



**PENGARUH PEMBERIAN LATIHAN KONTRAKSI
ISOMETRIK VOLUNTER DENGAN ATAU TANPA
ELECTRICAL MUSCLE STIMULATION PADA KEKUATAN
KONTRAKSI OTOT LENGAN BAWAH**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar
sarjana strata-1 pendidikan dokter**

**NUR AZIZAH INTAN PUTRI ISMAIL
22010112110049**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2016**



**PENGARUH PEMBERIAN LATIHAN KONTRAKSI
ISOMETRIK VOLUNTER DENGAN ATAU TANPA
ELECTRICAL MUSCLE STIMULATION PADA KEKUATAN
KONTRAKSI OTOT LENGAN BAWAH**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN
KARYA TULIS ILMIAH**

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai gelar
sarjana strata-1 pendidikan dokter**

**NUR AZIZAH INTAN PUTRI ISMAIL
22010112110049**

**PROGRAM PENDIDIKAN SARJANA KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2016**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL KTI

**PENGARUH PEMBERIAN LATIHAN KONTRAKSI ISOMETRIK
VOLUNTER DENGAN ATAU TANPA *ELECTRICAL MUSCLE
STIMULATION* PADA KEKUATAN KONTRAKSI OTOT LENGAN BAWAH**

Disusun oleh:

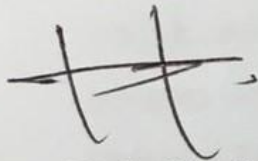
NUR AZZIZAH INTAN PUTRI ISMAIL

22010112110049

Telah disetujui:

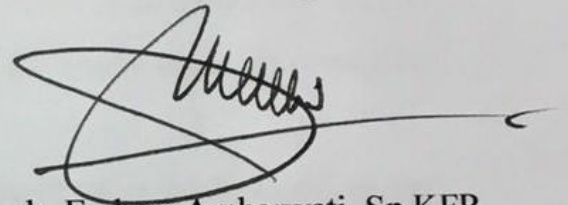
Semarang, 26 Mei 2016

Pembimbing I



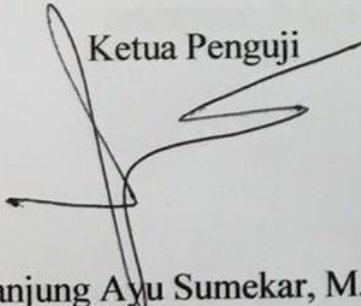
Dr.dr. Hardian
196304141990011001

Pembimbing II



dr. Endang Ambarwati, Sp.KFR
195608061985032001

Ketua Penguji



dr. Tanjung Ayu Sumekar, M.Si.Med
198510252009122002

Penguji

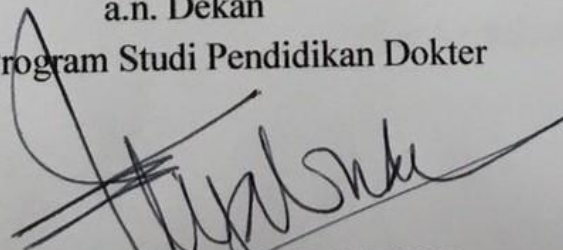


Marijo, S.Pd., M.Pd.
196703011998021001

Mengetahui

a.n. Dekan

Ketua Program Studi Pendidikan Dokter



dr. Erie BPS Andar, Sp.BS, PAK(K)
195412111981031014

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Nur Azizah Intan Putri Ismail
NIM : 22010112110049
Program Studi : Program Pendidikan Sarjana Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Judul KTI : Pengaruh Pemberian Latihan Kontraksi Isometrik Volunter
Dengan atau Tanpa *Electrical Muscle Stimulation* pada Kekuatan
Kontraksi Otot Lengan Bawah

Dengan ini menyatakan bahwa:

- 1) KTI ini ditulis sendiri dan tulisan asli saya sendiri tanpa bantuan orang lain selain pembimbing dan narasumber yang diketahui oleh pembimbing
- 2) KTI ini sebagian atau seluruhnya belum pernah dipublikasikan dalam bentuk artikel ataupun tugas ilmiah lain di Universitas Diponegoro maupun perguruan tinggi lain
- 3) Dalam KTI ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis orang lain kecuali secara tertulis dicantumkan sebagai rujukan dalam naskah dan tercantum dalam daftar kepustakaan

Semarang, 6 Mei 2016

Yang membuat pernyataan,

Nur Azizah Intan Putri Ismail

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan akhir Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Pengaruh Pemberian Latihan Kontraksi Isometrik Volunter dengan atau tanpa *Electrical Muscle Stimulation* pada Kekuatan Kontraksi Otot Lengan Bawah”. Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini adalah sebagai syarat mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang. Penulis menyadari sangatlah sulit menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Bersama ini penulis sampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Rektor Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan keahlian,
2. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah menyediakan sarana dan prasarana sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik dan lancar,
3. Dr. dr. Hardian selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
4. dr. Endang Ambarwati, Sp.KFR selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing penulis dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
5. dr. Tanjung Ayu Sumekar, M.Si.Med selaku ketua penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
6. Bapak Marijo, S.Pd.,M.Pd. selaku penguji yang telah memberikan arahan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
7. Teman-teman Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah berpartisipasi dalam penelitian ini,
8. Kepala bagian dan seluruh jajaran staf bagian Ilmu Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah menyediakan waktu dan tempat dalam pengerjaan Karya Tulis Ilmiah ini,

9. Kedua orang tua, Ismail Hilmi dan Tika Surtika, beserta kakak dan adik, M. Hilka P.I, Nur Azzahra Permata P.I, dan M. Daffa P.I, yang senantiasa memberikan dukungan moral maupun material kepada penulis,
10. Farid Setiawan selaku sahabat yang selalu memberi semangat dan dukungan kepada penulis selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
11. Teman seperjuangan Nadia Delima Andini yang telah mendukung, memberikan sumbangsih pikiran, dan senantiasa membantu dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini,
12. Para sahabat Auliya Husen, Naafi Rizqi R, Nadya Azzahra, Syaffa Sadida Z, Tiara Aris D, dan Wida Rahmawati yang selalu memberi dukungan, bantuan, dan waktunya selama menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini,
13. Serta seluruh pihak yang tidak mungkin penulis sebutkan satu-persatu atas dukungan dan bantuannya sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 8 Mei 2016

Nur Azizah Intan P.I.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Permasalahan penelitian.....	3
1.3 Tujuan penelitian.....	3
1.3.1 Tujuan umum	3
1.3.2 Tujuan khusus	3
1.4 Manfaat penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat untuk ilmu pengetahuan.....	4
1.4.2 Manfaat untuk masyarakat	4
1.4.3 Manfaat untuk penelitian.....	4
1.5 Keaslian penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Otot rangka.....	9
2.2 Mekanisme kontraksi otot.....	15
2.3 Tipe serabut otot.....	18
2.4 Tipe kontraksi otot	20
2.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan kontraksi otot	21

2.5.1 <i>Motor unit recruitment</i>	21
2.5.2 Ukuran otot	21
2.5.3 Susunan serabut otot	22
2.5.4 Usia	22
2.5.5 Genetik	23
2.5.6 Jenis kelamin	23
2.5.7 Latihan	24
2.5.8 Suplementasi	25
2.5.8.1 Vitamin D	25
2.5.8.2 Kafein	25
2.5.8.3 Protein	25
2.5.8.4 Kreatin	26
2.5.8.5 Steroid	26
2.6 Anatomi otot lengan bawah	26
2.7 Pengaruh EMS terhadap kekuatan otot	30
2.8 Latihan kontraksi isometrik	32
2.8 Kerangka teori	33
2.9 Kerangka konsep	34
2.10 Hipotesis	34
2.10.1 Hipotesis mayor	34
2.10.2 Hipotesis minor	34
BAB III METODE PENELITIAN	35
3.1 Ruang lingkup penelitian	35
3.2 Tempat dan waktu penelitian	35
3.3 Jenis dan rancangan penelitian	35
3.4 Populasi dan sampel	35
3.4.1 Populasi target	35
3.4.2 Populasi terjangkau	35
3.4.3 Sampel penelitian	35
3.4.3.1 Kriteria inklusi	36
3.4.3.2 Kriteria eksklusi	36

3.4.4 Cara sampling.....	36
3.4.5 Besar sampel	36
3.4.6 Cara alokasi subjek penelitian.....	37
3.5 Variabel penelitian.....	38
3.5.1 Variabel bebas	38
3.5.2 Variabel terikat	38
3.6 Definisi operasional	38
3.7 Alat dan cara kerja.....	39
3.7.1 Alat	39
3.7.2 Cara kerja	39
3.8 Alur penelitian.....	42
3.9 Analisis data	43
3.10 Etika penelitian.....	43
BAB IV HASIL PENELITIAN	45
4.1 Karakteristik subjek penelitian.....	45
4.2 Pengaruh latihan EMS dan kontraksi isometrik terhadap kekuatan otot lengan bawah	47
4.2.1 Intensitas rangsangan pada latihan EMS.....	47
4.2.2 Kekuatan otot lengan bawah	47
BAB V PEMBAHASAN	51
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....	54
6.1 Simpulan	54
6.2 Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian penelitian	4
Tabel 2. Karakteristik serabut otot	19
Tabel 3. Fungsi otot lengan bawah kompartemen anterior	28
Tabel 4. Fungsi otot lengan bawah kompartemen posterior.....	29
Tabel 5. Definisi operasional.....	38
Tabel 6. Karakteristik subjek penelitian	46
Tabel 7. Kekuatan otot lengan bawah	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur otot rangka	10
Gambar 2. Struktur molekul miosin	11
Gambar 3. Komposisi filamen tipis	12
Gambar 4. Mikroskopik anatomi serabut otot	13
Gambar 5. Retikulum sarkoplasma dan sistem T tubulus	14
Gambar 6. Gambar <i>motor endplate</i>	15
Gambar 7. Perjalanan potensial aksi	16
Gambar 8. Mekanisme kontraksi otot rangka	17
Gambar 9. Tipe kontraksi otot	21
Gambar 10. Otot superfisial lengan bawah anterior dan posterior	27
Gambar 11. Pemasangan alat EMS	31
Gambar 12. Kerangka teori	33
Gambar 13. Kerangka konsep	34
Gambar 14. Alur penelitian	42
Gambar 15. Kekuatan otot lengan bawah kanan pre dan post-latihan pada kelompok EMS dan isometrik.....	48
Gambar 16. Kekuatan otot lengan bawah kiri pre dan pos-latihan pada kelompok EMS dan isometrik.....	49
Gambar 17. Perbandingan Delta (pre-post) kanan antara kelompok EMS dengan kelompok isometrik.....	50
Gambar 18. Perbandingan Delta (pre-post) kiri antara kelompok EMS dengan kelompok isometrik.....	50
Gambar 19. Subjek melakukan latihan kombinasi EMS dengan isometrik	102
Gambar 20. <i>Hand gripper</i> untuk latihan isometrik dan latihan kombinasi EMS.....	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Ethical clearance</i>	61
Lampiran 2. Surat izin penelitian	62
Lampiran 3. <i>Informed consent</i>	63
Lampiran 4. Hasil analisis statistik	66
Lampiran 5. Dokumentasi penelitian	95
Lampiran 6. Biodata mahasiswa	96

DAFTAR SINGKATAN

25(OH)D	: 25 hidroxy vitamin D
ADP	: Adenosine diphosphate
ATP	: Adenosine triphosphate
EMS	: Electical muscle stimulation
mRNA	: messenger Ribonucleic acid
NEMS	: Neuromuscular electrical stimulation
PCr	: Phospocreatin
WHO	: World Health Organization

ABSTRAK

Latar belakang: *Electrical Muscle Stimulation* (EMS) diketahui dapat meningkatkan kekuatan otot. Otot lengan bawah merupakan salah satu otot tubuh yang banyak digunakan dalam berbagai aktivitas.

Tujuan: Membuktikan manfaat latihan kombinasi EMS dan kontraksi isometrik volunter terhadap kekuatan otot lengan bawah.

Metode: Desain penelitian ini adalah penelitian eksperimental *two groups pre and post test design* dan diselenggarakan di bagian Fisiologi FK Undip pada periode Maret 2016 . Subjek penelitian adalah mahasiswa FK Undip (n=12) yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok latihan kombinasi kontraksi isometrik volunter dan EMS (n=6) dan kelompok latihan kontraksi isometrik volunter (n=6). Pengambilan data menggunakan *handgrip dynamometer* pada sebelum (pre), dan pasca 4 minggu latihan (post). Uji statistik menggunakan uji t berpasangan, uji t-tidak berpasangan, uji Mann-Whitney, dan uji Wilcoxon.

Hasil: Delta peningkatan kekuatan otot lengan bawah kanan pada kelompok EMS adalah $7,8 \pm 2,33$ kg, lebih tinggi secara bermakna dibanding kelompok isometrik $4,9 \pm 0,85$ kg ($p=0,005$). Delta peningkatan kekuatan otot lengan bawah kiri pada kelompok EMS adalah $3,2 \pm 2,19$ kg juga lebih tinggi secara bermakna dibanding kelompok isometrik $3,4 \pm 0,39$ kg ($p=0,002$).

Kesimpulan: Peningkatan kekuatan kontraksi otot lengan bawah pada kelompok yang melakukan latihan kombinasi kontraksi isometrik volunter dengan EMS lebih besar secara bermakna dibanding kelompok yang melakukan latihan kontraksi isometrik volunter saja.

Kata kunci: EMS, kontraksi isometrik, kekuatan kontraksi, otot bahu, *handgrip dynamometer*.

ABSTRACT

Background: Electrical Muscle Stimulation (EMS) is known by its function in increasing muscle strength. Forearm muscles are one of the muscles of the body and commonly used for many activities.

Aim: To determine the effect of the combination exercise of EMS and voluntary isometric contraction to increase forearm muscles strength.

Methods: The study was experimental research with two groups pre and post design and conducted at Physiology Laboratory Medical Faculty Diponegoro University (MFDU) on period March 2016. The subject was student of MFDU ($n=12$) divided into two groups, namely the combination of EMS and isometric voluntary contraction exercise group ($n=6$) and isometric voluntary contraction exercise group ($n=6$). Forearm muscle strength was measure using handgrip dynamometer at pre, and after 4 weeks exercise. The difference of forearm muscle strength between and within groups were analyze using paired t-test, unpaired t test, Mann-Whitney test, and wilcoxon test.

Result: Delta of the right forearm muscles contraction in the EMS+isometric voluntary contraction exercise group is $7,8 \pm 2,33$ kg, significantly higher than in isometric voluntary contraction exercise group $4,9 \pm 0,85$ kg ($p=0,005$). Delta of the left forearm muscle contraction in the EMS+isometric voluntary contraction exercise group is $3,2 \pm 2,19$ kg, also significantly higher than in isometric voluntary contraction exercise group $3,4 \pm 0,39$ kg ($p=0,002$).

Conclusion: The increased of forearm muscle contraction strength in combination exercise of EMS and voluntray isometric contraction group was significantly higher than voluntary isometric contraction exercise only.

Key words: EMS, isometric contraction, contraction strength, forearm muscle, handgrip dynamometer.