

Dapatnya kriteria pada pasien yang diajukan ini dapat langsung dilanjutkan pada permainan..

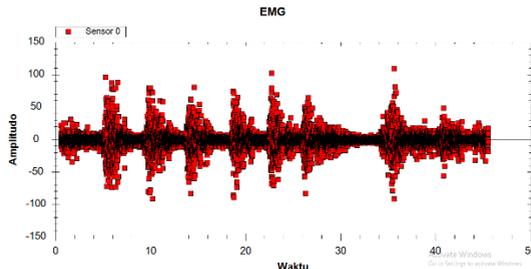
Gerakan ini diharapkan dapat melatih pasien untuk mengingat otot dan mendapatkan peningkatan pada fungsi otot. Peningkatan kemampuan otot ini dapat dilakukan observasi pada sinyal emg pada suatu otot pada setiap gerakannya. Data yang diobservasi dari pasien ini akan diambil nilai maksimal Amplitudo dari setiap gerakan dan waktu penyelesaian permainan dalam satu sesi. Tabel 3.2 menunjukkan tabel ompong pasien.

No	Amplitudo <i>Fist</i> (V)	Amplitudo <i>Spread</i> (V)	Amplitudo <i>Wave Right</i> (V)	Amplitudo <i>Wave Left</i> (V)	Waktu (m)
1					
2					
...					
<i>n</i>					

Tabel 3.2 Ompong Penelitian Pada Pasien

3.3.3 PEMANTAUAN SINYAL EMG

Pemantauan sinyal EMG didapatkan oleh 2 sumber, yaitu dari alat EMG yang tersedia dirumah sakit dan melalui *myo armband* yang sudah diprogram. Pemrograman *myo armband* menggunakan perangkat *software Visual Basic Studio* sebagai *compiler*. Hasil dari nilai EMG dari *myo armband* dapat dibandingkan dengan nilai EMG dari alat rumah sakit.



Gambar 3.7 Contoh Bentuk EMG

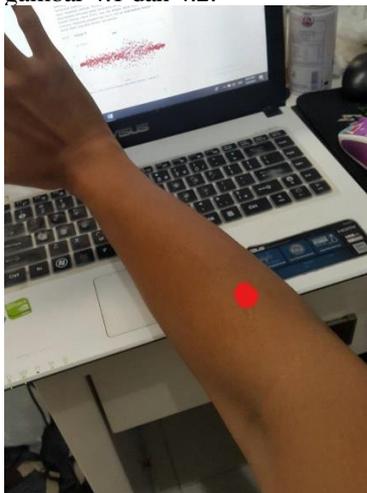
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

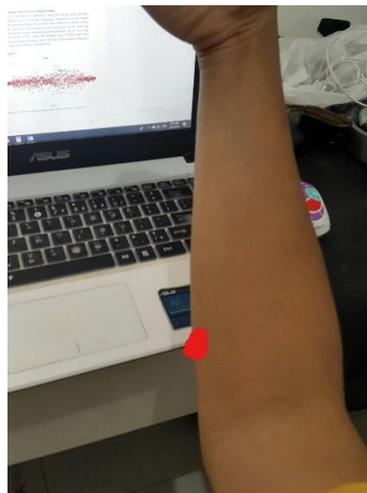
Pada bab ini akan diberikan hasil dari pengujian dan analisis dari sinyal otot yang didapat dari subjek sehat dan pasien penderita stroke. Pengujian ini dimulai dari Pemantauan sinyal otot pada subjek sehat. Dilanjutkan Pemantauan sinyal otot pada pasien penderita stroke. Pengujian permainan pada subjek sehat dan yang terakhir pengujian permainan pada pasien stroke.

4.1 Pemantauan Sinyal Otot Subjek Sehat

Sinyal otot merupakan indikator yang diperlukan untuk melihat kekuatan penderita stroke. Karena walaupun penderita stroke dapat melakukan suatu gerakan tanpa sinyal otot yang seharusnya maka belum dapat dikatakan sembuh. Pemantauan sinyal otot pada subjek sehat ini bertujuan untuk melakukan perbandingan sinyal otot yang didapat melalui sinyal EMG yang ada dengan sinyal EMG pada *myo armband*. Pengujian pengambilan sinyal otot ini dilaksanakan oleh 3 subjek sehat yang akan dibahas satu persatu, dengan mengambil 2 *channel* yang terletak ditangan subjek seperti yang digambarkan tanda merah pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1 Letak *Channel 1*



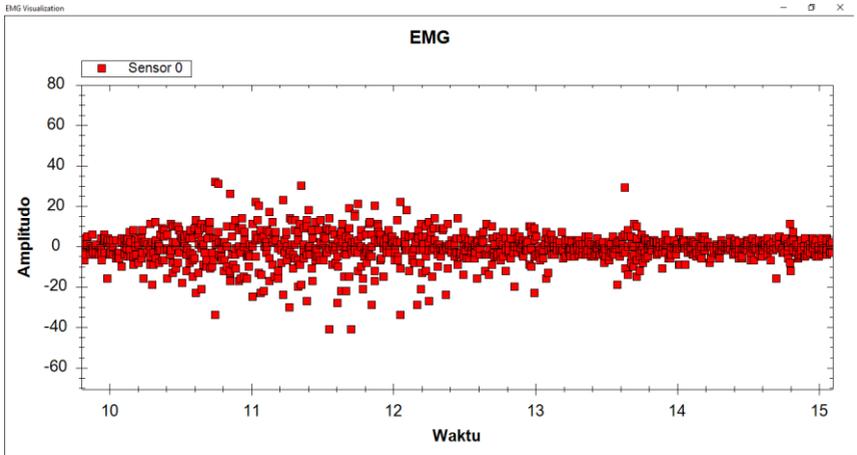
Gambar 4.2 Letak *Channel 2*

Subjek 1	Amplitudo Maksimal			
	<i>Channel 1</i>		<i>Channel 2</i>	
	EMG(V)	<i>MyoArmband</i> (V)	EMG(V)	<i>Myo Armband</i> (V)
Mengepal	0.59	0.078	0.34	0.027
Menyebarkan Jari	0.39	0.08	0.31	0.047
Melambai Kekiri	0.131	0.113	0.48	0.011
Melambai Kekanan	0.38	0.04	1.02	0.086
Subjek 2	Amplitudo Maksimal			
	<i>Channel 1</i>		<i>Channel 2</i>	
	EMG(V)	<i>MyoArmband</i> (V)	EMG(V)	<i>Myo Armband</i> (V)
Mengepal	1.01	0.112	0.60	0.5
Menyebarkan Jari	0.74	0.119	0.79	0.44
Melambai Kekiri	0.74	0.130	0.24	0.021
Melambai Kekanan	0.41	0.062	0.101	0.082
Subjek 3	Amplitudo Maksimal			
	<i>Channel 1</i>		<i>Channel 2</i>	
	EMG(V)	<i>MyoArmband</i> (V)	EMG(V)	<i>Myo Armband</i> (V)
Mengepal	0.75	0.051	0.54	0.048
Menyebarkan Jari	0.58	0.080	0.47	0.071
Melambai Kekiri	1.37	0.132	0.27	0.052
Melambai Kekanan	0.37	0.058	0.90	0.101

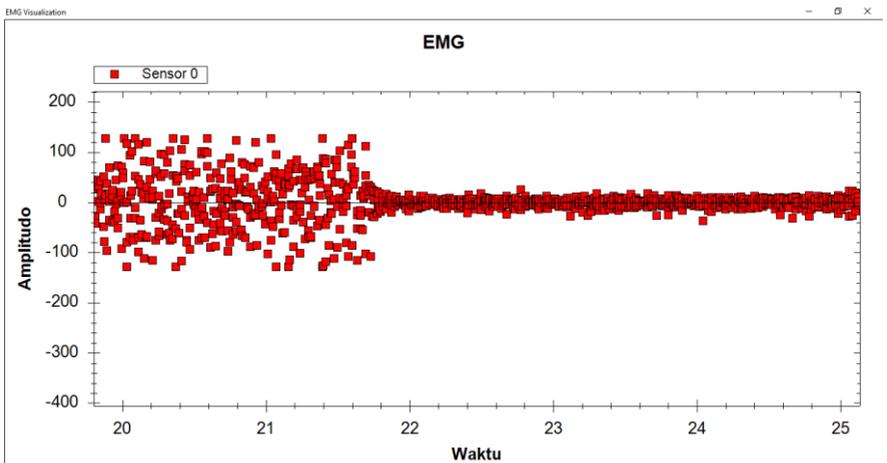
Tabel 4.1 Pemantauan Sinyal Otot Subjek Sehat

4.2 Pemantauan Awal Sinyal Otot Pasien Stroke

Pemantauan sinyal pada pasien stroke dilakukan empat gerakan (mengepal, menyebar jari, melambai keluar, dan melambai kedalam). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kemampuan otot pada pasien stroke



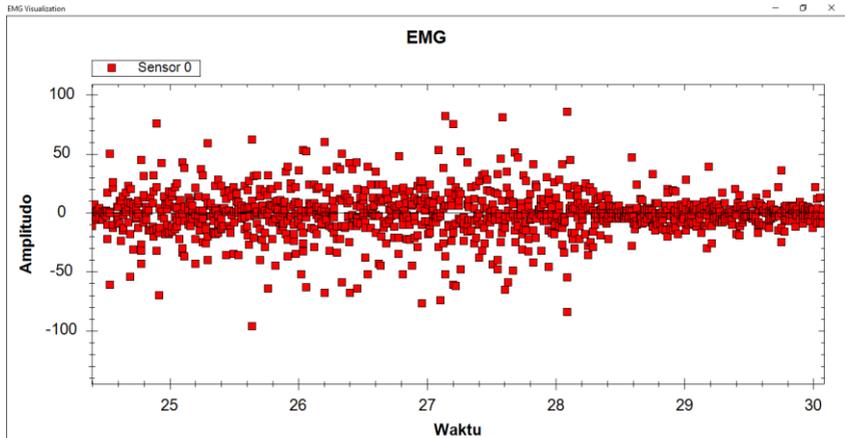
Gambar 4.3 Kontraksi Mengepal Dan Menyebar Jari *Channel 1*



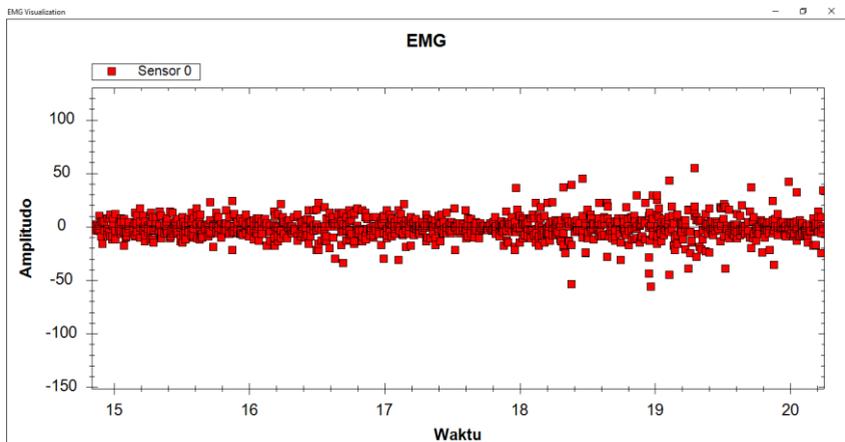
Gambar 4.4 Kontraksi Melambai Keluar Dan Kedalam *Channel 1*

Pada Pasien Stroke Saat Melaksanakan Gerakan Mengepal Dan Menyebar Jari Menghasilkan Kontraksi Lebih Kecil Dari Subjek Sehat Dengan Amplitudo Tidak Melebihi 0.04V. Pada Saat Kontraksi Melambai Keluar Dan Kedalam Menghasilkan Kontraksi Yang Cukup

Baik Dengan Menghasilkan Amplitudo Cukup Besar Pada Saat Melambai Keluar Dan Kontraksi Kecil Pada Saat Melambai Kedalam.



Gambar 4.5 Kontraksi Mengepal Dan Menyebarkan Jari *Channel 2*



Gambar 4.6 Kontraksi Melambai Keluar Dan Kedalam *Channel 2*

Pada *channel 2* pasien stroke menghasilkan kontraksi cukup besar dengan nilai dikisaran 0.05 V. Tetapi saat melakukan gerakan melambai keluar dan kedalam menghasilkan kontraksi yang sangat kecil sedangkan pada penelitian sebelumnya kontraksi pada subjek sehat

melambai kedalam seharusnya menghasilkan nilai amplitudo yang tinggi pada *channel 2*.

4.3 Pengujian Permainan pada Subjek Sehat

Pengujian permainan pada subjek sehat dilakukan dengan melihat seberapa lama permainan dapat diselesaikan pada umumnya dan nilai maksimal amplitudo yang didapat dari tiap gerakan.

No	Ampli-tudo <i>Fist</i> (V)	Ampli-tudo <i>Spread</i> (V)	Ampli-tudo <i>Wave Out</i> (V)	Ampli-tudo <i>Wave In</i> (V)
1	0.099	0.092	0.133	0.049
2	0.078	0.098	0.108	0.061
3	0.130	0.104	0.111	0.069

Tabel 4.2 Penelitian Pada Subjek Sehat Channel 1

No	Ampli-Tudo <i>Fist</i> (V)	Ampli-Tudo <i>Spread</i> (V)	Ampli-Tudo <i>Wave Out</i> (V)	Ampli-Tudo <i>Wave In</i> (V)
1	0.127	0.094	0.082	0.121
2	0.120	0.084	0.029	0.139
3	0.121	0.122	0.079	0.115

Tabel 4.3 Penelitian Pada Subjek Sehat Channel 2

No	Waktu (M)
1	1.19
2	2.04
3	1.58

Tabel 4.4 Penelitian Waktu Pada Subjek Sehat

4.4 Pengujian Permainan Pada Pasien Stroke

Pengujian Pada Pasien Stroke Juga Memiliki Indikator Yang Sama Pada Subjek Sehat Seperti Yang Dapat Dilihat Pada Tabel 4.5, 4.6 dan Gambar 4.7.

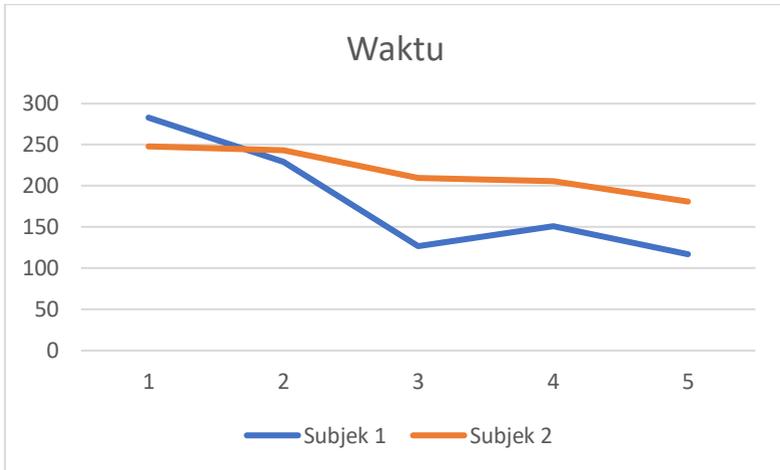
Subjek Pasien Stroke 1			
	Pertemuan	C1''(mV)	C2''(mV)
Fist	1	104	98
	2	48	88
	3	35	127
	4	46	83
	5	78	101
Spread	1	74	52
	2	65	50
	3	70	28
	4	79	30
	5	67	25
Wave Out	1	116	42
	2	116	25
	3	87	40
	4	101	23
	5	127	29
Wave In	1	50	36
	2	27	128
	3	46	42
	4	33	71
	5	26	88
Subjek Pasien Stroke 2			
	Pertemuan	C1''(mV)	C2''(mV)
FIST	1	114	130
	2	81	100
	3	88	51
	4	91	96
	5	97	87
Spread	1	34	30
	2	82	40
	3	90	42
	4	101	47

	5	99	43
Wave Out	1	101	38
	2	130	28
	3	127	13
	4	119	16
	5	126	19
Wave In	1	56	42
	2	44	74
	3	35	40
	4	31	60
	5	37	63

Tabel 4.5 Penelitian Pada Pasien Stroke

Subjek Pasien 1	
No	Waktu (s)
1	283
2	229
3	127
4	151
5	117
Subjek Pasien 2	
No	Waktu (s)
1	248
2	243
3	210
4	206
5	181

Tabel 4.6 Penelitian Waktu Pada Pasien Stroke



Gambar 4.7 Grafik Waktu Pasien Stroke

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian tugas akhir ini dapat dibagi menjadi beberapa inti pokok permasalahan, yaitu monitor rehabilitasi dan permainan rehabilitasi stroke.

Pada monitor rehabilitasi stroke, alat EMG seharusnya bereaksi pada kontraksi otot. Terdapat empat gerakan yang diperhatikan yaitu mengepal, menyebarkan jari, melambai keluar, dan melambai kedalam. Hasil dari kontraksi otot yang dipantau melalui *myo armband* dan EMG memiliki banyak kesamaan hasil. Pada saat gerakan mengepal otot dari *channel 1* dan *channel 2* dari ketiga pasien tidak terlalu menghasilkan hasil kontraksi yang besar dengan nilai diatas 0.05. Demikian juga pada gerakan menyebarkan jari. Berbeda dengan gerakan melambai keluar dan melambai kedalam. Pada saat gerakan melambai keluar menghasilkan sinyal yang kuat dengan minimal 0.08V pada *channel 1* dan sebaliknya menghasilkan kontraksi sangat kecil pada *channel 2*. Sebaliknya pada gerakan melambai kedalam yang menghasilkan sinyal otot yang kuat pada *channel 2* dengan minimal 0.08V tetapi menghasilkan sinyal yang kecil pada *channel 1*.

Permainan rehabilitasi stroke yang dipantau melalui subjek sehat menghasilkan sejumlah sinyal otot dari tiap gerakan untuk menghasilkan *input* untuk permainan dan waktu dalam penyelesaian permainan. Pada gerakan mengepal dibutuhkan sinyal otot dengan rata-rata nilai 0.10 V pada *channel 1* dan 0.12 V pada *channel 2*. Pada gerakan menyebarkan jari dibutuhkan nilai rata-rata 0.098 V untuk *channel 1* dan 0.1 V pada *channel 2*. Untuk gerakan *melambai keluar* pada *channel 1* membutuhkan kontraksi besar dengan rata-rata nilai 0.117 dan kontraksi yang kecil pada *channel 2* yaitu 0.063 V. Sedangkan pada *channel 2* membutuhkan kontraksi yang kecil pada *channel 1* dengan nilai rata-rata 0.059V dan kontraksi yang kuat pada *channel 2* 0.125 V. Penyelesaian permainan untuk subjek sehat rata-rata adalah 1 menit 47 detik.

Permainan rehabilitasi stroke yang dipantau melalui pasien stroke berhasil dijalankan oleh pasien dengan menghasilkan sejumlah sinyal otot yang lebih lemah dan waktu yang jauh lebih lama. Dari data diatas dapat disimpulkan permainan untuk melatih sinyal otot dapat dijalankan oleh pasien stroke dengan MMT 3-5.

Melalui waktu penyelesaian permainan juga didapatkan pasien stroke dapat menyelesaikan permainan lebih cepat dari tiap pertemuan, dari sini dapat disimpulkan pasien mengalami proses kognitif yaitu pembelajaran dalam memahami menggerakkan otot untuk melakukan gerakan mengepal, menyebarkan tangan, melambai kiri dan melambai kanan lebih cepat dari sebelumnya.

5.2 Saran

Saran-saran terhadap pengembangan tugas akhir ini diharapkan lebih tertuju pada sensitivitas input dari *myo armband*. Pertama dapat kita simpulkan permainan dari penelitian ini hanya berlaku untuk MMT 3-5 dikarenakan untuk MMT 1-2 membutuhkan kontraksi yang cukup kuat untuk melawan gravitasi. Kontraksi yang sangat kecil itu mengakibatkan masukan sinyal otot tidak dapat menjadi *input* permainan. Sehingga sensitivitas ini bertujuan untuk memperluas batasan masalah yang ada pada permainan ini.

Sinyal elektromiogram merupakan sinyal biomedik yang tergolong kecil dan mudah terkena *noise*, sinyal elektromiogram yang dimiliki pasien stroke untuk MMT dapat memiliki sinyal otot berkisaran 0.01V sampai 0.05V sehingga diperlukan ketelitian dan studi literatur lebih dalam untuk dapat mempelajari lebih lanjut sifat kontraksi dari setiap gerakan dan dapat mengklasifikasikan setiap gerakan sehingga tidak terjadi kesalahan pemasukan nilai *input* saat menjalankan permainan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Parange, M. Janink, C. Groothuis-Oudshoorn, H. Hermens dan M. IJzerman, ""Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke," *Journal of rehabilitation research and development*, vol. 43, no. 2, pp. 171-184, 2006.
- [2] C. U. Press, "Recovery after stroke," Cambridge University Press, New York, 2005.
- [3] H. A, Kamus Kedokteran Dorland Edisi -29, Jakarta: EGC, 2006.
- [4] S. Okti dan M. Arina, "REHABILITASI KLIEN PASCA STROKE," *Berita Ilmu Keperawatan ISSN 1979-2697*, vol. 1, no. 1, pp. 43-46, 2008.
- [5] A. Turolla, M. Dam, L. Ventura, P. Tonin, M. Agostini, C. Zucconi, et al, "Virtual reality for the rehabilitation of the upper limb motor function after stroke: a prospective controlled trial," *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, vol. 10, no. 1, pp. 85-94, 2013.

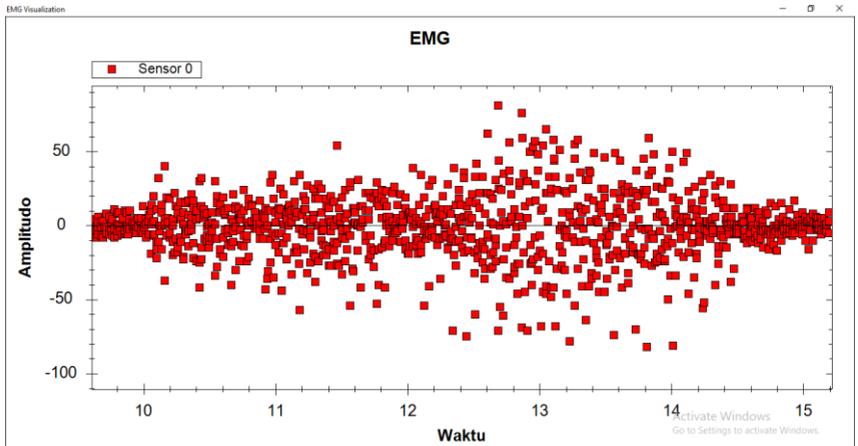
- [6] Guo, Shuxiang; Liu, Yi; Zhang, Ying; Zhang, Songyuan; Keiji, Yamamoto, "A VR- Based Self-Rehabilitation System," *IEEE*, vol. 1, pp. 1-6, 2016.
- [7] A. C. Guythson dan E. H. John, *Textbook of Medical Physiology* 11th edition, Pennsylvania: Elsevier, 2006.
- [8] Frederic Martini, Judi Nath, Edwin Bartholomew, *Fundamental of Anatomy & Physiology* Ninth Edition, Benjamin Cummings, 2012.
- [9] S. A. Lopez, *Design and Construction of an EMG Multichannel Acquisition System Prototype*, German: POLITECNICO DI TORINO, 2012.
- [10] C. A. Geyh S, "ICF Core Sets for stroke," *J Rehabil Med*, pp. 135-141, 2004.
- [11] R. Preeti, "Upper Limb Motor Impairment Post Stroke," *NCBI*, 2015.
- [12] D. Lloyd-Jones, R. Adams, T. Brown, M. Carnethon, S. Dai dan G. De Simone, ""Heart disease and stroke statistics— 2010 update A report from the American Heart Association"," *Circulation*, vol. 121, no. 7, pp. 46-215, 2010.
- [13] S. C. Cramer, S. L. Wolf, H. P. Adams, D. Chen, A. W. Dromerick, K. Dunning, C. Ellerbe, A. Grande, S. Janis, M. G. Lansberg, R. Lazard, Y. Y. Palesch, L. Richards, E. Roth dan S. I. Savitz, "Stroke Recovery and Rehabilitation Research," *Issues, Opportunities, and the National Institutes of Health StrokeNet*, no. 48, pp. 813-819, 2017.

- [14] N. F. G. Cochair, M. G. Cochair, C. Fernando, F. Gerald, A. F. Barry, J. R. Ellioth dan S. Tim, "Physical Activity and Exercise Recommendations for Stroke Survivors," *An American Heart Association Scientific Statement*, vol. 35, pp. 1230-1240, 2004.
- [15] R. EJ, "Natural history of recovery and influence of comorbid conditions on stroke outcome," dalam *Atlas of Cerebrovascular Disease*, Philadelphia, Current Medicine, 1994, pp. 22.1-22.15.
- [16] R. Ej, "Harvey RL. Rehabilitation of stroke syndromes," dalam *Physical Medicine and Rehabilitation. 2nd*, Philadelphia, WB Saunders, 2000, p. 1117–1163..
- [17] G. GE, D. PW dan W. Stason, "Post-Stroke Rehabilitation. Clinical Practice Guideline, No. 16. Rockville," AHCPR publication, Rockville, 1995.
- [18] R. Seema, V. Sonya dan P. Kumar, "Evaluating and Exploring the MYO ARMBAND," *IEEE*, pp. 115-120, 2016.
- [19] V. Amatanon, S. Chanhang, P. Naiyanetr dan S. Thongpang, ""On Sign language-Thai alphabet c onversion based on Electromyogram (EMG)," dalam *Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON)*, 2014.
- [20] M. Wolf, C. Assad, M. Vernacchia, J. Fromm dan H. Jethani, "Gesture-based robot c ontrol with variable autonomy," dalam *the JPL BioSleeve. In Robotics and Automation (ICRA)*, 2013.

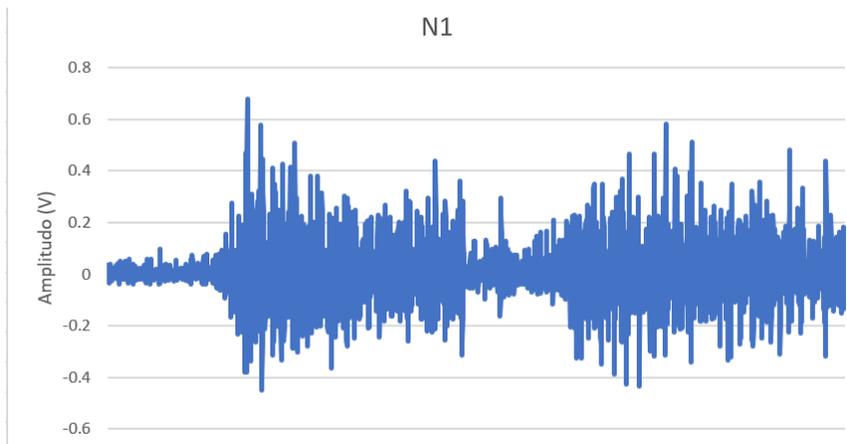
- [21] A. M. William, C. Dar-jen, P. Richard, S. Neil, B. John dan O. Ming, "ROBOT DESIGN USING UNITY FOR COMPUTER GAMES AND ROBOTIC SIMULATIONS," *IEEE*, pp. 56-59, 2012.

LAMPIRAN

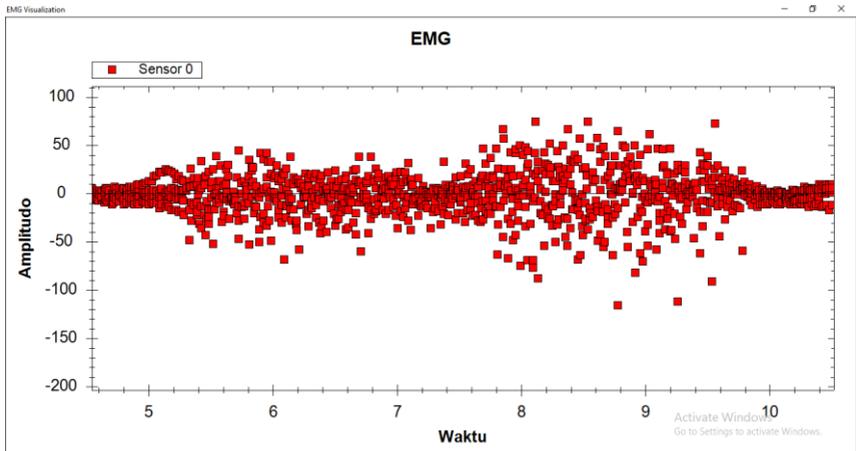
1 Lampira 1



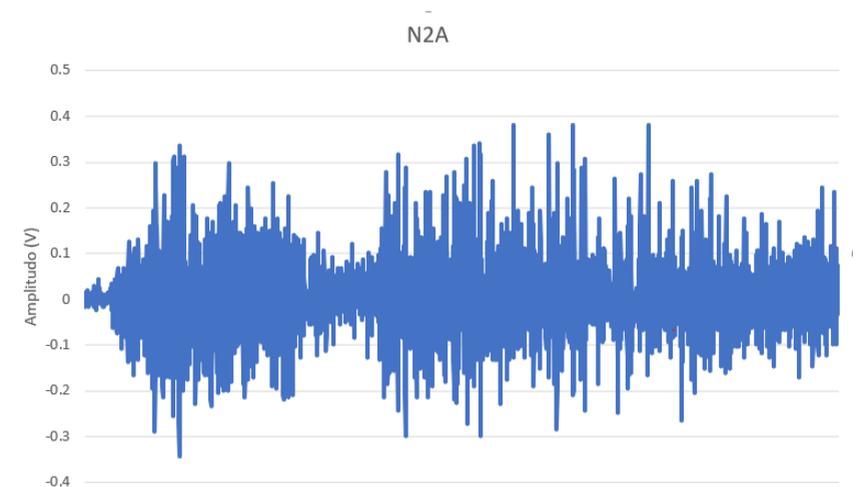
Gambar 6.1 Myo Armband Kepala Menyebarkan Channel 1 Subjek 3



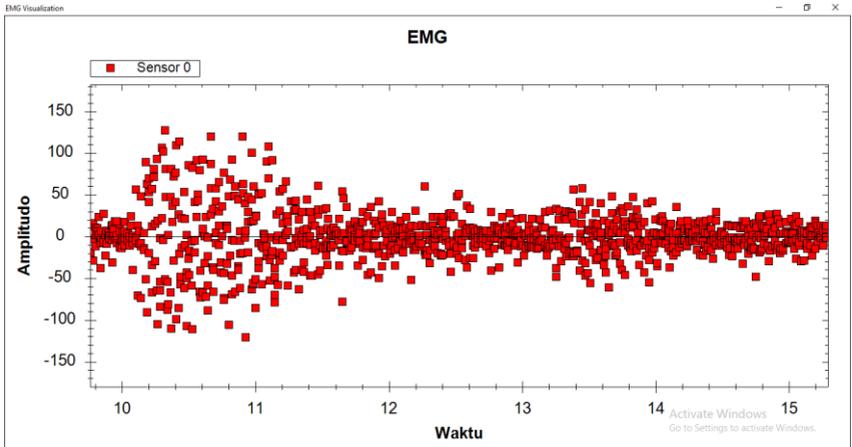
Gambar 6.2 Sinyal EMG Channel 1 Subjek 3



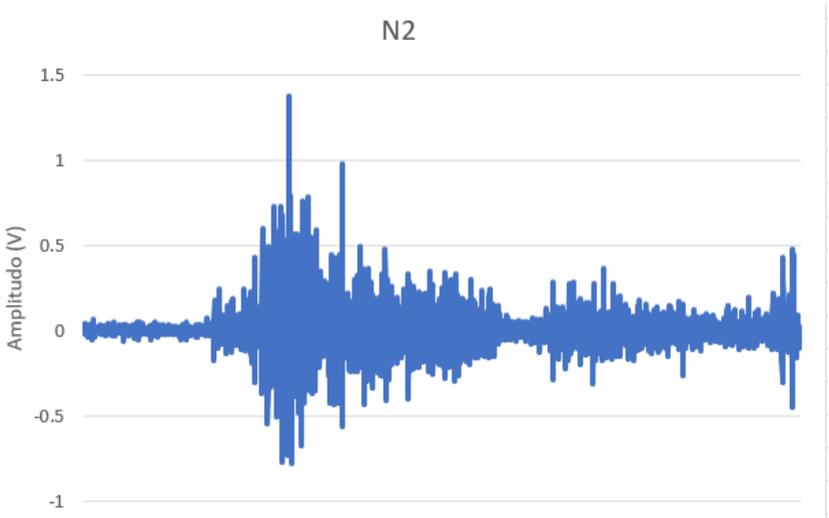
Gambar 6.3 Myo Armband Kepala Menyebarkan Channel 2 Subjek 3



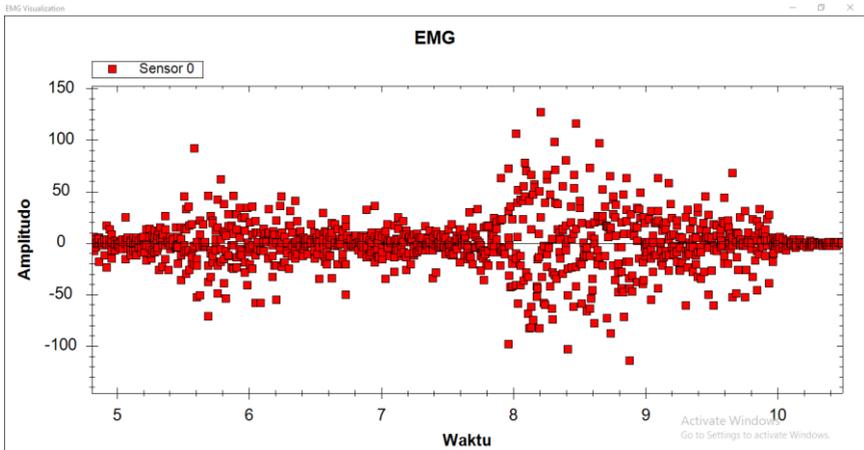
Gambar 6.4 Sinyal EMG Channel 2 Subjek 3



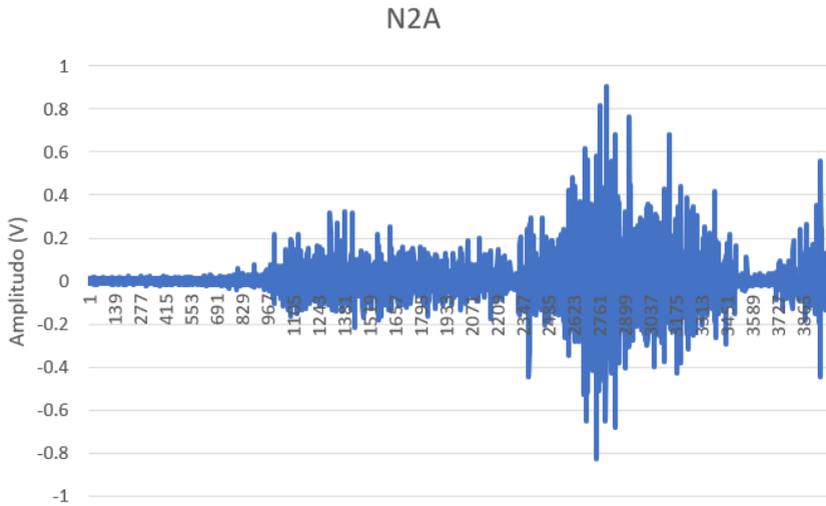
Gambar 6.5 *Myo Armband* Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 3



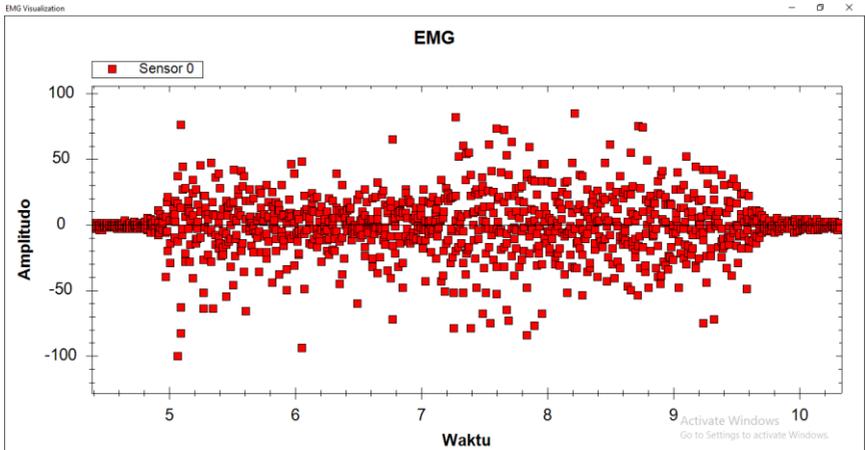
Gambar 6.6 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 3



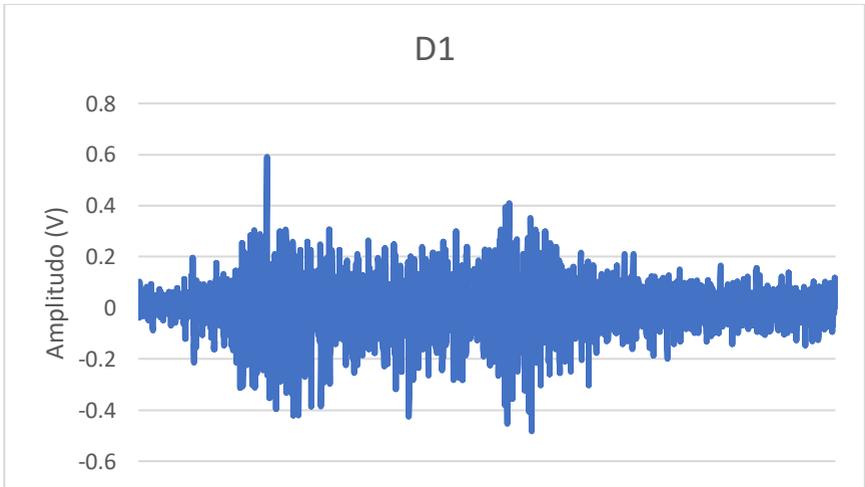
Gambar 6.7 Myo Armband Melambai Keluar Kedalam Channel 2 Subjek 3



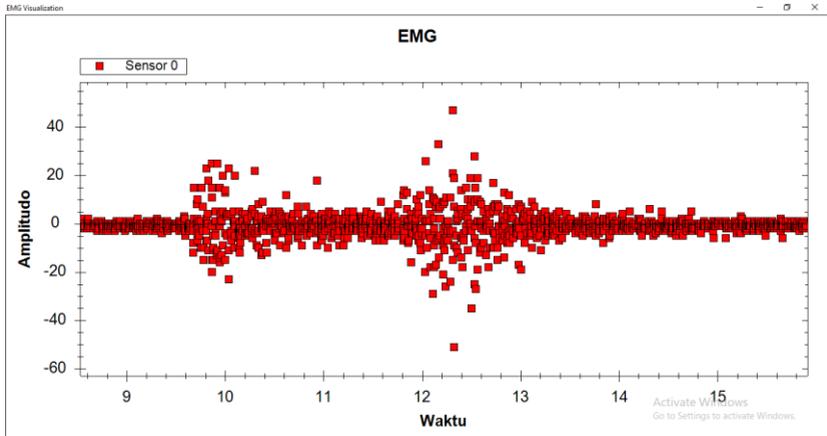
Gambar 6.8 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam Channel 2 Subjek 3



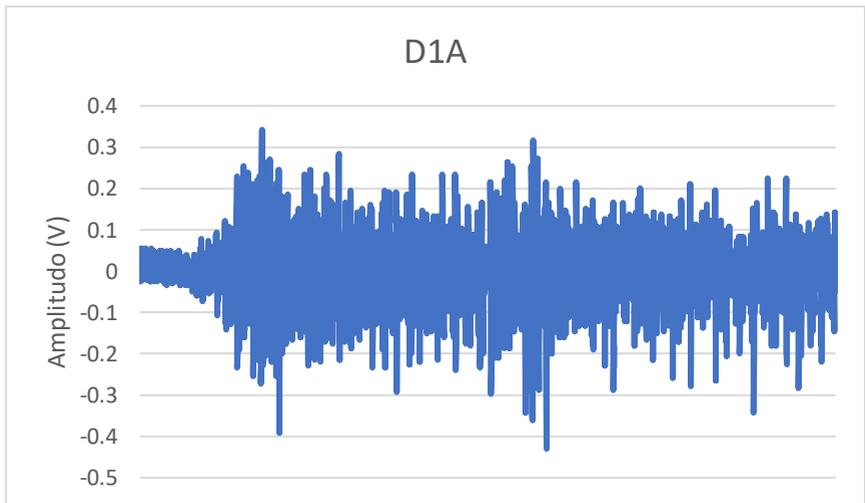
Gambar 6.9 Myo Armband Kepala Menyebarkan Channel 1 Subjek 1



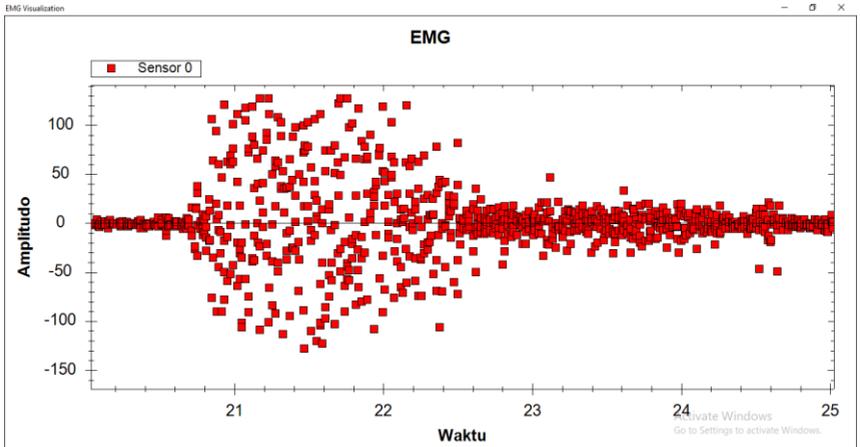
Gambar 6.10 Sinyal EMG Channel 1 Subjek 1



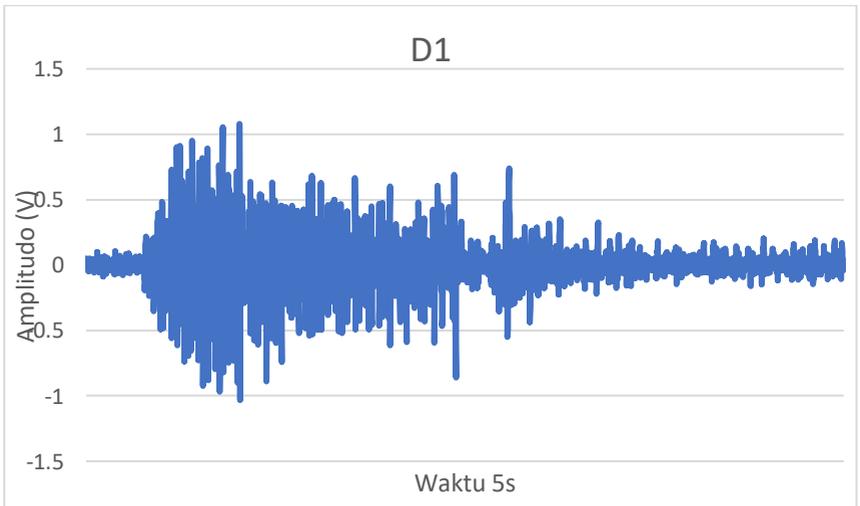
Gambar 6.11 *Myo Armband* Kepala Menyebar Channel 2 Subjek 1



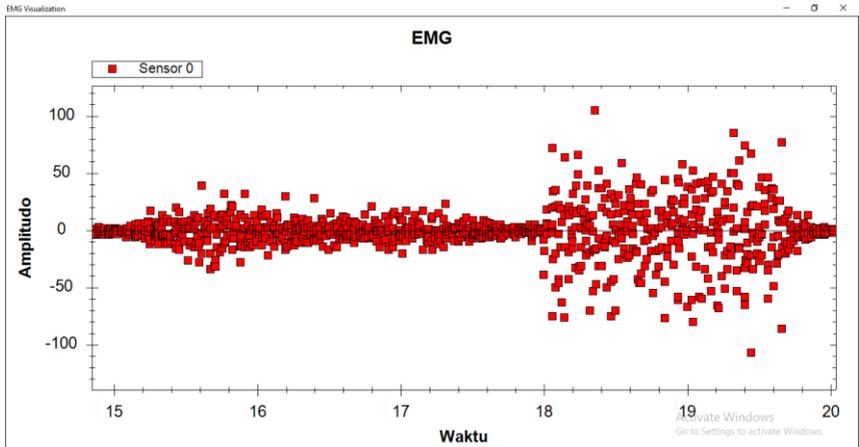
Gambar 6.12 Sinyal EMG Channel 2 Subjek 1



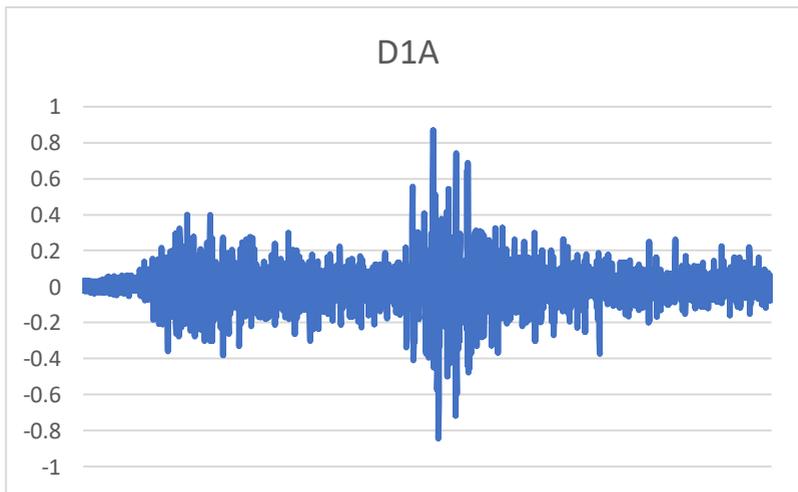
Gambar 6.13 *Myo Armband* Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 1



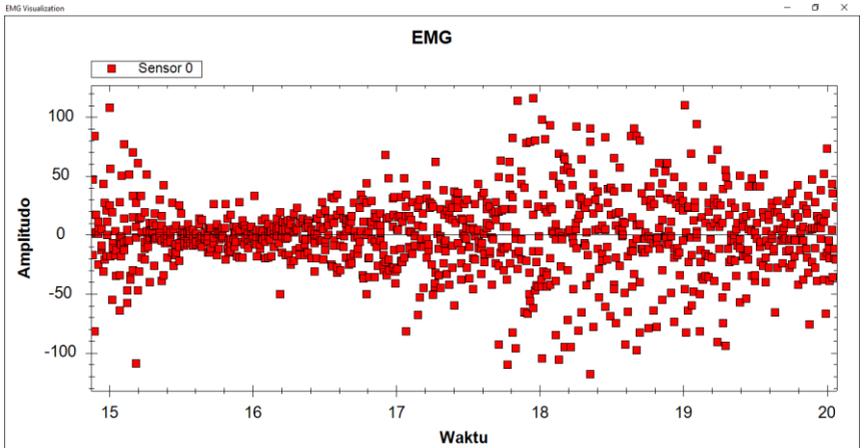
Gambar 6.14 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 1



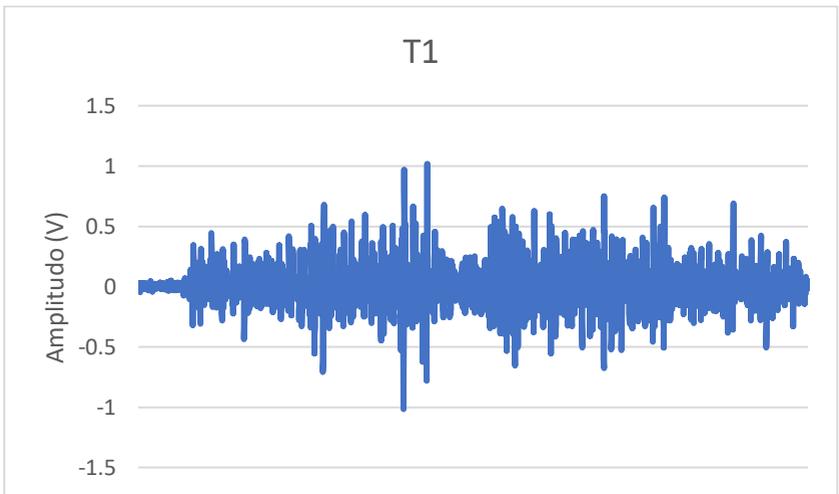
Gambar 6.15 *Myo Armband* Melambai Keluar Kedalam *Channel 2* Subjek 1



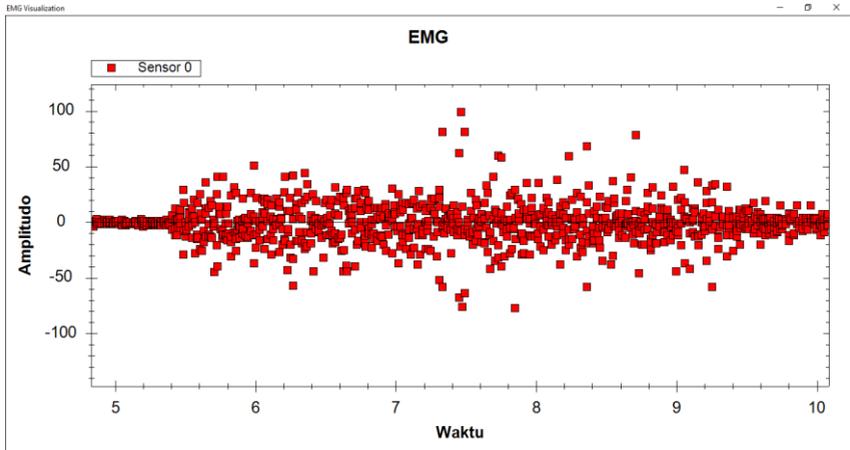
Gambar 6.16 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam *Channel 2* Subjek 1



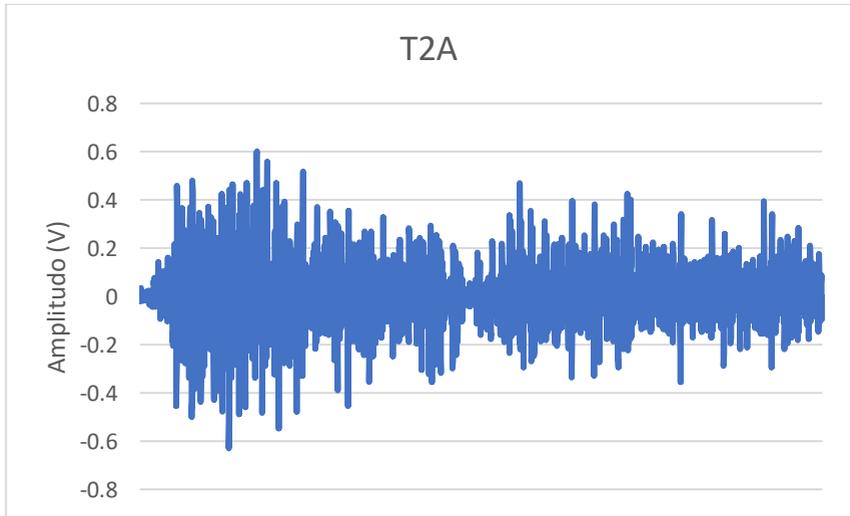
Gambar 6.17 Myo Armband Kepala Menyebar Channel 1 Subjek 2



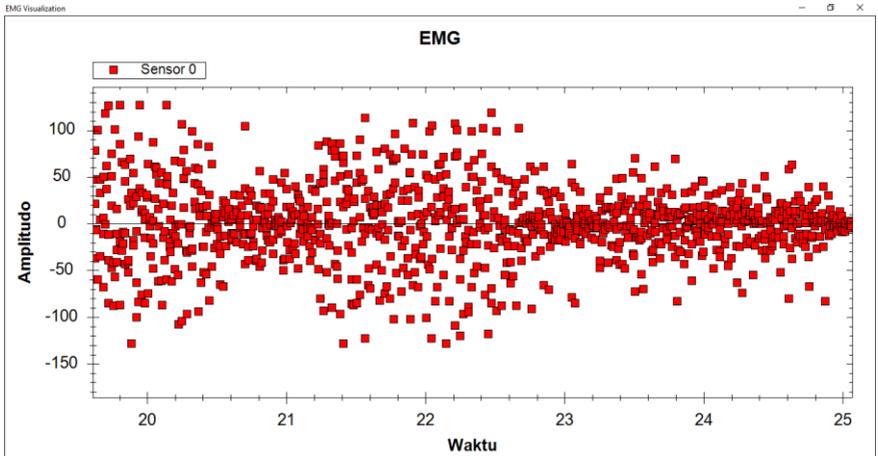
Gambar 6.18 Sinyal EMG Channel 1 Subjek 2



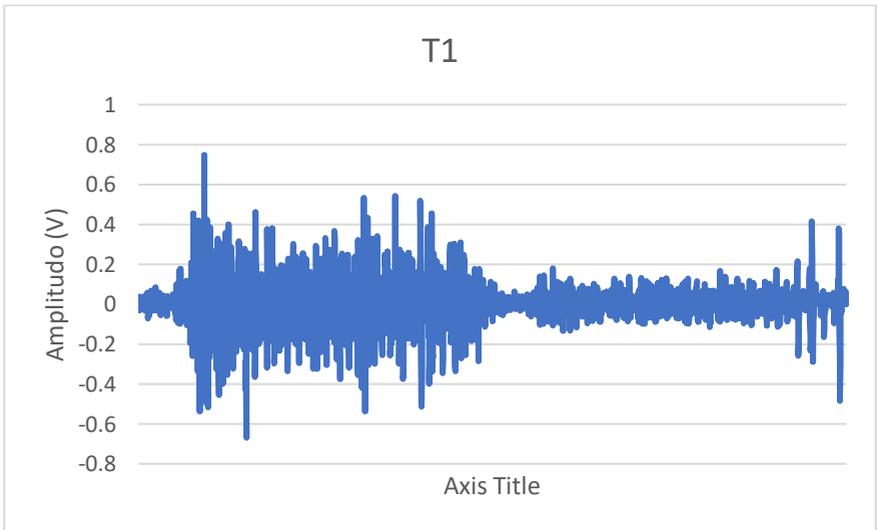
Gambar 6.19 *Myo Armband* Kepala Menyebar Channel 2 Subjek 2



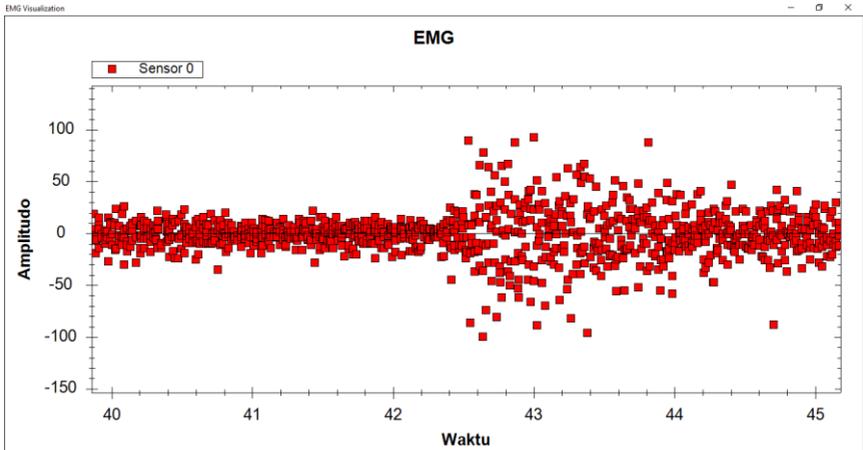
Gambar 6.20 Sinyal EMG Channel 2 Subjek 2



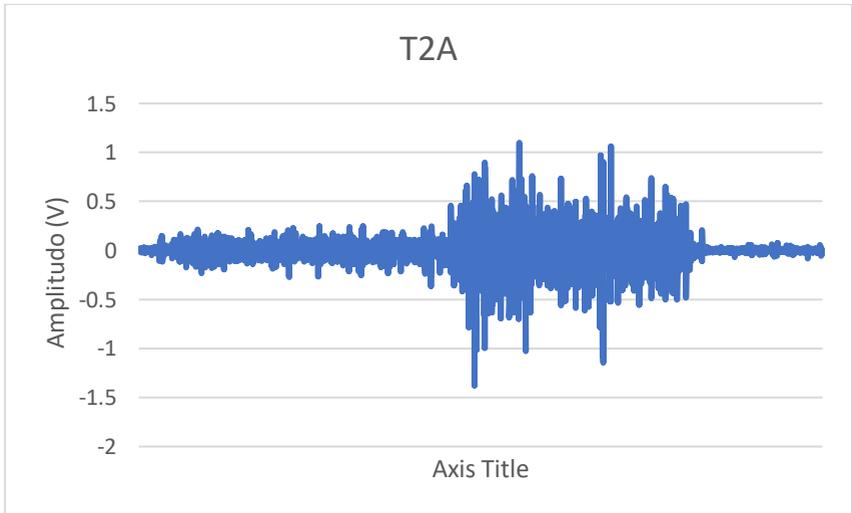
Gambar 6.21 *Myo Armband* Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 2



Gambar 6.22 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam *Channel 1* Subjek 2



Gambar 6.23 *Myo Armband* Melambai Keluar Kedalam *Channel 2* Subjek 2



Gambar 6.24 Sinyal Otot Melambai Keluar Kedalam *Channel 2* Subjek 2

BIODATA PENULIS



Namaz Eral Al Fattah merupakan anak kedua dari pasangan Feisal Rassat Yahya dan Siska Dewi yang dilahirkan di Jakarta tepatnya pada 08 April 1997. Ia memiliki satu saudara kandung yaitu seorang kakak perempuan bernama Namaz Effza El fathin .

Meskipun kedua orang tuanya berasal dari Padang , ia menghabiskan sebagian besar masa kecilnya di Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta. Sejak kecil sudah tertarik kepada beberapa hobi di bidang olahraga

Telah menempuh jenjang pendidikan formal di Kota Jakarta Timur mulai dari TK Trisula Perwari 5 Kota Jakarta Timur (2000-2002), SD Trisula Perwari 3 Kota Jakarta Timur (2002-2008), SMPN 99 Kota Jakarta Timur (2008-2011), hingga lulus dari SMAN 21 Kota Jakarta Timur (2011-2014). Setelah lulus, ia melanjutkan ke perguruan tinggi untuk memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang berada di Kota Surabaya.

Selain menjalani perkuliahan , ia juga mengikuti beberapa organisasi dan kepanitian di lingkungan kampus. Pada tahun kedua mendaftar sebagai staff VSA dan OC Kaderisasi. Ikut serta dalam kepanitiaan ELECTRA IV yang diamanahi sebagai bendahara 1.

Bergabung dengan asisten Laboratorium Elektronika Dasar B202 pada semester 5 ketika ia mulai mengambil mata kuliah di bidang studi Elektronika. Menjadi koordinator laboratorium Elektronika Biomedika B205 dan melanjutkan melanjutkan laporan tugas akhir dengan konsentrasi pada bidang biomedik

Penulis dapat dihubungi melalui:

Phone : +62 812 1701 121

e-mail: namazeral@gmail.com

Halaman ini sengaja dikosongkan