

**Post-STAR (Post-Stroke Therapy Arm Robot)**

*Robot Lengan untuk Terapi Pasca Stroke*

**KARYA TULIS ILMIAH**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Kegiatan Pemilihan Mahasiswa Berprestasi  
Politeknik Negeri Bandung 2018



**POLBAN**

**PENYUSUN:**

FAZRIN ADINUGRAHA 161354012

**PROGRAM STUDY D4 TEKNIK ELEKTRONIKA**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO**

**POLITEKNIK NEGERI BANDUNG**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Karya Tulis : Post-STAR (Post-Stroke Therapy Arm Robot)  
Nama Penulis : Fazrin Adinugraha  
NIM : 161354012  
Program Studi : D4 Teknik Elektronika  
Jurusan : Teknik Elektro

Bandung, 28 Februari 2017

Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Elektro

Dosen Pendamping

Malayusfi, BSEE., M.Eng  
NIP. 195401011984031001

Feriyonika, ST., M.Sc.Eng  
NIDN 0009068502



## Kata Pengantar

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT. Karena berkat rahmat dan hidayahnya saya dapat menyelesaikan karya ilmiah berjudul “Post-STAR (Post-Stroke Therapy Arm Robot)”.

Ucapan terimakasih tak lupa saya sampaikan kepada seluruh pihak yang mendukung saya dalam pembuatan karya ilmiah ini baik secara langsung maupun tidak langsung. Ucapan terimakasih juga saya sampaikan kepada dosen bimbingan saya yang telah memberikan bimbingannya kepada saya dalam mengerjakan karya tulis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan dalam penulisan karya ilmiah ini, maka penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari pembaca supaya karya tulis ini bisa lebih baik lagi sehingga dapat bermanfaat untuk khalayak ramai.

Bandung, 28 Februari 2018

Penulis

## Daftar isi

Kata pengantar .....	i
Daftar isi.....	ii
Daftar Gambar.....	iii
BAB I: Pendahuluan .....	1
1.1 latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah.....	2
1.3 Tujuan penulisan karya ilmiah .....	2
BAB II: Telaah Pustaka .....	3
BAB III: Deskripsi Produk .....	7
BAB IV: Hasil Penelitian dan Pembahasan .....	13
BAB V: Kesimpulan dan Saran .....	14
Daftar Pustaka .....	15

## Daftar Gambar

Grafik prevalesnsi penyakit stroke tahun 2007 dan 2013 .....	3
Gerakan Fleksi dan Ekstensi pada Lengan.....	6
Konsep Lengan Eksoskeleton .....	7
Motor Servo dan Gear Worm .....	8
Arduino Uno R3.....	9
Surface EMG Sensor .....	9
Baterai Lithiun Polimer.....	10
Prototype Post-STAR.....	10
Lengan Eksoskeleton .....	11

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi bidang elektronika yang digunakan pada bidang kesehatan semakin hari semakin berkembang. Fungsi teknologi bidang elektronika yang semula lebih dikenal sebagai penyedia layanan bidang informasi seperti TV, Radio, dan Internet dewasa ini mulai berkembang sebagai penyedia layanan kesehatan seperti membantu manusia dalam mengobati berbagai macam penyakit, hal ini dikarenakan semakin tingginya kesadaran manusia akan kesehatan dan juga dikarenakan semakin banyaknya perkembangan teknologi yang dapat diaplikasikan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia dalam bidang kesehatan.

Salah satu penyakit yang paling mematikan adalah stroke. Stroke atau Cerebro Vascular Accident (CVA) adalah hilangnya fungsi-fungsi otak dengan cepat, karena gangguan suplai darah ke otak. Hal ini terjadi karena iskemia (berkurangnya aliran darah) dikarenakan oleh penyumbatan (thrombosis arterial embolism) atau adanya haemorrhage (pendarahan) (Sims NR, 2009). Stroke dikatakan sebagai penyakit yang mematikan karena stroke dapat terjadi pada siapa saja tua maupun muda, pria maupun wanita dan kapan saja. Berdasarkan data dari riset kesehatan dasar tahun 2013, stroke terjadi pada 12 dari 1000 orang. Stroke juga merupakan salah satu penyakit utama penyebab kematian di hampir semua rumah sakit yakni sebesar 14,5%.

Pada pasien yang selamat dari ancaman kematian stroke, terjadi kondisi kelumpuhan pada beberapa atau seluruh anggota badan, hal tersebut menyebabkan hilangnya produktivitas dari pasien dan juga menyebabkan serangan mental dikarenakan ketidakmampuan beraktifitas. Pada pasien pasca

stroke tersebut dibutuhkan latihan fisioterapi sebagai langkah pemulihan sistem koordinasi otak dengan cara melakukan gerakan-gerakan tertentu pada anggota badan yang mengalami kelumpuhan. Hal tersebut dilakukan untuk mengembalikan sistem koordinasi dan syaraf-syaraf pengendali bagian tubuh yang hilang dikarenakan stroke.

Latihan fisioterapi dapat dilakukan pasien dengan meminta bantuan dari fisioterapis maupun kerabat terdekat namun fisioterapis membutuhkan biaya yang tidak murah, yaitu sekitar Rp.300.000 hingga Rp.750.000 per satu kali terapi selama 15 sampai 30 menit. Tentu saja biaya layanan tersebut terlalu mahal untuk masyarakat menengah bawah. Alternative lain adalah dengan bantuan kerabat namun hal tersebut juga terbatas situasi dan kondisi. Maka dari itu perlu ada alat bantu terapi bagi pasien pasca stroke supaya pasien dapat melakukan fisioterapi di rumah kapan pun dan di mana pun dengan biaya yang relatif lebih murah.

## 1.2 Rumusan masalah

1. Mencari tahu cara kerja gerak tangan manusia.
2. Mencari tahu gerakan tangan untuk melakukan fisioterapi stroke.

## 1.3 Tujuan penulisan karya tulis ilmiah

Membantu pasien pasca stroke dengan keterbatasan kemampuan material dalam melakukan fisioterapi stroke pada lengan.

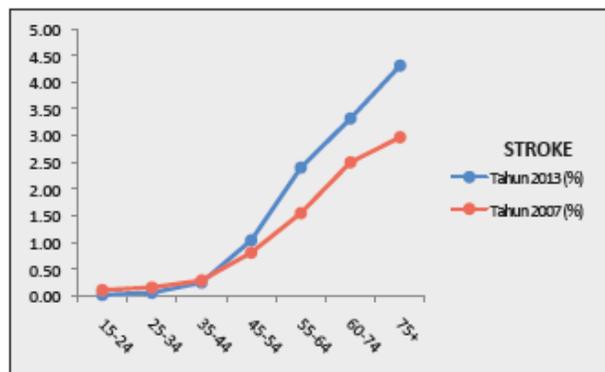
## BAB II

### TELAAH PUSTAKA

#### 1. Stroke

Stroke, atau cerebrovascular accident (CVA), adalah hilangnya fungsi-fungsi otak dengan cepat, karena gangguan suplai darah ke otak. Hal ini dapat terjadi karena iskemia (berkurangnya aliran darah) dikarenakan oleh penyumbatan (thrombosis, arterial embolism), atau adanya haemorrhage (pendarahan) (Sims NR, 2009). Stroke iskemik yang biasanya disebabkan oleh diabetes menjadi mayoritas pada penderita stroke dan bisa mencapai 85 persen, sedangkan stroke pendarahan hanya 15 persen, tetapi stroke pendarahan dapat menyebabkan kematian pada 40 persen pasiennya.

*The Center for Disease Control and Prevention (CDC)* menyatakan bahwa stroke merupakan penyumbang kematian nomor 1 dari penyebab kematian di Indonesia pada tahun 2010. Jumlah penderita stroke di Indonesia pada tahun 2013 mengalami peningkatan. Prevalansi stroke di Indonesia meningkat dari tahun 2007 sebesar 8.3 per 1000 penduduk menjadi 12.1 per 1000 penduduk pada tahun 2013.



Gambar 1.1 Grafik prevaesnsi penyakit stroke tahun 2007 dan 2013 (National Geographic Indonesia, 2014)

Pada gambar 1.1 terlihat pada grafik bahwa prevalensi stroke terus mengalami kenaikan pada tiap pertambahan umur. Nilai prevalensi nasional pada tahun 2013 adalah 7,00%, naik sebesar 16,67% jika dibandingkan dengan tahun 2007 yaitu sebesar 6,00%.

Penanganan fisioterapi pasca stroke adalah kebutuhan yang mutlak bagi pasien untuk meningkatkan kemampuan gerak dan fungsinya. Berbagai metode fisioterapi telah terbukti memberikan manfaat yang besar dalam mengembalikan gerak dan fungsi pada pasien pasca stroke. Adapun jenis-jenis terapi pemulihan stroke Adalah sebagai berikut:

a. *Electrotherapy*

*Electrotherapy* adalah penggunaan energi listrik untuk perawatan medis (Radatz, 1997). Seperti setiap organ tubuh lainnya, otak membutuhkan suplai darah yang memadai untuk mengirimkan oksigen dan nutrisi penting untuk menghasilkan energi sehingga bisa berfungsi dengan baik. Sel saraf dalam otak saling bekerja dengan cara yang unik melalui koordinasi sinyal elektrik. Ketika otak rusak akibat stroke, kemampuan otak mengirim dan menerima sinyal elektrik menjadi terganggu. Penggunaan *electrotherapy* selama 4 jam dalam kurun waktu 4,5 minggu terbukti memiliki beberapa dampak positif; mengurangi subluksasi dan meningkatkan daya kendali pasien terhadap lengan (Mackenzi-Knapp, 1999).

b. Hidroterapi

Hidroterapi yang sebelumnya dikenal sebagai hidropati (hydropathy) adalah metode pengobatan menggunakan air untuk mengobati penyakit atau meringankan kondisi yang menyakitkan. Hidroterapi merupakan metode pengobatan di mana suhu dan keadaan air diubah-ubah untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit (Dumitraşcu dkk, 2012). Saat ini, terdapat berbagai metode yang digunakan dalam hidroterapi seperti mandi air hangat,

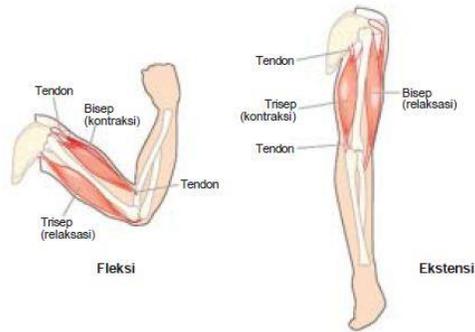
mengompres, membilas, menggunakan uap air, sauna, dan sebagainya. Hidroterapi digunakan untuk mengobati berbagai masalah tulang belakang, ankylosing spondylitis, dan arthritis. Hidroterapi juga digunakan untuk orang yang menderita kelumpuhan, stroke, dan luka bakar.

### *c. Exercise Therapy*

*Exercise therapy* adalah terapi pengobatan stroke berupa gerakan-gerakan fisik yang dilakukan pada pasien pasca stroke guna mengembalikan fungsi tubuhnya yang hilang dikarenakan serangan stroke. Pada saat terkena stroke, seringkali pasien akan merasakan kelumpuhan pada setengah bagian badannya, artinya pasien tidak dapat menggerakkan kaki dan tangannya. Pada minggu pertama setelah terkena serangan stroke, pasien diharuskan menjaga otot-otot pada anggota tubuh yang lumpuh tetap aktif dan terstimulus. Artinya dibutuhkan latihan fisik supaya otot-otot pada bagian yang terkena stroke tetap dalam kondisi yang baik.

## 2. Fisioterapi

Pada zaman dahulu, pasien stroke diminta untuk tidak melakukan banyak aktifitas untuk mengurangi kemungkinan bertambahburuknya kondisi, namun hal itu berubah pada 1950 ketika para ahli kesehatan melihat perkembangan yang baik bagi pasien stroke yang menjalani latihan fisik dalam pemulihan stroke. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien stroke memiliki 70% kemungkinan untuk sembuh total apabila mengalami kemajuan dalam melakukan koordinasi tangan dalam empat minggu masa fisioterapi (Twitchell, 1951). Ini membuktikan bahwa latihan fisik yang rutin sangatlah penting dalam proses penyembuhan stroke. Salah satu gerakan untuk melakukan fisioterapi untuk melakukan rehabilitasi pada tangan adalah gerakan fleksi-ekstensi (Irfan, 2010)



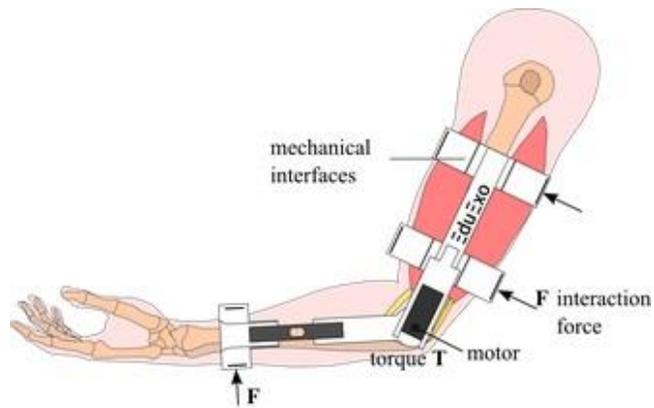
Gambar 1.2 Gerakan fleksi dan ekstensi pada lengan (kuttabku,2016)

Fleksi dan ekstensi merupakan gerakan melipat dan meluruskan. Seperti yang terlihat pada gambar 1.2, Pada bagian lengan, ketika melakukan fleksi (melipat) otot Trisep mengalami relaksasi dan otot bisep mengalami kontraksi. Ketika melakukan ekstensi (memanjang) otot trisep mengalami kontraksi dan otot bisep mengalami relaksasi. Melakukan gerakan tersebut secara berkala dapat melatih otot-otot pada lengan untuk pulih kembali dari kelumpuhan dan mengembalikan sistem koordinasi lengan yang semula hilang pada otak akibat serangan stroke.

National Clinical Guidelines menyatakan bahwa latihan fisioterapi selama 45 menit per hari dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang efektif dalam rehabilitasi pasien pasca stroke. Biasanya latihan tersebut dilakukan dengan bantuan tangan yang sehat atau dengan bantuan orang lain namun dengan segala keterbatasan yang telah disebutkan sebelumnya, latihan tersebut dapat dibantu dengan alat yang berperan sebagai eksoskeleton yang berupa konstruksi mekanik yang digerakan dengan bantuan motor stepper yang dapat dikendalikan dengan Arduino yang diberi program. Sehingga fisioterapi dapat dilakukan kapanpun dan di manapun dengan biaya yang jauh lebih murah.

### BAB III

#### Deskripsi Produk



Gambar 2.1 Gambar konsep lengan Eksoskeleton (EduExo, 2017)

Post-STAR (Post-Stroke Therapy Arm Robot) atau lengan robot untuk terapi pasca stroke adalah lengan robot eksoskeleton yang dirancang untuk dapat membantu pasien melakukan gerakan fleksi-ekstensi secara periodik. Alasan bagian lengan menjadi focus dari rehabilitasi adalah karena lengan merupakan salah satu anggota tubuh terpenting untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Makan, minum, dan dan banyak aktivitas mendasar lainnya membutuhkan bantuan tangan untuk dapat dilakukan. Rancangan mekanik Post-STAR dibuat dengan menggunakan rangka aluminium karena logam tersebut memiliki karakteristik yang kuat namun cukup ringan dan cocok digunakan pada rangka lengan eksoskeleton.

Tiga buah pengikat akan dipasangkan pada lengan pengguna. Dua pada bagian atas lengan dan satu pada bagian pergelangan tangan. Pengikat ini merupakan tali Velcro supaya alat dapat terpasang dengan kuat dan nyaman pada lengan pengguna.

Pada alat akan dipasangkan motor stepper pada siku pengguna yang berfungsi sebagai penggerak lengan. Selanjutnya motor stepper akan melakukan gerakan bolak balik selama waktu yang diinginkan dan sesuai dengan kebutuhan pasien. Adapun komponen yang digunakan pada Post-STAR) adalah sebagai berikut:

a. Motor Stepper dan Gear Worm



Gambar 2.2 Motor Servo dan motor motor power window

Motor servo adalah motor DC dengan pengendalian konfigurasi lingkaran tertutup. Motor servo dapat menerima input program berupa sudut putar melalui pemrograman pada mikrokontroler Arduino sehingga sudut putarnya bisa akurat.

Motor servo memiliki kendali yang akurat namun torsi yang kurang kuat untuk mengangkat beban pada lengan, oleh karena itu motor servo dipasang dengan gear worm untuk menaikkan torsi motor. Cara kerja ini mirip seperti cara kerja sistem katrol yang dapat mengangkat beban berat dengan gaya yang kecil.

Rangkaian motor servo dan gear motor power window tersebut bekerja sebagai pengendali dari gerak Post-STAR. Putaran motor servo akan menggerakkan tangan sehingga melakukan gerakan fleksi-ekstensi

b. Arduino



Gambar 2.3 Arduino Uno R3 (Arduino.cc)

Arduino adalah pengendali mikro single-board yang bersifat open-source, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Hardwarenya memiliki prosesor Atmel AVR dan softwarenya memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino berperan sebagai otak dari Post-STAR yang berfungsi sebagai pengendali kerja dari motor servo. Pada Arduino sudah terpasang mikro processor ATmega 8085 dengan output berupa port I/O dan pin PWM yang dapat deprogram dengan software Ardio IDE.

c. Sensor EMG



Gambar 2.4 Surface EMG Sensor (Mehrkanoon, Saeid. 2008)

Electromyography (EMG) merupakan sensor yang mendeteksi sinyal listrik kolektif dari otot, yang dikendalikan oleh sistem saraf dan diproduksi

selama kontraksi otot. Sinyal listrik tersebut merupakan anatomi dan sifat fisiologis otot (Chowdhury, 2013). Sensor EMG bekerja sebagai pendeteksi gerakan otot pada lengan pengguna sebagai perintah untuk menggerakkan alat. Apabila terdapat kontraksi otot maka alat akan berputar naik, apabila tidak ada kontraksi otot akan akan bergerak turun.

d. Baterai Lithium Polymer



Gambar 2.5. Baterai Lithium Polimer

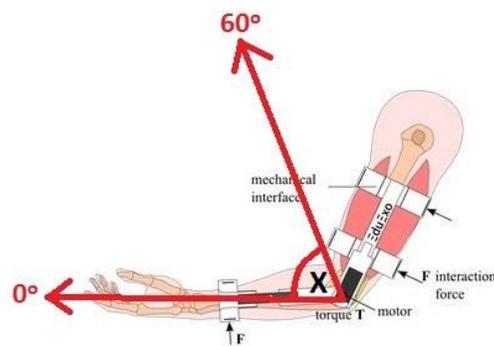
Post-STAR akan menggunakan baterai Litium Polymer 16 volt yang dapat diisi ulang supaya Post-Star dapat dibawa kemana-mana dan penggunaan post-STAR dapat dilakukan kapanpun dan dimanapun

Rangkaian mekanik Post-STAR



Gambar 2.6. Prototype Post-STAR

Rangkaian mekanik postar adalah seperti pada gambar. Rangkaian mekanik Post-STAR terbuat dari material Aluminium. Gambar masih merupakan prototype dari Post-STAR untuk selanjutnya diberikan rangkaian elektronika sebagai pengendali dan dipasangkan pelapis alat yang terbuat dari kulit sintetis dan dipasang tali Velcro sebagai pengikat supaya penggunaannya lebih nyaman dan ukurannya bisa disesuaikan sesuai dengan ukuran tangan pengguna. Selain itu ukuran Panjang pada bagian lengan bawah Post-STAR juga bisa disesuaikan sehingga bisa digunakan oleh berbagai macam ukuran tangan.



Gambar 2.7 Lengan Eksoskeleton (EduExo, 2017)

Pada Post-STAR, pada saat pemakaian, akan ditentukan seberapa besar sudut putar terjauh dari siku pengguna yang akan dieksekusi, misalkan sudut putar terjauhnya (Y) adalah 60 derajat, mulai dari 0 sampai 60 derajat. Pada saat awal dinyalakan, Arduino akan membaca posisi derajat motor stepper. Apabila kondisi motor tidak pada pada posisi 0 derajat, maka Arduino akan memerintahkan motor untuk berpindah ke posisi 0 derajat terlebih dahulu.

Terdapat dua mode yang dapat dilakukan pada Post-STAR; yang pertama adalah mode otomatis. Mode ini merupakan mode di mana

pergerakannya diatur secara otomatis oleh mikroprosesor Arduino. Alat akan bergerak secara otomatis mulai dari sudut nol samapai sudut terjauh (maksimal) yang sudah dikalibrasi pada awal pemakaian. Mode kedua adalah mode *user command*. Mode *user command* adalah mode di mana pengguna dapat memerintahkan alat untuk berputar dan ke atas dengan cara melakukan sedikit kontraksi otot pada lengan dan kontraksi tersebut akan dibaca oleh sensor EMG dan hal tersebut menjadi instruksi bagi alat untuk bergerak sesuai dengan kehendak pengguna dengan kecepatan putar yang juga bisa disesuaikan. Dua mode tersebut dapat melatih pengguna dalam melakukan latihan fisioterapi.

Segmentasi pasar dari Post-STAR adalah masyarakat luas di mana masyarakat dapat membeli produk secara bebas. Post-STAR akan menggunakan strategi promosi melalui internet dan televisi agar informasi dapat tersebar ke masyarakat dengan lebih luas. Harga Post-STAR akan berkisar antara Rp.2.000.000 – Rp3.000.000. Harga tersebut jauh lebih terjangkau dibandingkan harus menggunakan jasa fisioterapis di mana harganya berkisar di antara Rp300.000 – Rp.700.000 hanya untuk 30 menit saja.

## BAB IV

### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pengimplementasian dan penelitian pada robot lengan eksoskeleton untuk rehabilitasi stroke sudah pernah dilakukan pada penelitian yang dilakukan oleh Tobias Nef dan kawan-kawan pada 2010 dalam jurnal yang berjudul “Exoskeleton Robot for Stroke Rehabilitation” . Hasil dari penelitian dengan sampel 8 orang penderita stroke selama 6 sampai 131 minggu ini menunjukkan hasil yang menjanjikan terhadap perkembangan pasien dalam rehabilitasi stroke. Kedelapan pasien menunjukkan perkembangan yang besar dalam mengendalikan organ tubuhnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan Post-STAR dengan rutin setiap hari dapat meningkatkan kemampuan koordinasi antara otak dan tangan pasien sehingga tangan dapat berfungsi seperti biasa kembali.

Post-STAR adalah alat yang dapat membantu masyarakat luas. Seperti yang telah dijelaskan bahwa banyak sekali orang yang terkena penyakit stroke dan menderita kelumpuhan seumur hidupnya dikarenakan ketidakmampuan menggunakan jasa fisioterapi berhubung biayanya yang sangat mahal, khususnya di Indonesia di mana masyarakatnya memiliki penghasilan yang hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Maka penulis ingin memberi solusi terhadap permasalahan tersebut lewat program Pemilihan Mahasiswa Berprestasi dengan tema “Sustainable Development Goals” dalam kategori “Good Health And Well Being” dengan karya tulis ilmiah berjudul Post-STAR (Post-Stroke Therapi Arm Robot) atau robot lengan untuk terapi pasca stroke yang dapat membantu banyak orang sehingga perkembangan di masyarakat dalam bidang kesehatan bisa semakin baik.

## BAB VI

### Kesimpulan dan Saran

#### 1. Kesimpulan

Ketidakterjangkauan fasilitas fisioterapi dapat dibantu diselesaikan oleh Post-STAR sebagai alat penunjang latihan fisioterapi supaya fisioterapi untuk rehabilitasi stroke bisa diakses oleh siapa saja.

#### 2. Saran

Penulis memberikan saran supaya kedepannya ada lebih banyak alat bantu fisioterapi untuk rehabilitasi stroke yang tidak hanya dapat menyembuhkan tangan, namun juga kaki. Selain itu pada Post-STAR dapat diterapkan sistem akuisisi data sehingga perkembangan kemampuan pengguna dalam rehabilitasi stroke dapat terpantau dengan akurat. Selain itu penulis juga menyarankan untuk memilih material yang lebih ringan supaya tidak terlalu membebani pengguna ketika menggunakan Post-STAR.

## Daftar pustaka

1. Chowdhury, Rubana H. dkk. 2013. *Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques* . Open Access Journal. Volume 13. Halaman 12432-12466.
2. Dumitraşcu, Mioara. 2012. *HYDROTHERAPY*. Balneo-Research Journal. Volume 3. Halaman 23.
3. Fikri, Mohd Amiruddin dkk. 2014. *Arm exoskeleton for rehabilitation following stroke by learning algorithm prediction*. ScienceDirect. International Conference on Robot PRIDE 2013-2014 - Medical and Rehabilitation Robotics and Instrumentation, ConfPRIDE 2013-2014
4. Irfan, Muhammad. 2010, *Fisioterapi Bagi Insan Stroke*, Yogyakarta: Graha Ilmu
5. Mackenzie-knapp,Merilyn. 1999. *Electrical stimulation in early stroke rehabilitation of the upper limb with inattention*. Australian Journal of Physiotherapy. Volume 45. Halaman 223.
6. Mehrkanoon, Saeid. Moghavvemi, Mahmoud. 2008. *Active Bio-Sensor System, Compatible with Arm Muscle Movement or Blinking Signals in BCI Application*. International Frequency Sensor Association Publishing. Volume 92 halaman 144-151.
7. Nef, Tobias dkk. 2010. *Exoskeleton Robot for Stroke Rehabilitation*. ResearchGate. IFMBE proceedings.
8. Radatz, jane. 1997. The IEEE standard dictionary of electrical and electronics terms. 6th ed. New York, N.Y., Institute of Electrical and Electronics Engineers.
9. Sims NR, Muyderman H. 2009. *Mitochondria, oxidative metabolism and cell death in stroke*. PubMed. *Biochimica et Biophysica Acta* **1802** (1): 80–91. PMID 19751827. doi:10.1016/j.bbadis.2009.09.003

10. Twitchell, Thomas E. 1951. *The Restoration of Motor Function Following Hemiplegia in Man*. Brain Journal. Volume 74. Halaman 443.
11. [www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskasdas%202013.pdf](http://www.depkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Riskasdas%202013.pdf)
12. [www.harga.web.id/biaya-fisioterapi-di-rumah-sakit-area-jakarta.info](http://www.harga.web.id/biaya-fisioterapi-di-rumah-sakit-area-jakarta.info)
13. [www.nationalgeographic.co.id/berita/2014/07/penyakit-stroke-salah-satu-penyebab-utama-kematian-di-indonesia](http://www.nationalgeographic.co.id/berita/2014/07/penyakit-stroke-salah-satu-penyebab-utama-kematian-di-indonesia)
14. [www.who.int/gho/countries/idn.pdf?ua=1](http://www.who.int/gho/countries/idn.pdf?ua=1)
15. [www.cdc.gov/globalhealth/countries/Indonesia/](http://www.cdc.gov/globalhealth/countries/Indonesia/)
16. [www.cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/all-about-stepper-motors.pdf](http://www.cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/all-about-stepper-motors.pdf)
17. [www.arduino.cc/en](http://www.arduino.cc/en)

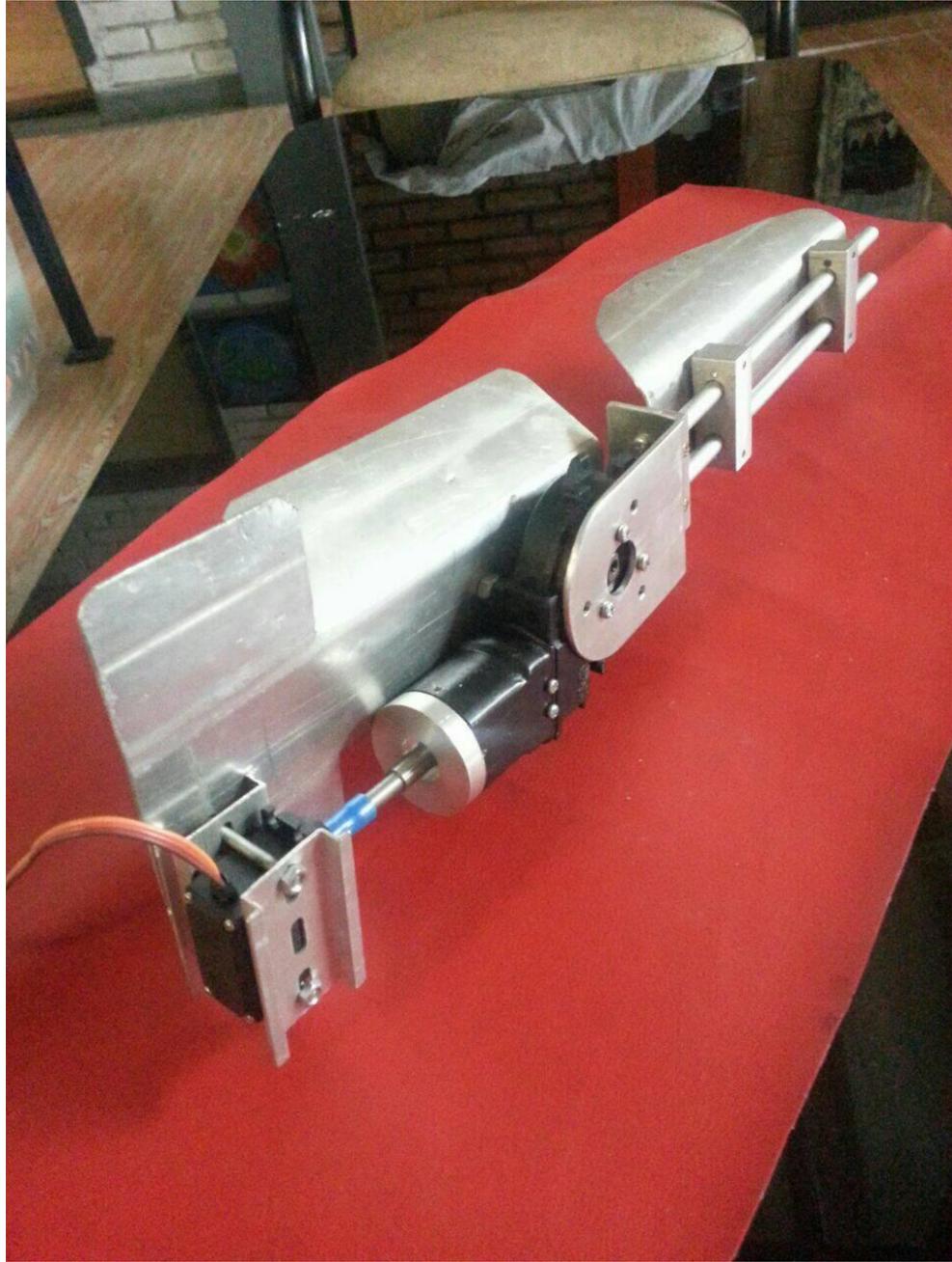
LAMPIRAN



Prototype Post-STAR Tampak Atas



Prototype Post-STAR Tampak bawah



Prototype Post-STAR Tampak Samping