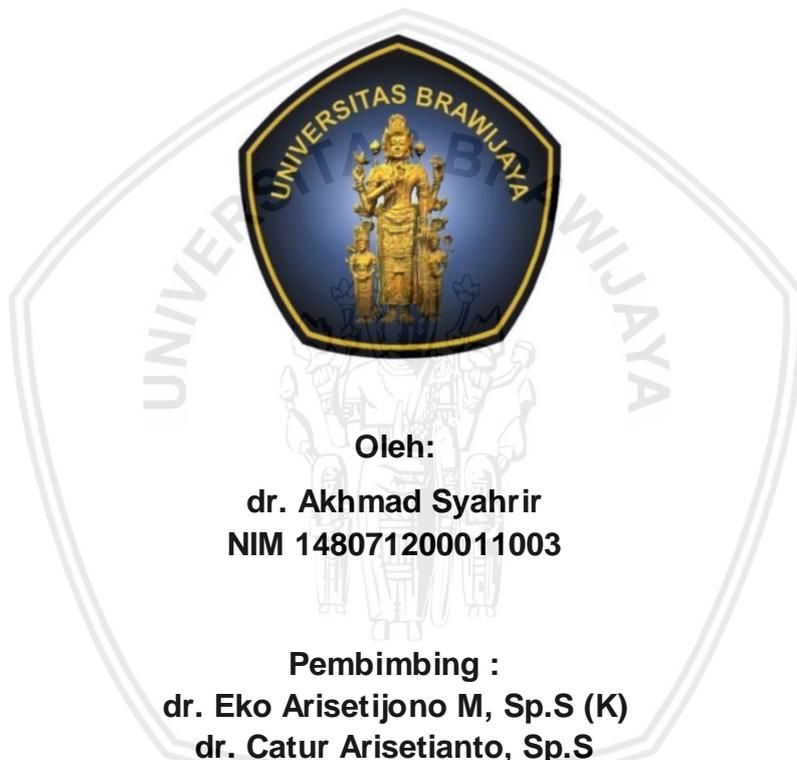


**EFEKTIVITAS *NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION*
PERGELANGAN TANGAN PADA DERAJAT SPASTISITAS DAN
FUNGSIONAL PASIEN PASCA STROKE YANG MENDAPATKAN TERAPI
LATIHAN PEMULIHAN EKSTREMITAS ATAS**

PENELITIAN AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Spesialis Saraf**



Oleh:

**dr. Akhmad Syahrir
NIM 148071200011003**

Pembimbing :

**dr. Eko Arisetijono M, Sp.S (K)
dr. Catur Arisetianto, Sp.S
dr. Djoko Witjaksono, Sp.KFR
Dr. dr. Siswanto, M.Sc**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS I
LAB/SMF ILMU PENYAKIT SARAF
UNIVERSITAS BRAWIJAYA-RSUD dr. SAIFUL ANWAR
MALANG
2019**

HALAMAN PENGESAHAN

PENELITIAN AKHIR

**EFEKTIVITAS NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION
PERGELANGAN TANGAN PADA DERAJAT SPASTISITAS DAN FUNGSIONAL
PASIEN PASCA STROKE YANG MENDAPATKAN TERAPI LATIHAN
PEMULIHAN EKSTREMITAS ATAS**

Untuk Memenuhi Persyaratan dalam Memperoleh Gelar Spesialis Saraf

Oleh:

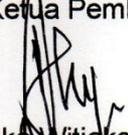
**dr. Akhmad Syahrir
NIM 148071200011003**

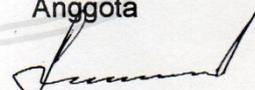
Telah diuji pada
Hari : Kamis
Tanggal : 31 Januari 2019
dan dinyatakan lulus oleh:

Komisi Pembimbing


dr. Eko Arisetijono M., Sp.S (K)
NIP. 19690206 20006041007
Ketua Pembimbing

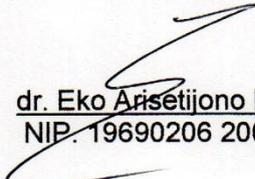

dr. Catur Arisetianto, Sp.S
NIK. 141181661
Anggota


dr. Djoko Witjaksono, Sp.KFR
NIK. 196111031989031007
Anggota


Dr. dr. Siswanto, M.Sc
NIDK. 8875870018
Anggota

Mengetahui,

Ketua Program Studi PPDS 1 Neurologi,


dr. Eko Arisetijono M., Sp.S (K)
NIP. 19690206 20006041007

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akhmad Syahrir

NIM : 148071200011003

Program Studi : Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Saraf
Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir yang saya tulis ini benar-benar hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya. Apabila di kemudian hari dapat dibuktikan bahwa Tugas Akhir ini adalah hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 1 Februari 2019

Yang membuat pernyataan,

(Akhmad Syahrir)
NIM 148071200011003

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga tugas akhir dengan judul **“Efektivitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* Pergelangan Tangan pada Derajat Spastisitas dan Fungsional Pasien Pasca Stroke yang Mendapatkan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas”** dapat terselesaikan.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya penulis sampaikan, terutama kepada :

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang
2. Direktur RSUD Dr. Saiful Anwar Malang
3. dr. S.B. Rianawati, Sp.S (K), selaku Kepala Departemen Neurologi RSUD Dr. Saiful Anwar Malang
4. dr. Eko Arisetijono M., Sp.S (K), selaku Ketua Program Studi dan dr. Widodo Mardi S, Sp.S (K) selaku Sekretaris Program Studi PPDS-1 Neurologi
5. dr. Eko Arisetijono M., Sp.S (K), dr. Catur Arisetianto, Sp.S, dr. Djoko Witjaksono, Sp.KFR, dan Dr. dr. Siswanto, M.Sc, selaku pembimbing penelitian, yang telah memberikan banyak masukan, arahan dan saran selama penyusunan tugas akhir ini.
6. dr. Hari Purnomo, Sp.S (K), dr. M. Dalhar, Sp.S (K), dr. Bambang Budiarmo, Sp.S (K), dr. Hanief N., Sp.S, Dr. dr. Masruroh Rahayu, M.Kes., dr. Badrul Munir, Sp.S, dr. Dessika R., Sp.S, M.Biomed, dr. Zamroni Afif, Sp.S, M.Biomed, dr. Catur Arisetianto, Sp.S, dr. Rodhiyan, Sp.S, M.Biomed, dr. Ria Damayanti, Sp.S,M.Biomed, dan dr. Neila Raisa, Sp.S, M.Biomed, atas segala saran, tauladan, dan dukungan serta ajaran-ajarannya yang dapat menjadi motivasi penulis.

7. Keempat Orangtua, Bapak H. Amir Maddi, SH MH, Ibu Hj. Megawati, Bsc, Bapak H. dr. Eko Nugroho, Sp.KFR, dan Ibu Hj. Rahayu Susilowati. Istri penulis dr. Virginia Ainurridlo Nugroho dan Putra tersayang Fadhlurahman Mecca Al-Husaini atas doa, keikhlasan, cinta kasih, dukungan moral dan material yang tiada putus-putusnya.
8. Teman-teman saudara seperjuangan Three Musketers (Januari 2015): dr. Eko Aprilianto dan dr. Sheny Agma, atas dukungan, semangat, kasih sayang dan pertolongan yang luar biasa selama ini
9. Pegawai di lingkungan Neurologi dan Rehab Medik RSSA yang telah membantu semua proses penulisan karya akhir ini, khususnya Bu Enni, Bu Linda, Pak Petrus, Pak Iswanto, Mas Budi, Mbak Anti, Mbak Aisyah, Mbak Syafira, Pak Ikhwan, dan Bu Lis atas bantuannya hingga terselesaikannya karya akhir ini.
10. Seluruh pihak, sahabat, dan teman-teman PPDS Neurologi yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu kedokteran dan kepentingan masyarakat. Penulis menyadari bahwa penelitian ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis menerima kritik dan masukan yang membangun demi kebaikan di masa depan.

Malang, 1 Februari 2019

dr. Akhmad Syahrir

ABSTRAK

EFEKTIVITAS NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION PERGELANGAN TANGAN PADA DERAJAT SPASTISITAS DAN FUNGSIONAL PASIEN PASCA STROKE YANG MENDAPATKAN TERAPI LATIHAN PEMULIHAN EKSTREMITAS ATAS

Akhmad Syahrir*, Eko Arisetijono**, Catur Arisetianto***, Djoko Witjaksono****, Siswanto*****

* Residen Ilmu Penyakit Saraf, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, RS Dr Saiful Anwar Malang, ** Divisi Neurovaskular Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, RS Dr Saiful Anwar Malang, *** Divisi Neurorestorasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, RS Dr Saiful Anwar Malang, **** Bagian Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, RS Dr Saiful Anwar Malang, ***** Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

Latar Belakang: Spastisitas merupakan salah satu masalah kecacatan pada penderita stroke, dimana belum ada terapi definitif yang dapat mempercepat pemulihan spastisitas. Stimulasi elektrik merupakan salah satu intervensi rehabilitasi yang dipercaya dapat memulihkan spastisitas berdasarkan teori neuroplastisitas. Sampai saat ini belum ada konsensus untuk metode stimulasi elektrik yang dapat memunculkan efek optimal pada pasien stroke. Studi-studi baru baru masih diperlukan untuk menentukan program terapeutik yang efektif.

Tujuan: Untuk mengetahui efektivitas penggunaan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan terhadap pemulihan derajat spastisitas dan fungsional pasien pasca stroke yang mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas (LPE).

Metode : Penelitian menggunakan desain *Randomized Controlled Trial*. Sampel penelitian adalah pasien stroke yang berobat di poli rawat jalan Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang. Penelitian melibatkan 30 pasien pasca stroke yang kemudian dilakukan randomisasi ke dalam kelompok NMES yang dikombinasi LPE (15 orang) dan kelompok LPE (15 orang). Dilakukan pengukuran *Modified Asworth Scale* dan total *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* sebelum dan setelah tindakan.

Hasil : NMES yang dikombinasi dengan LPE dapat menurunkan derajat spastisitas maupun meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara signifikan ($p < 0.05$). LPE juga dapat menurunkan derajat spastisitas maupun meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan secara signifikan ($p < 0.05$). NMES dibandingkan LPE lebih menurunkan derajat spastisitas maupun meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara tidak signifikan ($p > 0.05$).

Kesimpulan : Rerata penurunan derajat spastisitas dan peningkatan derajat fungsional pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan LPE lebih besar dibandingkan dengan kelompok LPE sehingga penggunaan NMES pergelangan tangan efektif terhadap pemulihan derajat spastisitas dan fungsional pasien pasca stroke yang mendapatkan terapi pemulihan ekstremitas atas.

Kata Kunci : *Neuromuscular Electrical Stimulation*, Spastisitas, Fungsional, Pasca Stroke

ABSTRACT**NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION EFFECT ON WRIST SPASTICITY AND FUNCTION IN POST STROKE PATIENT WITH UPPER EXTREMITY RECOVERY EXERCISE**

Akhmad Syahrir*, Eko Arisetijono**, Catur Arisetianto**, Djoko Witjaksono***, Siswanto****

* Neurological Disease Resident, Faculty of Medicine, Brawijaya University, Dr Saiful Anwar Hospital Malang; ** Departement of Neurology Medical Faculty of Brawijaya University, Dr Saiful Anwar Hospital Malang, *** Departement Physical Medicine and Rehabilitation, Dr Saiful Anwar Hospital Malang, **** Departement of Public Health Sciences Medical Faculty of Brawijaya University

Background : Stroke is still a major health problem in the world and cause disability. Spasticity is one of the disability problems in stroke patients, which is more common in the wrist muscles. Recovery of spasticity is quite difficult and there is no definitive treatment that can speed up the recovery. Electrical stimulation is one of the rehabilitation interventions that is believed to be able to recover spasticity based on neuroplasticity theory. There has been no consensus for the method of electrical stimulation that can give rise to optimal effects in stroke patients. New studies are still needed to determine effective therapeutic programs.

Objective : The study aims to determine the effectiveness of the use of Wrist Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) against the recovery of spasticity and functional degrees of post-stroke patients who receive upper extremity recovery exercise (URE).

Methods : The study used a randomized controlled trial. The study sample was stroke patients who are treated at dr. Saiful Anwar hospital policlinic. The study involved 30 post-stroke patients who were randomized into NMES combined with URE groups (15 patients) and URE groups (15 patients). Modified Asworth Scale and Fugl-Meyer Assesment of Upper Extremity total were measured before and after interventions.

Results : NMES combined with URE can reduce the degree of spasticity and increase the functional degree of the wrist in post-stroke patients significantly ($p < 0.05$). URE can also significantly reduce the degree of spasticity and increase the functional degree of the wrist ($p < 0.05$). NMES compared to URE futher reduced the degree of spasticity and increased the functional degree of the wrist in post-stroke patients insignificantly ($p > 0.05$).

Conclusion : The mean decrease in the degree of spasticity and increase in functional degree in the NMES group combined with URE was greater than that of the URE group so the use of wrist NMES was effective against the recovery of spasticity and functional degree of post-stroke patients who received upper extremity exercise.

Keywords: Neuromuscular Electrical Stimulation, Spasticity, Functional, Post-Stroke

DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kontrol Motorik Tangan Sebelum dan Setelah Stroke.....	8
2.2 Spastisitas Pasca Stroke.....	17
2.3 <i>Modified Asworth Scale</i> (MAS).....	29
2.4 Manajemen Spastisitas.....	29
2.5 <i>Fugl-Meyer Assesment Scale</i> (FMA).....	32
2.6 Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas.....	33
2.7 <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES).....	36
BAB 3 KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN.....	50
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	53
4.1 Desain Penelitian.....	53
4.2 Tempat dan waktu Penelitian.....	54
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	54
4.4 Variabel Penelitian.....	56
4.5 Definisi Operasional.....	56
4.6 Prosedur dan Alur Penelitian.....	57
4.7 Analisa Data.....	60
4.8 Etika Penelitian.....	61
BAB 5 HASIL PENELITIAN.....	63
5.1 Karakteristik Subyek Penelitian.....	63



5.2 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas	65
5.3 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES)	66
5.4 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES)	67
5.5 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas	68
5.6 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES)	68
5.7 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi <i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES)	69
BAB 6 PEMBAHASAN	71
BAB 7 PENUTUP	79
7.1 Kesimpulan	79
7.2 Saran	80
7.3 Keterbatasan Penelitian	80
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	87



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Definisi Operasional56

Tabel 5.1 Karakteristik Subyek Penelitian 64

Tabel 5.2 Perbedaan nilai MAS sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas66

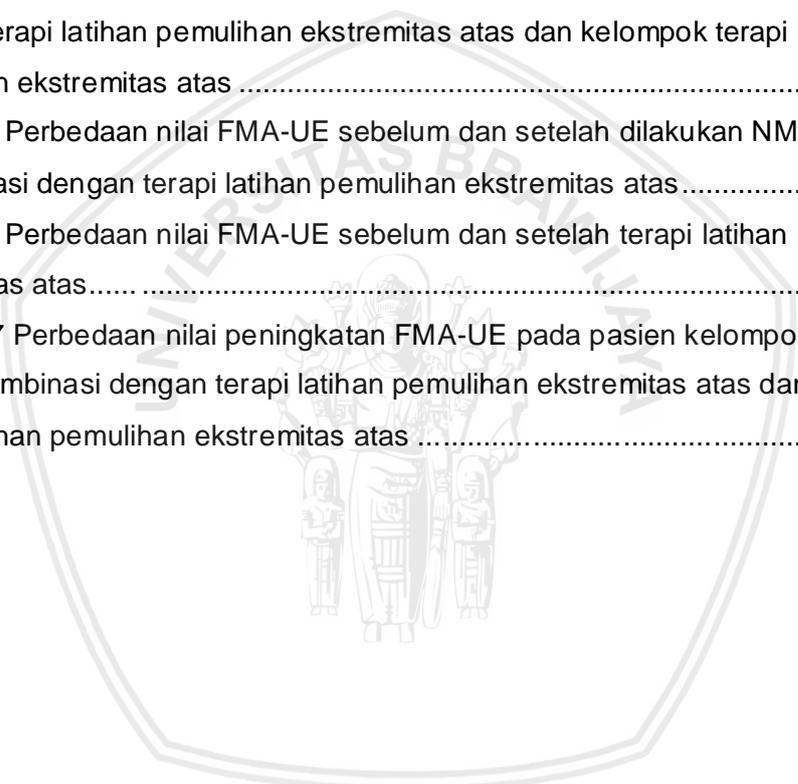
Tabel 5.3 Perbedaan nilai MAS sebelum dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas66

Tabel 5.4 Perbedaan nilai penurunan MAS pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas67

Tabel 5.5 Perbedaan nilai FMA-UE sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas68

Tabel 5.6 Perbedaan nilai FMA-UE sebelum dan setelah terapi latihan pemulihan ekstremitas atas69

Tabel 5. 7 Perbedaan nilai peningkatan FMA-UE pada pasien kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas69



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Taksonomi dari fungsi tangan	9
Gambar 2. 2 Hirarki Kontrol	10
Gambar 2. 3 Mekanisme terjadinya hiperefleksia..	21
Gambar 2. 4 Pengobatan yang memacu rehabilitasi motorik pasca stroke	26
Gambar 2. 5 BTL-5000	48



DAFTAR SINGKATAN

ARAT	= <i>action research arm test</i>
CNS	= <i>central nervous system</i>
EMG	= <i>electromyography</i>
FES	= <i>functional electrical stimulation</i>
FIM	= <i>functional independence measure</i>
FMA	= <i>fugl meyer asesment</i>
FMRI	= <i>functional magnetic resonance imaging</i>
HS	= <i>hemmorhagic stroke</i>
MAL	= <i>motor activity log</i>
MAS	= <i>modified asworth scale</i>
NMES	= <i>neuromuscular electric stimulation</i>
NHS	= <i>non hemmorhagic stroke</i>
PIP	= <i>proximal interphalangeal</i>
PNF	= <i>proprioceptive neuromuscular facillitation</i>
RCT	= <i>randomized control trial</i>
ROM	= <i>range of motion</i>
TENS	= <i>transcutaneous electrical nerve stimulation</i>
UE-FMA	= <i>upper extremity – fugl meyer assesment</i>
UMN	= <i>upper motor neuron</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spastisitas merupakan komponen dari gangguan *upper motor neuron* yang ditandai oleh peningkatan kecepatan yang berhubungan dengan reflek regang tonik dan peningkatan reflek tendon akibat hipereksitabilitas reflek regang. Pada lesi UMN diikuti oleh adanya hipertoni, hiperefleksia, klonus, reflek patologik dan tidak ada atrofi pada otot yang lumpuh. Hipertoni dan peningkatan refleksi fisiologis dapat terjadi sampai beberapa minggu. Spastisitas bermasalah dilaporkan pada 43% pasien stroke (1).

Spastisitas dapat mengakibatkan kelemahan otot, pemendekan otot dan berkembang ke arah deformitas persendian yang mengarah pada terbatasnya aktivitas sehari-hari dari pasien. Di antara gangguan *upper motor neuron*, spastisitas pada ekstremitas atas yang berkembang menjadi hemiplegi adalah lebih sering pada otot fleksor pergelangan tangan (2).

Onset spastisitas bermacam-macam dan dapat terjadi dalam periode singkat, medium, maupun jangka panjang. Studi yang dilakukan oleh Wisel menunjukkan bahwa 25% pasien stroke menderita spastisitas dalam 6 minggu pertama setelah kejadian. Diteliti juga bahwa spastisitas secara primer mempengaruhi pergelangan tangan (66%) dan pergelangan kaki (66%) (3). Pada ekstremitas atas, model yang paling sering adalah rotasi interna dan abduksi bahu digabungkan dengan fleksi pada siku, pergelangan tangan dan jari-jari (4)

Gangguan pada ekstremitas atas merupakan salah satu faktor utama yang mengakibatkan disabilitas fungsional pada pasien stroke (5). Stroke mengakibatkan perubahan pada tonus otot dan fungsi motorik, serta tingkat perolehan kembali gerakan aktif dan kemampuan fungsional yang terbatas, yang mana lebih rendah pada ekstremitas atas dibandingkan dengan ekstremitas bawah. Diperkirakan setengah dari pasien stroke memiliki kurangnya gerakan dan fungsi dari ekstremitas atasnya misal pada lengan dan pergelangan tangan, yang mana menghasilkan masalah fungsional utama. Hemiparesis didapatkan pada 85% penderita stroke yang bertahan hidup, dan 55%-75% berlanjut menjadi keterbatasan fungsional pada anggota gerak atas (6).

Sebagian besar perbaikan dari fungsi ekstremitas atas terjadi pada tiga bulan pertama setelah stroke, meskipun perbaikan bisa berlanjut hingga enam bulan (7). Pemulihan motorik terhadap kontrol gerakan volunter pasca stroke merupakan sesuatu yang cukup sulit. Setelah stroke yang berhubungan dengan oklusi pada arteri serebri media, perbaikan yang sempurna maupun hampir sempurna dari fungsi ekstremitas atas hanya 11.6% pada enam bulan pertama. Hanya 38% pasien yang mengalami pemulihan kemampuan tangan dan hanya 12% yang mengalami pemulihan fungsional meskipun telah mengalami rehabilitasi. Belum ada terapi definitif yang mempercepat proses pemulihan dan meningkatkan perbaikan neurologis (8).

Kemajuan dalam teknologi pencitraan otak *functional magnetic resonance imaging* (fMRI) membawa pada pengetahuan tentang proses neuroplastisitas yang mendasari pemulihan pasca stroke. fMRI membuktikan bahwa terapi fisik dapat memicu plastisitas otak pada pasien pasca stroke, tidak hanya pada fase

pemulihan subakut tetapi juga fase kronik. Observasi eksperimental menunjukkan adanya perubahan pada bentuk dan ukuran area aktivasi kortikal dan perbaikan kontrol gerakan motorik setelah aktivitas yang bersifat repetitif, fungsional dan menantang (9).

Beberapa intervensi metode rehabilitasi telah diteliti efeknya dalam memperbaiki kontrol motorik dan fungsi pada anggota gerak atas, misalnya latihan neurofisiologis, integrasi sensorimotor, fasilitasi neuromuskular proprioseptif, *biofeedback* dan *functional electrical stimulation*. Peningkatan postur melalui manajemen fisik (keperawatan, fisioterapi, terapi okupasional), pemeliharaan *range of motion* persendian, penguatan, *splinting*, dan kontrol nyeri adalah titik utama dalam manajemen spastisitas. Tujuan dari terapi adalah mengurangi aktivitas dari saraf motorik yang meningkat dan tidak terkontrol untuk mengurangi input sensorik abnormal pada semua pasien. Seluruh intervensi farmakologis merupakan elemen dari program terapi fisik dan pengobatan botulinum toksin merupakan contoh yang baik untuk itu. Pengobatan botulinum toksin digunakan pada senter dengan fisioterapi, sendiri maupun bersamaan dengan stimulasi elektrik fungsional. Bagaimanapun, terdapat ketidaksesuaian pada kombinasi terapi ini, periode pengobatan (akut, subakut, kronik), panjang optimal dari terapi, metode aplikasi, dan tingkat defisit motorik yang diperlukan untuk penggunaannya (10).

Diantara bermacam modalitas terapi spastisitas, latihan sangatlah penting. Peregangan pasif meningkatkan tegangan intramuskular, yang mana menstimulasi organ tendon golgi, suatu mekanisme protektif yang menghambat kontraksi otot, menyediakan relaksasi otot. Latihan peregangan merupakan pendekatan dasar untuk spastisitas. Terdapat beberapa jenis latihan

peregangan berdasarkan teknik aplikasinya. Latihan yang paling direkomendasikan untuk masalah neuromuskular adalah *proprioceptive neuromuscular facilitation* (PNF). Teknik ini merupakan teknik peregangan yang menyediakan fleksibilitas tinggi dengan peregangan otot (8).

Sebagai modalitas terapi fisik, *neuromuscular electrical stimulation* (NMES) mengurangi spastisitas dengan menyediakan relaksasi dari otot agonis dan kekuatan pada otot antagonis. Bagaimanapun, meskipun sejumlah studi pada efikasi stimulasi elektrik pada spastisitas, namun efikasinya masih kontroversial. Stimulasi elektrik mengurangi spastisitas dengan meningkatkan aktivasi serabut Ib, melalui mekanisme fasilitasi inhibisi berulang dari sel Renshaw, inhibisi antagonis timbal balik, dan peningkatan stimulus sensoris kutaneus. Dalam literatur, bermacam-macam studi melaporkan bahwa stimulasi aferen yang diperoleh dari stimulasi elektrik fungsional meningkatkan eksitabilitas saraf yang muncul dari area perse dan menyediakan neuroplastisitas (11).

Berbagai macam metode stimulasi listrik ditemukan efektif, meskipun, pengobatan lebih lama dari 90 menit/sesi atau 36 sesi/12 minggu tidak menyediakan manfaat tambahan (8). Pada penelitian sebelumnya disimpulkan penambahan stimulasi elektrik fungsional pada program rehabilitasi standar memiliki efek positif pada peningkatan pemulihan motorik dan fungsional ekstremitas atas pada pasien dengan hemiplegi pasca stroke. Durasi penelitian yang diberikan adalah 2 minggu, lebih pendek ketika dibandingkan dengan penelitian-penelitian lainnya, tetapi, lebih intens yaitu 5 kali tiap minggu, dan menghasilkan efek positif (12).

Studi dari Stein et al pada penelitian *meta-analysis* dari total 5066 judul, 29 RCT, mengenai aplikasi stimulasi elektrik pada ekstremitas atas maupun bawah, tanpa menghiraukan dosis NMES, dan membandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak terpapar stimulasi elektrik. Disimpulkan bahwa NMES yang di kombinasikan dengan modalitas intervensi lainnya dapat menjadi pilihan dalam memperbaiki spastisitas dan *range of motion* pada pasien pasca stroke (13).

Sampai saat ini belum ada konsensus untuk metode stimulasi elektrik yang dapat memunculkan efek optimal pada pasien stroke (14). Studi-studi baru dengan sampel yang lebih besar dan studi parameter stimulasi elektrik fungsional masih diperlukan untuk menentukan program terapeutik yang efektif.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke?
2. Bagaimana pengaruh terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke?
3. Bagaimana pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke?
4. Bagaimana pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke?

5. Bagaimana pengaruh Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke?
6. Bagaimana pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat fungsional pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke?
7. Apakah efektif penggunaan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan terhadap pemulihan derajat spastisitas dan derajat fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penggunaan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan terhadap pemulihan derajat spastisitas dan derajat fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas di RSUD Saiful Anwar Malang.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.
2. Mengetahui pengaruh terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.

3. Mengetahui pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat spastisitas pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja pada pasien pasca stroke.
4. Mengetahui pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.
5. Mengetahui pengaruh Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas terhadap derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke?
6. Mengetahui pengaruh *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih terhadap derajat fungsional pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke?

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Akademis

Manfaat penelitian ini adalah menambah informasi tentang efektivitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan pada derajat spastisitas dan derajat fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

1.4.2 Manfaat Klinis

Penelitian ini memberikan manfaat klinis berupa perlunya *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pada pergelangan tangan terhadap spastisitas dan fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

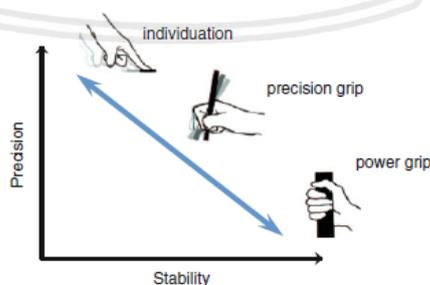
2.1 Kontrol Motorik Tangan Sebelum dan Setelah Stroke

Tangan manusia telah menjadi ketertarikan dari banyak pemikir, dengan memberikan pendapat mengenai bentuk hubungan dua arah antara pikiran dan tangan yang berperan dalam pencapaian unik pada umat manusia (15). Darwin berpendapat bahwa penggunaan alat dari batu pada jaman dulu mengakibatkan perubahan tekanan pada anatomi tangan (16). Tangan manusia merupakan alat yang unik yang mampu memberikan postur dan pergerakan yang tidak didapatkan pada primata lainnya. Peran tangan sebagai pembuat dan menggunakan alat, diperoleh dari koevolusi dari *bipedal gait*, yang diduga berperan penting pada perkembangan bahasa manusia, kognisi, dan kultur (15). Tangan yang berfungsi penuh sangat penting untuk kualitas hidup. Pada kondisi stroke, gangguan pada tangan sangat umum terjadi dan pemulihannya sering tidak sempurna (17).

Tangan manusia bersifat unik pada kemampuan biomekanik dan kontrol motorik. Evolusi morfologi tangan ini diikuti dengan pelebaran daerah korteks motorik dan sensoris. Selain perubahan pada korteks dan tangan, hubungan monosinaptik juga muncul antara korteks dan motoneuron pada medulla spinalis, menambah jalur polisinaptik kortikospinal dan jaras desenden batang otak yang sudah ada sebelumnya. Telah disampaikan sebelumnya bahwa hubungan monosinaptik dari korteks motorik pada motoneuron mengakibatkan peran korteks terhadap keseluruhan perilaku biomekanis pada tangan (18).

Telah banyak usaha yang dilakukan untuk menciptakan taksonomi untuk jenis aksi dari tangan. Klasifikasi berdasarkan anatomi sering berfokus pada sifat mekanis tangan, dimana secara fungsional terfokus pada bagaimana tangan dapat digunakan. Pergerakan menggenggam membutuhkan konfigurasi menggenggam tangan, dimana pergerakan selain menggenggam, contohnya, mendorong, melambai, menepuk, dan sebagainya. Klasifikasi mengenai gerakan tangan kemungkinan terlalu sederhana. Pada beberapa kasus, presisi dan kekuatan dibutuhkan bersamaan, contohnya, ketika menggunakan sumpit atau menulis dengan pensil (19).

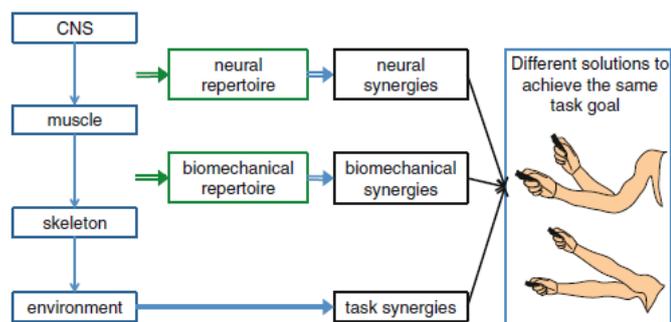
Pada pendekatan fungsional Napier, posisi ibu jari memiliki peran penting pada dua jenis genggam: abduksi untuk kekuatan genggam, dimana aduksi dan oposisi jari lainnya sehingga berbentuk seperti *clamp* adalah presisi genggam. Pada banyak kasus, postur tangan adalah kombinasi keduanya. Diduga bahwa gerakan tangan adalah suatu spektrum luas dari kekuatan genggam hingga individuasi satu jari, dengan presisi genggam di antaranya (Gambar 2.1). Konfigurasi dan kontrol pada tangan ditentukan oleh stabilitas dan presisi (20).



Gambar 2. 1 Taksonomi dari fungsi tangan memutar fungsi tangan dari presisi menuju stabilitas

Kontrol motorik pada tangan dicapai secara hierarki: perintah dikirimkan dari sistem syaraf pusat (CNS) ke otot; otot menarik tendon dan tulang untuk

menghasilkan torsi sendi yang berbeda; hal ini kemudian dapat menghasilkan pergerakan dan gaya kontak sehingga dapat bergerak dan berinteraksi dengan lingkungan untuk mencapai suatu tugas spesifik (Gambar 2.2). Lapisan hierarki ini menghasilkan fleksibilitas yang baik pada sistem motorik. Biasanya, kita dapat mencapai tugas motorik yang diberikan melalui beberapa cara yang berbeda. Sifat ini disebut sebagai *redundancy*. Masalah *redundancy* pada kontrol motorik pertama kali diperkenalkan untuk menjawab pertanyaan mengenai bagaimana otak kita memilih konfigurasi dan pergerakan ekstremitas tertentu diantara solusi yang mungkin untuk mencapai tugas spesifik. *Redundancy* dapat berada di seluruh poin pada hierarki kontrol. Anggap saja anda berniat untuk menekan sebuah tombol. Hal ini membutuhkan gaya akhir yang unik tertentu yang diaplikasikan pada tombol tersebut. Namun, anda dapat memilih satu dari sepuluh jari untuk menekan tombol tersebut. Pada jari yang dipilih, postur multipel pada tangan dan lengan dapat digunakan. Kita pada umumnya memiliki otot yang lebih banyak daripada derajat bebas, sehingga gaya akhir yang sama sering dicapai dengan menggunakan banyak otot. Kesimpulannya adalah aktivasi otot yang sama dapat dicapai dengan pola aktivitas multipel yang berbeda pada SSP (21).



Gambar 2. 2 Hirarki Kontrol

Stroke menyebabkan abnormalitas pada tangan yang merefleksikan organisasi neural kontrol tangan. Kelemahan umumnya terjadi setelah stroke terutama pada ekstensor jari, dan otot pergelangan tangan, dan merupakan kontributor pada gangguan stroke derajat sedang sampai berat. Untuk berbagai tingkat kelemahan juga terdapat hilangnya kontrol. Kelemahan terjadi akibat hilangnya input pada neuron motorik, dimana kehilangan kontrol dapat terjadi akibat kombinasi kelemahan, spastisitas, dan pola aktivasi otot yang terganggu. Contohnya, kegagalan dalam meluruskan jari disebabkan oleh kelemahan dan koaktivasi otot fleksor dan ekstensor pada jari yang tidak dikehendaki, akibat hipereksitabilitas motoneuron dan hilangnya inhibisi resiprokal. Pola aktivasi otot yang terganggu terjadi pada fleksi jari selama gerakan menggenggam dibandingkan pada ekstensi jari dan pergelangan tangan serta individuasi pada stroke. Gangguan individuasi jari ini terjadi akibat kurangnya kemampuan untuk isolasi otot yang tepat dan meningkatnya produksi gaya yang tidak dikehendaki pada jari yang tidak relevan pada tugas.

Disosiasi antara gaya genggam dan kontrol jari diilustrasikan dengan fakta bahwa tangan ipsilesi menunjukkan abnormalitas dalam kemampuan menjaga kekuatan genggam setelah stroke, konsisten dengan demonstrasi yang baru antara kedua hemisfer pada kontrol tangan. Disosiasi antara kelemahan dan kontrol dapat dilihat pada tangan setelah stroke yang juga dapat dilihat seiring berjalannya waktu dan derajat pemulihan. Heller et al menunjukkan bahwa kekuatan menggenggam pulih lebih cepat daripada aspek fungsi tangan lainnya seperti kemampuan untuk memanipulasi obyek. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh Sunderland et al menunjukkan bahwa pulihnya kekuatan menggenggam lebih baik daripada kemampuan tangan lainnya diukur dengan *Nine Hole Peg*

Test. Hal ini menekankan bahwa beberapa derajat kekuatan penting untuk kontrol dan juga tidak benar jika mengansumsikan bahwa dapat pulih seluruhnya secara independen. Dikatakan bahwa, merupakan observasi yang umum terjadi melihat pasien mampu melakukan kekuatan genggam dengan seluruh jari namun tidak mampu menekuk jari tunggal ketika yang lainnya tetap diam.

Tantangan terbesar pada penelitian stroke adalah menjelaskan dasar neural pada abnormalitas tangan setelah stroke dan pemulihannya. Kita harus fokus pada kontrol dari korteks dan batang otak serta keseimbangan keduanya. Hilangnya kekuatan secara total pada tangan (plegia) dapat dilihat setelah stroke pada M1 atau pada proyeksi white matter seperti bagian posterior kapsula interna. Seperti yang dijelaskan di atas, fleksi pada jari terutama genggam power dapat terlihat setelah stroke derajat menengah dan berat dan kekuatan genggam kembali sebelum kemampuan tangan selama pemulihan.

Petunjuk mengenai dasar neural pada gangguan tangan post stroke didapat setelah observasi, bahkan pada subyek yang sehat, terdapat penurunan individuasi ketika peningkatan daya dibutuhkan. Pada saat daya yang tinggi, pertukaran daya vs kemampuan tangan yang terlihat pada palse tangan dapat terlihat pula pada subyek sehat. Satu penemuan klasik yang dapat menjelaskan fenomena ini adalah beberapa sel CM pada M1 teraktivasi ketika otot yang diinervasi berperan dalam genggam presisi namun tidak ketika otot yang sama berperan dalam kekuatan genggam. Bukti yang ada menekankan bahwa hubungan CM tidak bertanggung jawab pada produksi daya yang lebih tinggi, namun lebih kepada daya yang lebih kecil dan halus. Pada manusia, dengan menggunakan metode fMRI multivariat, Diedrichsen et al juga membuktikan bahwa ketika aktivasi BOLD dengan tingkat daya tertentu, semakin tinggi

produksi daya semakin besar area korteks yang terlibat pada M1. Penjelasan yang penting untuk penemuan ini adalah jalur menurun batang otak berbeda pada tingkat daya yang tinggi. Terdapat bukti bahwa sistem retikulospinalis lebih berperan untuk kontraksi yang kuat. Akson pada traktus retikulospinalis lebih ekstensif pada medulla spinalis daripada akson kortikospinalis, lebih sering kontak dengan motoneuron, dan terus mengurangi repertoire untuk daya secara konsisten. Sehingga, mekanisme potensial pada individuasi yang hilang setelah stroke namun gengaman power tetap baik adalah melalui jalur retikulospinalis untuk tetap menjaga tingkat daya. Dugaan ini konsisten dengan peningkatan pergerakan mirror pada pasien setelah stroke (traktus retikulospinalis memproyeksikan secara bilateral) dan dari demonstrasi mengenai hilangnya kontrol individu pada sendi siku dan bahu setelah terjadi koneksi retikulospinalis pada pasien setelah stroke ketika tubuh menciptakan daya untuk melawan gravitasi (22).

Sehingga hubungan dinamis antara proyeksi monosinaptik kortikospinalis yang ada dan proyeksi retikulospinalis yang intak merupakan dasar fenotip paresis inisial dan pola pemulihan setelahnya. Plegia awal setelah stroke adalah akibat dari hilangnya dan terlambatnya input kortikospinalis dari M1 sebelum jalur menurun lainnya dan proyeksi retikulospinalis terjadi. Pemulihan dari infark korikal, terutama yang kecil, lebih baik setelah stroke subkorteks dengan berbagai derajat paresis. Hal ini terjadi karena *redundancy* pada tingkat kortikal. Pada laporan yang terbaru, Darling dan et al melakukan investigasi mengenai efek lesi korteks motorik yang ekstensif pada monyet macaque. Mereka melakukan observasi tentang kembalinya kemampuan tangan, dievaluasi dengan hewan tersebut dapat mengambil makanan pellet berukuran kecil dari

suatu wadah berbagai ukuran, 3 bulan setelah induksi stroke. Pertanyaan yang muncul adalah apakah terdapat M1 baru yang terpisah pada sulkus sentral monyet ini, dimana dapat menjelaskan pulihnya kemampuan tangan dengan cepat terlepas dari tingkat keparahan stroke korteks motorik.

Kami menduga bahwa derajat pemulihan yang sangat baik pada model primate bukan manusia dibandingkan pada manusia adalah keterlibatan infark white matter. Lesi yang terisolasi pada bagian posterior kapsula interna, yang dipelajari oleh Darling et al, menekankan tentang lesi white matter tanpa adanya komponen kortikal. Lesi ini dapat menyebabkan paresis yang lama, akibat dari jalur motorik kortikofugal yang terganggu. Pada studi baru-baru ini yang menarik adalah, lesi unilateral yang ekstensif pada piramida medulla yang dilakukan pada tiga monyet macaque dewasa. Setelah paralisis flaccid kontralateral awal, genggamannya dapat pulih namun individuasi tidak pulih. Dengan stimulasi pada batang otak (secara spesifik, fasikulus medial longitudinal pada medulla, daerah yang terdapat akson retikulospinalis menurun dapat diaktifkan) diketahui bahwa terdapat peran potensial post sinaps eksitatorik mono- dan disinaps setelah pemulihan, tetapi hanya motoneuron yang menginervasi otot flektor lengan bawah dan tangan intrinsik, tidak hanya motoneuron ekstensor lengan bawah. Penemuan ini menunjukkan bahwa, untuk pertama kali, adanya peran traktus retikulospinalis pada tangan dan keterbatasan pada jalur ini untuk tetap menjaga fungsi tangan. Selain itu juga menunjukkan pola kembalinya potensial eksitatorik dan aspek fungsi tangan selektif yang menyerupai pasien dengan hemiparesis berat; tetap terjaganya fleksi untuk gerakan menggenggam namun kelemahan yang persisten pada ekstensor.

Sehingga pemulihan kemampuan tangan sangat bergantung pada derajat dimana adanya jalur menurun kontralateral yang tersisa. Jika terjadi kerusakan yang berat, maka pemulihannya terbatas, tergantung dari kapasitas hubungan retikulospinalis, dengan kontrol modulasi dari M1 yang “lama” dan area korteks lainnya. Apa yang kami tidak ketahui adalah apakah keseimbangan antara pemulihan kortikospinal dan retikulospinal adalah subyek manipulasi untuk kasus lesi subtotal dimana kedua jalur tersebut dapat terfasilitasi. Data yang ada menyatakan bahwa potensial untuk pemulihan yang signifikan dari lesi korteks tergantung dari latihan (23).

Perbedaan antara *true recovery* dan *compensation* penting untuk dipikirkan dan mempengaruhi neurorehabilitasi. Kompensasi adalah tugas spesifik, sesuai tujuan, dan dicapai dengan eksplorasi pola pergerakan alternatif; pemulihan terjadi minimal secara parsial, pola pergerakan awal untuk mencapai tugas yang diberikan. Melihat kembali mengenai kontrol hierarki tangan, kompensasi lebih merupakan kesuksesan mencapai tugas, terlepas dari hilangnya repertoire neural. Disini kami mendefinisikan pemulihan yang sesungguhnya sebagai kembalinya pergerakan penuh yang ada sebelum terjadi cedera. Kami menggunakan istilah kompensasi sebagai perilaku tugas yang berkembang dengan menemukan cara yang lebih baik untuk memperbaiki yang terganggu, menggunakan tangan yang sehat untuk melakukan tugas yang dapat dilakukan tangan yang sakit sebelum cedera. walaupun begitu, terdapat versi yang lebih baik mengenai perbedaan ini, pada umumnya, tugas apapun dapat dicapai dengan berbagai cara.

Telah ditunjukkan bahwa pasien dengan hemiparesis cenderung terjadi kompensasi dengan batang tubuh mereka untuk mencapai akurasi yang lebih

tinggi. Hal yang sama ditunjukkan pada pemulihan lengan setelah terapi pembatas yang diinduksi gerakan (*constraint-induced movement therapy*) disebabkan oleh pemulihan kompensasi daripada pemulihan sesungguhnya. Terdapat investigasi analog mengenai pemulihan kompensasi pada tangan, tetapi pada studi terbaru ditemukan bahwa pasien dengan paresis tangan kronis mengadopsi strategi kompensasi pada tugas *reach-to-grasp*. Secara spesifik, pasien mengadopsi pola sendi-sudut tangan yang berbeda dibandingkan dengan kontrol untuk gerakan tangan mengambil balok konveks vs konkaf, menggunakan abduksi jari yang terganggu, fleksi sendi interfalangeal proksimal (PIP), dan fleksi sendi metakarpofalangeal yang meningkat. Strategi kompensasi tidak dapat terdeteksi dengan pengukuran klinis tradisional. Pengukuran kinematik memberikan informasi yang akurat dan lengkap mengenai *repertoire* tangan dan dapat membedakan pemulihan kompensasi dan pemulihan sesungguhnya.

Pemulihan yang sesungguhnya membutuhkan representasi neuronal *redundant* untuk mengembalikan pola koordinasi otot yang sama seperti sebelum cedera; representasi korteks jari individual pada M1 terdistribusi merata dan tumpang tindih dapat menjelaskan pemulihan dari stroke korteks kecil yang terisolasi biasanya baik. Pemulihan kekuatan menggenggam dapat terjadi walaupun pada stroke yang besar karena banyak area korteks, tidak hanya M1, dapat mengirimkan sinyal modulasi yang sederhana pada interneuron batang otak. Telah lama diduga bahwa kontrol tubuh proksimal pulih lebih cepat dan lebih baik daripada kontrol distal, walaupun baru-baru ini diragukan. Persepsi yang ada adalah pemulihan tangan yang buruk akibat dari tugas tangan lebih sulit daripada tugas lengan pada tes pemeriksaan neurologis yang dilakukan

bedside. Hal ini mendukung perbedaan potensial untuk pemulihan lengan dan tangan adalah terdapat *redundancy* pada tingkat otot untuk kontrol lengan yang tidak ada untuk kontrol jari. Untuk pergerakan lengan, kombinasi daya otot multipel dapat digunakan untuk menciptakan torsi sendi dan perubahan kinematik. Walaupun begitu, pada tangan, daya otot yang spesifik dibutuhkan untuk menciptakan daya pada ujung jari. Dinyatakan bahwa manipulasi tugas yang biasa mendorong sistem neuromuscular sehat pada batasnya ketika membutuhkan kombinasi dari, atau transisi antara, pergerakan dan produksi daya. Sehingga tangan memiliki cukup derajat bebas neuromekanik untuk mencapai kebutuhan mekanis simultan multipel dari tugas ekologis. Walaupun pemulihan tingkat neural tidak selalu mengikuti, lebih sulit pada tangan karena kurangnya *redundancy* pada tingkat otot. Dengan kata lain tidak terdapat bukti bahwa *redundancy* musculoskeletal membantu pemulihan. *Redundancy* pada tingkat neural, dimana lesi terjadi, merupakan determinan penting untuk pemulihan. Dikatakan bahwa tidak mudah hubungan ini terjadi. Contohnya, *repertoire* konfigurasi tangan spesifik tugas yang unik harus dipelajari dan representasi tersebut lebih rentan pada kerusakan korteks. Perlu dicatat bahwa argumen ini kontradiktif dengan sinergi otot dimana reduksi derajat bebas berarti membuat kontrol semakin mudah (24).

2.2 Spastisitas Pasca Stroke

Definisi spastisitas yang diterima paling luas didiskripsikan sebagai peningkatan reflek regang tonik ('tonus otot') dengan kelebihan hentakan tendon, yang dihasilkan dari hipereksitabilitas reflek regang, sebagai salah satu komponen dari *upper motor neuron syndrome*.

Rhines dan Magoun mengatakan bahwa timbulnya spastisitas merupakan akibat ketidak-seimbangan antara pusat fasilitasi dan pusat inhibisi di otak bagian tengah serta formasio retikularis batang otak dengan konsekuensi terjadinya ketidak-seimbangan antara alfa dengan gamma motor neuron. Motor unit terdiri dari sebuah alfa motor neuron, akson, *myoneural junction* dan serabut otot yang dipersarafinya.

Beberapa bentuk kenaikan tonus dapat timbul disebabkan karena:

1. Kerusakan yang mengenai jaras kortikospinalis
2. Pemutusan impuls supresor ke area inhibisi retikuler di batang otak bagian bawah atau
3. Penguatan rangsang dari area fasilitasi atau eksitasi retikuler di otak bagian tengah dan batang otak.

Keadaan tersebut diatas akan menimbulkan "luapan" fasilitasi ke medulla spinalis, dijalarkan melalui lintasan retikulospinal, vestibulospinal, dan lain-lain, dan sebagai akibatnya terjadi perubahan keseimbangan antara sistem motorneuron alfa dan gama. Kegagalan pengaruh inhibisi sentral yang secara normal menekan atau mengurangi reflex regang spinal akan diikuti oleh kontraksi otot yang berlebihan setelah peregangan yang dilakukan terhadapnya, dan adanya tahanan yang meningkat terhadap manipulasi.

Lengkung refleks regang adalah sirkuit neural paling dasar yang berperan terhadap spastisitas. Lengkung refleks regang ini terdiri dari serabut otot kontraktile, serabut aferen sensorik dan motorneuron.

Badan sel neuron sensorik (lengan aferen dari lengkung refleks regang), terdapat di ganglion radiks dorsal medulla spinalis. Lengan aferen neuron sensorik berasal dari reseptor spesifik organ (*muscle spindle*) dalam otot. *Muscle*

spindle, dimana impuls ini akan ditransmisikan lewat neuron sensorik ke substansia grisea medulla spinalis. Di sini neuron sensorik bersinaps dengan motor neuron menuju cabang eferen dari lengkung reflek regang. Badan sel motorneuron berada di kornu anterior medulla spinalis, dan cabang eferen keluar melalui medula spinalis, dan cabang eferen keluar melalui radiks spinalis anterior untuk mensarafi serabut otot kontraktile. Transmisi impuls ini mengakibatkan otot berkontraksi. Pada saat otot agonis berkontraksi untuk merespon adanya regangan, otot antagonis harus relaksasi. Relaksasi ini terjadi karena adanya neuron inhibisi pada medulla spinalis.

Motorneuron alfa pada kornu anterior maupun pada brainstem dan otot termasuk *the final common pathway* dalam mengekspresikan fungsi motorik termasuk spastisitas. Masing-masing motor neuron menerima dan sumasi adanya eksitasi dan inhibisi dari ribuan input spinal dan supraspinal, berpengaruh terhadap *the final common pathway*. Motor neuron alfa berbeda ukuran dan fungsi. Motor neuron kecil mempunyai frekuensi aktivasi terendah, mempersarafi serabut *slow twitch* dan motor neuron yang besar mempersarafi serabut *fast twitch*. Serabut otot dalam motor unit dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama berdasarkan gambaran fungsional, metabolik dan histokimia dari masing-masing serabut otot.

Beberapa yang menekan hiperaktifitas *the final common pathway* meliputi:

1. Jaras inhibisi serebral
2. Inhibisi nonresiprokal Ib (tendon golgi)

Adanya regangan akan merangsang organ tendon golgi, dan impuls berjalan lewat serabut Ib untuk mengaktifasi interneuron agar melepaskan mediator inhibisi.

3. Inhibisi presinaps pada terminal Ia

Spastisitas disebabkan oleh hilangnya inhibisi presinaptik pada terminal Ia. Dalam keadaan normal, inhibisi presinaptik dibawa oleh aksi dari inhibisi interneuron Ia presinaptik traktus retikulospinal yang bersifat GABA ergik. Pada spastisitas input retikulospinal hilang dengan diawali kegagalan inhibisi presinaptik dan juga hipereksitabilitas pada refleksi regang

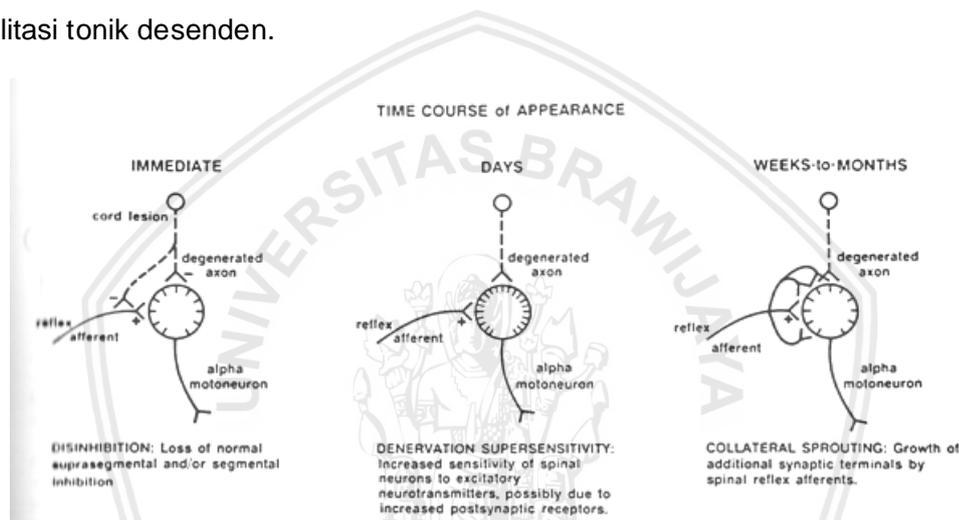
4. Inhibisi resiprokal Ia (inhibisi pada otot antagonis)

Inhibisi *recurrent Renshaw* (inhibisi *feedback* pada badan sel motor neuron alfa oleh inhibisi interneuron) (25).

Adanya ketidakseimbangan antara eksitasi dan inhibisi akan menyebabkan hipereksitabilitas pada lengkung refleksi regang, dimana hal ini merupakan dasar terjadinya spastisitas. Jumlah dari input dan keseimbangan dari eksitasi dan inhibisi menentukan apakah motor neuron akan beraksi pada beberapa waktu dan jika terjadi, seberapa cepat. Masing-masing *discharge* motor neuron dikonduksikan ke bawah akson motor dan menghasilkan kontraksi dari unit motor. Angka tercepat dari *discharge* (misal 20 hingga 30 Hz) kontraksi otot dapat mengakibatkan tetanik dan lebih kuat. Input supraspinal volunter, input refleksi spinal maupun supraspinal, atau kombinasi keduanya dapat mendischarge motor neuron dan mengakibatkan otot berkontraksi. Spastisitas merepresentasikan adanya hipereksitabilitas refleksi spinal maupun supraspinal diikuti degenerasi dari beberapa maupun seluruh input segmental dari supraspinal.

Pada awalnya, setelah lesi sistem saraf pusat, refleksi segmental biasanya terdepresi atau hilang (dinamakan syok serebral atau syok spinal). Sherrington, dengan lainnya berargumen bahwa terdapat hilangnya fasilitasi tonik desenden yang secara normal sumasi dengan input refleksi yang menyediakan timbulnya

reflek spinal. Setelah terjadinya cedera medula spinalis maupun stroke, fasilitasi tonik desenden ini hilang dan reflek spinal tidak memiliki cukup input untuk mendoplarisasikan alfa motor neuron secara volunter. Kemudian, waktu syok spinal maupun syok serebral diobservasi. Studi binatang menunjukkan blok pada medula spinalis menghasilkan hiperpolarisasi motorneuron yang mana lebih sulit untuk *discharge*, konsisten dengan postulat Sherrington tentang hilangnya fasilitasi tonik desenden.



Gambar 2. 3 Mekanisme terjadinya hiperefleksia. Tiga mekanisme menunjukkan munculnya hipereaktifitas reflek spinal setelah terjadinya lesi *upper motor neuron* meliputi disinhibisi, supersensitivitas denervasi, dan *collateral sprouting*.

Beberapa hari kemudian, mekanisme eksitabilitas neuronal dengan efek medula spinalis meningkatkan eksitabilitas reflek (Gambar 2.3.). Satu mekanisme yang ditujukan adalah menjelaskan peningkatan pada eksitabilitas reflek ini adalah supersensitivitas denervasi. Mekanisme ini dikenal baik pada sistem saraf perifer pada otot dan ganglion simpatikus, dimana denervasi mengakibatkan eksitabilitas organ akhir dalam beberapa hari. Sedikitnya pada beberapa instansi, supersensitivitas denervasi ini dihasilkan dari peningkatan sejumlah reseptor neurotransmitter pada otot maupun membran neuron. Terdapat beberapa bukti denervasi dari neuron, pada medula spinalis dan bagian lain dari

sistem saraf pusat, yang menghasilkan peningkatan jumlah reseptor dan neurotransmitter dan peningkatan sensitivitas substansi seperti neurotransmitter. Mekanisme tersebut bisa menjelaskan sebagian kembalinya dan peningkatan eksitabilitas dari reflek spinal beberapa hari setelah terjadinya cedera otak maupun medula spinalis.

Pada otot terjadi pengikatan ATP sehingga kepala miosin dilepaskan dari aktin. Kepala miosin menghidrolisis ATP menjadi ADP dan Pi, dan menahan kedua produk reaksi tersebut agar tetap terkait. Pemecahan ATP menyebabkan suatu tegangan alosterik kepala miosin. Kemudian kepala miosin membentuk suatu jembatan baru ke suatu molekul aktin yang bersebelahan. Aktin mengurus pelepasan Pi dan tak lama setelah itu juga pelepasan ADP. Dengan demikian tegangan alosterik kepala miosin terlaksana dengan cara perubahan konformasi yang bekerja. Ini mengakibatkan terjadinya kontraksi otot ekstrasfasal menjadi terus menerus.

Mekanisme lainnya yang telah diidentifikasi pada binatang yang berkontribusi kemudian pada peningkatan eksitabilitas reflek. Mekanisme ini, disebut *collateral sprouting* atau *reactive synaptogenesis* yang melibatkan pertumbuhan koneksi sinaptik baru oleh reflek aferen pada motor neuron dan interneuron dari medula spinalis, yang mana terdenevasi sebagian sebagai akibat dari lesi *upper motor neuron*. Pertumbuhan lambat dari ujung sinaptik eksitatorik yang baru oleh reflek aferen juga menjelaskan kemunculan gradual dari reflek spinal hiperaktif, khususnya peningkatan selama beberapa minggu hingga bulan.

Beberapa telah mempostulasikan bahwa spastisitas merupakan hasil dari relatif hilangnya aksi inhibisi normal pada perjalanan reflek. Seperti disinhibisi

cukup menjelaskan rigiditas deserebrasi, yang mana terdapat onset cepat dari hipertonus ekstensor setelah lesi dari *midbrain*. Kiranya terdapat kontrol inhibisi tonus dari hemisfer serebri menuju nukleus retikular dan nukleus vestibular di batang otak. Hilangnya input inhibisi normal, dikarenakan lesi pada korteks motorik, kapsula interna maupun *midbrain* menghasilkan peningkatan input eksitatorik dari jalur vestibulospinal dan/atau retikulospinal pada alfa dan/atau gama motor neuron di medula spinalis.

Spastisitas telah disamakan dengan rigiditas deserebrasi, tetapi dengan sangat lambat, dan onset gradual dari spastisitas menunjukkan bahwa mekanisme neuronal lain dari disinhibisi memainkan peran yang lebih besar pada spastisitas. Sepertinya dua atau lebih mekanisme neuronal, dan mungkin lainnya, yang berkontribusi pada spastisitas. Berbagai jalur segmental dan suprasegmental yang berperan dalam spastisitas masih banyak yang diteliti.

Menurut Bobath dan Brunstorm spastisitas dan hemiparesis pasca stroke hampir selalu terjadi bersama-sama namun dapat terjadi hemiparesis pasca stroke tanpa diikuti dengan spastisitas. Spastisitas yang timbul dapat berubah hingga maksimal. Elektromiografi menunjukkan bahwa peningkatan tonus otot menjadi maksimal antara 1 dan 3 bulan setelah stroke (spastisitas maksimal) (26).

Spastisitas dapat terlihat setelah lesi dari korteks serebri maupun medula spinalis. Bagaimanapun, tidak semua tonus otot meningkat dinamakan spastisitas. Kondisi patologis yang berdampak pada otot dan saraf perifer, medula spinalis, basal ganglia dan bagian lain dari sistem saraf pusat dapat menghasilkan berbagai macam hipertonus dari otot yang secara klinis maupun elektrofisiologis dibedakan dari manifestasi spastisitasnya.

Spastisitas pasca stroke tipikal meliputi *hyperactive phasic stretch reflex* dengan kecepatan-sensitif hipertonus, sebagian besar pada aduktor panggul, ekstensor lutut dan pergelangan kaki plantar fleksor. Nilai ambang rendah, dan besarnya kecepatan reflek tendon dan klonus muncul khas pada fleksor plantar dari pergelangan kaki, ekstensor lutut, fleksi bahu, dan fleksor pergelangan dan jari. Beberapa reflek postural suprasegmental hiperaktif seperti reflek tonus leher, maupun reflek tonus labirin simetris dan asimetris, dapat muncul pada hemiplegi. Sinergi merupakan karakteristik dari pemulihan intermediate dari kecepatan gerakan. Sinergi merupakan kontraksi masa simultan dari otot-otot sinergistik yang beraksi pada persendian ekstremitas yang berbeda. Pasien yang tidak dapat mengkontraksikan otot individu pada isolasi (*out of synergy*) (27).

Pada stroke dapat terjadi pemulihan motorik, meskipun masih banyak yang tidak diketahui bagaimana kompensasi otak untuk kerusakan tersebut. Beberapa sel otak kerusakan dapat bersifat sementara, tidak mengakibatkan kematian sel, hanya berkurang fungsi. Pada beberapa kasus otak dapat mengorganisasi fungsi mereka sendiri. Kadang daerah otak lainnya mengambil alih kerusakan untuk daerah yang rusak akibat stroke.

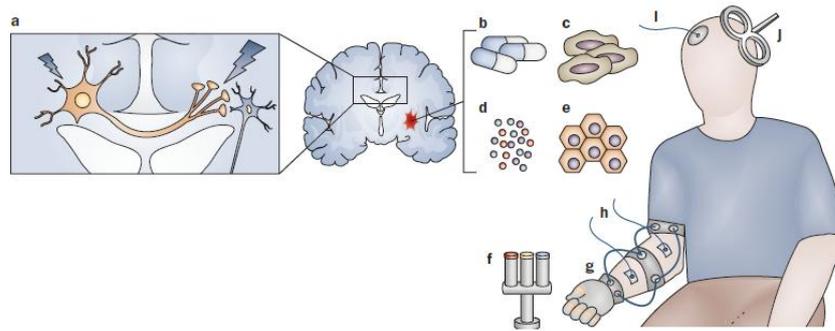
Perbaikan fungsi motorik pada pasien stroke berhubungan dengan beratnya defisit motorik saat serangan akut. Pasien dengan defisit motorik ringan saat serangan akan lebih banyak kemungkinan untuk mengalami perbaikan dibanding dengan pasien yang mempunyai defisit motorik yang berat (28).

Gangguan motorik merupakan disabilitas utama yang berhubungan dengan stroke, dan ketika lingkungan tidak termodifikasi mengakomodasi batasan fungsional pasien. Kemampuan latihan dan aktivitas fisik untuk mengembalikan fungsi motorik setelah kerusakan saraf telah dinilai. Fisiologi alami dan

plastisitas anatomis merupakan proses penting yang mana mendasari peningkatan fungsi motorik setelah stroke. Namun demikian, meskipun latihan tugas spesifik dan aktivitas fisik, 15-30% pasien dengan stroke mengalami disabilitas permanen.

Penelitian pertama yang dilakukan pada ekstremitas superior dihubungkan pada studi molekular dan mekanisme seluler dari pergerakan normal dan proses patofisiologi yang terlibat pada kelemahan pasca stroke. Penelitian kedua berpusat pada perkembangan farmakologis, biologis, dan teknik elektrofisiologis yang dapat memperluas plastisitas yang diinduksi latihan.

Sinaptogenesis dan remodeling dendrit dihubungkan dengan peningkatan aktivitas neurologis pada "*motor map*" pada korteks serebri ipsilesi dan kontralesi. Reorganisasi akson telah didemonstrasikan pada model rodent dari stroke, mengindikasikan bahwa proses ini mungkin dikritisi untuk pemulihan spontan setelah terjadinya infark. Data dari model binatang juga mendukung penggunaan latihan spesifik tugas dan latihan aerobik umum pada rehabilitasi pasca stroke dan menunjukkan bahwa pengukuran ini dapat mengaktifasi jalur molekular seperti *upregulation of brain – derived neurotrophic factor* yang mana penting pada neurogenesis sebaik pembelajaran dan memori. Latihan spesifik pada tugas yang dilakukan pada model binatang dengan cedera otak telah ditunjukkan untuk menginduksi perubahan pada arsitektur neural seperti *neural sprouting*, sinaptogenesis, dan percabangan dendritik. Perubahan anatomis dan fisiologis juga dikenal terjadi dengan jenis latihan motorik lainnya pada rodent contohnya latihan ketahanan meningkatkan permintaan metabolik dan mengarah pada angiogenesis, sementara latihan spesifik pada keterampilan menginduksi sinaptogenesis dan potensiasi sinaptik.



Gambar 2. 4 Pengobatan yang memacu rehabilitasi motorik pasca stroke; **a.)** Skema yang mendemonstrasikan konsep kompetisi interhemisfer dalam bentuk sederhana. Neuro yang besar merepresentasikan peningkatan inhibisi interhemisfer dari korteks motorik primer kontralateral menuju ipsilateral. Neuron yang kecil merepresentasikan traktus kortikospinal yang terinhibisi. Stimulasi invasif maupun non-invasif dapat menghambat aktivitas korteks motorik primer kontralesi dan memfasilitasi aktivitas dari korteks motorik primer ipsilesi. Metode lainnya yang dapat memacu aktivitas dari traktus kortikospinal ipsilesi atau jaringan yang berhubungan (bahkan ketika dikirimkan sistemik) termasuk **b.)** intervensi farmakologis yang targetnya pada sistem neurotransmitter; **c.)** *Stem cells*; **d.)** *Neural growth factor* dan sitokin; **e.)** Biomaterial eksogen. Intervensi eksperimental lainnya dapat mengurangi gangguan motorik pasca stroke termasuk ; **f.)** *Robot-assisted training-based therapy*; **g.)** Penggunaan ortotik yang menyediakan kontrol neuroprostetik atau penambahan terapi latihan; **h.)** Stimulasi saraf perifer maupun otot dengan elektroda permukaan; **i.)** Stimulasi langsung transkrania; dan **j.)** *Trancranial magnetic stimulation*.

Bukti dari reorganisasi neural pasca stroke bisa juga mengarah pada perkembangan intervensi terbaru yang mempromosikan rehabilitasi pasca stroke. Intervensi farmakologis yang bekerja pada sistem neurotransmitter yang mengawali plastisitas neural dan berpotensi memacu efektivitas dari terapi motorik pasca stroke. Studi preklinis melibatkan kucing maupun model rodent dari cedera otak menunjukkan bahwa pengobatan amfetamin – melalui peningkatan pelepasan presinaptik dari dopamin dan neuroepinefrin dan inhibisi dari pengambilan kembali neurotransmitter kemungkinan memiliki efek terapi setelah kerusakan otak. Bentuk dasar dari latihan motorik pada manusia dapat ditimbulkan oleh amfetamin. Amfetamin dapat menurunkan tingkat gangguan motorik pada uji seperti skor Fugl-Meyer pada pasien dengan infark serebral. Empat studi telah menunjukkan bahwa pengobatan amfetamin dihubungkan dengan beberapa keuntungan rehabilitasi pada pasien stroke, empat studi lainnya mengindikasikan bahwa terapi yang ada tidak bermanfaat pada

kelompok pasien ini. Obat-obatan yang memacu aktivitas dari sistem kolinergik, diketahui memodulasi aktivitas neural disepanjang korteks, juga diuji untuk kemampuannya memacu rehabilitasi motorik pasca stroke (29).

Pengaruh umur dan jenis kelamin terhadap perbaikan fungsi neurologis masih belum ada kesamaan pendapat dari beberapa penelitian. Bonita dan Censory tidak mendapatkan hubungan bermakna antara umur dan jenis kelamin terhadap perbaikan fungsi motorik (30).

Duncan dalam penelitiannya melaporkan bahwa perbaikan fungsi motorik dan aktivitas sehari-hari terjadi paling cepat dalam 30 hari pertama pasca stroke iskemik. Sedangkan Wade mendapatkan 50% pasien mengalami perbaikan fungsional paling cepat dalam 2 minggu pertama (31).

Riwayat alami pemulihan motorik digambarkan secara detail oleh Twitchell pada makalah klasiknya. Berdasarkan observasi pola pemulihan pada pasien stroke dengan hemiparesis, didokumentasikan adanya kemajuan pemulihan kontrol motorik lengan dan tungkai saat di rumah sakit, hal tersebut di atas dapat digambarkan adanya perkembangan yang berpola anak tangga. Pemulihan motorik dapat timbul secara komplit dengan hanya meninggalkan sedikit gejala sisa berupa peningkatan refleks tendon dalam dan mudah lelah atau dengan berbagai tingkat kelemahan dan spastisitas (32).

Pada awal kejadian terdapat tanda paralisis flaksid dan refleks tidak muncul, selanjutnya refleks muncul kembali dan menjadi hiperaktif, tonus otot meningkat dan berkembang menjadi spastik. Pemulihan selanjutnya gerakan volunteer dapat menjadi tidak sinergis dan akhirnya tonus otot normal dan refleks kembali muncul. Pemulihan dapat menetap dan berhenti pada stadium lanjut dan meninggalkan sisi kelemahan (33).

Brunnstorm membagi pemulihan penderita hemiplegik dalam 6 tahapan:

Tahap 1: Periode segera setelah fase akut, flaksid, penderita tidak dapat menggerakkan anggota badannya yang lumpuh.

Tahap 2: Spastisitas dan pola sinergis mulai timbul, penderita mulai dapat menggerakkan anggota badannya yang lumpuh secara volunter meskipun baru minimal

Tahap 3: Spastisitas menjadi semakin nyata. Penderita mulai dapat mengontrol gerakan sinergis.

Tahap 4: Spastisitas mulai menurun. Penderita dapat menggerakkan anggota tubuhnya diluar pola sinergis.

Tahap 5: Spastisitas minimal, (penderita dapat melakukan gerakan kombinasi yang lebih kompleks diluar pengaruh sinergis.

Tahap 6: Penderita sudah dapat melakukan banyak kombinasi gerakan dengan koordinasi yang cukup baik yang jika dilihat sepintas tampak normal. Spastisitas sudah menghilang.

Stadium pertama merupakan periode flaksid yang biasanya berlangsung 7-10 hari. Pada minggu kedua spastisitas mulai timbul. Variasi terjadi menurut luas dan lokasi lesi.

Reding dkk menunjukkan bahwa penderita dengan defisit motorik murni (hemiparesis) lebih dari 90% kemungkinan berjalan tanpa alat bantu dalam 3,5 bulan setelah stroke. Mayoritas penderita dapat memperoleh kembali ambulasi dengan bantuan, tetapi sekali lagi waktu mencapai tujuan ini tergantung pada hubungannya dengan defisit neurologik: 14 minggu untuk kelompok motorik murni, 22 minggu untuk kelompok sensorimotorik, 28 minggu untuk sensorimotorik ditambah kelompok hemianopia (34).

2.3 Modified Asworth Scale (MAS)

Penilaian derajat spastisitas dapat menggunakan beberapa skala, skala yang banyak digunakan dan reabilitasnya cukup baik adalah *Modified Asworth Scale* (35).

Modified Asworth Scale:

- 0 Tidak ada kenaikan dalam tonus otot (normal).
- 1 Kenaikan ringan dalam tonus otot. Muncul ketika dipegang dan dilepas atau dengan tahanan minimal pada akhir dari ROM ketika bagian yang terkena digerakkan dalam gerakan fleksi atau ekstensi (sangat ringan).
- 1+ Kenaikan ringan dalam tonus otot, muncul ketika dipegang diikuti dengan tahanan minimal pada sisa (<50%) dari ROM (ringan).
- 2 Kenaikan yang lebih jelas dalam tonus otot, pada sebagian besar ROM tetapi bagian yang terkena dapat digerakkan dengan mudah (sedang).
- 3 Kenaikan yang besar dalam tonus otot, dimana gerakan pasif sulit dilakukan (agak berat).
- 4 Bagian yang terkena kaku dalam gerakan fleksi atau ekstensi (berat).

2.4 Manajemen Spastisitas

Jarang seluruh manifestasi spastisitas untuk disingkirkan, terkadang beberapa spastisitas justru menguntungkan. Tujuan biasanya adalah meminimalisir efek samping dari reflek hipersensitif. Perawatan berjalan untuk

spastisitas dimulai dari metode konservatif minimal efek samping dan menuju pada metode agresif dengan efek samping lebih banyak.

Modalitas fisik seperti latihan *range-of-motion* (ROM) setiap hari adalah komponen penting dari manajemen spastisitas. Hipertonus dan ketidakseimbangan aktivitas otot setelah lesi UMN memberi kecenderungan pasien pada pemendekan otot dan pengencangan kapsul sendi. ROM setiap hari, baik dilakukan pasien atau dibantu, mencegah perkembangan dari terbatasnya gerakan sendi. Untuk spastisitas, ROM seharusnya meliputi pengencangan arkus yang lambat dan berakhir kokoh. Terdapat bukti bahwa peregangan otot, khususnya peregangan statis setiap harinya akan menghasilkan pengurangan hiperaktivitas reflek regangan yang akan berakhir untuk beberapa jam setelah latihan. Sebagian besar merekomendasikan ROM dan peregangan minimal dua kali sehari. Beberapa menyarankan sepeda pasif dapat membantu mengurangi spastisitas pada beberapa pasien.

Stimulasi elektrik pada seluruh tingkat dari sistem saraf telah dilaporkan memberikan manfaat dalam memperbaiki spastisitas. Stimulasi perifer dari otot maupun saraf selama 15 menit dilaporkan mengembalikan kecepatan hipertonus sensitif dan klonus hingga beberapa jam setelah stimulasi dihentikan. *Transcutaneous electrical nerve stimulation* (TENS) telah dilaporkan mengurangi spastisitas pada beberapa pasien dengan cedera medulan spinalis. Shindo melaporkan pengurangan spastisitas dari evaluasi klinis, bertahan 8 hingga 72 jam setelah tiap sesi dari program reedukasi neuromuskular menggunakan stimulasi elektrik fungsional multichannel agonis-antagonis. Studi lebih jauh dari teknik ini terjamin.

Terdapat tiga medikasi yang masih digunakan secara luas, efektif dan relatif aman untuk pengobatan spastisitas: baklofen, diazepam, dan dantrolene sodium. Baklofen bekerja pada tingkat medula spinalis, kemungkinan pada hambatan sinaps yang mana memiliki *gamma-butyric acid* (GABA) sebagai neurotransmitter, meskipun pada titik aksi lainnya juga didikripsikan. Obat ini merupakan yang paling berguna untuk mengobati spasme fleksor tetapi juga mengurangi aktivitas refleksi regangan pada pasien dengan patologi spinal. Keuntungan pada pasien dengan lesi serebral telah dilaporkan tetapi tidak meyakinkan didemonstrasikan. Pasien yang mana spastisitasnya berkurang oleh *muscle cooling* (kriotes positif) dan gerakan voluntornya segera dari spastisitas yang diuntungkan sebagian besar dari baklofen. Efek samping jarang dan cenderung ringan, meskipun mengembalikan spastisitas (*rebound*) dan kejang *withdrawal* telah dilaporkan ketika obat distop secara mendadak tanpa ditapering perlahan dan pasien dapat mengalami halusinasi, khususnya pada pasien dengan kerusakan otak. Studi eksperimental dengan pemberian baklofen intratekal menunjukkan bahwa dapat mengeliminasi hipertonus dan meningkatkan fungsinya meskipun dengan terapi oral dengan baklofen gagal.

Berbagai macam prosedur ortopedik digunakan untuk spastisitas. Hal ini dipertimbangkan untuk beberapa alasan: (1) tidak ada perbaikan fungsi; (2) mencegah atau mengembalikan deformitas; dan/atau (3) untuk kosmetik. Alasan ini perlu dijelaskan pada pasien. Prosedur meliputi reseksi dan pemanjangan maupun transfer dari tendon otot yang terlibat. Prosedur tersebut telah digunakan dan sebagian besar sukses pada serebral palsy dalam meningkatkan ambulasi. Reseksi dari tendon hamstring atau transfer insersi telah digunakan pada kontraktur fleksi lutut. Reseksi tendon achilles atau

peregangan pada deformitas equinus, dan reseksi tendon tibialis posterior dan transfer untuk deformitas farus dari kaki merupakan prosedur yang sering pada serebral palsy. Reseksi tendon aduktor dengan atau tanpa neurektomi obturator dapat mengembalikan spasme aduktor panggul. Reseksi otot atau tendon iliopsoas telah digunakan untuk spasme fleksor. Fusi subtalar maupun *triple arthrodesis* dapat meningkatkan keseimbangan berdiri dan berjalan pada kehadiran spastisitas. Ketika cara berjalan pada *borderline*, analisis pre-operatif yang hati-hati dari cara berjalan dibutuhkan, idealnya dengan perekaman EMG dinamik multichannel pada analisis cara berjalan, untuk menghindari adanya yang mencurigakan dari anak dengan serebral palsy. Mobilisasi awal saat post operatif penting untuk memaksimalkan keuntungan dari prosedur operatif. Prosedur selektif ini dilaporkan memberikan lebih banya pengurangan umum dari spastisitas sejak perluasan refleksogenik dari spastisitas berkurang. Prosedur *tenotomies* atau peregangan tendon dapat dilakukan, meskipun setelahnya bisa terjadi deformitas kembali (misal equinus) karena adaptasi otot yang mana sejumlah sarkomer pada otot berkurang atau deformitas alternatif berkembang (misal kalkaneus) (27).

2.5 *Fugl-Meyer Assessment Scale (FMA)*

Terdapat berbagai asesmen dalam menilai fungsional ekstremitas. *Fugl-Meyer Assessment Scale (FMA)* mengevaluasi perubahan pada fungsi motorik pada 6 area: keseimbangan, fungsi motorik dan koordinasi ekstremitas bawah, fungsi motorik dan koordinasi ekstremitas atas, sensasi, ROM persendian dan nyeri. Komponen fungsi motorik untuk ekstremitas didasarkan oleh stadium Brunnstrom dari pemulihan motorik yang mana mengasumsikan bahwa

pemulihan motorik bertahap dari masa, pola pergerakan stereotipik fleksi maupun ekstensi hingga gerakan kombinasi dari dua pola hingga gerakan volunter, gerakan terisolir dari tiap sendi. Masing-masing bernilai skala ordinal dari nilai 0 (tidak bisa dilakukan) hingga 2 (dapat dilakukan sempurna) dengan total 66 poin untuk fungsi ekstremitas atas dan 34 poin untuk fungsi ekstremitas bawah. Skala ini membutuhkan sekitar 25 hingga 30 menit dalam melakukan penilaian (36).

2.6 Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas

Pemulihan fungsi ekstremitas atas merupakan adaptasi dari *Metode Brunnstorm* yang didesain untuk pemulihan fungsional penderita stroke (tahap 4,5,6). SOP pemulihan fungsi ekstremitas atas disusun sebagai pedoman dalam melatih fungsi anggota gerak atas sebagai persiapan untuk kembali melakukan kegiatan fungsional sehari-hari. Kebijakan meliputi dari Dokter spesialis Rehabilitasi Medik / dokter menentukan program terapi dan dilaksanakan terapis okupasi, Petugas yang mengetahui anatomi fisiologi anggota gerak atas serta penderita yang telah diberi *inform consent*. Prosedur SOP Pemulihan Ekstremitas Atas meliputi:

1. Menggerakkan tangan ke arah sakral (belakang panggul)
2. Mengangkat lengan lurus ke depan (horizontal)
3. Pronasi-supinasi, sendi siku 90°
4. Mengangkat lengan lurus ke samping (horizontal)
5. Mengangkat lengan melewati kepala
6. Pronasi-supinasi, sendi siku lurus

7. Tes kecepatan (dihitung per 5 detik) : Tangan sehat VS tangan sakit
 - menggerakkan tangan dari paha ke mulut (meniru gerakan makan)
 - menggerakkan tangan dari paha satu ke paha yang lain.
8. Gerakan pasif jari-jari
9. Gerakan oposisi jari-jari
10. Pergelangan tangan : Siku ekstensi VS siku fleksi
 - stabilisasi pergelangan tangan untuk menggenggam
 - fleksi-ekstensi pergelangan tangan
 - menggenggam
11. Sirkumduksi pergelangan tangan
12. Jari-jari
 - jari-jari mengepal, meluruskan jari-jari
 - pola pegangan kait (menjinjing tas, ember dll)
 - lateral prehension (menjepit kartu)
 - palmar prehension (memegang pensil)
 - cylindrical grasp (memegang cangkir, gelas dll)
 - spherical grasp (memegang bola)
 - menangkap bola, melempar bola
 - menggerakkan ibu jari (tangan di atas paha) : Vertikal VS horizontal
 - eversi pergelangan tangan
 - menggerakkan jari-jari satu-persatu
13. ADL

- mengancingkan baju : Dua tangan VS tangan sakit
- memakai dan melepas *t-shirt*
- makan, minum, mandi, berhias, dan ke belakang (BAB/BAK)

14. Produktivitas: menulis (sekolah) dan pekerjaan

Ketika otot berkontraksi sangat kuat (terjadinya spastisitas), terutama jika ketegangan yang terjadi berlebihan maka secara tiba-tiba, kontraksi tersebut akan berhenti dan otot akan mengalami relaksasi. Relaksasi yang terjadi merupakan respon terhadap ketegangan yang kuat yang dinamakan *inverse stretch* atau *autogenic inhibisi* dan menyesuaikan dengan hukum Sherrington yaitu jika otot mendapat stimulasi untuk melakukan kontraksi maka otot antagonis menerima impuls untuk melakukan relaksasi.

Reseptor yang penting dalam *inverse stretch reflex* adalah golgi tendon organ, yang terdiri dari kumpulan anyaman dari ujung-ujung saraf yang menonjol diantara fasikula tendon. Serabut-serabut dari golgi tendon organ meliputi serabut saraf grup Ib bermielin yang merupakan serabut saraf penghantar cepat yang berakhir pada neuron inhibitor kemudian berakhir dengan neuron motorik.

Prinsip *inhibisi reciprocal* bahwa dalam medulla spinalis terdapat inhibisi post sinaptik. Serabut saraf afferent Ia dari *muscle spindle* otot berjalan menuju medulla spinalis dan bersinaps dengan saraf motorik dari otot yang sama (motorneuron alfa) serta bersinaps dengan interneuron inhibisi medulla spinalis yang kemudian bersinaps dengan saraf motorik dari otot antagonis.

Jika terjadi kontraksi selain respon GTO, juga terjadi respon dari *muscle spindle* yang dibawa oleh saraf Ia, maka impuls tersebut akan menimbulkan inhibisi post sinaptik melalui interneuron inhibisi pada medulla spinalis ke neuron-neuron motorik yang mempersarafi otot antagonis. Kemudian impuls tersebut

memfasilitasi neuron motorik dari otot agonis sehingga otot tersebut berkontraksi, sedangkan otot antagonis akan berelaksasi (37).

2.7 Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES)

Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) mengarah pada stimulasi elektrik pada *lower motor neuron* yang intak dalam mengaktivasi otot yang paresis maupun paralisis. Secara umum stimulasi elektrik dapat dilakukan pada sistem saraf pusat, sistem saraf perifer dan pada kulit. Pada sistem saraf perifer, stimulasi elektrik dapat mengaktivasi otot pada *motor point* yang intak, hal ini yang dilakukan pada NMES. Stimulasi elektrik pada saraf perifer juga dapat mengurangi nyeri dengan cara memodulasi input sensorik. Demikian halnya pada stimulasi elektrik sistem saraf pusat juga dapat berperan dalam mengaktivasi otot dan memodulasi input sensorik untuk mengurangi nyeri. Stimulasi elektrik pada kulit bertujuan pada penyembuhan luka (38).

Pada NMES titik stimulasi dapat terjadi dimana saja di sepanjang akson dari *lower motor neuron* termasuk *motor point* maupun cabang terminal saraf. Stimulasi yang menginduksi aktivasi otot memerlukan motor unit yang intak, yaitu *lower motor neuron* (*alfa motor neuron*), *neuromuscular junction* dan serabut otot yang sesuai. Pada kondisi kontraksi otot yang normal, motor unit yang terekrut pertama yakni pada kecepatan konduksi yang rendah, tenaga kekejangan otot yang rendah, waktu kontraksi yang lama, tenaga pembangkitan yang rendah, dan resistensi kelelahan yang besar. Motor unit dengan kecepatan konduksi yang lebih tinggi, tenaga pembangkitan yang lebih besar dan resistensi kelelahan yang lebih kecil akan terekrut seiring dengan peningkatan pembangkitan tenaga. Selama kontraksi otot normal, terjadi fasilitasi gradasi pada oto polos, juga pada

tenaga pembangkitan otot dan resistensi kelelahan. NMES dapat membalikkan rekrut normal yaitu pertama pada motor unit yang mengandung serabut saraf kecil, motor unit dengan kecepatan konduksi yang lebih tinggi, tenaga pembangkitan yang lebih besar, resistensi kelelahan yang lebih rendah, diikuti motor unit dengan kecepatan konduksi yang lebih rendah, tenaga pembangkitan yang lebih rendah dan resistensi kelelahan yang lebih tinggi.

Tehnik dalam penggunaan NMES dikenal ada dua yakni:

- a. Tehnik bipolar. Tehnik ini berkonsentrasi pada area target, cenderung memfasilitasi kontraksi efektif dari sekelompok target otot. Hal ini cukup ketika sekelompok target otot seperti quadrisep, ekstensor/fleksor pergelangan tangan, dorsoflektor pergelangan kaki dan lain-lain. Salah satu elektroda aktif dan elektroda dispersif yang berukuran sama diletakkan disepanjang target otot.
- b. Tehnik monopolar. Tehnik ini berkonsentrasi pada area target lokal, yang kecil. Hal ini lebih cocok ketika target pada otot spesifik dibandingkan dengan sekelompok otot. Tehnik ini menggunakan elektroda stimulasi yang tunggal, kecil aktif diletakkan disepanjang otot. Elektroda dispersif besar kedua diletakkan pada sisi yang sama dibadan jauh dari area target.

Functional electrical stimulation (FES) merupakan bentuk dari NMES. FES ini digunakan sebagai pengganti ortosis dalam menstimulasi otot yang paresis maupun paralisis. NMES dapat disempurnakan dengan berbagai stimulator elektrik, termasuk stimulasi *low-voltage alternating current* dan *high-voltage galvanic current*. NMES diindikasikan khusus dalam pengobatan atrofi otot, kelemahan otot, neuropati perifer dan spasme otot (39).

Kekuatan atau intensitas pada parameter terapi mempengaruhi kualitas dari kontraksi otot yang terfasilitasi. Penambahan parameter stimulasi dapat memodulasi pengiriman dari arus eksternal menimbulkan pembangkitan tenaga yang mendadak dan mempercepat onset kelelahan.

Frekuensi atau *pulse rate* secara umum, akan berbeda bergantung dari tujuan pengobatan. Tingginya frekuensi berpengaruh pada persepsi sensoris dan tingkat kelelahan otot. Klinisi harus memilih frekuensi terendah untuk mencapai hasil yang diinginkan. Stimulus frekuensi yang rendah diberikan dalam menimalkan kelelahan otot. Frekuensi/*pulse rate* diukur dalam *pulse per second* (pps) dan Hertz (Hz). Dikatakan stimulus frekuensi yang rendah sekitar 10Hz secara kontinu dalam 24 jam dapat mengubah jenis otot dengan kekejangan cepat (*fast twitch type IIb*) menjadi jenis otot dengan kekejangan lambat (*slow twitch type IB*). Hal ini mempunyai arti bahwa dengan stimulasi elektrik, akan membawa perubahan pada perangsangan pada otot fast twitch dapat dilakukan dengan energi yang lebih rendah seperti merangsang otot slow twitch. Stimulus dengan frekuensi yang lebih tinggi 40-60Hz pada jumlah stimulus yang konstan dapat mengubah jenis serabut otot. Stimulus dengan jumlah yang lebih banyak dan tinggi 100Hz dapat mengubah *slow twitch* menjadi *fast twitch*. Kontraksi tetani dapat tercapai pada *pulse rate* lebih besar dari 35-50 pulsa per detik.

Amplitudo pulsa perlahan meningkat seiring batasan toleransi sensoris dari pasien. Seiring akomodasi fisiologis yang terjadi, pasien biasanya dapat mentoleransi peningkatan intensitas. Beberapa hanya membutuhkan satu hingga dua sesi pada pasien dalam mentoleransi intensitas maksimalnya. Intensitas/amplitudo pulsa diukur dalam Ampere (A), kemudian *low voltage and*

miliampere (mA) kemudian *low/high voltage*.

Durasi pulsa/*width* dengan amplitudo memiliki hubungan berkebalikan. Sedikitnya amplitudo membutuhkan lebar pulsa yang lebih panjang. Hubungan ini membantu mencapai hasil yang diinginkan bersamaan dengan batasan sensoris dari pasien. Durasi pulsa/*width* diukur dalam *milliseconds* (msec).

Duty cycle mengarah pada rasio stimulasi on/off. Parameter ini penting dalam mencegah kelelahan otot. Secara khas, siklus kerja klinis adalah 1:3 (misal 5 detik on dan 15 detik off) atau 1:5 (misal 10 detik on dan 50 detik off). Waktu on sangat jarang melebihi 10 detik.

Ramp mengarah pada angka peningkatan hingga intensitas pulsa maupun lebar pulsa maksimum. *Ramp* dapat meliputi angka penolakan dari intensitas maupun *width*. Di lain kata, fungsi *ramp* menyediakan perubahan gradual dari intensitas pulsa maupun *width* dibandingkan perubahan instan. Parameter ini berpengaruh pada kualitas kontraksi otot dan persepsi sensoris. *Ramp* diukur dalam *milliseconds* (msec). Semakin lama stimulus *ramp* yang diberikan maka semakin gradual tenaga pembangkitan.

Serat saraf motoris normal hanya memerlukan durasi pulsa pendek untuk bisa mengalami eksitasi atau depolarisasi, sedangkan tanggap rangsang otot membutuhkan durasi pulsa yang jauh lebih panjang. Kots menunjukkan bahwa induksi dari kontraksi yang dihasilkan oleh NMES pada saraf motorik dapat meningkatkan jumlah rekrutmen motor unit. Dia berteori bahwa jika semua motor unit direkrut, otot dapat melakukan sistem kontraksi maksimal, dan bahwa dengan sesi pelatihan dari NMES otot akan meningkatkan ketegangan dan mengembangkan kapasitas kekuatan.

Sulit secara praktis dan obyektif dalam mengases kontraksi otot yang terinduksi elektris. Tekanan khusus seharusnya diletakkan pada kualitas kontraksi otot yang didiskripsikan, termasuk kelembutan dan spesifisitas gerakan sendi yang dicapai. Dokumentasi efektif meliputi diskripsi seluruh parameter dengan hati-hati (intensitas, *witdh*, dan lain-lain). Total waktu pengobatan harus dicatat. Penggunaan alat ukur dan anatomi lokasi seharusnya digunakan dalam perletakan elektroda yang akurat.

Elektroda stimulasi secara umum dikontraindikasikan pada pasien dengan *cardiac pacemaker* maupun dengan implan stimulator elektris lainnya. Kontraindikasi lainnya meliputi perletakkan pada area tromboplebitis atau trombosis, disepanjang sinus carotis, dan pada area perdarahan aktif. Hati-hati diberikan pada obseitas, gangguan sensasi, dan penggunaan implan metal superfisial.

Pemberian NMES melalui elektroda yang menempel langsung pada kulit dan utamanya pada motor poin dari otot-otot yang dirangsang bekerja meniru impuls potensial aksi yang berasal dari sistem saraf pusat. Stimulasi NMES dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan sebuah perubahan dalam distribusi serat otot. Perubahan dimulai dengan peningkatan persentase dari mitokondria, aktivitas enzim oksidatif, kapiler per milimeter persegi, total dan konsumsi aliran darah (40).

Penggunaan NMES pada rehabilitasi pasien dengan penyakit neurologis meningkat pada tahun-tahun ini. Efek dari pengurangan spastisitas dapat dijelaskan dengan aksinya pada peningkatan aktivitas lb melalui mekanisme yang memfasilitasi inhibisi berulang dari sel Renshaw, pada inhibisi timbal balik,

dan peningkatan stimulus sensorik kutaneus.

Studi yang dilakukan menggunakan *functional MRI* didapatkan selama NMES didapatkan stimulasi pada area kortek sensorik. Perubahan input sensorik mengakibatkan reorganisasi kortikal, mengaktifkan area sensorik primer dan motorik primer (41).

Aplikasi NMES yang dikombinasikan dengan intervensi lainnya berhubungan dengan pengurangan spastisitas dan pemulihan *range of motion* (ROM) dibandingkan dengan kelompok kontrol. Spastisitas dapat mempengaruhi aktivitas fungsional pada pasien stroke, hal ini diperlukan untuk kendali sebelum menerapkan beberapa protokol terapi kontrol motorik lainnya (42).

NMES dapat memberikan manfaat yang lebih besar dari program kontrol motorik dan meningkatkan aktivitas fungsional yang lebih baik. Penggunaan NMES tidak menghambat penggunaan tangan yang tidak terkena stroke, tetapi dapat memacu dan memfasilitasi pasien menggunakan tangan yang terkena stroke untuk pekerjaan harian, menghasilkan peningkatan *range of motion*.

Studi dari Stein et al pada penelitian *meta-analysis* dari total 5066 judul, 29 RCT, mengenai aplikasi stimulasi elektrik pada ekstremitas atas maupun bawah, tanpa menghiraukan dosis NMES, dan membandingkan dengan kelompok kontrol yang tidak terpapar stimulasi elektrik. Evaluasi keluaran spastisitas menggunakan *Modified Asworth Scale* dan keluaran sekunder berupa *range of motion* dari Geniometer. Disimpulkan bahwa NMES yang dikombinasikan dengan modalitas intervensi lainnya dapat menjadi pilihan dalam memperbaiki spastisitas dan *range of motion* pada pasien pasca stroke (13).

Studi dari Heckman melakukan *EMG-triggered electrical muscle stimulation* pada otot ekstensor dari lengan, ekstensor pergelangan kaki dan fleksor lutut 5

kali dalam seminggu selama satu bulan pada kelompok 1 (n=14) yang menjalani program rehabilitasi umum dibandingkan kelompok 2 (n=14) yang hanya mendapatkan program rehabilitasi umum saja. Evaluasi sebelum dan setelah perlakuan pada seluruh pasien dilakukan pemeriksaan klinis skor spastisitas dan ROM aktif, termasuk tes pendular untuk motilitas sendi siku dan sendi lutut. Aktivitas sehari-hari dinilai menggunakan Barthel Index. Kedua modalitas menghasilkan perbaikan yang signifikan ($p < 0.05$) kecuali pada skor spastisitas ekstremitas atas pada kelompok kontrol. Hasil dari kelompok studi secara signifikan lebih baik pada ROM ekstensor tangan dan pergelangan kaki ($p = 0.0097$; $p = 0.0108$). Hasil studi kelompok dalam mengavaluasi skor spastisitas, parameter motilitas dan Barthel index lebih superior dari kelompok kontrol, tetapi perbedaannya tidak signifikan (43).

Studi yang dilakukan oleh Sonde et al, pada 28 pasien stroke diberikan stimulasi elektrik frekuensi rendah 1.7Hz pada tangan yang paresis selama 3 bulan dimulai pada onset stroke 6-12 bulan. Penilaian perubahan fungsi motorik tangan menggunakan skala dari *Fugl Meyer Motor Performance Scale*, penilaian spastisitas menggunakan *6-point Asworth Scale*, dan penilaian aktivitas sehari-hari menggunakan *Barthel index*. Terjadi perubahan pada fungsi motorik pada tangan baik pada kelompok terapi dan kontrol. Peningkatan spastisitas juga didapatkan pada kedua kelompok. Penilaian aktivitas sehari-hari didapatkan sama pada kelompok terapi, dimana terjadi perubahan pada kelompok kontrol pada periode yang sama. Disimpulkan pemberian stimulasi frekuensi rendah pada pasien dimulai 6-12 bulan pasca stroke tidak memiliki efek yang spesifik (44).

Studi grup paralel yang dilakukan Powell et al, pada 60 pasien hemiparesis

2-4 minggu pasca stroke membandingkan pengobatan rehabilitasi standar dengan kombinasi stimulasi elektrik pada ekstensor pergelangan tangan (3 kali 30 menit sehari selama 8 minggu). Kekuatan isometrik pergelangan tangan diukur menggunakan suatu alat yang dibuat. Disabilitas ekstremitas atas menggunakan *Action Research Arm Test* (ARAT). Observasi dilanjutkan hingga 32 minggu (24 minggu setelah berakhirnya stimulasi elektrik maupun intervensi kontrol). Disimpulkan bahwa stimulasi elektrik pada otot ekstensor pergelangan tangan dapat memacu pemulihan kekuatan ekstensor isometrik pergelangan tangan pada pasien stroke dengan hemiparesis. Disabilitas ekstremitas atas berkurang setelah 8 minggu dari terapi stimulasi elektrik, dengan manfaat lebih terlihat pada pasien dengan beberapa fungsi motorik yang tersisa pada pergelangan tangan. Meskipun, masih belum jelas seberapa lama peningkatan disabilitas ekstremitas atas terjaga setelah stimulasi elektrik dihentikan (6).

Studi de Kroon pada 30 pasien stroke kronik dengan gangguan pada fungsi ekstremitas atas secara random dilakukan stimulasi elektrik pada kelompok otot ekstensor dan fleksor tangan (kelompok A) maupun stimulasi elektrik pada otot ekstensor saja (kelompok B). Pengukuran hasil dilakukan menggunakan *Action Research Arm test* (ARAT) dalam mengases fungsi tangan. *Grip strength*, *Motricity Index*, *Asworth Scale* dan *Range of motion* pada pergelangan tangan sebagai pengukuran hasil sekunder. Perbaikan dari tes ARAT adalah 1 poin pada kelompok A dan 3.3 poin pada kelompok B; perbedaan peningkatan fungsional sebesar 2.3 poin (*Confidence interval* -1.06 hingga 5.60). Angka kesuksesan (misal persentase pasien dengan perbaikan klinis relevan >5.7 poin dari tes ARAT) adalah 27% pada kelompok B (4 pasien) dan 8% pada kelompok A (1 pasien). Perbedaan peningkatan fungsional dan angka kesuksesan secara

statistik tidak signifikan, baik perbedaan antara dua kelompok dengan pengukuran sekunder dari hasil (45).

Studi Hara pada 16 pasien stroke dengan spastisitas pada ekstremitas atas dengan onset stroke lebih dari 1 tahun, pasien menjalani terapi stimulasi elektrik fungsional hibrid pada otot-otot ekstensor karpi radialis longus dan brevis, ekstensor digitorum komunis dan ekstensor indicis proprius sekali maupun dua kali seminggu selama 4 bulan setelah blokade titik motorik pada otot-otot fleksor jari yang spastik. Elektroda permukaan diletakkan pada sinyal elektromiografi dan menstimulasi otot dalam proporsi pada sinyal elektromiografi yang terintegrasi pada peralatan stimulasi elektrik fungsional. *Root mean square* dari elektromiografi volunter maksimal otot ekstensor carpi radialis longus dan ekstensor digitorum komunis, ROM aktif ekstensi pergelangan tangan, ekstensi jari, *Modified Ashworth Scale*, dan tes klinis keduanya diperiksa sebelum dan setelah latihan. *Root mean square*, ROM aktif, *Modified Ashworth Scale* dan dua uji klinis menunjukkan perbaikan pada seluruh pasien dibandingkan dengan kelompok kontrol. Terapi hibrid disimpulkan efektif pada pasien dengan hemiparese spastik kronis. *Propriospinal sensory feedback* dapat berperan penting dalam kekuatan terapi stimulasi elektrik fungsional (46).

Studi Mangold pada 23 pasien stroke akut dan subakut yang dirandomisasi ke dalam kelompok intervensi dan kelompok kontrol. Pada kedua kelompok, terapi okupasional sebanyak 3-5 sesi pada ekstremitas atas dijadwalkan tiap minggu, masing-masing 45 menit. Jumlah terapi diadaptasi pada fleksibilitas terapi penyerta, termasuk fisioterapi, terapi bicara, dan terapi neuropsikologi. Pada kelompok intervensi dilakukan latihan FES menggantikan ketiga sesi latihan okupasional tiap minggunya. Masing-masing latihan FES berisikan

sebuah program termasuk fungsi menggenggam repetitif. Skor *Extended Barthel Index* (EBI) digunakan dalam mengases aktivitas sehari-hari. *Cheoke McMaster Stroke Assesment* (CMSA) digunakan dalam mengukur fungsi dari tangan, lengan dan nyeri bahu. *Modified Asworth Scale* (MAS) mengukur resistensi pada gerakan pasif. Asesmen yang *unblind* dilakukan hingga akhir latihan. Hasilnya didapatkan skor EBI dan CMSA mengalami peningkatan signifikan pada kedua kelompok. CMSA fungsi tangan meningkat signifikan pada kelompok FES. Resistensi gerakan pasif dari fleksor pergelangan dan jari tangan meningkat signifikan pada kelompok FES. Nyeri bahu tidak mengalami perubahan yang signifikan. Tidak ada didapat dari pengukuran keluaran, tetapi, telah menunjukkan perbedaan peningkatan yang signifikan antara kelompok. Sehingga disimpulkan belum didapatkan bukti yang jelas dampak superior dan inferior dari FES ini pada pasien (47).

Boyaci membandingkan efikasi NMES-EMG aktif dan NMES pasif dalam memacu motorik ekstremitas atas dan pemulihan fungsional pasien stroke subakut dan kronik. 31 pasien dirandomisasi ke dalam kelompok NMES aktif (n=11), NMES pasif (n=10) dan kontrol stimulasi yang berpura-pura (n=10). Masing-masing regimen terapi diberikan lima kali tiap minggu selama 45 menit untuk 3 minggu. Seluruh pasien melakukan program latihan fisik neurofisiologi yang sama selama 45 menit untuk 3 minggu. Pasien diases menggunakan komponen ekstremitas atas dari Fugl-Meyer Motor Assesment (UE-FMA), komponen perawatan diri dari *Functional Independence Measure* (self care FIM), *Motor Activity Log* (MAL), pengukuran geniometrik dari ekstensi persendian pergelangan tangan dan metakarpophalangeal yang aktif, potensial EMG permukaan, kekuatan menggenggam, dan *Modified Ashworth scale* dalam

bentuk *blind*. Data diambil sebelum dan setelah pengobatan. Seluruh kelompok dibandingkan pada UE-FMA, MAL, *self care* FIM, spastisitas fleksor pergelangan tangan dan jari, *range of motion* (ROM), kekuatan genggam, dan potensial EMG permukaan: sejumlah penggunaannya secara signifikan membaik pada kelompok NMES-EMG aktif dibandingkan dengan kelompok kontrol ($P < 0.05$). ROM aktif ekstensi pergelangan tangan dan skor FMA secara signifikan membaik pada kelompok NMES pasif dibandingkan dengan kelompok kontrol ($P < 0.05$). Tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara kelompok NMES aktif dan pasif pada parameter yang dievaluasi pada akhir pengobatan ($P > 0.05$). Baik NMES aktif dan pasif sebagai terapi adjuvan pada program latihan neurofisiologi secara efektif memacu motorik ekstremitas atas dan fungsional pemulihan penderita stroke (48).

Kemungkinan perbedaan diantara RCT-RCT tersebut, analisa sensitivitas yang berhubungan dengan intervensi dan lokasi aplikasi NMES telah dilakukan. Sebagai contoh, kelompok partisipan bervariasi antara studi pada onset pasca stroke (berkisar antara 1.5 bulan hingga 12 bulan), waktu pengobatan, derajat spastisitas, derajat defisit fungsional. Hal ini memungkinkan bahwa onset pasca stroke, waktu pengobatan, derajat spastisitas, dan derajat kemampuan mengkontraksikan otot secara volunter mungkin mempengaruhi respon pada stimulasi elektrik. Variasi sumber lainnya yakni perbedaan terapi konvensional yang digunakan sebagai pembandingan dalam RCT, yakni Bobath, Sepeda aktif, SMART Arm, Terapi Okupasional, Botulinum Toksin A, dan Peregangan dengan tehnik PNF (*Proprioceptive Neuromuscular Facilitation*). Lebih jauh, perbedaan pengukuran keluaran, yang mana tidak selalu dapat digabungkan, menghasilkan beberapa analisis data dari hanya satu studi.

Lebih dari itu, perubahan jaringan kronik akibat imobilisasi seperti atrofi, berkurangnya sarkomer, konversi otot pada jaringan ikat, dan pengurangan panjang istirahat otot dapat mempengaruhi kesuksesan NMES. Sebagai tambahan, berkurangnya motor unit pada lengan yang parestes, yang mana dapat diakibatkan degenerasi transinaptik sekunder, dapat mempengaruhi efektivitas performa NMES (49).

Berfokus pada parameter stimulasi yang digunakan, masih ada diskusi pada literatur. Terdapat variasi luas tidak hanya lintas studi tetapi antar individu dalam memacu kontraksi otot yang maksimal dan menghindari ketidaknyamanan, nyeri, dan iritasi kulit. Studi Stein et al, menyatakan bahwa penggunaan NMES dengan frekuensi antara 30 dan 50 Hz dengan lebar pulsa antara 0.1 dan 0.5ms selama 30 menit 5 kali tiap minggu untuk 3-4 minggu berhubungan dengan hasil yang sukses.

Keterbatasan dalam meta-analisis yang dilakukan Stein adalah sebagian besar studi menunjukkan beberapa bias. Dua studi tidak tepat dalam melakukan randomisasi, dan hanya 8 studi yang dengan jelas mendeskripsikan distribusi kelompok perlakuan. Hanya 4 studi yang melaporkan *blinding* pasien. Studi non farmakologis yang melibatkan intervensi aktivitas fisik yang disebutkan, juga memiliki beberapa keterbatasan dibandingkan dengan RCT obat-obatan. Keterbatasan ini meliputi standarisasi intervensi, kurangnya *blinding*, dan kointervensi. Sedikitnya *blinding* dapat dianggap sebagai keterbatasan utama dari RCT yang diikutkan pada preview ini, seperti yang didiskusikan sebelumnya, ini merupakan keterbatasan pembawaan dari studi nonfarmakologis.

Beberapa studi mengenai aplikasi NMES juga tidak mendeskripsikan adanya, tidak melaporkan *drop-out* maupun eksklusi yang terjadi selama periode

terapi. Oleh karena itu analisa sensitivitas NMES terbatas karena sedikitnya metodologi yang terlibat dalam studi dan sedikitnya jumlah studi dan partisipan (13).

2.7.1. BTL-5000

BTL-5000 merupakan unit fisioterapi dengan sistemnya terdiri dari tiga unit yakni untuk elektroterapi, ultrasound dan terapi laser. Tampilannya dengan layar sentuh memudahkan penggunaannya. Efek utama yang dihasilkan meliputi analgesik, relaksasi otot, trofik, dan anti edema. Dengan menentukan prosedur dan parameternya dapat ditentukan efek tunggal maupun efek kombinasi yang diinginkan. Parameter seperti jenis gelombang, frekuensi, pulsa, mode, polaritas, durasi dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan (50).



Gambar 2.5. BTL-5000

2.7.2. Prosedur Tetap Terapi Stimulasi Listrik di Instalasi Rehabilitasi Medik

RSU Dr. Saiful Anwar Malang

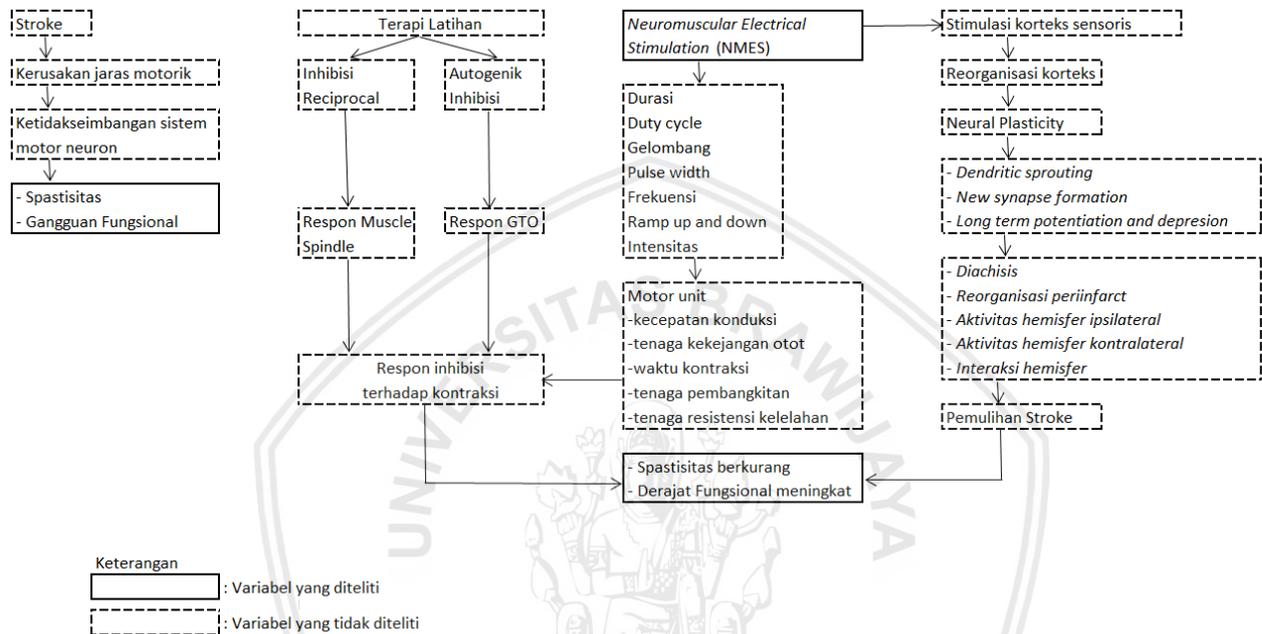
Petunjuk Pelaksanaan:

1. Hubungkan alat ke catu daya listrik 220 V
2. Basahi pada yang akan digunakan
3. Tancapkan kabel pada mesin
4. Tekan tombol "ON" untuk menyalakan mesin
5. Pilih frekuensi sesuaikan dengan jenis penyakit yang akan diterapi
6. Pilih gelombang: terputus (intermitten) atau terus-menerus (continuous)
7. Siapkan pasien (daerah yang akan diterapi tidak tertutup pakaian)
8. Pasang pad pada daerah yang akan diterapi
9. Atur timer
10. Atur intensitas sesuai dengan toleransi pasien
11. Alarm timer akan berbunyi tanda terapi selesai
12. Periksa kembali bagian yang telah dilakukan terapi
13. Terapi selesai
14. Lepaskan pada dari tubuh pasien
15. Lakukan kegiatan rekam medik
16. Apabila semua pemeriksaan kepada pasien telah selesai dan alat tidak digunakan lagi. Tekan/Putar tombol power "OFF" untuk mematikan mesin, lepaskan steker dari catu daya listrik 220 volt.

BAB 3

KERANGKA KONSEP DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konsep



Spastisitas dan gangguan fungsional yang diakibatkan oleh stroke disebabkan akibat adanya kerusakan jaras motorik yang mengakibatkan ketidakseimbangan sistem motor neuron baik sehingga berpengaruh pada hipereksitabilitas reflek regang baik pada tingkat spinal maupun supraspinal. Terapi latihan dapat mengurangi spastisitas maupun meningkatkan derajat fungsional dengan prinsip inhibisi spastisitas yaitu timbulnya respon inhibisi terhadap kontraksi baik pada tingkat *muscle spindle* akibat adanya inhibisi reciprocal maupun di tingkat golgi tendon otot (GTO) pada autogenik inhibisi. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) bekerja dalam mengaktivasi motor unit menghasilkan respon inhibisi terjadinya kontraksi sehingga dapat mengurangi spastisitas dan meningkatkan derajat fungsional pasien pasca

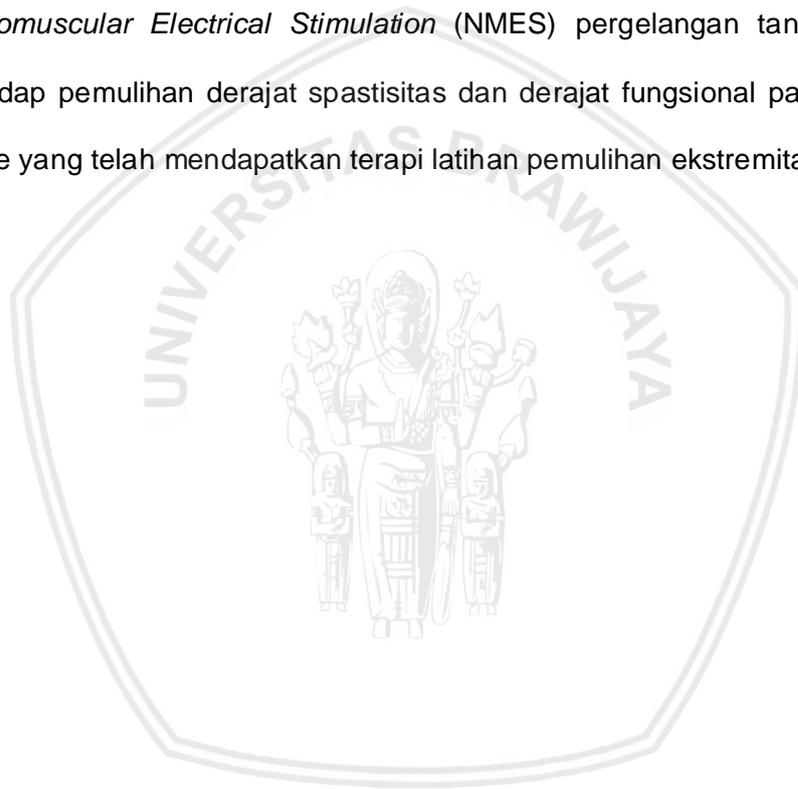
stroke. NMES dapat mengaktivasi motor unit melalui pengaturan kecepatan konduksi, tenaga kekejangan otot, waktu kontraksi, tenaga pembangkitan dan tenaga resistensi kelelahan melalui pengaturan setting alat (durasi, *duty cycle*, gelombang, *pulse width*, frekuensi, *ramp up*, *ramp down* dan intensitas. Melalui penelitian sebelumnya menyebutkan NMES merupakan sarana intervensi neurorehabilitasi karena adanya konsep neuroplastisitas, yakni timbulnya pemulihan akibat stimulasi korteks sensoris yang mengakibatkan reorganisasi korteks. Pada proses plastisitas ini terjadi *dendritic sprouting*, pembentukan sinaps baru, *long term potentiation and depression*. Fase pemulihan stroke yang ditimbulkan ini dimulai dari tahap *diachisis*, reorganisasi are periinfark, aktivitas hemisfer ipsilateral, hemisfer kontralateral serta interaksi interhemisfer.

3.2 Hipotesis Penelitian

Pada penelitian ini, Hipotesisnya adalah :

1. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.
2. Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.
3. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke.
4. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.

5. Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke.
6. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke.
7. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan efektif terhadap pemulihan derajat spastisitas dan derajat fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

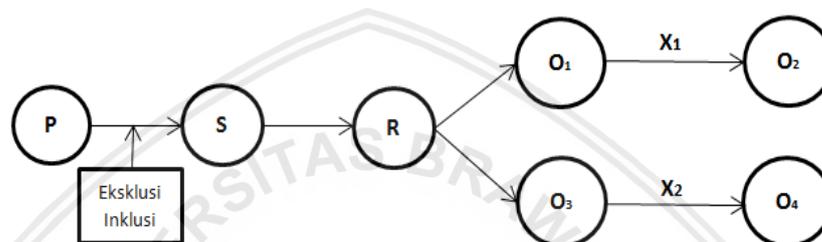


BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Desain Penelitian

Rancangan penelitian menggunakan metode true-eksperimental dengan menggunakan desain *randomized controlled trial* (RCT)



Keterangan:

P: Populasi

S: Sampel

R: Randomisasi

X_1 : *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

X_2 : Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES).

O_1 : Derajat spastisitas dan derajat fungsional sebelum dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

O_2 : Derajat spastisitas dan derajat fungsional setelah dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

O₃: Derajat spastisitas dan derajat fungsional sebelum dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES).

O₄: Derajat spastisitas dan derajat fungsional setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES).

4.2 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Poli Saraf dan Poli Rehab Medik Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang. Penelitian ini dilaksanakan dalam waktu 3 bulan.

4.3 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian adalah semua pasien stroke yang berobat di poli rawat jalan Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang. Sampel penelitian adalah populasi penelitian yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.

4.3.1 Sampel Penelitian

Sampel diambil dari populasi terjangkau yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Metode pengambilan sampel dengan *purposive sampling* selama kurun waktu yang telah ditetapkan sampai besar sampel minimal memenuhi.

Menurut Supranto J (2000) untuk penelitian eksperimental dengan rancangan acak lengkap, acak kelompok atau faktorial, secara sederhana dapat dirumuskan:

$$(t-1) (r-1) > 15$$

dimana : $t =$ banyaknya kelompok perlakuan = 2

$r =$ jumlah replikasi

$$(2 - 1) (r - 1) > 15$$

$$(r - 1) > 15/1$$

$$r > 15$$

Berdasarkan rumus tersebut, diperoleh besar sampel minimal berjumlah 15 pasien (untuk masing-masing kelompok).

4.3.2 Kriteria Inklusi

Kriteria Inklusi pada penelitian ini adalah :

- a) Stroke dengan kelemahan ekstremitas atas (hemiparese maupun hemiplegi)
- b) Spastisitas pada otot pergelangan tangan
- c) Pasien sadar penuh (GCS 456)
- d) Tidak ada kontraindikasi medis untuk dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) meliputi adanya luka, infeksi, gangguan sensasi, maupun hipersensitif pada area pergelangan tangan yakni tempat perletakan stimulator NMES.

4.3.3 Kriteria Eksklusi

Kriteria Eksklusi pada penelitian ini adalah :

- a) Pasien dengan implantasi *pacemaker* elektrik
- b) *Complex regional pain syndrome*
- c) Lesi pada *lower motor neuron*

4.4 Variabel Penelitian

4.4.1 Variabel Bebas

Variabel bebas pada penelitian ini adalah *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

4.4.2 Variabel Tergantung

Variabel terikat pada penelitian ini adalah derajat spastisitas yang diukur dengan menggunakan *tools Modified Asworth Scale* (MAS) otot fleksor pergelangan tangan dan derajat fungsional pergelangan tangan dengan menggunakan *tools Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE).

4.5 Definisi Operasional

Definisi operasional dari variabel-variabel yang diukur dan istilah yang digunakan dijelaskan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Definisi Operasional

NO	VARIABEL	DEFINISI OPERASIONAL	INSTRUMEN	KATEGORI
1.	<i>Neuromuscular Electrical Stimulation</i> (NMES)	Tindakan stimulasi elektrik dalam mengaktifasi otot.	-BTL 5000 series	Nominal
2.	Derajat Spastisitas Pergelangan tangan	Ukuran derajat spastisitas dari peningkatan tonus otot-otot otot fleksor pergelangan tangan diukur menggunakan <i>Modified Asworth Scale</i> (MAS). MAS 0 = tidak ada kenaikan tonus, MAS 1 = kenaikan tonus ringan, muncul ketika dipegang dan dilepas dengan tahanan minimal pada akhir ROM ketika bagian yang terkena digerakkan dalam gerakan fleksi atau ekstensi, MAS 1+ = kenaikan tonus ringan, muncul ketika dipegang	- Form <i>Modified Asworth Scale</i> (MAS)	Numerik

		diikuti dengan tahanan minimal pada sisa <50% dari ROM, MAS 2 = kenaikan sedang tonus otot, pada sebagian besar ROM tetapi bagian yang terkena dapat digerakkan dengan mudah, MAS 3 = kenaikan berat tonus otot dengan gerakan pasif sulit dilakukan, MAS 4 = rigiditas kaku dalam gerakan fleksi maupun ekstensi		
3.	Derajat Fungsional Pergelangan Tangan	Ukuran fungsi dari pergelangan tangan diukur menggunakan <i>Fugl-Meyer Assessment Upper Extremity</i> (FMA-UE), observasi terhadap gerakan, pemeriksaan kemampuan menggenggam (<i>grasp testing</i>) dan penilaian fungsi sensorik. Skor total mempunyai rentang nilai 0 (terendah) sampai 66 (tertinggi)	-Form <i>Fugl-Meyer Assessment Upper Extremity</i> (FMA-UE)	Numerik

4.6 Prosedur dan Alur Penelitian

Pada tahap awal penelitian, dilakukan pengisian data penderita terlebih dahulu meliputi identitas penderita, anamnesis singkat untuk mendapatkan informasi mengenai jenis stroke, onset stroke, defisit neurologis, penyakit komorbid penyerta, didukung data pemeriksaan penunjang (CT Scan Kepala, laboratorium, X-ray). Selanjutnya dilakukan pemeriksaan tanda vital, pemeriksaan status interna, dan status neurologi.

Setelah dilakukan tahapan di atas, selanjutnya menentukan apakah pasien masuk dalam kriteria inklusi atau tidak. Jika pasien tersebut masuk dalam kriteria inklusi, selanjutnya kita menyingkirkan adanya kriteria eksklusi dan meminta persetujuan pasien (*informed consent*)

untuk dimasukkan dalam sampel penelitian. Selanjutnya, dilakukan penilaian derajat spastisitas pergelangan tangan yang dievaluasi menggunakan *Modified Asworth Scale* (FMA-UE) dan derajat fungsional pergelangan tangan yang dievaluasi menggunakan *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE).

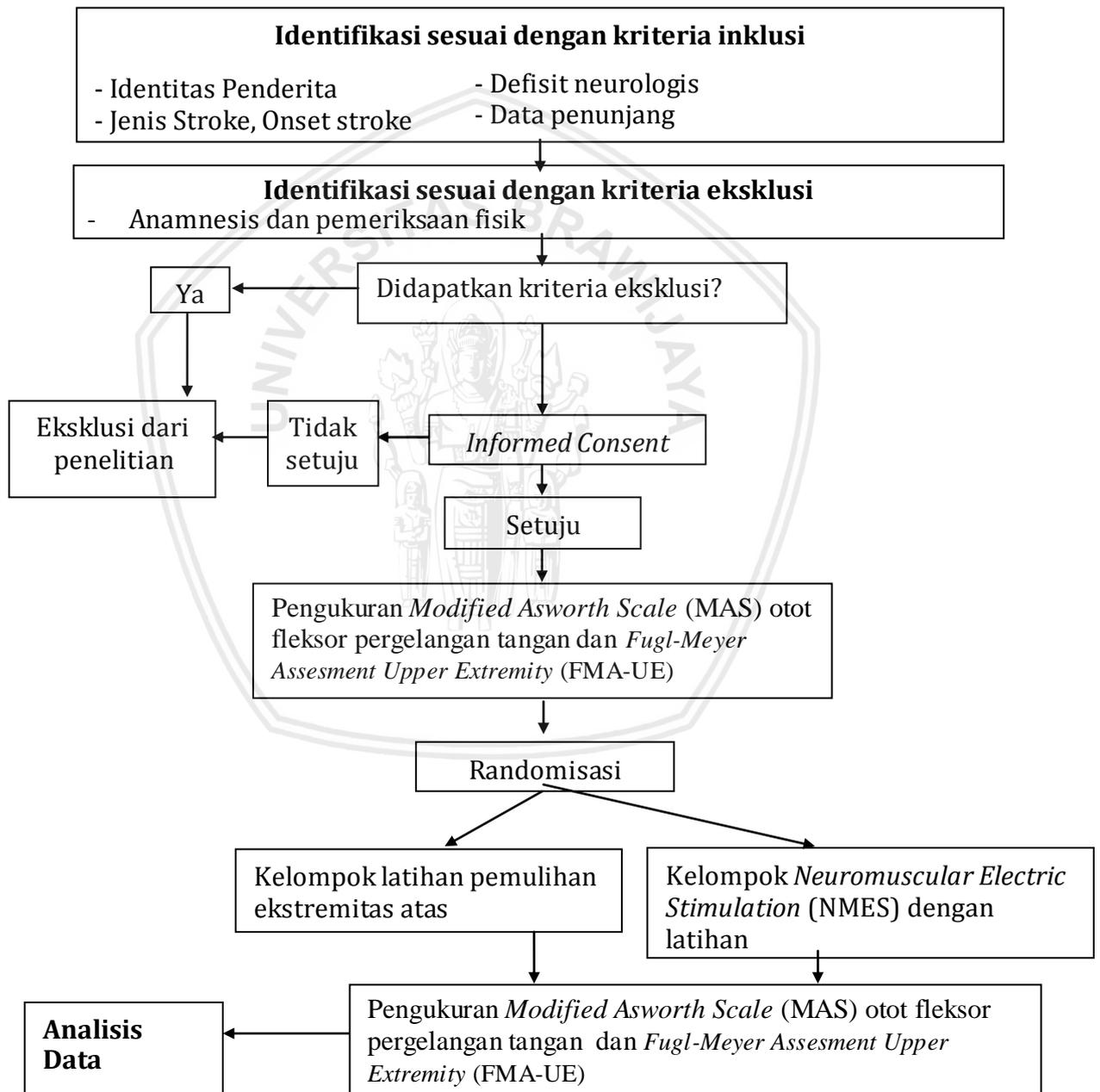
Selanjutnya, peneliti melakukan randomisasi pada pasien yang dibagi menjadi dua kelompok dengan menggunakan *sealed envelopes* menjadi kelompok *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas dan latihan pemulihan ekstremitas atas saja di poliklinik rehabilitasi medik RSUD Saiful Anwar Malang. Jumlah pasien untuk masing-masing kelompok adalah sama.

Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) menggunakan unit BTL-5000 dilakukan pada pergelangan tangan yakni pada otot ekstensor digitorum komunis, ekstensor karpis ulnaris, dan ekstensor karpis radialis distimulasi melalui elektroda permukaan dengan durasi 20 menit tiap sesi. Intensitas stimulasi di seting untuk menghasilkan ekstensi penuh pergelangan tangan dan jari dengan *duty cycle* 10 detik *on* dan 12 detik *off*. Pulsa stimulus yaitu gelombang bifasik rektanguler dengan *pulse width* 250 usn, frekuensi 36Hz, dan *ramp up and down* 3 detik masing-masing. Intensitas arus ditambahkan pada subyek agar nyaman. Latihan pemulihan ekstremitas atas yang diberikan berupa peregangan otot-otot fleksor dan terapi okupasi yang dilakukan oleh fisioterapi sesuai SOP poliklinik rehab medik.

Masing-masing intervensi dilakukan pada pasien 2 hari tiap minggu selama 6 minggu. Enam minggu setelah intervensi, dilakukan pengukuran

kembali *Modified Asworth Scale* (MAS) otot pergelangan tangan dan *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE) pada masing-masing kelompok. Hasil dari seluruh pemeriksaan dicatat dan didokumentasikan untuk selanjutnya dianalisis.

Alur Penelitian



4.7 Analisis Data

Uji statistik dilakukan menggunakan SPSS yaitu:

- Analisis dekriptif untuk karakteristik subjek.
- Untuk mengetahui perbedaan derajat spastisitas pergelangan tangan pasien pasca stroke sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, maka digunakan analisis statistik yaitu uji T berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Wilcoxon.
- Untuk mengetahui perbedaan derajat spastisitas pergelangan tangan pasien pasca stroke sebelum dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES, maka digunakan analisis statistik yaitu uji T berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Wilcoxon.
- Untuk mengetahui perbedaan derajat spastisitas pergelangan tangan pasien pasca stroke pada kelompok yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dibandingkan dengan terapi latihan saja digunakan analisis statistik yaitu uji T tidak berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Mann Whitney.

- Untuk mengetahui perbedaan derajat fungsional pergelangan tangan pasien pasca stroke sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, maka digunakan analisis statistik yaitu uji T berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Wilcoxon.
- Untuk mengetahui perbedaan derajat fungsional pergelangan tangan pasien pasca stroke sebelum dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES, maka digunakan analisis statistik yaitu uji T berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Wilcoxon.
- Untuk mengetahui perbedaan derajat fungsional pergelangan tangan pasien pasca stroke pada kelompok yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dibandingkan dengan terapi latihan digunakan analisis statistik yaitu uji T tidak berpasangan bila terdistribusi normal. Bila data terdistribusi tidak normal maka digunakan analisis statistik yaitu uji Mann Whitney.

4.8 Etika Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan, proposal penelitian ini diajukan untuk dilakukan uji kelayakan etik oleh Tim Etik Rumah Sakit Saiful

Anwar Malang. Penelitian akan dilaksanakan setelah mendapatkan persetujuan dari Tim Etik Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang.



BAB 5

HASIL PENELITIAN

5.1 Karakteristik Subyek Penelitian

Total sampel yang diperoleh pada penelitian ini sebanyak 30 pasien; 15 pasien pada kelompok intervensi yang dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan 15 pasien pada kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES). Karakteristik subyek penelitian ditampilkan pada tabel 5.1.

Tabel 5.1 menunjukkan rata-rata usia terbanyak rentang 41-60 tahun dengan jumlah 22 pasien (73,3%), dengan rerata usia pasien kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 58 ± 7.17 tahun dan kelompok latihan pemulihan ekstremitas atas saja sebesar 53.27 ± 9.35 tahun. Nilai sig $0.131 > \alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan usia antara pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tidak signifikan.

Tabel 5.1 menunjukkan proporsi jenis kelamin pada pasien sama untuk laki-laki dan perempuan yaitu masing-masing sejumlah 15 pasien (50%), 10 orang pasien berjenis kelamin laki-laki dan 5 orang pasien berjenis kelamin perempuan pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, 5 orang berjenis kelamin laki-laki dan 10 orang berjenis kelamin perempuan. Nilai sig $0.143 > \alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan jenis kelamin antara pasien yang dilakukan NMES yang

dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan.

Tabel 5.1 Karakteristik Subyek Penelitian

Variabel	Kelompok		Total	Nilai Sig
	NMES + LPE	LPE		
Usia				
<40 tahun	0	2	2 (6,67%)	
41-60 tahun	11	11	22 (73,33%)	
>60 tahun	4	2	6 (20%)	
mean±SD	58±7.17	53.27±9.35		0.131*
Jenis kelamin				
Laki-laki	10	5	15 (50%)	0.143*
Perempuan	5	10	15 (50%)	
Pergelangan tangan yang spastik				
Kanan	5	6	11 (36,67%)	1.000*
Kiri	10	9	19 (63,33%)	
Jenis stroke				
NHS	14	10	6 (20%)	0.169*
HS	1	5	24 (80%)	
Onset stroke				
<6 bulan	5	2	7 (23,33%)	
6 bulan – 1 tahun	5	5	10 (33,33%)	
>1 tahun	5	8	13 (43,33%)	
MAS awal				
1	4	4	8 (26,67%)	
1+	3	4	7 (23,33%)	
2	6	3	9 (30%)	
3	1	1	2 (6,67%)	
4	1	3	4 (13,33%)	

Keterangan: NMES = *Neuromuscular Electrical Stimulation*; LPE = latihan pemulihan ekstremitas atas; NHS = *Non Hemmorrhagic Stroke*; HS = *Hemorrhagic Stroke*; MAS = *Modified Asworth Scale*; *=signifikan < α (=0,05)

Tabel 5.1 menunjukkan dominan pergelangan tangan yang terbanyak pada tangan kiri sebanyak 19 pasien (63,33%) diikuti tangan kanan 11 pasien (36,67%). 5 orang pasien mengalami spastik pada pergelangan tangan kanan dan 10 orang pasien mengalami spastik pada pergelangan tangan kiri pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, 6 orang pasien mengalami spastik pada pergelangan tangan kanan dan 9 orang pasien mengalami spastik pada



pergelangan tangan kiri. Nilai sig 1.000 > $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan pergelangan tangan yang spastik antara pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan.

Tabel 5.1 menunjukkan jenis stroke terbanyak yaitu Non Hemoragik Stroke (NHS) sebanyak 24 pasien (80%) diikuti Stroke Hemoragik 6 pasien (20%). 1 orang pasien mengalami stroke perdarahan dan 14 orang pasien mengalami stroke non perdarahan pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas, 5 orang pasien mengalami stroke perdarahan dan 10 orang pasien mengalami stroke non perdarahan. Nilai sig 0.169 > $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan jenis stroke antara pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan.

Rata-rata onset stroke terbanyak > 1 tahun dengan jumlah 13 pasien (43,33%). Pasien datang dengan derajat spastisitas pergelangan tangan dengan *Modified Asworth Scale* (MAS) awal terbanyak bernilai 2 sejumlah 9 pasien (30%).

5.2 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas

Hasil pemeriksaan nilai dari *Modified Asworth Scale* (MAS) pada pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas ditampilkan pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Perbedaan nilai MAS sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	Sebelum, mean±SD	Setelah, mean±SD	Nilai Sig
MAS	3.47±1.19	2.27±1.1	0.000*

Keterangan: MAS = *Modified Asworth Scale*; *=signifikan $< \alpha(=0,05)$

Tabel 5.2 menunjukkan rerata MAS pasien sebelum dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 3.47±1.19 dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 2.27±1.1. Nilai sig 0.000 $< \alpha(0.05)$, dapat disimpulkan rerata MAS pasien sebelum dan setelah NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas berbeda secara signifikan.

5.3 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Hasil pemeriksaan nilai dari *Modified Asworth Scale* (MAS) pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES ditampilkan pada tabel 5.3

Tabel 5.3 Perbedaan nilai MAS sebelum dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	Sebelum, mean±SD	Setelah, mean±SD	Nilai Sig
MAS	3.67±1.5	2.8±1.61	0.000*

Keterangan: MAS = *Modified Asworth Scale*; *=signifikan $< \alpha(=0,05)$

Tabel 5.3 menunjukkan rerata MAS pasien sebelum dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 3.67±1.5 dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 2.8±1.61. Nilai sig 0.000 $<$

$\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan rerata MAS pasien sebelum dan setelah terapi latihan pemulihan ekstremitas atas berbeda secara signifikan.

5.4 Analisis Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Perbandingan dari hasil pemeriksaan nilai dari *Modified Asworth Scale* (MAS) pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas ditampilkan pada tabel 5.4

Tabel 5.4 Perbedaan nilai penurunan MAS pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	NMES + LPE, mean \pm SD	LPE, mean \pm SD	Nilai Sig
qMAS	1.2 \pm 0.56	0.87 \pm 0.52	0.101*

Keterangan: MAS = *Modified Asworth Scale*; NMES = *Neuromuscular Electrical Stimulation*; LPE = latihan pemulihan ekstremitas atas; *=signifikan $< \alpha(=0,05)$

Tabel 5.4 menunjukkan rerata penurunan MAS kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 1.2 \pm 0.56 dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES sebesar 0.87 \pm 0.52. Nilai sig 0.101 $> \alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan penurunan MAS antara kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan, namun rerata penurunan MAS kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih besar dibandingkan dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.



5.5 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas

Hasil pemeriksaan nilai dari *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE) pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas ditampilkan pada tabel 5.5

Tabel 5.5 Perbedaan nilai FMA-UE sebelum dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	Sebelum, mean±SD	Setelah, mean±SD	Nilai Sig
FMA-UE	46.87±15.15	52.07±13.32	0.000*

Keterangan: FMA-UE = *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity*; *=signifikan < $\alpha(=0,05)$

Tabel 5.5 menunjukkan rerata FMA-UE pasien sebelum dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 46.87±15.51 dan setelah dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 52.07±13.32. Nilai sig 0.000 < $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan rerata FMA-UE pasien sebelum dan setelah NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas berbeda secara signifikan.

5.6 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Hasil pemeriksaan nilai dari *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE) pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tanpa kombinasi NMES ditampilkan pada tabel 5.6

Tabel 5.6 Perbedaan nilai FMA-UE sebelum dan setelah terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	Sebelum, mean±SD	Setelah, mean±SD	Nilai Sig
FMA-UE	47.67±20.13	52.3±16.88	0.000*

Keterangan: FMA-UE = *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity*; *=signifikan < α (=0,05)

Tabel 5.6 menunjukkan rerata FMA-UE pasien sebelum dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 47.67±20.13 dan setelah dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 52.3±16.84. Nilai sig 0.000 < α (0.05), dapat disimpulkan rerata FMA-UE pasien sebelum dan setelah latihan pemulihan ekstremitas atas berbeda secara signifikan.

5.7 Analisis Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Perbandingan dari hasil pemeriksaan nilai dari *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity* (FMA-UE) pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas ditampilkan pada tabel 5.7

Tabel 5.7 Perbedaan nilai peningkatan FMA-UE pada pasien kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas

Variabel	NMES + LPE, mean±SD	LPE, mean±SD	Nilai Sig
qFMA-UE	5.2±4.13	4.67±6.33	0.787*

Keterangan: FMA-UE = *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity*; NMES = *Neuromuscular Electrical Stimulation*; LPE = latihan pemulihan ekstremitas atas; *=signifikan < α (=0,05)

Tabel 5.7 menunjukkan rerata peningkatan FMA-UE kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar

5.2±4.13 dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES sebesar 4.67±6.33. Nilai sig 0.787 > $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan peningkatan FMA-UE antara kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan, namun rerata peningkatan FMA-UE kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih besar dibandingkan dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.



BAB 6

PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di Poli Saraf dan Poli Rehab Medik Rumah Sakit dr. Saiful Anwar Malang. Selama masa pengambilan sampel, didapatkan total sampel penelitian sebanyak 30 orang, 15 pasien termasuk kelompok NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas (NMES + LPE), dan 15 pasien termasuk kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas (LPE) (kontrol).

Sedikitnya jumlah sampel yang mampu diperoleh pada masing-masing kelompok ini disebabkan karena keterbatasan jumlah pasien yang datang karena sebagian besar pasien yang kontrol dan memeriksakan diri ke Poliklinik Penyakit Saraf RS Saiful Anwar Malang merupakan pasien-pasien rujukan dari pusat pelayanan kesehatan dibawahnya sehingga pasien stroke sedikit. Meskipun demikian, secara keseluruhan, jumlah sampel pada penelitian ini telah mencukupi jumlah sampel minimal yang diperlukan yaitu 30 pasien.

Berdasarkan hasil penelitian tabel 5.1 didapatkan rerata usia pasien dengan NMES yang dikombinasi dengan latihan pemulihan ekstremitas atas sebesar 58 ± 7.17 tahun dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja sebesar 53.27 ± 9.35 tahun. Usia termuda pasien adalah 39 tahun dan usia pasien tertua adalah 75 tahun. Berdasarkan analisis yang dilakukan untuk menilai pengaruh masing-masing variabel pada karakteristik subyek penelitian, diketahui tidak ada perbedaan yang signifikan pada variabel rata-rata usia. Nilai $\text{sig } 0.131 > \alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan usia antara pasien yang

dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tidak signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakus (2012) usia rerata pasien stroke yang dilakukan penelitian stimulasi elektrik pada fungsional dan spastisitas pergelangan tangan tidak jauh berbeda yaitu 58.9 ± 12.3 tahun. Pengaruh usia terhadap perbaikan fungsi neurologis masih belum ada kesamaan pendapat dari beberapa penelitian. Bonita dan Censory tidak mendapatkan hubungan bermakna antara usia terhadap perbaikan fungsi pasca stroke (30).

Menurut tabel 5.1. secara keseluruhan didapatkan proporsi jenis kelamin yang sama untuk laki-laki dan perempuan yaitu masing-masing sejumlah 15 pasien (50%). Didapatkan 10 orang pasien berjenis kelamin laki-laki dan 5 orang berjenis kelamin perempuan pada pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tanpa kombinasi NMES, 5 orang pasien berjenis kelamin laki-laki dan 10 orang pasien berjenis kelamin perempuan. Perbedaan jenis kelamin antara pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tidak jauh berbeda. Berdasarkan analisis yang dilakukan untuk menilai pengaruh masing-masing variabel pada karakteristik data penelitian, diketahui tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada variabel jenis kelamin. Nilai sig ($0.143 > \alpha(0.05)$), dapat disimpulkan perbedaan jenis kelamin antara pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tidak signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakus (2012) proporsi jenis kelamin pasien stroke yang dilakukan penelitian stimulasi elektrik pada fungsional dan spastisitas pergelangan tangan tidak jauh berbeda yaitu 15 laki-laki dan 13 perempuan. Pengaruh jenis kelamin juga belum ada kesamaan pendapat dari beberapa penelitian. Bonita dan Censory tidak mendapatkan hubungan bermakna antara usia serta jenis kelamin terhadap perbaikan fungsi motorik (30).

Menurut tabel 5.1 secara keseluruhan pada pasien penelitian ini pergelangan tangan yang mengalami spastisitas terbanyak terjadi pada pergelangan tangan kiri sebanyak 19 pasien (63,33%) diikuti pergelangan tangan kanan 11 pasien (36,67%). Didapatkan 5 pasien dengan spastisitas pergelangan tangan kanan dan 10 pasien dengan spastisitas pergelangan tangan kiri yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja, 6 pasien dengan spastisitas pergelangan tangan kanan dan 9 pasien dengan spastisitas pergelangan tangan kiri. Nilai sig (1.000) > $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan pergelangan tangan yang mengalami spastisitas antara pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tidak signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakus (2012) sisi pergelangan tangan pasien stroke yang dilakukan penelitian stimulasi elektrik pada fungsional dan spastisitas pergelangan tangan tidak jauh berbeda yaitu 15 pergelangan tangan kiri dan 13 pergelangan tangan kanan (30).

Menurut tabel 5.1. secara keseluruhan pada pasien penelitian ini jenis stroke terbanyak terjadi pada stroke non perdarahan sebanyak 24 pasien (80%)

diikuti stroke perdarahan 6 pasien (20%). Didapatkan 14 pasien dengan stroke non perdarahan dan 1 pasien dengan stroke perdarahan yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas, sedangkan pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja, 10 pasien dengan stroke non perdarahan dan 5 pasien dengan stroke perdarahan. Nilai sig (0.169) > $\alpha(0.05)$, dapat disimpulkan perbedaan jenis stroke antara pasien yang dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas saja tidak signifikan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakus (2012) jenis stroke yang dilakukan penelitian stimulasi elektrik pada fungsional dan spastisitas pergelangan tangan tidak jauh berbeda yaitu 24 pasien stroke non perdarahan dan 4 pasien stroke perdarahan (30).

Berdasarkan hasil penelitian tabel 5.1. menunjukkan rata-rata onset stroke secara keseluruhan pada penelitian ini terbanyak adalah >1 tahun dengan jumlah 13 pasien (43,33%), diikuti rentang onset stroke 6 bulan - 1 tahun dengan jumlah 10 pasien (33,33%), kemudian onset stroke < 6 bulan dengan jumlah 7 pasien (23,33%).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Karakus (2012) rata-rata onset stroke dilakukan penelitian stimulasi elektrik pada fungsional dan spastisitas pergelangan tangan bervariasi yaitu 100 ± 62 (28-224) hari. Menurut studi yang dilakukan oleh Wisel 25% pasien stroke menderita spastisitas dalam 6 minggu pertama setelah kejadian (30).

Belum timbulnya spastisitas pada hari pertama merupakan keadaan yang dikenal sebagai *cerebral shock* (terputusnya jaras kortikospinal dengan gejala

klinis ditemukan suatu kelemahan yang bersifat flaksid) yang biasanya terjadi dalam 2 sampai 3 minggu setelah onset (51).

Elektromiografi menunjukkan bahwa peningkatan tonus otot menjadi maksimal antara 1 dan 3 bulan setelah stroke (spastisitas maksimal) (Disa, 2004). Duncan dalam penelitiannya melaporkan bahwa perbaikan fungsi motorik dan aktivitas sehari-hari terjadi paling cepat dalam 30 hari pertama pasca stroke iskemik. Sedangkan Wade mendapatkan 50% pasien mengalami perbaikan fungsional paling cepat dalam 2 minggu pertama (31).

Perbedaan waktu timbulnya spastisitas maksimal dapat dipengaruhi banyak faktor. Salah satunya adalah program fisioterapi yang dilakukan oleh penderita. Selama dirawat penderita ada yang telah mendapat program fisioterapi, baik teratur maupun tidak teratur. Perbedaan fisioterapi ini mungkin yang menyebabkan perbedaan waktu timbulnya spastisitas maksimal. Adapun faktor lain yang dapat berpengaruh seperti stress, spasme otot, waktu timbulnya spastisitas dan terapi spastisitas.

Derajat spastisitas pada penelitian ini menggunakan *Modified Asworth Scale* (MAS) dikarenakan dari beberapa skala spastisitas, skala ini paling banyak digunakan dan reabilitasnya cukup baik (35). Secara keseluruhan didapatkan penurunan MAS pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

Hasil penelitian pada tabel 5.2 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan MAS sebelum dan setelah dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas sig (0.000) < α (0.05). Penurunan derajat spastisitas pada penelitian dihubungkan pada teori adanya adaptasi neural setelah dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas. Pada

saat adaptasi, terjadi reorganisasi kortikal, juga peningkatan arus eferen dari pusat supraspinal dan peningkatan eksitabilitas neuron motorik, perubahan aktivitas unit motoriknya, peningkatan aktivasi otot agonis, penurunan kontraksi otot antagonis. Proses adaptasi neural ini diikuti dengan adaptasi struktural yaitu peningkatan ukuran penampang melintang otot, hipertrofi serabut otot, pertumbuhan miofibril, hiperplasia serabut otot serta perubahan tipe serabut otot.

Pada penelitian ini dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas sesuai dengan standar/SOP yang ditetapkan oleh Laboratorium Rehab Medik RSSA. Hasil penelitian pada tabel 5.3 menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kelompok pasien yang sebelum dan setelah diterapi latihan pemulihan ekstremitas atas. Hasil penelitian pada tabel 5.3 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan MAS sebelum dan setelah latihan pemulihan ekstremitas atas ($0.000 < \alpha(0.05)$). Pemulihan spastisitas mungkin bisa berhubungan dengan adanya perbaikan pada neuron otak yang mengalami plastisitas dimana perbaikan ini membuat proses inhibisi otak terhadap refleks regang mulai membaik.

Tabel 5.4 pada hasil penelitian membandingkan antara pasien yang yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES. Dari uji analitik yang dilakukan diperoleh nilai MAS sig ($0.101 > \alpha(0.05)$) sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil dari NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

Sebagai perbandingan, penelitian Karakus (2012) menyimpulkan tidak ada perbedaan signifikan pada skalas Asworth antara kelompok program

rehabilitasi standar dan kelompok program rehabilitasi standar dengan stimulasi elektrik baik pada fleksor bahu, pergelangan maupun jari-jari tangan ($p=0.513$, $p=0.119$, $p=0.655$) (30). Walaupun secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan, Namun rerata penurunan MAS pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih besar dibandingkan dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

Secara keseluruhan didapatkan peningkatan derajat fungsional yang diukur menggunakan *Fugl-Meyer Assesment Scale Upper Extremity* (FMA-UE) pada pasien yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas. Hasil penelitian pada tabel 5.5. menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan FMA-UE sebelum dan setelah dilakukan NMES kombinasi latihan pemulihan ekstremitas atas sig (0.000) < $\alpha(0.05)$. Adanya pengurangan spastisitas, peningkatan kekuatan otot, peningkatan *range of motion* pada sendi yang mana menginduksi suatu neuroplastisitas adalah beberapa mekanisme yang kemungkinan menjelaskan adanya peningkatan fungsional FMA-UE pada penelitian ini.

Pemulihan fungsional dapat dipengaruhi oleh pengalaman pasien dalam menggunakan sisi anggota gerak yang mengalami kelemahan. Pada penelitian hewan coba ditemukan bahwa *motor learning* menghasilkan perubahan morfologi pada korteks motorik. Perubahan morfologi ini berupa bertambahnya sinaps dan cabang-cabang dendrit spesifik terhadap area korteks motorik yang distimulasi serta meningkatnya fungsi sensorimotor pada stroke. Pengalaman mengerjakan suatu tugas fungsional menyebabkan reorganisasi otak dan meningkatkan performa motorik. Berdasarkan penelitian Sharma, hanya 38%

pasien yang mengalami pemulihan kemampuan tangan dan hanya 12% yang mengalami pemulihan fungsional meskipun telah mengalami rehabilitasi (52).

Secara keseluruhan didapatkan peningkatan derajat fungsional yang diukur menggunakan *Fugl-Meyer Assessment Scale Upper Extremity* (FMA-UE) pada pasien yang dilakukan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas. Hasil penelitian pada tabel 5.6 menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kelompok pasien yang sebelum dan setelah diterapi latihan pemulihan ekstremitas atas. Hasil penelitian pada tabel 5.6 menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan FMA-UE sebelum dan setelah latihan pemulihan ekstremitas atas ($0.000 < \alpha(0.05)$).

Tabel 5.7 pada hasil penelitian membandingkan antara pasien yang yang dilakukan NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas tanpa kombinasi NMES. Dari uji analitik yang dilakukan diperoleh nilai FMA-UE sig ($0.787 > \alpha(0.05)$) sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil dari NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas. Walaupun secara statistik tidak ada perbedaan yang signifikan, Namun rerata peningkatan FMA-UE pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih besar dibandingkan dengan kelompok terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

Meskipun hasil ini tidak dapat diterapkan secara langsung pada populasi masyarakat luas diluar populasi sampel yang digunakan pada penelitian ini, setidaknya hasil ini dapat memberikan tambahan informasi yang cukup penting sebagai dasar penelitian lebih lanjut dimasa depan.

BAB 7

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dapat menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara signifikan.
2. Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dapat menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara signifikan.
3. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas menurunkan derajat spastisitas pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke tidak signifikan.
4. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dapat meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara signifikan.
5. Terapi latihan pemulihan ekstremitas atas dapat meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan pada pasien pasca stroke secara signifikan.
6. *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas meningkatkan derajat fungsional pergelangan tangan dibandingkan dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas pada pasien pasca stroke tidak signifikan.
7. Rerata penurunan derajat spastisitas dan peningkatan derajat fungsional pada kelompok NMES yang dikombinasi dengan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas lebih besar dibandingkan dengan kelompok terapi latihan

pemulihan ekstremitas atas sehingga penggunaan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pergelangan tangan efektif terhadap pemulihan derajat spastisitas dan derajat fungsional pasien pasca stroke yang telah mendapatkan terapi latihan pemulihan ekstremitas atas.

7.2 Saran

1. Penderita memperhatikan hal-hal yang mempengaruhi kualitas pemulihan seperti kondisi fisik, psikis, dan motivasi untuk menunjang tercapainya hasil yang maksimal.
2. Penelitian lanjutan yaitu efektivitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pada pasien pasca stroke dengan perlakuan yang lebih banyak.
3. Penelitian lanjutan yaitu efektivitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pada pasien pasca stroke dengan berbagai *setting* pada NMES.
4. Penelitian lanjutan yaitu efektivitas *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) pada area tubuh lainnya pasien pasca stroke.
5. Penelitian lanjutan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak

7.3 Keterbatasan Penelitian

Dalam melakukan penelitian maupun saat menulis laporan akhir dari penelitian ini, terdapat beberapa keterbatasan yang menjadi kelemahan dari penelitian yang dilakukan ini, keterbatasan yang dimaksudkan antara lain:

1. Terbatasnya jumlah sampel yang minimal karena adanya sistem rujukan sehingga sulit dalam mencari sampel.
2. Kurangnya literatur serta hasil dari penelitian-penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan judul yang diambil peneliti yaitu Efektivitas

Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) Pergelangan Tangan pada Derajat Spastisitas dan Derajat Fungsional Pasien Pasca Stroke yang mendapatkan Terapi Latihan Ekstremitas Atas.

3. Kemampuan pasien untuk sembuh kurang maksimal yakni beberapa pasien tampak malas melakukan latihan sehingga tidak terjadi perubahan yang berarti setelah dilakukan terapi.



DAFTAR PUSTAKA

1. Urban PP, Wolf T, Uebele M, et al. 2010. *Occurrence and clinical predictors of spasticity after ischemic stroke*. Stroke (41):2016-20.
2. O'Dwyer N.J., Ada L, and Nelson P.D. 1996. *Spasticity and Muscle Contracture Following Stroke*. Brain, 119, 1737-1749.
3. Wissel J, Schelosky LD, Scott J, Christe W, Faiss JH, Mueller J. 2010. *Early development of spasticity following stroke: a prospective, observational trial*. J Neurol; 257(7):1067-72.
4. Thibaut Aurore, Chatelle Camille, Ziegler Erik, et al. 2013. *Spasticity after stroke: Physiology, assesment and treatment*. Brain Inj, Early Online: 1-13.
5. Wang Q, Tang XN, and Yenari MA. 2007. *The inflammatory response in stroke*. J Neuroimmunol; 184(1-2): 53-68.
6. Powell J, Pandyan AD, Granat M, Cameron M, and Stott DJ. 1999. *Electrical stimulation of wrist extensors in poststroke hemiplegia*. Stroke;30(7): 1384-9.
7. Duncan PW, Zorowitz R, Bates B, et al. 2005. *Management of adult stroke rehabilitation care: A clinical practice guideline*. Stroke (36): e100-143.
8. Alon G. 2007. *Principles of electrical Stimulation*. In: Nelson, MR Currier PD, Clinical Electrotherapy, Appleton & Lange, California.
9. Pomeroy VM, King L, Pollock A, Baily-Hallam, and Langhorne P. 2006. *Electrostimulation for promoting recovery of movement or functional ability after stroke*. Cochrane Database Syst Rev 19(2):CD003241.
10. Chae J, Bethoux F, Bohine T, Dobos L, Davis T, and Friedl A. 1998. *Neuromuscular stimulation for upper extremity motor and functional recovery in acute hemiplegia*. Stroke, 29(5):975-9.

11. Bakhtiary Amir H, Fatemy Elham. 2008. *Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study*. Los Angeles – SAGE Publications.
12. Karakus D, Ersoz M, Koyuncu G, Turk D, Munever Münevver sasmaz F, Akyüz N. 2013. *Effects of functional electrical stimulation on wrist function and spasticity in stroke: a randomized controlled study*. Turk J Phys Med Rehab. (59) :97–102.
13. Stein Cinara, Fritsch Carolina Gasen, Robinson Caroline, Sbruzzi Graciele, Plentz Rodrigo Della. 2015. *Effects of Electrical Stimulation in Spastic Muscles After Stroke – Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. Stroke (08). American Heart Association Inc.
14. Yanagi T, Shiba N, Maeda T, et al. 2003. *Agonist contractions against electrically stimulated antagonists*. Arch Phys Med Rehabil (84):843– 8.
15. Wilson FR. 2010. *The hand: how its use shapes the brain, language, and human culture*. Random House LLC, New York, Toronto.
16. Darwin C. 1871. *The descent of man*. J. Murray, London.
17. Shelton F de Nap, Reding MJ. 2001. *Effect of lesion location on upper limb motor recovery after stroke* 32:107-112.
18. Lemon RN. 2008. *Descending pathways in motor control*. Annu Rev Neurosci 31:195-218.
19. Elliot JM, Connolly KJ. 1984. *A classification of manipulative hand movements*. Dev Med Child Neurol 26:283-296.
20. Napier JR. 1961. *Prehensility and opposability in the hands of primates*. Symp Zool Soc London, vol 5p.
21. Bernstein N. 1967. *The coordination and regulation of movements*. Pergamon Press Ltd, Oxford.

22. Heller RS, Masterton RB. 1983. *The role of the corticospinal tract in the evolution of human digital dexterity*. Brain Behav Evol 23:165-183.
23. Darling WG, Pizzimenti MA, Rotella DL et al. 2009. *Volumetric effects of motor cortex injury on recovery of dexterous movements*. Exp Neurol 220:90-108.
24. Riddle CN, Edgley SA, Baker SN. 2009. *Direct and indirect connections with upper motorneurons from the primate reticulospinal tract*. J Neurosci Off J Soc Neurosci 29:4993-4999.
25. Lalith E, Satkunam. 2003. *Rehabilitation medicine: Management of adult spasticity*. Canadian Medical Association Journal; 169 (11):1173-9.
26. Disa K, Elsy U, Anna-Karin Svensson, Lotta W, Magnus H. 2004. *Spasticity after stroke, Its occurrence and association with motor impairments and activity limitations*. Stroke, (35), 134-140
27. DeLisa. 1988. *Rehabilitation Medicine: Principles and Practice*. JB. Lippincott: Philadelphia.
28. Mohr JP, Pessin MS. 1992. *Stroke pathophysiology, diagnosis, and management*. Barbett HJM, Mohr JP, Stein BM, Yatsu FM (ed). 39nd ed. New York: Churchill Living Stone: 419-41.
29. Dimyan Michael A, Cohen Leonardo G. 2011. *Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke*. Nat Rev Neurol (7), 76-85.
30. Wade DT. *The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery*. J Neurology. Psichiatri. 1998.46,521
31. Duncan PW, Goldstein LB, Matchar D, Divine GW, Feussner J. 1992. *Measurement of motor recovery after stroke*. Stroke (23): 1084-9.
32. Cailliet R. 1990. *The shoulder in hemiplegia*. Philadelphia: F.A. Davis company, 1990:4-9.
33. Gowland CA. 1990. *Staging motor impairment after stroke*. Stroke (21):1119-21.

34. Reding MJ, Potes E. 1988. *Rehabilitation outcome following initial unilateral hemispheric stroke. Life table analysis approach.* Stroke (19): 1354-8.
35. Puzi A Ahmad, Sidek SN, Rosly H Mat, et al. 2017. *Modified Asworth Scale (MAS) Model based on Clinical Data Measurement towards Quantitative Evaluation of Upper Limb Spasticity, IOP Conf Serier.* Materials Science and Engineering 012024.
36. Poole JL, Whitney SL. 2001. *Assesment of Motor Function Post Stroke: A Review.* Physical & Occupational Therapy in Geriatrics, vol 19(2).
37. Adler, Susan and Dominiek, Beckers. 2014. *PNF in Practice 4th.* Berlin: Springer.
38. Braddom Randall L. 2011. *Physical Medicine & Rehabilitation Fourth edition.* Philadelphia, United states.
39. Sheffler LR, et al. 2007. *Neuromuscular electrical stimulation in neurorehabilitation.* Muscle Nerve;35(5): 562-90.
40. Knaflitz M, Marletti M, De luca CJ, et al. 1990. *Inference of motor unit recruitment order in voluntary and electrically elicited contractions.* The American Physiology Society.
41. Teresa J Kimberley, Aurbach Edward J, Lojovich Jeanne M. 2003. *Electrical driving functional improvements and cortical changes in subjects with stroke.* Exp Brain Res 154:450-460.
42. Bakhtiary AH, et al. 2008. *Does electrical stimulation reduce spasticity after stroke? A randomized controlled study.* Clin Rehabil;22 (5): 418-25.
43. Heckman J, Mokrusch T, Krockel A, Warnke S, von Stockert T, Neundorfer B. 1997. *EMG-triggered electrical stimulation in the treatment of central hemiparesis after a stroke.* European Journal of Physical Medicine and Rehabilitation. (7): 138–141

44. Sonde L, Kalimo H, Femaus SE, Vitanen M. *Low TENS treatment on post-stroke paretic arm: A three year follow up*. Clin Rehabil; 14(1):14-19.
45. de Kroon JR, van der Lee JH, IJzerman MJ et al. 2002. *Therapeutical electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: A system review*. Clin Rehabil (16):350-60.
46. Hara Yukihiko. 2013. *Rehabilitation with Functional Electrical Stimulation in Stroke Patients*. Int J Phys Med Rehabil 1:147.
47. Mangold S, et al. 2009. *Motor training of upper extremity with functional electrical stimulation in early stroke rehabilitation*. Neurorehabil Neural Repair; 23(2):184-90.
48. Boyaci A, Topuz O, Alkan H, et al. 2013. *The effectiveness of active and passive neuromuscular electrical stimulation of hemiplegic upper extremities: a randomized controlled trial*. Int J Rehabil Res 36:315-22
49. Gracies JM. 2005. *Patophysiology of spastic paresis I: Paresis and soft tissue changes*. Muscle Nerve; 31(5):533-51.
50. BTL-5000 Electrotherapy. 2004. *User's Guide*. V110z3AM17;1-30.
51. Whitlock J A Jr. 1990. *Neurophysiology of spasticity*. In *The practical management of spasticity in children and adults*. Philadelphia – London: Lea & Febiger, 8-33.
52. Sharma N, et al. 2006. *Motor imagery: a backdoor to the motor system after stroke?* Stroke (7):1941-52

LAMPIRAN

Lampiran 1. *Fugl-Meyer Assesment Upper Extremity (FMA-UE)*

Prosedur	Peraturan
<p>Deskripsi : Pengkajian ini untuk mengukur gangguan motorik ekstremitas atas dan ekstremitas bawah.</p> <p>Peralatan : Kursi, meja, refleks hammer, pensil, kertas, kaleng kecil/gelas, bola tennis, stopwatch.</p>	<p>Lakukan pengkajian ini pada tempat yang tenang dan ketika pasien dalam keadaan bersedia.</p> <p>Pengkajian gerakan yang ingin dicapai: meliputi sinergi fleksor, sinergi ekstensor, sinergi gerakan kombinasi, sinergi gerakan keluar, pergelangan tangan, tangan dan koordinasi/kecepatan. Untuk semua gerakan yang ingin dicapai, ada beberapa pedoman yang harus diikuti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Berikan instruksi yang jelas dan singkat. Contohkan sesuai dengan instruksi verbal yang anda berikan. 2. Lakukan dahulu pada ekstremitas yang tidak lumpuh. Pada sisi yang lumpuh, cek kemampuan pasien melakukan pasif ROM untuk melakukan gerakan ini. 3. Ulangi setiap gerakan sebanyak 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan yang paling baik dilakukan. Jika skor maksimal dicapai pada gerakan pertama dan kedua, jangan mengulanginya sampai tiga kali. Uji koordinasi/kecepatan hanya dilakukan satu kali. 4. Jangan bantu pasien, tetapi memberi motivasi secara verbal diijinkan. 5. Uji fungsi kemandirian tangan dan pergelangan tangan. Selama pengkajian pergelangan tangan (7a-7e), sandang bawah siku untuk mengurangi beban pada bahu, bagaimanapun pasien harus menggerakkan siku secara fleksi dengan sudut siku 90° dan menggerakkan siku secara ekstensi dengan sudut siku 0°. Selama pengkajian tangan bantuan dapat diberikan pada siku lengan dan hanya bagian proksimal sampai pergelangan tangan sehingga posisinya adalah posisi yang tepat untuk melakukan pengkajian tangan (8a-g).

Pengkajian Motorik Fugl-Meyer Ekstremitas Atas		
Item	Prosedur	Skor
I. Aktivitas refleks	<ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk. • Kaji refleks bisep dan trisep • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu • Kemudian lakukan pada sisi yang lumpuh. 	<p>Skor (maksimal 4):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – tidak ada refleks • 2 – aktifitas refleks ada
II. Sinergi fleksor	<ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu • Pada sisi yang lumpuh, cek kemampuan pasien melakukan pasif ROM pada setiap sendi yang akan dikaji. • Posisi pertama seharusnya ekstensi penuh. Jika pasien tidak bisa secara aktif memulai posisi pertamanya lengan ditempatkan secara pasif di atas lutut sebelahnya dengan adduksi/internal rotasi pada bahu, ekstensi pada siku dan pronasi lengan bawah. • Instruksikan pada pasien untuk melakukan supinasi lengan bawah, siku difleksikan dengan membawa tangan ke sisi telinga yang lumpuh. Bahu harus abduksi setidaknya 90 derajat. 	<p>Skor (maksimal 12):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – tidak dapat dilakukan seluruhnya • 1 – dilakukan sebagian • 2 – dilakukan sempurna <p>Gerakan yang dinilai: elevasi (skapular), retraksi bahu (skapular), abduksi bahu (sedikitnya 90°) dan rotasi eksternal, fleksi pada siku, dan supinasi lengan.</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	
III. Sinergi ekstensor	<ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk. • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Pada sisi yang lumpuh, cek kemampuan pasien melakukan pasif ROM pada setiap sendi yang akan dikaji. • Posisi pertama seharusnya lengan fleksi dan supinasi. Penguji harus yakin bahwa pasien tidak melakukan rotasi dan fleksi di depan dengan cara membiarkan gravitasi membantu pergerakan. Pectoralis mayor dan tendon trisep brachialis dapat dipalpasi untuk membantu pergerakan. • Instruksikan pada pasien untuk melakukan adduksi & internal rotasi pada bahu dan ekstensikan lengan bawah ke arah lutut yang tidak lumpuh dengan pronasi pada lengan bawah. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor (maksimal 6):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – tidak dapat dilakukan seluruhnya • 1 – dilakukan sebagian • 2 – dilakukan sempurna <p>Gerakan yang dinilai: abduksi/internal rotasi pada bahu, ekstensi pada siku dan pronasi lengan bawah.</p>
IV. Gerakan kombinasi sinergi. Pasien diminta untuk melakukan 3 gerakan yang berbeda (4a, 4b, 4c)	<p>4a. Tangan ke tulang belakang</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan lengan di samping, bahu pada 0°, siku pada 0°. • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pada pasien untuk menempatkan tangannya di belakang punggungnya dengan mengatakan "letakkan tangan anda di belakang punggung anda". • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – gerakan tidak spesifik • 1 – tangan harus melewati tulang iliaka anterior superior (dilakukan sebagian) • 2 – dilakukan sempurna
	<p>4b. Fleksi bahu 90°, siku 0°:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan di pangkuan. • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Pada sisi yang lumpuh, cek kemampuan pasien melakukan pasif ROM fleksi 90° 	<p>Skor (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – abduksi pada lengan terjadi tiba-tiba, atau fleksi pada siku terjadi saat gerakan dimulai • 1 – abduksi atau fleksi

	<p>pada bahu dan ekstensi pada siku.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien di instruksikan untuk memfleksikan bahunya 90° dan siku tetap ekstensi. Siku harus tetap ekstensi dan bergerak melewati bahu, lengan bawah bisa pronasi atau posisi di tengah antara pronasi dan supinasi. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>pada siku terjadi pada saat fase gerakan</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 – dilakukan sempurna (pasien dapat melakukan fleksi pada bahu dengan siku tetap ekstensi)
	<p>4c. Pronasi/supinasi lengan bawah, siku 90°, bahu 0°.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan lengan di samping, siku difleksikan, dan lengan bawah pada posisi supinasi • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Pada sisi yang lumpuh, cek kemampuan pasien melakukan pasif ROM yaitu pronasi dan supinasi. • Pasien diinstruksikan untuk tetap dalam posisi fleksi pada siku dan melakukan pronasi/supinasi lengan bawah • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – posisi adduksi pada bahu tepat berada di samping, fleksi pada siku dan pronasi/supinasi tidak dapat dilakukan • 1 – pronasi/supinasi aktif dapat dilakukan meskipun dalam gerakan yang terbatas, dengan fleksi pada siku 90° dan lengan di samping. • 2 – pronasi/supinasi lengkap dengan fleksi pada siku 90° dan tangan di samping.
<p>V. Gerakan di luar sinergi. Pasien diminta untuk melakukan 3 gerakan yang berbeda (5a, 5b, 5c).</p>	<p>5a. Abduksi pada bahu 90°, siku 0° dan pronasi pada lengan bawah</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan di samping • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini • Pasien diinstruksikan untuk abduksi bahu 90°, dengan ekstensi siku (0°) dan pergelangan tangan pronasi • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – diawal fleksi siku terjadi atau penyimpangan lain dari pronasi lengan terjadi • 1 – gerakan dapat dilakukan sebagian, atau selama gerakan terjadi fleksi pada siku, atau lengan bawah tidak tetap dalam posisi pronasi • 2 – dilakukan sempurna (pasien dapat melakukan abduksi bahu dengan tetap pronasi tanpa fleksi siku)
	<p>5b. Fleksi bahu dari 90°-180°, dan lengan bawah berada di tengah.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan siku memanjang dan tangan bertumpu pada lutut. • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – diawal terjadi fleksi siku atau abduksi bahu (lengan tiba-tiba abduksi atau fleksi pada siku terjadi saat gerakan dimulai) • 1 – fleksi siku atau abduksi

	<ul style="list-style-type: none"> • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Pasien diinstruksikan untuk mengangkat bahu di atas 90 °, dengan siku sepenuhnya diperpanjang dan pergelangan tangan lurus di tengah antara pronasi dan supinasi. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>bahu terjadi selama fleksi bahu (fase setelah gerakan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 – dilakukan sempurna
	<p>5c. Pronasi/supinasi lengan bawah, siku 0° dan fleksi bahu 30°-90°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan ekstensi pada siku, bahu difleksikan 30° -90° • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Pasien diinstruksikan untuk melakukan supinasi dan pronasi pergelangan tangan, dengan bahu tetap fleksi 30°-90° dan ekstensi pada siku. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – supinasi dan pronasi tidak dapat dilakukan atau posisi siku dan bahu tidak bisa dicapai. • 1 – posisi bahu dan siku tepat dan supinasi dapat dilakukan dalam gerakan terbatas • 2 – dilakukan sempurna (pronasi dan supinasi lengkap dengan posisi siku dan bahu yang tepat)
VI. Refleks normal (duduk)	<ul style="list-style-type: none"> • Item ini dimasukkan jika pasien mencapai skor maksimum pada semua ekstremitas atas, atau sebaliknya nol. • Pemeriksa harus menguji refleks bisep dan trisep dengan refleks hammer dan fleksi jari-jari dengan cepat dan catat apabila ada refleks yang hiperaktif atau tidak. 	<p>Skor (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – dua atau tiga refleks terlihat nyata hiperaktif • 1 – satu refleks terlihat hiperaktif atau setidaknya 2 refleks terlihat baik • 2 – tidak lebih dari satu refleks terlihat baik dan tidak ada yang hiperaktif
VII. Wrist Selama pengkajian pergelangan tangan, sandang bawah siku untuk mengurangi beban pada bahu, bagaimanapun pasien harus menggerakkan siku secara fleksi dengan sudut siku 90° dan menggerakkan siku	<p>7a. Stabilitas, siku 90° dan bahu 0°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan di samping • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Pasien diinstruksikan untuk melakukan dorsofleksi pergelangan tangan dengan sudut 15 ° (atau kemampuan maksimal) dengan 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – pasien tidak dapat melakukan dorsofleksi pergelangan tangan sampai 15° • 1 – dorsofleksi tercapai namun tidak ada tahanan • 2 – posisi dapat dipertahankan dengan sedikit tahanan

<p>secara ekstensi dengan sudut siku 0° Pasien diminta untuk melakukan 5 gerakan terpisah (7a, 7b, 7c, 7d, 7e)</p>	<p>siku difleksikan pada 90° dan bahu 0°. Jika dorsofleksi maksimal tercapai, berikan sedikit tahanan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	
	<p>7b. Fleksi/ ekstensi siku 90° bahu 0°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan di samping • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Pasien diinstruksikan mengulang gerakan secara lembut dari posisi fleksi pergelangan tangan 15° sampai ekstensi 15° • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – gerakan tidak terjadi • 1 – pasien tidak dapat menggerakkan pergelangan tangannya secara aktif • 2 – gerakannya sempurna
	<p>7c. Stabilitas, siku 0°, fleksi bahu 30°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan siku diluruskan, tangan diletakkan di atas lutut dan lengan bawah dengan posisi pronasi • Pasien sudah melakukan gerakan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Pasien diinstruksikan untuk melakukan dorsofleksi pergelangan tangan dengan sudut 15° (atau kemampuan maksimal) dengan siku ekstensi dan bahu fleksi 30°. Jika dorsofleksi maksimal tercapai, berikan sedikit tahanan. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 - Pasien tidak dapat dorsofleksi pegelangan tangan sampai 15° • 1 - dorsofleksi tercapai namun tidak ada tahanan • 2 – posisi dapat dipertahankan dengan sedikit tahanan
	<p>7d. Fleksi/ekstensi siku 0° dan fleksi bahu 30°</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan siku diluruskan, tangan diletakkan di atas lutut dan lengan bawah dengan posisi pronasi • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Pasien diinstruksikan untuk mengulang gerakan dengan lembut dari dorsofleksi maksimal ke fleksi maksimal dengan mengepalkan tangan. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – gerakan tidak terjadi • 1 – pasien tidak dapat menggerakkan pergelangan tangannya secara aktif • 2 – gerakannya sempurna

	<p>berikan skor pada gerakan terbaik.</p> <p>7e. Sirkumduksi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan disamping, siku membentak 90° dan lengan bagian bawah posisi pronasi • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Pasien diinstruksikan untuk melakukan gerakan sirkumduksi secara perlahan pada pergelangan tangan sampai satu putaran penuh • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – tidak dapat dilakukan • 1 – gerakan tersentak atau sirkumduksi yang tidak lengkap • 2 – gerakan sempurna
<p>VIII. Tangan</p> <p>Selama pengkajian tangan asisten dapat diberikan pada siku lengan dan hanya bagian proksimal sampai pergelangan tangan</p>	<p>8a. Fleksi jari-jari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja atau dipangku • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Mulai dengan posisi ekstensi jari, instruksikan pada pasien untuk fleksi jari seluruhnya • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – fleksi tidak terjadi • 1 – beberapa fleksi tetapi gerakannya tidak penuh • 2 – fleksi lengkap (sebanding dengan sisi yang tidak lumpuh)
	<p>8b. Ekstensi jari-jari</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja atau dipangku • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Mulai dengan fleksi jari, instruksikan pada pasien untuk fleksi jari seluruhnya. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – ekstensi tidak terjadi • 1 – pasien dapat melepaskan fleksi genggamannya • 2 – ekstensi lengkap (sebanding dengan sisi yang tidak lumpuh)
	<p>8c. Grasp 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – posisi seharusnya tidak dapat dicapai

	<p>terlebih dahulu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pasien untuk ekstensi sendi metakarpopalangeal urutan ke II-V dan fleksi sendi interpalangeal proksimal dan distal. Uji kekuatan tahanan genggaman ini. Katakan pada pasien untuk membayangkan bahwa dia sedang memegang tangkai • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 – genggaman lemah • 2 – genggaman dapat melawan tahanan yang kuat
--	--	--

	<p>8d. Grasp II</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pada pasien untuk abduksi jempolnya untuk menggenggam selembur kertas. Tarik selembur kertas tersebut dengan sedikit hentakan dan katakan pada pasien untuk menahannya. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan • 1 – secarik kertas diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat dipegang tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – kertas digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	<p>8e. Grasp III</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pada pasien untuk memegang pulpen dengan jari jempol dan telunjuk. Tarik pulpen tersebut dengan sedikit hentakan dan katakan pada pasien untuk menahannya • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan • 1 – pensil diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat dipegang tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – pensil digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	<p>Grasp IV</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan

	<p>terlebih dahulu.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pasien untuk memegang kaleng ataupun gelas. Tarik gelas dengan sedikit hentakan dan katakan pada pasien untuk menahannya • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 – kaleng diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat digenggam tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – kaleng digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	<p>8g. Grasp V</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan tangan diatas meja • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pasien untuk menggenggam bola tennis. Tarik bola tersebut dengan sedikit hentakan dan katakan pada pasiennya untuk menahannya. • Coba 3 kali pada sisi yang lumpuh dan berikan skor pada gerakan terbaik. 	<p>Skor maksimal 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan • 1 – bola tennis dapat digenggam tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – bola tennis digenggam erat dan mampu melawanan tahanan
<p>Koordinasi dan kecepatan Duduk: jari-jari ke hidung (5 kali pengulangan)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pasien duduk dengan mata terbuka • Tangan di atas lutut • Lakukan pada sisi yang tidak lumpuh terlebih dahulu. • Cek kemampuan pasif ROM pasien pada sisi yang lumpuh untuk melakukan gerakan ini. • Instruksikan pada pasien untuk menggerakkan tangannya dari lutut ke hidung dengan cepat • Catat waktunya untuk melakukan 5 kali putaran dengan menggunakan stopwatch • Ulangi gerakan yang sama pada lengan yang lumpuh. Rekam waktu untuk sisi lengan yang lumpuh dan tidak lumpuh. Observasi tanda-tanda tremor dan dismetria selama gerakan tersebut dilakukan. • Catatan: gerakan ini mencoba untuk membedakan stroke pada basal ganglia, talamus atau stroke serebelar, dimana tremor/dismetria merupakan bukti langsung bahwa adanya lesi pada area tersebut. 	<p>Skor tremor (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – tremor terlihat nyata • 1 – tremor sedikit • 2 – tidak ada tremor <p>Skor dysmetria (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – dysmetria yang tidak teratur dan terlihat nyata • 1 – dysmetria yang teratur dan terlihat sedikit • 2 – tidak ada dysmetria <p>Skor kecepatan (maksimal 2):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 0 – aktifitas lebih lama 6 detik dari tangan yang tidak lumpuh • 1 – 2 - 5,9 detik lebih lama dari tangan yang tidak lumpuh • 2 – Perbedaannya kurang dari 2 detik

	<p>Mayoritas kasus stroke terjadi pada arteri sereberal bagian tengah atau arteri basilar dimana kita menduga. Untuk mengobservasi paralisis yang mempengaruhi kecepatan gerakan tapi tidak menyebabkan tremor/dismetia. Pada kasus paralisis menyeluruh observasi adanya indikasi tremor atau dismetria yang mungkin tampak pada wajah, suara, lengan/kaki. Jika tidak ada indikator tremor atau dismetria berikan skor 2 pada item ini dan skor kecepatan nol. Jika aktif ROM pada sisi yang lumpuh berkurang secara signifikan daripada sisi yang tidak lumpuh pasien diberi skor nol untuk kecepatan.</p>	
--	---	--

Pengkajian Motorik Fugl-Meyer Ekstremitas Atas				
Test	No.	Item	Skor	Kriteria penilaian
I.Refleks	1	Bisep		<ul style="list-style-type: none"> 0 – tidak ada refleks 2 – aktifitas refleks ada
	2	Trisep		
II.Fleksor sinergi	3	Elevasi		<ul style="list-style-type: none"> 0 – tidak dapat dilakukan seluruhnya 1 – dilakukan sebagian 2 – dilakukan sempurna
	4	Retraksi bahu		
	5	Abduksi (sedikitnya 90°)		
	6	Rotasi eksternal		
	7	Fleksi siku		
	8	Supinasi lengan bawah		
III.Ekstensor sinergi	9	Adduksi/internal rotasi bahu		<ul style="list-style-type: none"> 0 – tidak dapat dilakukan seluruhnya 1 – dilakukan sebagian 2 – dilakukan sempurna
	10	Ekstensi siku		
	11	Pronasi lengan bawah		
IV.Kombinasi gerakan sinergi	12	Tangan ke tulang belakang		<ul style="list-style-type: none"> 0 – gerakan tidak spesifik 1 – tangan harus melewati tulang iliaka anterior superior 2 – dilakukan sempurna
	13	Fleksi bahu 90°, siku 0°		
	14	Pronasi/supinasi lengan bawah dengan siku 90° dan bahu 0°		
V.Gerakan di luar sendi	15	Abduksi bahu 90°, siku 0° dan pronasi lengan bawah		<ul style="list-style-type: none"> 0 – diawal terjadi fleksi pada

				<p>siku atau penyimpangan lain dari pronasi lengan bawah terjadi</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 – gerakan dapat dilakukan sebagian, atau selama gerakan terjadi fleksi pada siku, atau lengan bawah tidak tetap dalam posisi pronasi • 2 – dilakukan sempurna
	16	Fleksi bahu 90° - 180° siku 0° dan posisi lengan bawah di tengah		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – diawal terjadi fleksi siku atau abduksi bahu • 1 – fleksi siku atau abduksi bahu terjadi selama fleksi bahu (fase setelah gerakan) • 2 – dilakukan sempurna
	17	Pronasi/supinasi lengan bawah, siku 0° dan fleksi bahu antara 30 - 90°		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – supinasi dan pronasi tidak dapat dilakukan semuanya atau posisi siku dan bahu tidak tercapai • 1 – bahu dan siku berada dalam posisi yang tepat dan supinasi dan pronasi dapat dilakukan dalam gerakan terbatas • 2 – dilakukan sempurna
VI. Aktivitas refleks normal	18	Bisep dan/atau fleksor jari dan trisep (item ini hanya untuk pasien yang mampu mencapai skor maksimum pemeriksaan sebelumnya, sebaliknya 0)		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – dua atau tiga refleks terlihat nyata hiperaktif • 1 – satu refleks terlihat hiperaktif atau setidaknya 2 refleks terlihat baik • 2 – tidak lebih dari satu refleks terlihat baik dan tidak ada yang hiperaktif
VII. Wrist	19	Stabilitas, siku 90° , bahu 0°		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – pasien tidak dapat melakukan dorsofleksi pergelangan tangan sampai 15° • 1 – dorsofleksi tercapai namun tidak ada tahanan • 2 – posisi dapat dipertahankan dengan sedikit tahanan
	20	Fleksi/ekstensi siku 90° bahu 0°		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – gerakan tidak terjadi • 1 – pasien tidak dapat menggerakkan pergelangan tangannya secara aktif • 2 – gerakannya sempurna
	21	Stabilitas, siku 0° bahu 30°		<ul style="list-style-type: none"> • 0 - Pasien tidak dapat

			<p>dorsofleksi pegelangan tangan sampai 15°</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 - dorsofleksi tercapai namun tidak ada tahanan • 2 - posisi dapat dipertahankan dengan sedikit tahanan
	22	Fleksi/ekstensi siku 0° bahu 30°	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - gerakan tidak terjadi • 1 - pasien tidak dapat menggerakkan pergelangan tangannya secara aktif • 2 - gerakannya sempurna
	23	Sirkumduksi	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - tidak dapat dilakukan • 1 - gerakan tersentak atau sirkumduksi yang tidak lengkap • 2 - gerakan sempurna
VIII. Tangan	24	Fleksi jari-jari	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - fleksi tidak terjadi • 1 - beberapa jari fleksi tetapi gerakannya tidak penuh • 2 - fleksi lengkap (sebanding dengan sisi yang tidak lumpuh)
	25	Ekstensi jari-jari	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - ekstensi tidak terjadi • 1 - pasien dapat melepaskan fleksi genggamannya • 2 - ekstensi lengkap (sebanding dengan sisi yang tidak lumpuh)
	26	Genggaman I: ekstensi sendi metakarpopalangeal dan fleksi sendi interpalangeal proksimal dan distal; genggaman diuji melawan tahanan	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - posisi yang tepat tidak dapat dicapai • 1 - genggaman lemah • 2 - genggaman dapat melawan tahanan yang kuat
	27	Genggaman II: pasien diinstruksikan untuk adduksi jempol dengan menempatkan secarik kertas.	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - fungsi tidak dapat dilakukan • 1 - secarik kertas diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat dipegang tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 - kertas digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	28	Genggaman III: pensil ditempatkan diantara jari	<ul style="list-style-type: none"> • 0 - fungsi tidak dapat dilakukan

		jempol dan telunjuk		<ul style="list-style-type: none"> • 1 – pensil diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat dipegang tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – pensil digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	29	Genggaman IV: Pasien harus menggenggam kaleng dengan jari pertama dan kedua		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan • 1 – kaleng diletakkan diantara jempol dan jari telunjuk dapat digenggam tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – kaleng digenggam erat dan mampu melawan tahanan
	30	Genggaman V: Pasien menggenggam bola tenis dengan melakukan genggaman bulat atau instruksikan untuk menempatkan jari-jarinya pada posisinya dengan posisi abduksi ibu jari dan abduksi-fleksi pada jari ke-2, 3, 4 dan ke-5		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – fungsi tidak dapat dilakukan • 1 – bola tennis dapat digenggam tapi tidak dapat melawan sedikit tahanan • 2 – bola tennis digenggam erat dan mampu melawanan tahanan
IX. Koordinasi/Kecepatan Jari-jari dari lutut ke hidung (5 kali pengulangan)	31	Tremor		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – tremor terlihat nyata • 1 – tremor sedikit • 2 – tidak ada tremor
	32	Dysmetria		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – dysmetria yang tidak teratur dan terlihat nyata • 1 – dysmetria yang teratur dan terlihat sedikit • 2 – tidak ada dysmetria
	33	Kecepatan		<ul style="list-style-type: none"> • 0 – aktifitas lebih lama 6 detik dari tangan yang tidak lumpuh • 1 – (2 - 5,9) detik lebih lama dari tangan yang tidak lumpuh • 2 – Perbedaannya kurang dari 2 detik
Total ekstremitas atas				Maksimal = 66

Lampiran 2. Statistik Karakteristik Pasien

Group Statistics

Tindakan		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Usia	NMES + LPE	15	58,0000	7,17137	1,85164
	LPE	15	53,2667	9,35389	2,41516

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
Usia	Equal variances assumed	,841	,367	1,555	28	,131	4,73333	3,04329	-1,50055	10,96722
	Equal variances not assumed			1,555	26,232	,132	4,73333	3,04329	-1,51954	10,98621

Jenis Kelamin * Tindakan Crosstabulation

Count		Tindakan		
		NMES + LPE	LPE	Total
Jenis Kelamin	Laki-laki	10	5	15
	Perempuan	5	10	15
Total		15	15	30

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,333 ^a	1	,068		
Continuity Correction ^b	2,133	1	,144		
Likelihood Ratio	3,398	1	,065		
Fisher's Exact Test				,143	,072
Linear-by-Linear Association	3,222	1	,073		
N of Valid Cases	30				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 7,50.

b. Computed only for a 2x2 table

Pergelangan Tangan * Tindakan Crosstabulation

Count		Tindakan		
		NMES + LPE	LPE	Total
Pergelangan Tangan	Kanan	5	6	11
	Kiri	10	9	19
Total		15	15	30

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	,144 ^a	1	,705		
Continuity Correction ^b	,000	1	1,000		
Likelihood Ratio	,144	1	,705		
Fisher's Exact Test				1,000	,500
Linear-by-Linear Association	,139	1	,710		
N of Valid Cases	30				

a. 0 cells (0,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 5,50.

b. Computed only for a 2x2 table

Jenis Stroke * Tindakan Crosstabulation

Count		Tindakan		Total
		NMES + LPE	LPE	
Jenis Stroke	HS	1	5	6
	NHS	14	10	24
Total		15	15	30

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2-sided)	Exact Sig. (1-sided)
Pearson Chi-Square	3,333 ^a	1	,068		
Continuity Correction ^b	1,875	1	,171		
Likelihood Ratio	3,581	1	,058		
Fisher's Exact Test				,169	,084
Linear-by-Linear Association	3,222	1	,073		
N of Valid Cases	30				

a. 2 cells (50,0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3,00.

b. Computed only for a 2x2 table

Lampiran 3. Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
MAS awal	Based on Mean	1,159	1	28	,291
	Based on Median	,546	1	28	,466
	Based on Median and with adjusted df	,546	1	26,923	,466
	Based on trimmed mean	1,102	1	28	,303
MAS akhir	Based on Mean	4,195	1	28	,050
	Based on Median	1,672	1	28	,207
	Based on Median and with adjusted df	1,672	1	24,698	,208
	Based on trimmed mean	4,102	1	28	,052

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MAS awal	3,4667	15	1,18723	,30654
	MAS akhir	2,2667	15	1,09978	,28396

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MAS awal & MAS akhir	15	,883	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences		95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Lower	Upper			
Pair 1	MAS awal - MAS akhir	1,20000	,56061	,14475	2,25525	8,290	14	,000

Lampiran 4. Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	MAS awal	3,6667	15	1,49603	,38627
	MAS akhir	2,8000	15	1,61245	,41633

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	MAS awal & MAS akhir	15	,948	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences		Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation		Lower	Upper			
Pair 1	MAS awal - MAS akhir	,86667	,51640	,13333	,58070	1,15264	6,500	14	,000

Lampiran 5. Perbedaan Derajat Spastisitas Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Group Statistics

Tindakan		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
MAS beda	NMES + LPE	15	1,2000	,56061	,14475
	LPE	15	,8667	,51640	,13333

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-Test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
MAS beda	Equal variances assumed	,373	,546	1,694	28	,101	,33333	,19680	-,06979	,73646
	Equal variances not assumed			1,694	27,813	,101	,33333	,19680	-,06991	,73658

Lampiran 6. Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas

Test of Homogeneity of Variances

		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
FMA-UE awal	Based on Mean	1,018	1	28	,322
	Based on Median	,153	1	28	,698
	Based on Median and with adjusted df	,153	1	20,396	,699
	Based on trimmed mean	,784	1	28	,384
FMA-UE akhir	Based on Mean	,639	1	28	,431
	Based on Median	,025	1	28	,877
	Based on Median and with adjusted df	,025	1	19,929	,877
	Based on trimmed mean	,404	1	28	,530

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	FMA-UE awal	46,8667	15	15,15099	3,91197
	FMA-UE akhir	52,0667	15	13,32273	3,43992

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	FMA-UE awal & FMA-UE akhir	15	,966	,000

Paired Samples Test

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	FMA-UE awal - FMA-UE akhir	-5,20000	4,12657	1,06548	-7,48522	-2,91478	-4,880	14	,000

Lampiran 7. Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke Sebelum dan Setelah dilakukan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	FMA-UE awal	47,6667	15	20,13407	5,19860
	FMA-UE akhir	52,3333	15	16,88476	4,35963

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	FMA-UE awal & FMA-UE akhir	15	,957	,000

Paired Samples Test

		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference		t	df	Sig. (2-tailed)
					Lower	Upper			
Pair 1	FMA-UE awal - FMA-UE akhir	-4,66667	6,33208	1,63494	-8,17326	-1,16008	-2,854	14	,013

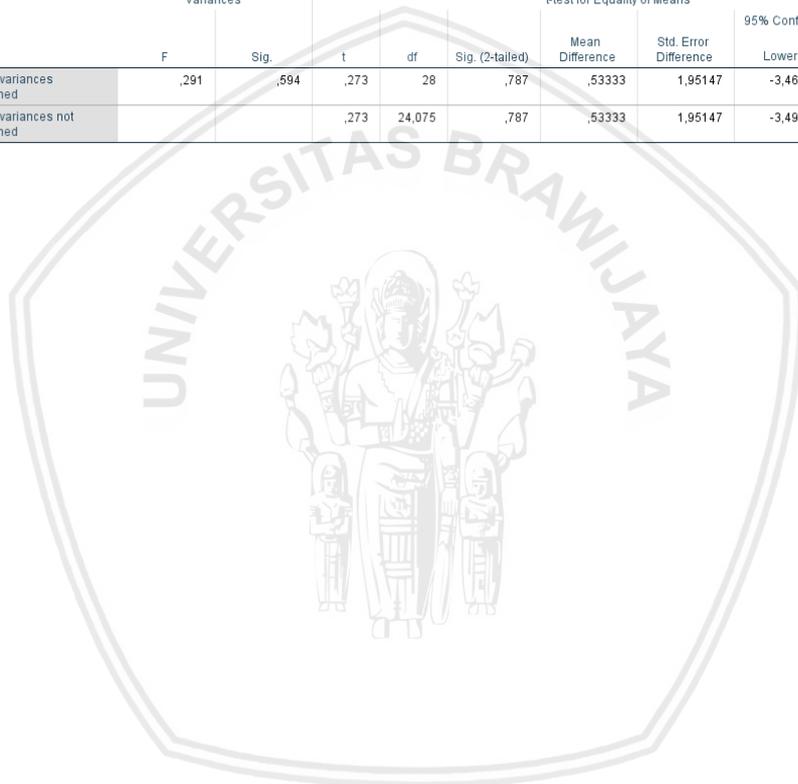
Lampiran 8. Perbedaan Derajat Fungsional Pergelangan Tangan Pasien Pasca Stroke pada Kelompok *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES) yang dikombinasi dengan Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas dan Kelompok Terapi Latihan Pemulihan Ekstremitas Atas tanpa kombinasi *Neuromuscular Electrical Stimulation* (NMES)

Group Statistics

	Tindakan	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
FMA-UE beda	NMES + LPE	15	5,2000	4,12657	1,06548
	LPE	15	4,6667	6,33208	1,63494

Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
FMA-UE beda	Equal variances assumed	,291	,594	,273	28	,787	,53333	1,95147	-3,46408	4,53075
	Equal variances not assumed			,273	24,075	,787	,53333	1,95147	-3,49365	4,56032



Lampiran 9. Ethical Clearance

RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. SAIFUL ANWAR MALANG
Jl. Jaksa Agung Suprpto No.2 Malang
KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
TERAKREDITASI KARS VERSI 2012 TINGKAT PARIPURNA
RSSA ☆☆☆☆☆
24 Februari 2015 s.d. 23 Februari 2018
Jl. Jaksa Agung Suprpto No.2 MALANG 65111
Telp. (0341) 362101, Fax. (0341) 369384
E-mail : staf-rsu-drsaifulanwar@jatimprov.go.id
Website : www.rsusaifulanwar.jatimprov.go.id

**KETERANGAN KELAIKAN ETIK
PELAKSANAAN PENELITIAN**
("ETHICAL CLEARANCE")
No: 400/224/K.3/302 /2018

**KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN RSUD Dr SAIFUL ANWAR MALANG,
SETELAH MEMPELAJARI DENGAN SEKSAMA RANCANGAN PENELITIAN YANG
DIUSULKAN, DENGAN INI MENYATAKAN BAHWA PENELITIAN DENGAN**

**JUDUL : Efektivitas Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) Pergelangan
Tangan pada Derajat Spastisitas dan Fungsional Pasien Paska Stroke yang
Mendapatkan Terapi Latihan**

PENELITI UTAMA : dr. Akhmad Syahrir

UNIT / LEMBAGA / TEMPAT PENELITIAN
RSUD Dr Saiful Anwar Malang

DINYATAKAN LAIK ETIK

MALANG, 07 DESEMBER 2018

KETUA TIM KOMISI ETIK PENELITIAN


dr. MOHAMMAD SAIFUR ROHMAN, SpJP (K)., PhD