

SKRIPSI

Surface Functional Electrical Stimulation Device dengan Sensor Accelerometer pada Kelainan Foot Drop



Oleh :

Heinrich Rere Leon Dewanta
5103014011

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2018

SKRIPSI

Surface Functional Electrical Stimulation Device dengan Sensor Accelerometer pada Kelainan Foot Drop

Diajukan kepada Fakultas Teknik
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik
Jurusan Telnik Elektro



Oleh :

**Heinrich Rere Leon Dewanta
5103014011**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2018**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks, seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik.

Surabaya, 19 Juli 2018

Mahasiswa yang bersangkutan

**METERAI
TEMPEL**

7993BAFF060140659

6000
ENAM RIBU RUPIAH

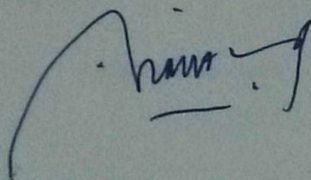
Heinrich Rere Leon Dewanta

5103014011

LEMBAR PERSETUJUAN

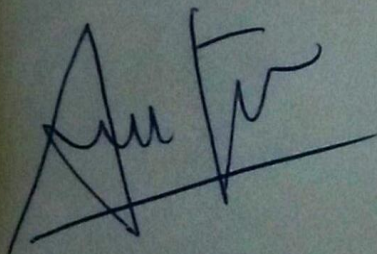
Naskah skripsi berjudul *Surface Functional Electrical Stimulation Device* dengan *Sensor Accelerometer* pada *Kelainan Foot Drop* yang ditulis oleh **Heinrich Rere Leon Dewanta / 5103014011** telah disetujui dan diterima untuk diajukan ke Tim penguji

Pembimbing I :



Diana Lestariningsih, ST.MT

Pembimbing II :

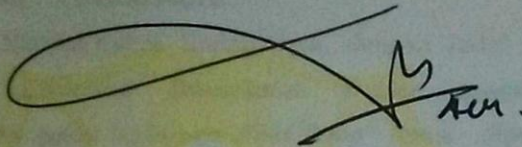


Drs. Peter Rhatodirdjo Angka, M.Kom

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi yang ditulis oleh **Heinrich Rere Leon Dewanta / 5103014011**, telah disetujui pada tanggal 19 Juli 2018 dan dinyatakan LULUS.

Ketua Dewan Penguji



Andrew Joewono, ST., MT, IPM

NIK. 511.97.0291

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Suryadi Ismaelji, Ph.D, IPM

NIK. 521.93.0198

Ketua Jurusan Teknik Elektro,



Albert Gunadhi, ST., MT, IPM

NIK. 511.94.0209

**LEMBAR PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Heinrich Rere Leon Dewanta

NRP : 5103014011

Menyetujui Skripsi/Karya Ilmiah saya, dengan Judul : ***“Surface Functional Electrical Stimulation Device dengan Sensor Accelerometer pada Kelainan Foot Drop”*** untuk dipublikasikan/ ditampilkan di Internet atau media lain (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 19 Juli 2018

Yang Menyatakan,



Heinrich Rere Leon Dewanta

NRP. 5103014011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi ***“Surface Functional Electrical Stimulation Device dengan Sensor Accelerometer pada Kelainan Foot Drop”*** dapat terselesaikan. Buku skripsi ini ditulis guna memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Unika Widya Mandala Surabaya.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak atas segala saran, bimbingan, dan dorongan semangat guna terselesaikannya skripsi ini. Untuk itu, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua, yang telah membiayai, memfasilitasi, mendukung dan mendoakan penulis.
2. Ibu Diana Lestariningsih, ST.MT dan bapak Drs. Peter Rathodirjo Angka, M.kom selaku dosen pembimbing yang dengan sabar memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis.
3. Ibu Theresia Yuliati S.si, MT selaku dosen pendamping akademik yang selalu menuntun penulis dari awal hingga akhir semester serta selalu memberikan masukan yang berguna bagi penulis.
4. Para sahabat Universitas Katolik Widya Mandala angkatan 2014, 2015, 2016 yang senantiasa memberikan dorongan semangat agar terselesaikannya skripsi ini.

Penulis sadar bahwa dalam mengerjakan skripsi ini masih terdapat kekurangan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi rekan – rekan mahasiswa dan semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, 19 Juli 2018

Heinrich Rere Leon Dewanta

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 <i>Electrical Stimulation</i>	6
2.3 Pengukuran ROM (<i>Range of Motion</i>)	7
2.4 <i>Sensor 3 Axis Aceelerometer dan Gait</i>	9
2.5 DC Step-up Module	12
2.6 SD Card Module	14
2.7 Mikrokontroller	16

2.8 Nilai ADC	16
BAB III METODE PERANCANGAN	17
3.1 Diagram Blok Alat.....	17
3.2 Perancangan Alat.....	19
3.3 Perancangan <i>Hardware</i>	20
3.3.1 Mikrokontroller	20
3.3.2 Rangkaian PWM to DC.....	20
3.3.3 Rangkaian DC Step-up.....	21
3.3.4 Rangkaian <i>Driver Pulse Generator</i>	23
3.4 Perancangan <i>Software</i>	24
3.4.1 Pemrograman Mikrokontroller	24
3.4.2 Perancangan Megunolink	29
BAB IV Pengukuran dan Pengujian Alat	33
4.1 Pengukuran Frekuensi	33
4.2 Pengukuran <i>Duty Cycle</i>	34
4.3 Pengukuran Amplitude	35
4.4 Pengukuran Arus Output Stimulus	37
4.5 Pengukuran Sudut	39
4.6 Pengujian Sistem Kerja Alat.....	40
BAB V Penutup	47
5.1 Kesimpulan	47

DAFTAR PUSTAKA	49
Lampiran 1	51
Lampiran 2	52
Lampiran 3	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Stimulation Parameters</i>	7
Gambar 2.2 Pengukuran ROM ankle.....	8
Gambar 2.3 Sensor 3 Axis Accelerometer.....	9
Gambar 2.4 Perubahan nilai gravitasi menurut posisi sensor	10
Gambar 2.5 Siklus <i>Gait</i>	11
Gambar 2.5 (a) MT3608.....	13
Gambar 2.5 (b) XL6009	13
Gambar 2.6 SD Card Module	14
Gambar 2.7 Arduino Uno	15
Gambar 3.1 Diagram Blok Alat.....	17
Gambar 3.2 Desain Tata Letak	19
Gambar 3.3 Rangkaian PWM to DC	21
Gambar 3.4 Rangkaian DC Step-up	22
Gambar 3.5 Rangkaian DC Step-up dengan IC MT3608	22
Gambar 3.6 Rangkaian DC Step-up dengan IC XL6009.....	23
Gambar 3.7 Rangkaian Driver pulse generator.....	24
Gambar 3.8 (a) Flowchart Main Program Arduino	27
Gambar 3.8 (b) Flowchart Subroutine Interrupt Arduino	27
Gambar 3.8 (c) Flowchart Subroutine Sensor Arduino	28
Gambar 3.8 (d) Flowchart Subroutine Sd Card Arduino	28
Gambar 3.8 (e) Flowchart Subroutine Set Arduino	29
Gambar 3.9 <i>Connection Manager</i>	30
Gambar 3.10 <i>Interface Panel</i>	30

Gambar 3.11 <i>Serial Monitor</i>	31
Gambar 3.12 <i>Table</i>	32
Gambar 3.8 <i>Time Plot</i>	32
Gambar 4.1 Frekuensi 1 Hz	34
Gambar 4.2 <i>Duty cycle 10%</i>	35
Gambar 4.3 Amplitude 5V	36
Gambar 4.4 Grafik arus terhadap <i>duty cycle</i> setiap perubahan frekuensi	38
Gambar 4.5 Hasil pengukuran sudut ankle Ibu Niti.....	44
Gambar 4.6 Hasil pengukuran sudut ankle Ibu Bani	45
Gambar 4.7 Hasil pengukuran sudut ankle Graha.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pemberian Jenis Arus dan Pengaruh Fisiologi pada frekuensi 60Hz selama 1 detik	12
Tabel 2.2 Penguatan DC Step-up Module	13
Tabel 2.3 Spesifikasi Board Arduino Uno	15
Tabel 3.1 <i>Interface</i> dengan <i>keyboard</i>	25
Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Arus Output Stimulus	37
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Sudut Ankle Plantarfleksi.....	39
Tabel 4.3 Biodata Subjek.....	40

ABSTRAK

Foot drop, merupakan suatu kondisi yang pergelangan kakinya mengalami kesulitan untuk mengangkat atau menyeret ditanah selama fase ayunan dari siklus berjalan. *Foot drop* biasanya terjadi pada penderita stroke, cedera tulang belakang, atau gangguan lain dari sistem saraf yang mengakibatkan melemahnya fungsi motorik bagian bawah.

Pada saat ini alat *functional electrical stimulation* (FES) merupakan pilihan pertama dalam pemulihan *foot drop*. FES secara efektif dapat memperbaiki *foot drop* dengan memberikan stimulus listrik pada otot *tibialis anterior* dan *peroneal nerve* selama fase ayun pada pola berjalan.

Pada tugas akhir ini akan dibuat alat *surface FES* yang digunakan dalam pemulihan *foot drop* yang stimulus listriknya dapat diatur oleh mikrokontroller (frekuensi, *duty cycle* dan amplitude). Penambahan *sensor accelerometer* pada alat ini digunakan untuk mendeteksi perubahan sudut yang terjadi pada pangkal kaki terhadap ujung jari kaki akibat pemberian stimulus. Data perubahan sudut, frekuensi, *duty cycle* dan amplitude akan disimpan kedalam sd card melalui sd card modul yang bertujuan untuk mempermudah pengamatan perkembangan subjek. Diharapkan hasil dari penelitian dapat membantu pemulihan kembali otot – otot yang dirangsang.

Perubahan sudut yang dimaksud merupakan sudut ankle *plantarfleksi* yang besarnya antara 0° – 55° . Besarnya parameter yang digunakan sebagai stimulus meliputi frekuensi (1 Hz – 101 Hz), *duty cycle* (10% - 90%), dan amplitude (0 V – 22.4 V). Frekuensi yang paling sering digunakan dalam proses pemulihan mulai dari 1 Hz – 50 Hz, frekuensi yang lebih tinggi dapat mengakibatkan rasa sakit atau terbakar pada bagian yang diberi stimulus. Peran *duty cycle* sebagai pengatur banyaknya serabut saraf yang akan diberi stimulus, semakin besar *duty cycle* maka semakin banyak serabut saraf yang akan diaktifkan.

Kata kunci : *functional electrical stimulation*, *surface FES*, mikrokontroller

ABSTRACT

Foot drop is an occurrence where the ankle has difficulty lifting or dragging the ground during the swing phase of the cycle. Foot drop usually occurs in patients with stroke, spinal cord injury, or other disorders of the nervous system that result in weakening of lower motor function.

At this point the functional electrical stimulation tool (FES) is the first choice in foot drop recovery. FES can effectively improve the foot drop by providing an electrical stimulus to the anterior tibialis and peroneal nerve muscles during the swing phase of the walking pattern.

In this final project will be made FES surface tool which is used in foot drop recovery which the electric stimulus can be arranged by microcontroller (frequency and amplitude). The addition of accelerometer sensor in this tool is used to detect angular changes that occur in the base of the foot against the tip of the toe as a result of the stimulus. Data change angle, frequency, and amplitude will be stored into the sd card via sd card module which aims to facilitate the observation of the development of the subject. It is expected that the results of the study can help restore the muscles that are stimulated.

The angle change in question is the angle of plantarflexion ankle which is between 0° - 55° . The magnitude of the parameters used as the stimulus includes frequency (1 Hz - 101 Hz), duty cycle (10% - 90%), and amplitude (0 V - 22.4 V). Frequencies most commonly used in the recovery process from 1 Hz - 50 Hz, higher frequencies can cause pain or burn on the part of the stimulus. The role of duty cycle as a regulator of the number of nerve fibers to be given a stimulus, the greater the duty cycle the more nerve fibers that will be activated.

Keywords: functional electrical stimulation, surface FESS, microcontroller