

TESIS

**ANALISIS DELTA THETA ALFA BETA RATIO (DTABR) DAN FUNGSI MOTORIK
PASIEN PASCA STROKE ISKEMIK SEBELUM DAN SETELAH FISIOTERAPI**

**THE ANALYSIS OF DELTA THETA ALPHA BETA RATIO (DTABR) AND MOTOR
FUNCTION OF POST ISCHEMIC STROKE PATIENTS BEFORE AND AFTER
PHYSIOTHERAPY**

Disusun dan Diajukan Oleh

MUSTIKAYANI

C155172006



**DEPARTEMEN NEUROLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**ANALISIS DELTA THETA ALFA BETA RATIO (DTABR) DAN FUNGSI MOTORIK
PASIEN PASCA STROKE ISKEMIK SEBELUM DAN SETELAH FISIOTERAPI**

KARYA AKHIR

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Spesialis Neurologi

Program Pendidikan Dokter Spesialis-1 (Sp.1)

Program Studi Neurologi

Disusun dan diajukan

MUSTIKAYANI

Kepada :

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1

PROGRAM STUDI NEUROLOGI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

ANALISIS DELTA THETA ALFA BETA RATIO (DTABR) DAN FUNGSI MOTORIK PASIEN PASCA STROKE ISKEMIK SEBELUM DAN SETELAH FISIOTERAPI

Disusun dan diajukan oleh:

MUSTIKAYANI ASRUM
C155172006

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

Pada tanggal **26 JULI 2022**

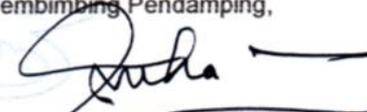
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing Utama,

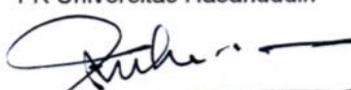
Pembimbing Pendamping,


Dr. dr. Audry Devisanty Wuysang, Sp.S (K), M.Si
NIP. 19770306 200912 2 002


dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM
NIP. 19620921 198811 1 001

Ketua Program Studi Neurologi
FK Universitas Hasanuddin

Dekan Fakultas kedokteran
Universitas Hasanuddin


dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM
NIP. 19620921 198811 1 001


Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.GK, Sp.PD, KGH, M.Kes
NIP. 19680530 199603 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mustikayani

No. Mahasiswa : C155172006

Program Studi : Neurologi

Jenjang : Program Pendidikan Dokter Spesialis-1

Menyatakan dengan ini bahwa Tesis dengan judul Analisis Delta Theta Alfa Beta Ratio (DTABR) dan Fungsi Motorik Pasien Pasca Stroke Iskemik Sebelum Dan Setelah Fisioterapi adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari Tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 17 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Mustikayani

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkah dan rahmat yang diberikan kepada saya selaku penulis sehingga naskah tesis ini dapat terselesaikan. Penulis yakin bahwa penyusunan tesis ini dapat terlaksana dengan baik berkat kerja keras, ketekunan, kesabaran, bantuan, bimbingan dan kerja sama dari berbagai pihak yang telah memberikan semangat, bimbingan, ide-ide, serta bantuan moril maupun materil. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada segenap pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pertama-tama, penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta, ayahanda dr. H. Asrum Tombili, M.Kes., dan ibunda Mardiana A. Nadja, AMd. Kep., S.Sos., bapak mertua Muhammad Arif Halil, SPd., Siswati Dahlan, yang tanpa henti memberikan cinta, kasih sayang, doa restu, dorongan semangat, kesabaran dan dukungannya selama ini. Terima kasih tak terhingga kepada suami saya tercinta dr. Ilham Arif, Sp.B (K) V., yang penuh perhatian serta pengertian dan putra saya tercinta Muhammad Asyraf Khaizuran dan putri saya tercinta Ashila Arsy Mikaila yang telah menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan setiap tahap proses pendidikan dengan baik. Tak lupa pula kepada saudara-saudara saya tercinta Muhammad Siriali, SE dan dr. Asmayanti yang senantiasa memberikan doa dan dukungan tanpa henti kepada penulis, serta seluruh keluarga besar yang juga selalu mendoakan penulis selama masa pendidikan ini. Semoga penulis dapat menjadi kebanggaan kepada keluarga, dan senantiasa melakukan yang terbaik dalam hal apapun.

Penulis juga dengan tulus dan penuh rasa hormat menyampaikan penghargaan dan terima kasih sebesar-besarnya kepada Dr. dr. Andi Kurnia Bintang, Sp.S(K), MARS sebagai Ketua Komisi Penasihat sekaligus Ketua Departemen Neurologi FK UNHAS periode 2019 – 2023, kepada Dr. dr. Audry Devisanty Wuysang, M.Si, Sp.S (K) sebagai Ketua Komisi Penasihat dan sebagai Pembimbing Akademik, serta kepada dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM sebagai Ketua Program Studi Neurologi FK UNHAS periode 2019 – 2023 dan Anggota Komisi Penasihat, atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan sejak awal pendidikan dokter spesialis hingga selesainya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan partisipasi berbagai pihak. Dalam kesempatan ini, penulis menghancurkan terima kasih yang tulus kepada dr. Nirwana Fitriani Walenna, Ph.D, sebagai Anggota Komisi Penasihat/Pembimbing Metode Penelitian dan Statistik, kepada Dr. dr. David Gunawan Umbas, Sp.S(K)., Dr. dr. Jumraini Tammasse, Sp.S (K)., sebagai Anggota Tim Penilai, yang telah memberi kesediaan waktu, saran dan bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian tesis ini.

Tak lupa pula penulis menghaturkan terima kasih sebesar-besarnya kepada guru-guru dan supervisor tercinta : Prof. Dr. dr. Amiruddin Aliah, MM, Sp.S(K); Dr. dr. Susi Aulina, Sp.S (K); dr. Louis Kwandou, Sp.S(K); Dr. dr. Yudy Goysal, Sp.S(K); dr. Ashari Bahar, M.Kes, Sp.S(K), FINS, FINA; Dr. dr. Jumraini Tammasse, Sp.S (K)., Dr. dr. Hasmawaty Basir, Sp.S(K); Dr. dr. David Gunawan Umbas, Sp.S(K); dr. Cahyono Kaelan, Ph.D, Sp.PA(K), Sp.S; Dr. dr. Audry Devisanty Wuysang, M.Si, Sp.S(K); Dr. dr. Nadra Maricar, Sp.S(K); dr. Muh. Iqbal Basri, Sp.S(K); dr. Ummu Atiah, Sp.S(K); dr. Mimi Lotisna, Sp.S(K); dr. Anastasia Juliana, Sp.S(K); dr. Andi Weri Sompaa, Sp.S(K); dr. Moch. Erwin Rachman, M.Kes, Sp.S(K); dr. Sri Wahyuni Gani, Sp.S(K);

dr. Citra Rosyidah, M.Kes, Sp.S(K); dr. Muhammad Yunus Amran, Ph.D, Sp.S(K), FINR, FINA, FIPM; dr. Lilian Triana Limoa, M.Kes, Sp.S(K) dan dr. Nurussyariah Hammado, Sp.N(K) yang telah dengan tulus ikhlas senantiasa memberikan bimbingan dan petunjuk kepada penulis selama masa pendidikan dan tesis ini. Semoga Allah Subhanahu Wa Ta'ala senantiasa merahmati.

Terima kasih kepada sejawat residen teman seperjuangan sejak awal masuk hingga selesai pendidikan periode Januari 2018, saudara-saudara tersayang saya (dr. Willy Candra, dr. Wa Ode Syakinah, dr. Ade Sofiyon, dr. Andi Israyanti Mawardi, dr. Candra Arisandi, dr. Edo Febrian Ananda, dr. Denise Dewanto Setiawan, dr. Rudi Hermawan, dan dr. Ahmad Zaki), yang telah berbagi suka dan duka serta banyak memberikan bantuan, motivasi dan semangat selama masa pendidikan dan penyelesaian tesis ini. Terima kasih kepada teman-teman sejawat residen Neurologi FK UNHAS atas bantuannya selama penulis menjalani masa pendidikan. Terima kasih Terima kasih juga kepada Staf Departemen Neurologi FK UNHAS, Pak Isdar Ronta, Ibu I Masse, S.E., Kak Syukur dan Kak Arfan yang setiap saat tanpa pamrih senantiasa membantu dalam hal administrasi maupun fasilitas perpustakaan, penyelesaian tesis ini serta bantuan-bantuan lain selama masa pendidikan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu. Seluruh pasien yang telah bersedia menjadi subjek dalam penelitian ini, penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya.

Akhir kata kepada segala pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penulis menjalani pendidikan ini, dengan segala kerendahan hati dan penuh syukur, penulis mengucapkan terima kasih. Penulis menyampaikan permohonan maaf sebesar-besarnya kepada semua pihak terutama kepada semua guru-guru kami dan teman-teman residen selama

penulis menjalani masa pendidikan. Penulis berharap karya akhir ini dapat memberi sumbangan bagi perkembangan ilmu pengetahuan terutama di bidang Neurologi di masa yang akan datang. Semoga Allah SWT senantiasa menyertai setiap langkah dan pengabdian kita.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Makassar, 17 Agustus 2022

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mustikayani', is enclosed in a light gray rectangular box.

Mustikayani

ABSTRAK

MUSTIKAYANI. *Analisis Delta Theta Alfa Beta Ratio (DTABR) dan Fungsi Motorik Pasien Pasca-Stroke Iskemik sebelum dan setelah Fisioterapi* (dibimbing oleh Audry Devisanty Wuysang, Muhammad Akbar, Jumriani Tamasse, David Gunawan, Umbas, Nirwana Fitriani Walenna).

Penelitian ini bertujuan mengetahui analisis delta theta alfa beta ratio dan fungsi motorik dengan menggunakan Fugl-Meyer Assesment pada pasien pascastroke iskemik dan setelah fisiterapi. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental dengan desain *pretest post-test one group design*. Penelitian dilaksanakan di Poli Rawat Jalan Neurologi RSUP dr Wahidin Sudirohusodo. Sampel penelitian sebanyak 25 orang yang memenuhi kriteria inklusi. Semua subjek penelitian akan diberi terapi standar dan dilakukan fisioterapi. Perekaman *electroencephalography* (EEG) dilakukan sebanyak 2 kali yaitu saat awal sebelum fisioterapi dan setelah fisioterapi. Hasil EEG dikonversi menjadi *quantitative electroencephalogram* (qEEG) menggunakan software neurosoft. Peneliti menghitung skor DTABR sebelum dan setelah fisioterapi pada kelompok elektroda EEG Cz, C3, C4, Pz, P3, P4 dan DTABR total. Penilaian skor motorik menggunakan Fugl Mayer Assesment (FMA) dilakukan sebanyak 2 kali yaitu saat awal dan setelah fisioterapi. Setelah itu, dibandingkan perbedaan selisih skor DTABR dan FMA sebelum dan setelah fisioterapi. Data dianalisis menggunakan analisis nonparametrik, uji beda 2 sampel berhubungan menggunakan uji Wilcoxon dan uji korelasi dengan Spearman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perubahan DTABR dan kemampuan motorik pada subjek setelah fisioterapi dengan uji Wilcoxon ($p < 0,05$). Dengan uji korelasi Spearman memperlihatkan ada hubungan penurunan DTABR pada C3, C4, dan Pz dengan peningkatan fungsi motorik pasien stroke iskemik ($p < 0,05$) dan tidak terdapat, hubungan antara penurunan DTABR pada Pz, P3, dan P4 dengan peningkatan fungsi motorik pasien stroke iskemik ($p > 0,05$).

Kata kunci: Fugl Mayer Assesment, Kemampuan Motorik, Stroke Iskemik, Quantitative



ABSTRACT

MUSTIKAYANI ASRUM. **The Analysis of Delta Theta Alpha Beta Ratio (DTABR) and Motor Function of Post-Ischemic Stroke Patients Before and After Physiotherapy** (supervised by Audry Devisanty Wuysang, Muhammad Akbar, Jumraini Tammasse, David Gunawan Umbas, and Nirwana Fitriani Walenna)

This study aims to determine the analysis of delta theta alpha beta ratio and motor function using the Fugl-Meyer Assessment in post-ischemic stroke patients before and after physiotherapy.

The research method used is experimental research with pre-test post-test one group design. The research was conducted at the Neurology Outpatient Polyclinic, dr. Wahidin Sudirohusodo Regional Public Hospital. The research sample consisted of 25 people who met the inclusion criteria. All research subjects were given standard therapy and physiotherapy. Electroencephalography (EEG) recording was performed twice, namely at the beginning before physiotherapy and after physiotherapy. The EEG results were converted into a quantitative electroencephalogram (EEG) using neurosoft software. The researchers calculated DTABR scores before and after physiotherapy in the CZ C3, C4, PZ, P3, P4 and total DTABR EEG electrode groups. Motor score assessment used Fugl Mayer Assessment (FMA) was carried out twice, namely at the beginning and after physiotherapy. After that, the researcher compared the difference between the DTABR and FMA scores before and after physiotherapy. The data were analyzed using nonparametric analysis. The difference test of two samples was related using Wilcoxon test and correlation test with Spearman.

The results show that there are changes in DTABR and motor skills in the subjects after physiotherapy using Wilcoxon test ($p < 0.05$). The Spearman correlation test show that there is a relationship between a decrease in DTABR at C3, C4, and Pz with an increase in motor function in ischemic stroke patients ($p < 0.05$). However, there is no relationship between a decrease in DTABR at P2, P3, and P4 with an increase in motor function in ischemic stroke patients! ($p > 0.05$).

Keywords: Fugl Mayer Assessment, motor ability, ischemic stroke, quantitative electroencephalogram



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN KARYA AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR	iv
KATA PENGANTAR	v
Abstrak	ix
Abstract	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.3.1. Tujuan Umum	4
1.3.2. Tujuan Khusus	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Stroke	6
2.1.1. Patofisiologi Stroke Iskemik	7
2.1.2. Perubahan Fungsi Motorik Pasca Stroke Iskemik	9
2.1.3. Fisioterapi pada Stroke Iskemik	11

2.2. Gelombang Otak	14
2.2.1. Electroencephalography (EEG)	18
2.2.2. Hubungan Fisioterapi dan Gelombang Otak	23
2.3. Fugl-Meyer <i>Assesment</i> (FMA)	26
2.4. Kerangka Teori	29
2.5. Kerangka Konsep	30
2.6. Hipotesis	30
 Bab III. METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian	31
3.2. Waktu dan Tempat Penelitian	31
3.3. Subjek Penelitian	
3.3.1. Populasi Penelitian	31
3.3.2. Sampel Penelitian	31
3.3.3. Kriteria Inklusi	32
3.3.4. Kriteria Ekslusi	32
3.3.5. Kriteria Drop Out	32
3.3.6. Perkiraan besar sampel	33
3.4. Cara Pengumpulan Data	
3.4.1. Alat dan Bahan	34
3.4.2. Cara Kerja	34
3.5. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	35
3.6. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	35
3.7. Analisis Data dan Uji Statistik	38
3.8. Izin Penelitian dan Kelayakan Etik	38
3.9. Alur Penelitian	39

Bab IV. Hasil Penelitian	40
Bab V. Pembahasan	46
Bab VI. Simpulan dan Saran	55
6.1 Kesimpulan	55
6.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Aspek yang dinilai pada domain motorik FMA	27
Tabel 2. Data Demografi Sampel Penelitian	40
Tabel 3. Hasil Uji DTABR	41
Tabel 4. Hasil Uji FMA	43
Tabel 5. Hasil Uji Korelasi Perubahan DTABR dengan FMA	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Vaskularisasi Serebral	8
Gambar 2. Mekanisme seluler akibat iskemia	9
Gambar 3. Berbagai jenis gelombang otak	18
Gambar 4. Hubungan antara CBF dengan gambaran EEG dan patofisiologi mendasari	20
Gambar 5. Amplitudo dan Power	22
Gambar 6. Z-Score	23
Gambar 7. Klasifikasi skor total gangguan motorik FMA	28
Gambar 8. Kerangka teori penelitian	29
Gambar 9. Penurunan DTABR sebelum dan setelah fisioterapi.....	42
Gambar 10. Penurunan DTABR dan peningkatan FMA.....	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Rekomendasi Etik	62
Lampiran 2. Instrumen Fugl Mayer Assesment	63
Lampiran 3. Data Mentah	67
Lampiran 4. Analisis Data	68

DAFTAR SINGKATAN

UMN	: Upper Motor Neuron
MRS	: Magnetic Resonance Spectroscopy
fMRI	: Functional Magnetic Resonance Imaging
EEG	: Electroencephalography
QEEG	: Quantitative Electroencephalography
FMA	: Fugl-Meyer Assessment
PFO	: Patent Foramen Ovale
CBF	: Cerebral Blood Flow
NMDA	: N-Metyl-d-aspartate
ADHD	: Attention Deficit Hyperactivity Disorder
GABA	: Gamma Aminobutirat
LTP	: Long Term Potentiation
LTD	: Long Term Depression
SMR	: Sensorimotor rhytims
mRS	: Modified Rankin Scale
ROM	: Range Of Motion

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Stroke merupakan penyebab kematian nomor dua dan penyebab kecatatan nomor satu di dunia (Katan dan Luft, 2018). Terdapat 12,2 juta kasus baru stroke pada tahun 2019 dengan 6,5 juta kematian di antaranya. Stroke iskemik mendominasi 62,4% kasus stroke tersebut (Feigin *et al.*, 2021). Di Indonesia sendiri, kasus stroke juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi yaitu dari 7 kasus per 1000 penduduk pada tahun 2013 menjadi 10,9 kasus per 1000 penduduk di tahun 2018. Golongan usia dengan penderita stroke tertinggi yaitu >75 tahun yang mencapai 50,2 kasus per 1000 penduduk dan didominasi penduduk dari daerah perkotaan. Insidensi stroke pada laki-laki lebih tinggi dibanding perempuan (Pokdi Stroke, 2011). Angka kejadian stroke pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan. (Ovbiagele B, 2013).

Stroke secara umum didefinisikan sebagai sebuah episode disfungsi neurologis akut yang disebabkan oleh iskemia ataupun perdarahan dan berlangsung lebih dari/sama dengan 24 jam atau hingga pasien meninggal dunia. Stroke dapat dibagi menjadi dua tipe umum, yaitu stroke iskemik dan stroke hemoragik. Stroke iskemik terjadi karena gangguan perfusi pada teritorial aliran arteri yang mengalami stenosis atau oklusi hingga menyebabkan kematian sel terlokalisir. Sementara stroke hemoragik terjadi karena kumpulan darah yang terlokalisir di parenkim otak atau sistem ventrikel tanpa disebabkan oleh trauma (Sacco *et al.*, 2013).

Disabilitas merupakan salah satu gangguan jangka panjang yang banyak terjadi pada pasien pasca stroke. Diperkirakan hingga >75% pasien yang melewati serangan stroke akan mengalami disabilitas yang membuatnya sulit bekerja, serta >80% pasien mengalami disfungsi motorik yang membutuhkan terapi rehabilitasi (Kim *et al.*, 2017). Pada wilayah iskemik penumbra dan sekitarnya, perubahan ini bersifat kritis dan berlangsung cepat untuk meminimalisasi kerusakan jaringan otak lebih lanjut. Setelah itu wilayah tersebut akan

mengalami proses re-organisasi. Proses ini melibatkan mekanisme restorasi, kompensasi, substitusi dan adaptasi sirkuit jaringan saraf sehingga terjadi perbaikan fungsi neuron spontan (Hara, 2015). Setelah melewati fase ini, proses pemulihan akan memasuki fase pletau dan menginduksi potensiasi jangka panjang yang penting untuk proses pembelajaran motorik dan adaptasi. Karena proses ini merupakan proses yang bergantung pada stimulus aktivitas maka hasil akhir bergantung pada kualitas dan kuantitas stimulus atau terapi yang diberikan (Di Filippo et al., 2008). Hal inilah yang menjadi target terapi restorasi kemampuan fungsional setelah stroke iskemik.

Umumnya, gangguan motorik pada pasien pasca stroke yaitu *upper motor neuron syndrome* (UMNS) akibat lesi yang terjadi pada sistem saraf pusat. Beberapa gejala yang dialami antara lain spasme otot, overaktivasi otot, kelemahan otot, serta abnormalitas motorik dalam mengontrol gerakan volunter. Kondisi tersebut seringkali menguras energi pasien dan menimbulkan masalah penurunan kualitas hidup baik bagi pasien maupun orang yang merawatnya karena pasien menjadi tergantung pada orang lain dalam menjalankan kehidupannya sehari-hari (Zorowitz, Gillard dan Brainin, 2013). Sekitar 80% pasien stroke menderita hemiparese. Mereka dapat memulai menggerakkan tubuh mereka lagi setelah 4-6 minggu pertama setelah stroke. Untuk mengatasi kelemahan motorik ini diperlukan restorasi. Restorasi pada pasien stroke dimaksudkan untuk meminimalkan defisit neurologis dan komplikasinya, mendorong keluarga, dan memfasilitasi reintegrasi sosial individu untuk meningkatkan kualitas hidup mereka. Restorasi stroke dibagi menjadi tiga fase. Fase akut biasanya berlangsung selama minggu pertama, dimana pasien dirawat dan distabilkan di rumah sakit. Fase sub akut (1 minggu-6 bulan) adalah fase dimana proses rehabilitasi lebih efektif untuk memulihkan fungsi. Pada fase kronis (setelah 6 bulan), rehabilitasi dimaksudkan untuk mengobati dan mengurangi gejala sisa motorik.

Kemampuan potensial otak untuk beradaptasi kembali setelah cedera kepala dikenal sebagai neuroplastisitas, yang merupakan mekanisme dasar yang mendasari peningkatan hasil fungsional setelah stroke. Oleh karena itu, salah satu tujuan penting restorasi pasien adalah penggunaan neuroplastisitas yang efektif untuk pemulihan fungsional. Restorasi pasien stroke dengan kelemahan motorik dapat ditempuh dengan latihan fisik berulang atau disebut fisioterapi, aktivitas fisik dengan bantuan teknologi seperti robot dan virtual reality, serta stimulasi otak non invasif. (Yang Ya Wen, 2020). Modalitas fisioterapi yang digunakan untuk menangani kondisi stroke yaitu *passive breathing exercise, positioning*, stimulasi taktil, latihan gerak pasif, mobilisasi dini dengan latihan secara pasif dan aktif. Modalitas fisioterapi ini penting pada pasien paska stroke iskemik karena latihan fisik berulang atau fisioterapi dapat menginduksi neuroplastisitas dan memberikan hasil perbaikan motorik yang lebih baik dibandingkan yang tidak mengikuti fisioterapi. (Alwhaibi, R. 2021)

Fugl-Meyer *Assessment* (FMA) adalah suatu indeks kuantitatif yang dinilai cukup komprehensif untuk menilai gangguan sensorimotor pasca stroke. Terdapat lima domain penilaian utama, yaitu fungsi motorik, fungsi sensorik, fungsi keseimbangan, *range of motion* (ROM) sendi, dan nyeri sendi. Setiap domain mengandung beberapa pilihan mengenai mampu atau tidaknya pasien untuk melakukan suatu instruksi. Metode ini telah dikembangkan sejak tahun 1975 dan telah diujikan pada berbagai populasi stroke sehingga sangat direkomendasikan sebagai media pengujian klinis maupun penelitian untuk mengevaluasi perubahan gangguan motorik setelah stroke (Gladstone, Danells dan Black, 2002).

Defisit umum struktural dan fungsional ada otak pasien stroke dapat dievaluasi dengan beberapa modalitas, di antaranya *Magnetic Resonance Spectroscopy* (MRS), *functional Magnetic Resonance Imaging* (fMRI), *electroencephalography* (EEG) (Finnigan dan Putten, 2013; Havsteen *et al.*, 2013; Larkin *et al.*, 2022). EEG merupakan metode yang terbukti non-invasif dengan biaya terjangkau, disertai resolusi temporal yang tinggi sehingga dapat

mempercepat proses evaluasi fungsi otak. Kekurangan dari penggunaan EEG yaitu dapat terjadi variabilitas dalam proses interpretasi visualnya pada pembaca yang berbeda sehingga dibutuhkan *expertise* dari ahli. Oleh karena itu, dibuat metode *quantitative* EEG (qEEG) yang terbukti lebih objektif dalam menilai kondisi otak (Finnigan dan Putten, 2013; Bentes *et al.*, 2018). *Power relative* alfa yang rendah dan DTABR yang tinggi mampu memprediksi *outcome* fungsional yang buruk (Bentes *et al.*, 2018).

Latihan fisik berulang dapat mempengaruhi aktivitas gelombang otak dan dikaitkan dengan perubahan neuroplastisitas, transmisi saraf, dan aliran darah ke otak. Penelitian mengenai perubahan DTABR dan fungsi motorik pasien stroke iskemik sebelum dan setelah di fisioterapi di Indonesia saat ini belum ada. Penelitian tersebut perlu dilakukan untuk menunjang rencana terapi dan rehabilitasi pada pasien stroke iskemik dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis DTABR dan fungsi motorik pada pasien pasca stroke iskemik sebelum dan setelah di fisioterapi dengan menggunakan Fugl-Meyer *Assessment*.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana analisis perubahan DTABR dan fungsi motorik dengan menggunakan Fugl-Meyer *Assessment* pada pasien pasca stroke iskemik sebelum dan sesudah fisioterapi.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui analisis DTABR dan fungsi motorik dengan menggunakan Fugl-Meyer *Assessment* pada pasien pasca stroke iskemik sebelum dan sesudah fisioterapi.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Mengetahui rasio delta alfa beta (DTABR) pasien stroke iskemik sebelum fisioterapi

2. Mengetahui rasio delta alfa beta (DTABR) pasien stroke iskemik sesudah fisioterapi
3. Membandingkan rasio delta alfa beta (DTABR) sebelum dan sesudah fisioterapi
4. Mengetahui fungsi motorik pasien stroke iskemik sebelum fisioterapi dengan menggunakan *Fugl-Meyer Assessment*.
5. Mengetahui fungsi motorik pasien stroke iskemik sesudah fisioterapi dengan menggunakan *Fugl-Meyer Assessment*.
6. Membandingkan fungsi motorik pasien stroke iskemik sebelum dan sesudah fisioterapi dengan menggunakan *Fugl-Meyer Assessment*.
7. Mengetahui korelasi rasio delta alfa beta (DTABR) dan skor *Fugl-Meyer Assessment*.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memberikan pengetahuan dan kontribusi terhadap *neuroscience*, terutama mengenai perubahan DTABR dan fungsi motorik dengan menggunakan *Fugl-Meyer Assessment* pada pasien pasca stroke iskemik.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi bagi peneliti lain dalam melakukan penelitian selanjutnya mengenai perubahan DTABR dan fungsi motorik pada pasien pasca stroke iskemik serta menjadi landasan untuk mengetahui pentingnya perekaman gelombang otak pada pasien stroke iskemik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Stroke

Stroke secara umum didefinisikan sebagai sebuah episode disfungsi neurologis akut yang disebabkan oleh iskemia ataupun perdarahan dan berlangsung lebih dari atau sama dengan 24 jam atau hingga pasien meninggal dunia. Stroke dapat dibagi menjadi dua tipe umum, yaitu stroke iskemik dan stroke hemoragik. Stroke iskemik terjadi karena gangguan perfusi pada teritorial aliran arteri yang mengalami stenosis atau oklusi hingga menyebabkan kematian sel terlokalisir. Sementara stroke hemoragik terjadi karena kumpulan darah yang terlokalisir di parenkim otak atau sistem ventrikel tanpa disebabkan oleh trauma (Sacco *et al.*, 2013).

Stroke menjadi penyebab kematian nomor dua dan penyebab kecatatan nomor satu di dunia (Katan dan Luft, 2018). Terdapat 12,2 juta kasus baru stroke pada tahun 2019 dengan 6,5 juta kematian di antaranya. Stroke iskemik mendominasi 62,4% kasus stroke tersebut (Feigin *et al.*, 2021). Di Indonesia sendiri, kasus stroke juga mengalami peningkatan yang cukup tinggi yaitu dari 7 kasus per 1000 penduduk pada tahun 2013 menjadi 10,9 kasus per 1000 penduduk di tahun 2018. Golongan usia dengan penderita stroke tertinggi yaitu >75 tahun yang mencapai 50,2 kasus per 1000 penduduk dan didominasi penduduk dari daerah perkotaan. Insidensi stroke pada laki-laki lebih tinggi dibanding perempuan (Pokdi Stroke, 2011). Angka kejadian stroke pada laki-laki lebih tinggi dibandingkan perempuan. (Ovbiagele B, 2013).

Faktor risiko yang kuat untuk stroke yaitu tekanan darah tinggi, baik untuk stroke iskemik maupun hemoragik. Kebiasaan merokok, riwayat diabetes, hiperlipidemia, dan kurangnya aktivitas fisik juga merupakan beberapa faktor risiko signifikan yang memerlukan intervensi. Fibrilasi atrium menjadi faktor risiko spesifik untuk stroke iskemik. Stroke yang berhubungan dengan kejadian fibrilasi atrium cenderung menyebabkan disabilitas yang lebih besar daripada stroke karena mekanisme lainnya (Campbell dan Khatri, 2020). Selain faktor risiko di atas yang

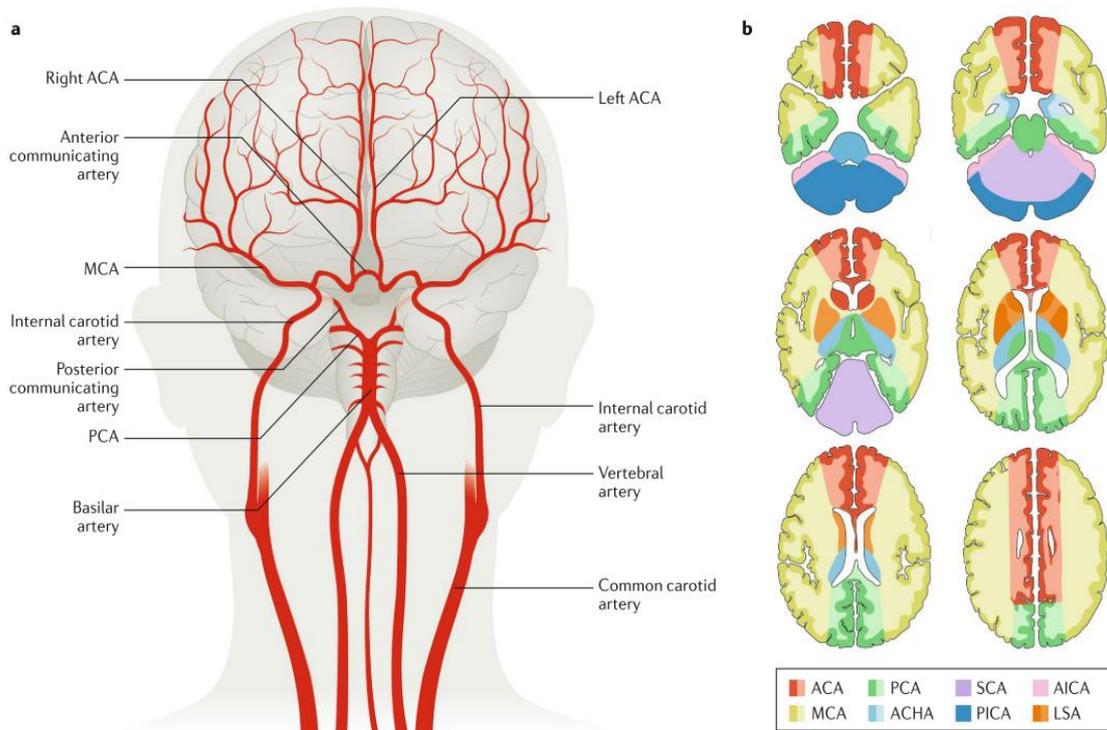
dapat dimodifikasi, terdapat juga faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi seperti usia, jenis kelamin, dan faktor genetik. Beberapa studi melaporkan peningkatan insidensi stroke seiring peningkatan usia. Selain itu, insidensi stroke pada laki-laki dilaporkan lebih tinggi daripada perempuan (Campbell *et al.*, 2019).

2.1.1. Patofisiologi Stroke Iskemik

Sebagian besar stroke iskemik disebabkan oleh tromboemboli, dengan sumber emboli yang umum adalah aterosklerosis pada arteri besar (arkus aorta, arteri cervical, atau arteri intrakranial) dan penyakit jantung, terutama fibrilasi atrium. Penyebab stroke iskemik yang lain termasuk penyakit pembuluh darah kecil, yang berhubungan dengan peningkatan tekanan darah dan diabetes mellitus. Penyebab yang lebih jarang namun cukup banyak ditemui pada pasien berusia muda antara lain diseksi arteri, vaskulitis, endokarditis, *patent foramen ovale* (PFO) dengan emboli paradoksikal (trombus vena memasuki sirkulasi sistemik dan serebral) serta berbagai gangguan hematologis (*antiphospholipid syndrome*, *polycythemia rubra vera*, trombositosis esensial) (Campbell *et al.*, 2019; Campbell dan Khatri, 2020).

Ketika arteri intrakranial mengalami oklusi, terdapat jalur aliran darah alternatif (kolateral) yang akan menjaga viabilitas regio penumbra otak hingga beberapa saat. Kemampuan kolateral untuk mempertahankan aliran darah tersebut bervariasi pada setiap individu dan umumnya terdapat peran genetik dan lingkungan. *Circle of Willis* merupakan salah satu sumber aliran kolateral yang potensial, namun seringkali juga terjadi oklusi di hilir sehingga tidak dapat mengkompensasi dengan baik (Gambar 1). Sumber aliran darah kolateral yang paling relevan secara klinis pada sebagian besar pasien adalah melalui anastomosis leptomeningeal. Pasien yang memiliki aliran darah kolateral baik dapat mengalami perkembangan infark yang lebih lambat, sehingga memungkinkan adanya manfaat terapi reperfusi dalam *window period* yang tertunda. Sebaliknya, aliran

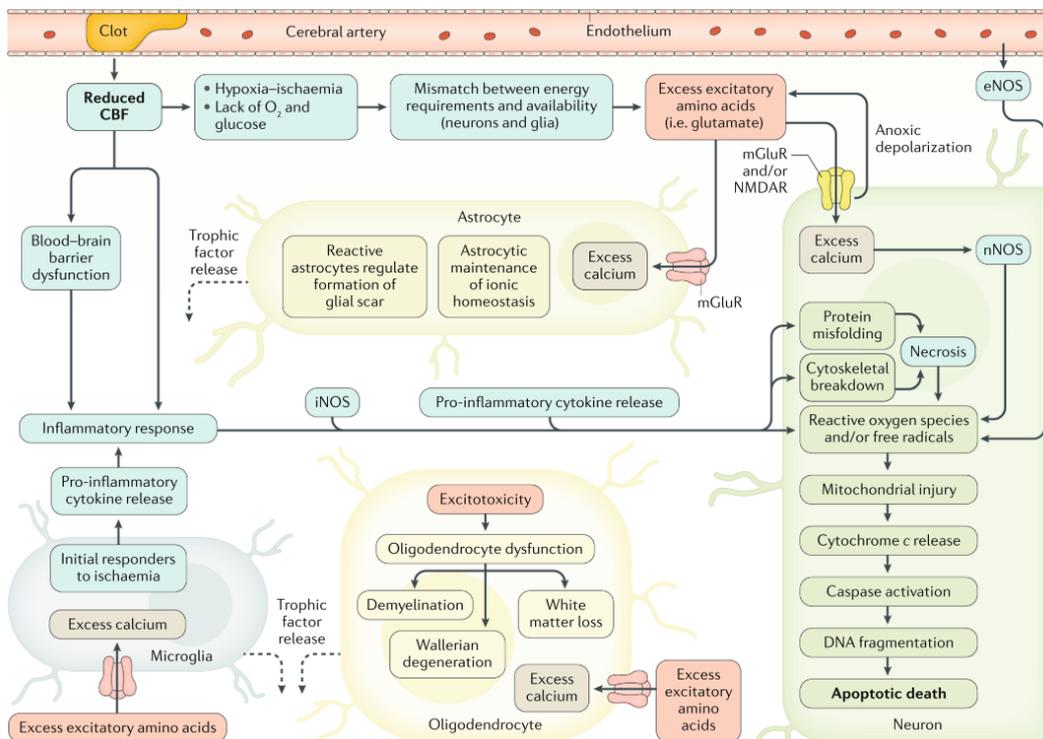
darah kolateral yang buruk dapat mengarah pada perkembangan infark yang cepat dan respons yang terbatas terhadap terapi reperfusi (Campbell *et al.*, 2019).



Gambar 1. Vaskularisasi serebral. (A) Cabang arteri mayor pada otak; (B) Teritorial vaskular pada otak (Campbell et al., 2019).

Berkurangnya perfusi serebral secara tiba-tiba memicu terjadinya kaskade iskemik yang terdiri dari beberapa mekanisme seluler. Berkurangnya *cerebral blood flow* (CBF) menyebabkan berkurangnya ketersediaan glukosa dan oksigen dan *mismatch* antara kebutuhan energi dan ketersediaan di neuron, glia dan sel endotel. Depolarisasi anoksik dan penurunan aktivitas *reuptake* glutamat menyebabkan peningkatan kadar glutamat ekstraseluler. Hal ini menyebabkan masuknya kalsium neuronal melalui reseptor ion N-methyl-d-aspartate (NMDA) atau biasa disebut NMDAR serta pelepasan kalsium dari simpanan intraseluler di neuron dan glia yang dimediasi melalui reseptor glutamat

metabotropik (mGluRs). Disfungsi sawar darah-otak dan pelepasan berbagai molekul persinyalan (misalnya, sitokin) dari astrosit, mikroglia, dan oligodendrosit menyebabkan respons inflamasi. Dalam neuron, efek kumulatif peristiwa tersebut adalah kematian sel yang dimediasi melalui beragam jalur termasuk nekrosis dan apoptosis (Gambar 2) (Campbell *et al.*, 2019).



Gambar 2. Mekanisme seluler akibat iskemia (Campbell et al., 2019).

2.1.2. Perubahan Fungsi Motorik Paska Stroke Iskemik

Disabilitas merupakan salah satu gangguan jangka panjang yang banyak terjadi pada pasien pasca stroke. Diperkirakan hingga >75% pasien yang melewati serangan stroke akan mengalami disabilitas yang membuatnya sulit bekerja, serta >80% pasien mengalami disfungsi motorik yang membutuhkan terapi rehabilitasi (Kim *et al.*, 2017). Umumnya, gangguan motorik pada pasien pasca stroke yaitu *upper motor neuron syndrome* (UMNS) akibat lesi yang terjadi pada sistem saraf pusat. Beberapa gejala yang dialami antara lain

spasme otot, overaktivasi otot, kelemahan otot, serta abnormalitas motorik dalam mengontrol gerakan volunter. Kondisi tersebut seringkali menguras energi pasien dan menimbulkan masalah penurunan kualitas hidup baik bagi pasien maupun orang yang merawatnya karena pasien menjadi tergantung pada orang lain dalam menjalankan kehidupannya sehari-hari (Zorowitz, Gillard dan Brainin, 2013).

Tingkat pemulihan fungsi perilaku pada model hewan stroke sejauh ini cukup menjanjikan, begitu juga pada pasien usia muda pasca stroke atau cedera otak traumatis. Kemampuan untuk pulih ini disebabkan oleh neuroplastisitas atau kemampuan sel saraf untuk memanfaatkan jalur alternatif untuk menggantikan jalur yang hilang karena stroke. Plastisitas ini diduga melibatkan sinaptogenesis atau dengan penguatan transmisi pada sinaps yang telah ada (Campbell *et al.*, 2019). Proses terjadinya plastisitas ini meliputi pergantian kontak sinaptik lokal yang berdekatan dengan lesi, perubahan eksitabilitas sirkuit saraf, yang berbatasan dan berhubungan langsung dengan area kerusakan, dan pembentukan koneksi neuron fungsional baru, yang terlihat pada pemetaan ulang motorik, sensorik dan fungsi bahasa (Mary T Joy dan Carmichael, 2021).

Terdapat empat periode waktu yang terjadi setelah stroke: fase hiperakut, akut, subakut, dan kronis. Fase hiperakut stroke ditandai dengan proses seluler yang memediasi eksitotoksitas dan menyebabkan kematian sel pada jam-jam awal hilangnya CBF. Fase hiperakut dengan kematian sel yang luas pada hari setelah serangan stroke kemudian diikuti oleh fase akut di minggu setelahnya. Pada fase ini, otak sensitif terhadap stres lebih lanjut yang disebabkan oleh infeksi sistemik, peningkatan suhu, perubahan tingkat aktivitas fisik dan/atau peningkatan rangsangan saraf, yang dapat menyebabkan potensi cedera lebih lanjut. Kemudian dilanjutkan oleh fase subakut yang ditandai dengan respons inflamasi yang berkurang dan plastisitas mencapai titik maksimal, yang selama kurang lebih 3 bulan pasca stroke. Jendela plastisitas berkurang ketika stroke berprogres dari fase

subakut ke fase kronis, sehingga potensi lebih terbatas untuk menginduksi pemulihan. Fase kronis stroke muncul 3 bulan setelah onset stroke dan ditandai dengan tidak adanya pemulihan spontan. Perbedaan tingkat *recovery* atau *outcome* motorik pada fase kronis dibanding fase subakut dapat dinilai dengan *Fugl-Meyer Assessment* (Mary Teena Joy dan Carmichael, 2021).

2.1.3. Fisioterapi Pada Stroke Iskemik

Sekitar 80% pasien stroke menderita hemiparese. Mereka dapat memulai menggerakkan tubuh mereka lagi setelah beberapa minggu setelah stroke. Secara umum pengobatan stroke iskemik akut dibedakan menjadi pengobatan yang ditujukan pada sistem vaskuler, meliputi upaya rekanalisasi, pencegahan pembentukan thrombus, dan pembentukan sistem kolateral, serta pengobatan yang ditujukan pada jaringan saraf, meliputi neuroproteksi untuk membatasi ukuran infark dan neurorestorasi untuk meningkatkan aktivitas neurogenesis, angiogenesis, dan synaptogenesis.

Modalitas neurorestorasi yaitu dengan fisioterapi yang digunakan untuk menangani kondisi stroke stadium akut bertujuan untuk mencegah komplikasi pada fungsi paru akibat tirah baring lama, menghambat spastisitas, pola sinergis ketika ada peningkatan tonus, mengurangi edema pada anggota gerak atas dan bawah sisi sakit, merangsang timbulnya tonus kearah normal, pola gerak dan koordinasi gerak, serta meningkatkan kemampuan aktivitas fungsional.

Penanganan fisioterapi adalah untuk memungkinkan pasien stroke mencapai potensi fisik dan fungsional yang optimal dan terdiri dari penggunaan teknik simulasi dan fasilitasi pembelajaran kembali suatu gerakan, memahami masalah gerakan, pencegahan komplikasi sekunder, pemeliharaan fisiologis tubuh dan meningkatkan kemampuan fungsional .

Tahap-tahap penatalaksanaan fisioterapi :

a. Tahap Akut

Tujuan pada tahap akut yaitu mencegah pengabaian terhadap sisi sakit, menghambat perkembangan pola sinergis, mencegah komplikasi sekunder, menjaga fisiologis kardiorespirasi, meningkatkan kemampuan fungsional, edukasi bagi pasien dan keluarga. Pelayanan fisioterapi pada tahap ini yaitu pengaturan posisi, *chest* fisioterapi, edukasi kepada pasien dan keluarga. Mobilisasi dan *stretching* juga dapat membantu mempertahankan dan memelihara fisiologis jaringan otot agar tidak tightness dan dapat diajarkan kepada kerabat pasien. Otot seperti hamstring, quadriceps, adductor, tensor fascia lata, biceps, fleksor wrist, dan lain lain harus diberikan *stretching*. Latihan pasif diberikan pada semua gerakan persendian (sesuai pola fungsional atau gerakan selektif) setidaknya 10 repetisi dan 3-4 kali sehari.

b. Tahap Spastik

Tujuan pada tahap ini yaitu normalisasi tonus, pengembangan pola fungsional yang normal, pencegahan kontraktur dan deformitas, pasien mandiri secara fungsional dan mencapai keamanan pasien. Pada tahap spastik perlu dilakukan terapi seperti normalisasi tonus otot dengan tujuan mengurangi spastik dan secara bersamaan memperkuat otot antagonis yang lemah. Normalisasi tonus otot dapat menggunakan Teknik seperti latihan gerak pasif, mobilisasi sendi daerah yang terjadi kelemahan, latihan dengan bantuan sisi yang sehat dan ditingkatkan dengan fasilitasi yaitu menggunakan metode *assisted exercise*. Kemudian latihan ditingkatkan dengan pergantian posisi seperti duduk atau duduk diatas bola untuk melatih keseimbangan. Variasi lain dapat dilakukan dengan posisi berdiri yang bertujuan memberikan stimulasi pada sisi tubuh yang lemah dan meningkatkan keseimbangan statis dan

dinamis, latihan keseimbangan dan mengarah ke gerakan fungsional sehari-hari. Setelah pasien dapat mengembangkan berbagai komponen gerakan atau latihan yang ada untuk melakukan aktivitasnya sehari-hari, maka fungsional dasar harus secara langsung dipraktikkan. Setiap tugas fungsional yang dilakukan berulang kali selama periode waktu dapat membantu proses pembelajaran yang lebih cepat dari tugas-tugas tersebut dengan pembentukan informasi kognitif di otak.

Teknik fisioterapi lain yang digunakan pada pasien stroke diantaranya :

1. *Passive breathing exercise*

Istirahat yang cukup lama dan inaktivitas akan menurunkan metabolisme secara umum. Hal ini mengakibatkan penurunan kapasitas fungsional pada sistem tubuh yang kompleks, dengan manifestasi klinis berupa sindrom imobilisasi. Manifestasi klinik sindrom imobilisasi salah satunya pada sistem respirasi yang berupa penurunan kapasitas vital, penurunan ventilasi volunteer maksimal, perubahan regional dalam ventilasi/perfusi, dan gangguan mekanisme batuk.

2. *Positioning and stretching*

Tindakan pemberian posisi dilakukan dengan pasien posisi tidur telentang, posisi bahu dan lengan diletakkan di atas bantal sehingga bahu sedikit terdorong ke depan (protaksi) karena pada pasien stroke cenderung untuk terjadi retraksi bahu.

3. Stimulasi taktil terhadap kulit, otot, persendian dengan tehnik *tapping, swiping, aproksimasi*.

4. Latihan gerak pasif dengan pola gerak *proprioceptive neuromuscular fascilitation* dengan teknik *rhythmical initiation*.

5. Mobilisasi dini dengan latihan secara pasif dan aktif. (Debora K, 2021)

2.2. Gelombang Otak.

Gelombang otak merupakan tegangan listrik berukuran sepersejuta volt yang berosilasi di otak. Aktivitas listrik ini direkam melalui electroencephalogram (EEG), dan EEG akan mewakili aktivitas listrik ini sebagai gelombang atau osilasi. Osilasi ini merepresentasikan kegiatan spesifik di seluruh otak. Gelombang otak secara alami terjadi selama aktif dan keadaan istirahat. Gelombang otak mencerminkan kompetisi antara proses eksitasi dan inhibisi. Keseimbangan antara eksitasi dan inhibisi ini bersifat relatif dan proses eksitasi dan inhibisi ini terjadi pada fase yang berbeda.

Gelombang otak dipengaruhi oleh neurotransmitter, terdapat dua jenis neurotransmitter di otak yaitu eksitasi dan inhibisi. Neurotransmitter eksitasi dapat menstimulus otak, disisi lain neurotransmitter inhibisi yang menciptakan keseimbangan. Neurotransmitter inhibisi menentukan suasana hati tetapi mereka mudah habis ketika neurotransmitter eksitasi terlalu aktif. Sehingga kita perlu untuk menjaga keseimbangan neurotransmitter ini didalam otak.

Ada lima gelombang otak yang dikenal luas, yaitu gelombang gamma, beta, alfa, theta, dan delta. Gelombang gamma (γ) memiliki frekuensi >35 Hz, gelombang beta (β) memiliki frekuensi 12 – 35 Hz, gelombang alfa (α) memiliki frekuensi 8 – 12 Hz, gelombang theta (θ) memiliki frekuensi 4 – 8 Hz, serta gelombang delta (δ) memiliki frekuensi 0,5 – 4 Hz. Masing-masing gelombang aktif pada karakteristik kondisi otak tertentu (Gambar 3) (Abhang, Gawali dan Mehrotra, 2016).

Gelombang Alfa

Gelombang alfa memiliki frekuensi 8-13 Hz dan berdistribusi maksimal di daerah posterior. Gelombang alfa terdeteksi melalui electroencephalogram atau EEG pada saat bangun, tutup mata dan keadaan rileks. Frekuensi gelombang alfa saat bangun, normalnya 9-12 Hz, dan frekuensi akan berkurang 7-8 Hz saat mengantuk. Gelombang Alfa terbagi dua yaitu

alfa 1 (*slow alpha*) dengan frekuensi 8-10 Hz dan alfa 2 (*fast alpha*) dengan frekuensi 10-12 Hz (Demos, 2005).

Amplitudo alfa yang tinggi di anterior dapat terjadi pada anak-anak yang suka melamun atau dapat ditemukan pada orang depresi. Amplitudo alfa di anterior yang abnormal biasanya ditemukan pada pasien depresi, ADHD dan gangguan lainnya. Amplitudo gelombang alfa, normalnya lebih tinggi di posterior dibandingkan di anterior. Gelombang alfa biasanya, simetris pada kedua hemisfer, tetapi amplitudo dapat menurun $< 25\%$ pada hemisfer sebelah kiri. Asimetri $\geq 50\%$ bermakna secara klinis sampai dapat dibuktikan karena sebab lain (Yi *et al.*, 2013).

Gelombang alfa dikaitkan dengan kreativitas, relaksasi, ketenangan dan melamun. Gelombang alfa menghasilkan asetilkolin, yang menyelaraskan semua frekuensi lainnya. Asetilkolin memiliki fungsi eksitasi dan inhibisi, walaupun fungsi utamanya adalah eksitasi. Asetilkolin berperan dalam proses pembelajaran, memori, gairah dan neuroplastisitas (Braintap, 2018)

Gelombang Beta

Gelombang beta berada pada frekuensi 13-25 Hz, terjadi selama keadaan kesadaran yang tinggi dan berkaitan dengan kognitif seseorang. Gelombang beta adalah jenis osilasi otak yang terjadi saat sedang menyelesaikan tugas, dan saat sedang berkonsentrasi. Frekuensi gelombang beta pada orang dewasa lebih tinggi dibandingkan pada anak-anak (Bian *et al.*, 2014)

Berkaitan dengan kognitif, gelombang beta juga telah terbukti mempengaruhi suasana hati dan emosi. Gelombang beta mengaktifkan neuron yang menghasilkan dopamin. Dopamin bersifat stimulator dan berhubungan dengan respon fight-or-flight. Terlalu banyak gelombang beta, yang biasanya muncul pada seseorang yang mengalami stres, menyebabkan orang tersebut mengalami keadaan reaksioner sepanjang waktu (Braintap, 2018).

Gelombang Delta

Gelombang delta berkaitan dengan tidur dan dominan muncul pada bayi. Robert Thatcher (1999), seorang ahli database normatif mengatakan prevalensi gelombang delta, saat lahir sekitar 40%, sedangkan 10% dari amplitudo EEG dalam frekuensi gelombang alpha. Pada orang dewasa normal, biasanya kurang dari 5% amplitudo dalam frekuensi delta, dan 70 % dalam frekuensi gelombang alfa di daerah oksipital.

High-amplitude rhythmic delta pada orang dewasa merupakan indikasi cedera otak traumatis dan gangguan lainnya misalnya pada pasien stroke. Montages referensial dapat menunjukkan gelombang delta amplitudo tinggi karena daun telinga dan artefak gerakan mata. Beberapa anak-anak dengan *attention deficit hyperactivity disorder* (ADHD) atau gangguan belajar memiliki gelombang delta yang meluas menjadi gelombang theta. (Lubar, Angelakis, Frederick & Stathopoulou, 2001).

Gelombang delta berhubungan dengan produksi serotonin. Serotonin memiliki fungsi inhibisi dan mengontrol keharmonisan gelombang listrik di otak, sehingga kedua sisi otak dapat mengkoordinasikan tubuh dengan baik. Serotonin ini juga memungkinkan otak untuk memulihkan dan menyeimbangkan suasana hati. Produksi serotonin yang berlebihan dapat menyebabkan suasana hati yang buruk dan kurang termotivasi (Braintap., 2018).

Gelombang Theta

Gelombang theta memiliki frekuensi 4-7 Hz, dapat direkam dari hippocampus dan neocortex. Osilasi hippocampal dikaitkan dengan tidur REM dan transisi dari tidur ke bangun, dan muncul dalam waktu singkat, biasanya kurang dari satu detik (Cantero *et al.*, 2003).

Ketika distimulasi, gelombang theta, mirip dengan gelombang alfa, telah terbukti mengurangi kecemasan. Gelombang theta mungkin memainkan peran dalam fungsi memori jangka pendek, menurut penelitian Lisnan *et.al* melaporkan aktivitas theta yang paling

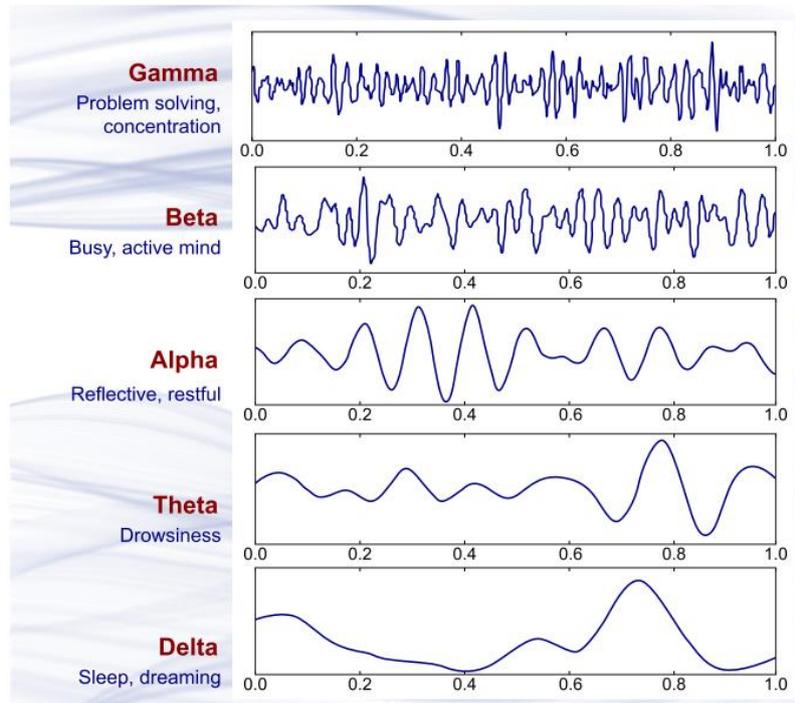
menonjol di hippocampus, menunjukkan gelombang theta dapat mempengaruhi proses membangun memori (Gyorgy, 2002).

Gelombang theta menghasilkan neurotransmitter GABA. GABA bersifat inhibisi dan berperan penting dalam menurunkan input stimulus, menjadikannya frekuensi modulasi yang membantu otak bekerja secara optimal. Orang yang memiliki aktivitas theta berlebihan memiliki sistem saraf yang kurang terstimulus dan menyebabkan orang tersebut tampak melamun dan tidak aktif (Braintap., 2018).

Gelombang Gamma

Gelombang gamma adalah osilasi otak yang terjadi pada frekuensi 40-100 Hz. Diperkirakan bahwa gelombang otak ini terlibat dalam perhatian sadar. Penelitian sebelumnya telah mengamati bahwa gelombang gamma berasal dari thalamus dan akan bergerak ke anterior saat diaktifkan untuk menyinkronkan aktivitas saraf. Seiring dengan ini, gelombang gamma pada frekuensi 40 Hz terlibat dengan membangun sirkuit neuron. Telah dicatat bahwa tidak adanya gelombang ini, sering kali sebagai akibat dari cedera thalamik, kesadaran menurun, dan individu tersebut mengalami koma yang dalam (Jia and Kohn, 2011).

Gelombang delta dan theta dikategorikan sebagai gelombang lambat dengan frekuensi rendah namun amplitudo tinggi. Sedangkan gelombang alfa dan beta dikategorikan sebagai gelombang cepat dengan frekuensi tinggi dan amplitudo rendah. Gelombang beta diasosiasikan dengan aktivitas mental seperti berpikir aktif dan konsentrasi. Gelombang alfa diasosiasikan dengan kondisi relaksasi dan pada kondisi dominan menutup mata. Gelombang theta merepresentasikan kondisi ketika melamun, tidur ringan, emosional dan stres, serta problem atensi. Sementara itu gelombang delta merepresentasikan kondisi tidur yang dalam (Teplan, 2002; Omar *et al.*, 2013).



Gambar 3. Berbagai jenis gelombang otak (Abhang, Gawali dan Mehrotra, 2016).

2.2.1. Electroencephalography (EEG)

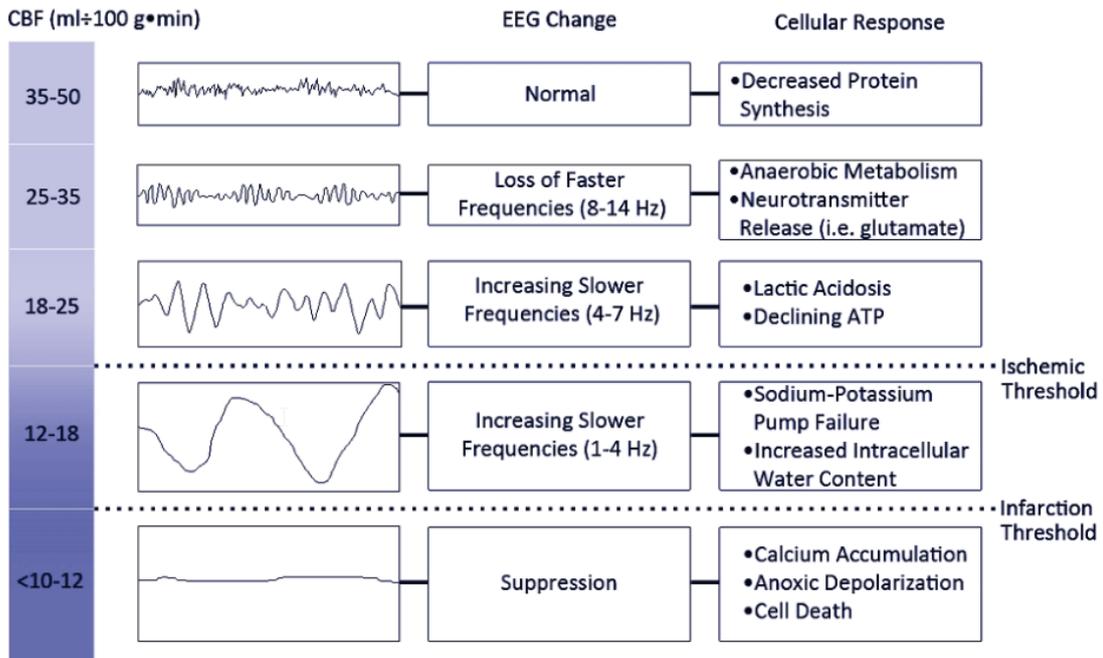
EEG merupakan metode pencitraan medis yang non-invasif untuk merekam aktivitas kelistrikan otak melalui permukaan kulit kepala dengan bantuan elektroda logam dan media konduksi. EEG merupakan prosedur yang aman dilakukan berulang kali pada pasien. Aktivitas kelistrikan otak yang direkam berasal dari neuron aktif yang memiliki ion-ion Na^+ , K^+ , Ca^{++} , serta Cl^- yang mengalami pertukaran maupun bergradasi mengikuti membran potensial (Abhang, Gawali dan Mehrotra, 2016).

Pada orang dewasa normal yang mengantuk dengan pergerakan mata yang lambat, akan terlihat gelombang 0,25- hingga 1-Hz pada regio frontotemporal yang memiliki polaritas berlawanan dengan arah pandangan mata. Gelombang ini akan semakin menghilang seiring dengan tingkat tidur *nonrapid eye movement* (NREM) yang lebih dalam. EEG pada saat kantuk meliputi gelombang yang lebih lambat dengan frekuensi yang

bercampur seperti gelombang theta ($> 3,5$ Hz hingga $< 8,0$ Hz) dan delta (3,5 Hz atau di bawahnya) di bagian latar belakang. Tidur tahap Non REM didefinisikan sebagai adanya transien tajam vertex dan transien tajam oksipital positif karena tidur (*positive occipital sharp transients of sleep*: POSTs). Gelombang vertex (gelombang V) merupakan respon simetris sinkron bilateral yang timbul dari otak, sedangkan POSTs adalah gelombang tajam bisinkron positif dalam lonjakan tunggal atau repetitif. Tidur tahap stadium II didefinisikan sebagai adanya spindel tidur dan kompleks K. Kompleks K dapat ditimbulkan akibat stimulasi auditori. Tidur tahap stadium III (tidur gelombang lambat atau tidur delta) terdiri atas gelombang delta amplitudo tinggi yang mengisi setidaknya 20% aktivitas di latar belakang. Pada tidur REM terdapat penurunan tonus otot, gelombang *saw-toothed* sentral dan *rapid eye movements* (seringkali dengan "*spikes*" yang dihasilkan oleh otot rektus lateralis) (Feyissa *et Tatum*, 2019).

EEG memiliki peran penting dalam mendeteksi stroke akut dan memantau jaringan otak yang terdampak karena sifatnya dapat mendeteksi gangguan metabolik dan ionik terkait iskemia (Omar *et al.*, 2013). Neuron piramidal yang terletak di lapisan III, V, dan VI korteks sangat sensitif terhadap kondisi rendah oksigen seperti iskemia, sehingga menyebabkan perubahan abnormal pada pola yang dapat terdeteksi pada EEG. Perubahan EEG tersebut sangat dipengaruhi oleh gangguan *cerebral blood flow* (CBF). Ketika CBF menurun hingga sekitar 25–35 ml/100 g/menit, pada awalnya EEG akan kehilangan frekuensi gelombang yang lebih cepat (contohnya gelombang alfa), kemudian seiring menurunnya CBF menjadi sekitar 17–18 ml/100 g/menit, frekuensi gelombang yang lebih lambat (contohnya gelombang delta dan theta) meningkat secara bertahap. Kondisi tersebut merepresentasikan *threshold* iskemik yang krusial di mana neuron mulai kehilangan gradien transmembrannya, sehingga menyebabkan kematian sel (infark). Ketika CBF semakin berkurang mendekati *threshold* infark (10 – 12 ml/100 g/menit ke

bawah), terjadi supresi gambaran EEG dan kerusakan seluler bersifat ireversibel (Foreman dan Claassen, 2012).



Gambar 4. Hubungan antara CBF dengan gambaran EEG dan patofisiologi yang mendasari (Foreman dan Claassen, 2012).

EEG memiliki kelebihan berupa biaya yang terjangkau serta resolusi temporal yang tinggi sehingga dapat mempercepat proses evaluasi fungsi otak. Namun, kekurangan dari penggunaan EEG yaitu dapat terjadi variabilitas dalam proses interpretasi visual pada pembaca yang berbeda sehingga dibutuhkan *expertise* dari ahli. Oleh karena itu, dibuatlah metode *quantitative EEG* (qEEG) yang terbukti lebih objektif dalam menilai kondisi otak (Finnigan dan Putten, 2013; Bentes *et al.*, 2018). *Quantitative EEG* melakukan pengukuran multi channel yang lebih baik dalam mendeteksi struktur spasial dan melokalisasi area yang memiliki aktivitas otak ataupun abnormalitas. Berbagai indikator pengukuran qEEG telah digunakan secara klinis untuk mengukur perlambatan atau atenuasi frekuensi gelombang yang lebih cepat, khususnya penghitungan *power* dalam pita

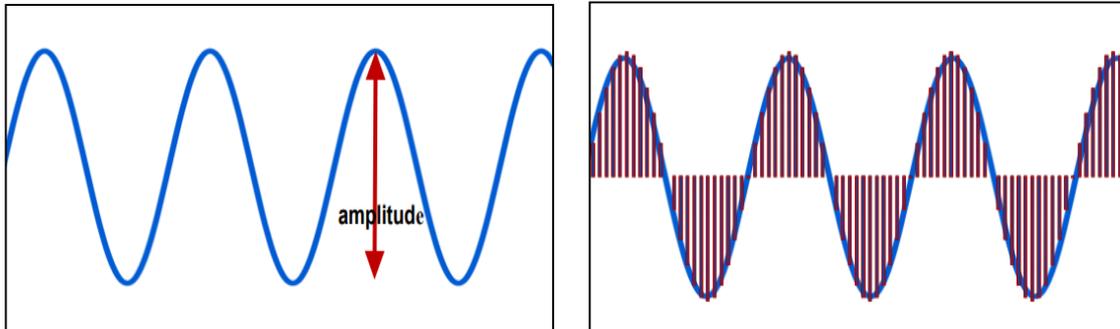
frekuensi yang berbeda (delta, theta, alfa, dan beta), rasio atau persentase *power* dalam pita frekuensi tertentu, dan frekuensi tepi spektral. Hasil qEEG seringkali direpresentasikan sebagai *topographic brain mapping* dengan peta berwarna dalam bentuk 2D dan 3D untuk meningkatkan visualisasi (Teplan, 2002; Foreman dan Claassen, 2012).

American Academy of Neurology (AAN) mendefinisikan *Quantitative Electroencephalography (QEEG)* sebagai suatu proses matematika dari *digital EEG (dEEG)* untuk dapat mengidentifikasi tidak hanya gelombang otak, amplitudo, lokasi, tetapi juga dapat mengidentifikasi koherensi, yaitu kualitas komunikasi antar bagian pada otak, fase (kecepatan berpikir) serta integrasi jaringan. Data yang diperoleh dari QEEG dapat digunakan untuk membuat peta topografi otak atau simulasi kode warna dari aktivitas listrik korteks serebral. Jika data telah diproses melalui perangkat lunak database normatif, maka kode warna mewakili nilai normatif. Dalam kebanyakan kasus, peta topografi otak membuat pekerjaan menjadi ahli saraf menjadi lebih mudah (Gudmundsson *et al.*, 2007). QEEG adalah sensor noninvasif yang ditempatkan di kepala untuk melacak aktivitas gelombang otak. QEEG berhubungan dengan neurofeedback EEG (Nierhaus *et al.*, 2019).

Dalam banyak hal, peta berkode warna memberikan penjelasan tersendiri. Mereka mengidentifikasi area otak yang berada di luar batas normal dan kemungkinan akan mendapat manfaat dari pelatihan. Namun, interpretasi peta yang akurat membutuhkan pemahaman tentang terminologi peta dan potensi jebakan. Penting juga untuk memahami mengapa angka-angka yang dihasilkan oleh peta berbeda dari angka-angka yang dihasilkan oleh sistem trafik EEG. Beberapa daftar istilah umum yang digunakan oleh perangkat lunak database normative antara lain adalah

- a. *Power vs Amplitudo*
- b. *Absolute vs Relative*

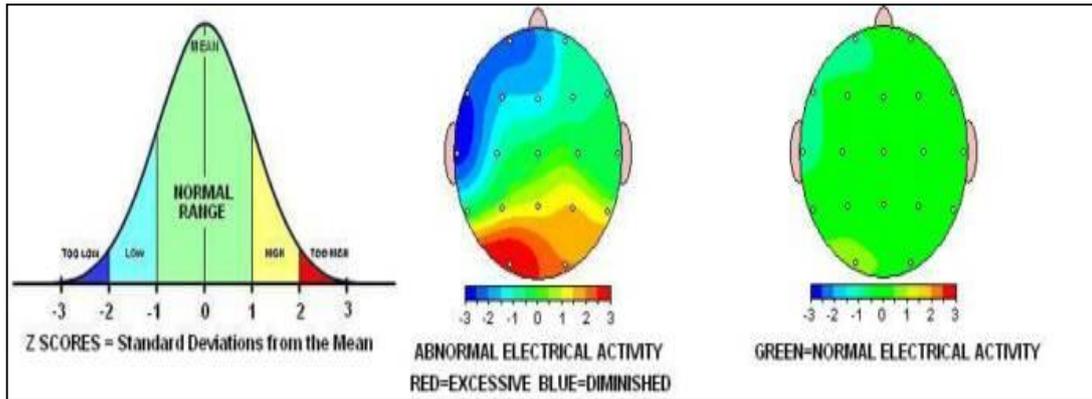
Amplitudo adalah tingginya gelombang yang diukur dari dasar gelombang hingga puncak gelombang dengan satuan μv (microvolt) sedangkan *power* adalah integral dari bentuk gelombang dengan satuan μv^2 (Demos, 2005).



Gambar 5. Amplitudo vs Power

Absolute power adalah jumlah energi pada frekuensi gelombang delta, theta, alfa, beta dan gamma dengan satuan μv^2 . *Absolute power* lebih banyak ditemukan pada daerah oksipital pada saat mata tertutup dibandingkan daerah frontal dan central. *Relative power* adalah presentase *absolute power* pada frekuensi yang diberikan dibandingkan *total power* dari semua frekuensi gelombang dengan satuan persen (%) (Demos, 2005)

Hasil QEEG akan ditampilkan sebagai *Z-scores*, yang mewakili standar deviasi dari rata-rata dan rentang dari -3 hingga $+3$, misalnya *Z-scores* $+2$ berarti bahwa hasilnya adalah 2 standar deviasi lebih tinggi dari nilai normal. *Z-scores* 0 mewakili nilai normal dan berwarna hijau. Warna merah dan biru pada peta menunjukkan aktivitas gelombang otak yang ekstrim yaitu 3 SD di atas atau di bawah normal. Baik aktivitas yang berlebihan maupun aktivitas yang berkurang sama-sama bermasalah (Gudmundsson *et al.*, 2007)



Gambar 6 . Z-Scores

Perhitungan pada penelitian ini menggunakan perhitungan rasio dari absolut power delta + theta/ alfa + beta (DTABR). Berdasarkan beberapa penelitian DTABR berperan dalam menentukan *outcome* pasien stroke iskemik.

2.2.2. Hubungan Fisioterapi dan Gelombang Otak

Aktivitas sinaps pada susunan saraf pusat dapat berupa long term potentiation (LTP) dan long term depression (LTD). Perbedaan kedua jenis aktivitas sinaps ini tergantung gerakan. Jika gerakan makin sering diulang maka terbentuk long term potentiation (LTP) pada hubungan sinaps bahkan pembentukan sirkuit baru (Khedr et al, 2009). Laporan penelitian neurofisiologis membuktikan bahwa latihan motorik mampu mengubah somatosensorik hemisfer yang bersangkutan melalui pembentukan sirkuit baru. Pendekatan neurofisiologis mampu menyelidiki gerakan melibatkan pengukuran sinyal otak listrik sebelum gerakan tersebut terjadi. Sinyal-sinyal ini biasanya diamati di daerah otak pre-motorik, termasuk area motor tambahan dan korteks mid-cingulate anterior (Javed, Reddy *et Lui*, 2021).

Eksitabilitas korteks motorik primer (M1) diinduksi oleh pembelajaran keterampilan motorik. Terdapat 2 mode pengolahan yang terjadi pada pembelajaran keterampilan motorik, yaitu mode inisial dan mode otomatis. Mode inisial yaitu pada saat

tahap pembelajaran cepat, sedangkan mode otomatis dilakukan pada saat tahap pembelajaran yang lambat. Berbagai perintah motorik digunakan untuk melakukan keterampilan motorik pada tahap pembelajaran cepat, namun perintah motorik optimal yang didapatkan pada tahap pembelajaran cepat digunakan berulang kali untuk melakukan keterampilan motorik pada tahap pembelajaran yang lambat. Plastisitas M1 bersifat tergantung pada penggunaan, perubahan pada eksitabilitas M1 terjadi ketika jaringan neuron yang sama digunakan secara berulang kali. Pembelajaran motorik terjadi melalui potensiasi jangka panjang (LTP) yang melibatkan koneksi horizontal di M1. Perubahan plastisitas di M1 seperti LTP atau pengkabelan ulang sirkuit neuronal dapat terjadi pada tahap ini (Hirano *et al.*, 2015).

Pembelajaran motorik dapat menginduksi tumbuhnya dendrit, pembentukan sinaps baru, perubahan pada sinaps yang sudah ada sebelumnya, sehingga membantu terjadinya neuroplastisitas di otak. Apabila terjadi neuroplastisitas maka akan mempengaruhi pula CBF dan gelombang otak. Osilasi otak yang paling banyak dipelajari dalam domain motorik terjadi pada aktivitas osilasi pada frekuensi alfa dan beta. Irama otak yang telah digunakan dalam penelitian berbasis EEG adalah *sensorimotor rhythms* (SMR) yang terjadi pada area korteks motorik otak. Gelombang alfa dan gelombang beta adalah gelombang frekuensi SMR. Gerakan atau imajinasi aksi motorik yang disebut motor imagery (MI) menyebabkan perubahan SMR (Yuan *et al.*, 2004).

Gelombang alfa dengan frekuensi 9-11 Hz dijadikan standar oleh peneliti untuk mendeteksi pergerakan motorik pada tangan manusia. Gelombang alfa bersamaan dengan gelombang beta berhubungan erat dengan perintah untuk memulai suatu gerakan motorik (Xu dan Song, 2008). Pada pergerakan motorik dan imajinasi pergerakan motorik didapatkan gelombang dengan frekuensi alfa dan low beta. Aktivitas keadaan istirahat yang dinilai menggunakan EEG dapat memberikan informasi prediktif yang berharga

mengenai aktivitas jaringan setelah stroke. Stroke dapat mempengaruhi sinkronisasi osilasi listrik di jaringan saraf dan perubahan dalam koherensi jaringan yang dikaitkan dengan defisit neurologis. Selain gelombang lambat, pada pasien stroke dengan hanya salah satu hemisphere cerebri yang terkena didapatkan asimetri pada gelombang otak yang dapat dilihat menggunakan qEEG (Putten dan Tavy, 2004).

DTABR merupakan salah satu indeks yang dapat dicari dari pemeriksaan qEEG dengan menilai rasio $(\delta + \theta)/(\alpha + \beta)$. Quantitative EEG (QEEG) sangat berharga untuk pengambilan keputusan dalam praktis klinis. (M. Alwhaibi, R. 2021). Pada pasien dengan sindrom sirkulasi anterior didapatkan bahwa DTABR dapat memprediksi perbaikan neurologis spontan (Sheorajpanday *et al.*, 2010). *Outcome* fungsional jangka pendek pada pasien dengan *lacunar stroke syndrome* juga dapat diprediksi dengan DTABR (Sheorajpanday *et al.*, 2011). DTABR secara independen juga berasosiasi dengan disabilitas pasien (*modified rankin scale* [mRS ≥ 2] dalam 6 bulan pasca serangan stroke. Angka DTABR yang tinggi juga berasosiasi secara independen dengan mortalitas pasien dalam 6 bulan. Prognosis dini *outcome* fungsional setelah stroke dinilai relevan untuk efisiensi manajemen rehabilitasi pasien dalam meningkatkan *recovery* dan meminimalkan disabilitas jangka panjang. (Sheorajpanday *et al.*, 2011).

Pemeriksaan delta alfa beta *ratio* (DTABR) dan *power relative* alfa merupakan indeks qEEG terbaik dalam menentukan *outcome* pasien pasca stroke iskemik. *Power relative* alfa yang rendah dan DTABR yang tinggi mampu memprediksi *outcome* fungsional yang buruk (Bentes *et al.*, 2018). Selain itu juga didapatkan korelasi positif antara DTABR dengan NIHSS pada pasien stroke iskemik akut (Asmedi *et al.*, 2022). Peningkatan DTABR dinilai kurang signifikan pada kondisi stroke minor, namun terdapat peningkatan pada stroke derajat sedang dan berat sehingga diduga bermanfaat dalam menentukan derajat keparahan stroke (Wilkinson *et al.*, 2020).

2.3. Fugl-Meyer Assessment (FMA)

Fugl-Meyer Assessment (FMA) adalah suatu indeks kuantitatif yang dinilai cukup komprehensif untuk menilai gangguan sensorimotor pasca stroke. Terdapat lima domain penilaian utama, yaitu fungsi motorik, fungsi sensorik, fungsi keseimbangan, *range of motion* (ROM) sendi, dan nyeri sendi. Terdapat total 226 poin yang dinilai dari keseluruhan domain tersebut. Domain fungsi motorik terdiri dari 66 poin untuk ekstremitas atas dan 34 poin ekstremitas bawah (Tabel 1), 24 poin untuk domain sensorik, 14 poin untuk keseimbangan, 44 poin untuk ROM sendi, dan 44 poin untuk nyeri sendi. Metode ini telah dikembangkan oleh Fugl-Meyer *et al.* (1975) dan telah diujikan pada berbagai populasi stroke sehingga sangat direkomendasikan sebagai media pengujian klinis maupun penelitian untuk mengevaluasi perubahan gangguan motorik setelah stroke (Gladstone, Danells dan Black, 2002). Skor total domain motorik maksimal yaitu 100 poin. Interpretasi skor FMA telah mengalami beberapa perubahan selama beberapa dekade penggunaannya (Gambar 5) (Zeltzer, 2010).

Upper Extremity (66 points)	Lower Extremity (34 points)
Shoulder retraction	Hip flexion
Shoulder elevation	Hip extension (supine)
Shoulder abduction	Hip adduction (supine)
Shoulder abduction to 90 degrees	Knee flexion (supine)
Shoulder adduction/internal rotation	Knee flexion (sitting)
Shoulder external rotation	Knee flexion (standing)
Shoulder flexion 0–90 degrees	Knee extension (supine)
Shoulder flexion 90–180 degrees	Ankle dorsiflexion (supine)
Elbow flexion	Ankle dorsiflexion (sitting)
Elbow extension	Ankle dorsiflexion (standing)
Forearm supination	Ankle plantar flexion (supine)
Forearm pronation	Heel-shin speed
Forearm supination/pronation (elbow at 0 degrees)	Heel-shin tremor
Forearm supination/pronation (elbow at 90 degrees, shoulder at 0 degrees)	Heel-shin dysmetria
Hand to lumbar spine	Knee reflex
Wrist flexion/extension (elbow at 0 degrees)	Hamstring reflex
Wrist flexion/extension (elbow at 90 degrees)	Ankle reflex
Wrist extension against resistance (elbow at 0 degrees)	
Wrist extension against resistance (elbow at 90 degrees)	
Wrist circumduction	
Finger flexion	
Finger extension	
Extension of MCP joints, flexion of PIPs/DIPs	
Thumb adduction	
Thumb opposition	
Grasp cylinder	
Grasp tennis ball	
Finger-nose speed	
Finger-nose tremor	
Finger-nose dysmetria	
Finger flexion reflex	
Biceps reflex	
Triceps reflex	

^aSee Fugl-Meyer and others¹ for details and scoring instructions.

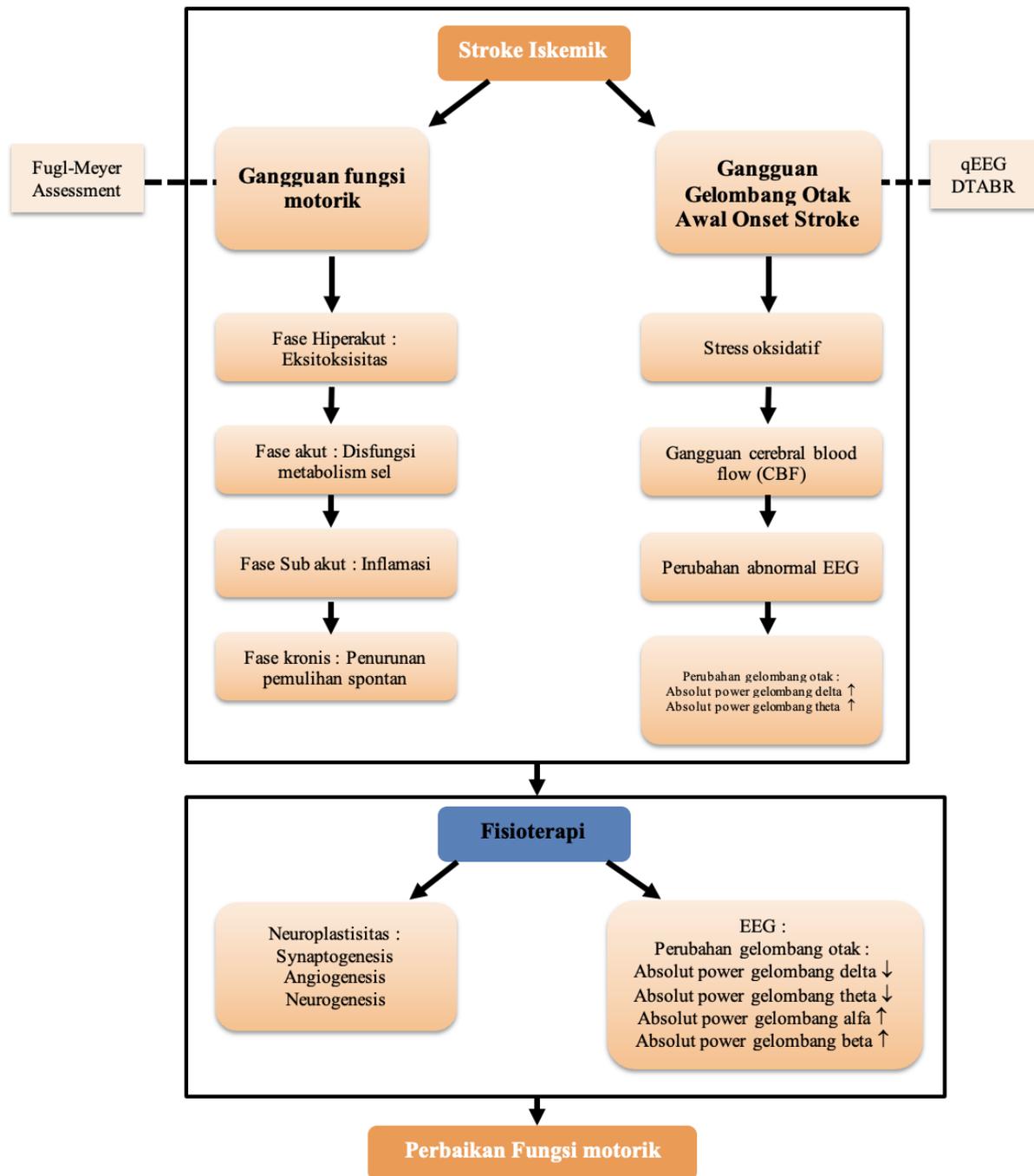
Tabel 1. Aspek yang dinilai pada domain motorik FMA (Gladstone, Danells dan Black, 2002).

Kemampuan untuk melakukan pengukuran dengan cara yang dapat direproduksi dan konsisten adalah persyaratan mutlak bagi instrumen pengukuran yang valid dan responsif. Beberapa pengujian terhadap reliabilitas intra dan antar penilai pada FMA menunjukkan hasil yang memuaskan (Gladstone, Danells dan Black, 2002). Pada beberapa kondisi, reliabilitas antar maupun intra penilai dapat terjadi. Program yang efektif dilakukan untuk mencegah hal tersebut antara lain dengan pelatihan yang mencakup instruksi, praktik, dan penilaian kompetensi para penilai sebelum melakukan *assessment*. Interpretasi FMA menunjukkan hierarki tingkat keparahan gangguan motorik, skor FMA yang rendah mengindikasikan gangguan yang lebih berat (Sullivan *et al.*, 2011; See *et al.*, 2013).

Fugl-Meyer (1980)	Fugl-Meyer et al. (1975)	Duncan, Goldstein, Horner, Landsman, Samsa, & Matchar (1994)
< 50 = Severe		0-35 = Very Severe
50-84 = Marked	≤ 84 = <u>Hemiplegia</u>	36-55 = Severe
85-94 = Moderate	85-95 = Hemiparesis	56-79 = Moderate
95-99 = Slight	96-99 = Slight motor dyscoordination	> 79 = Mild

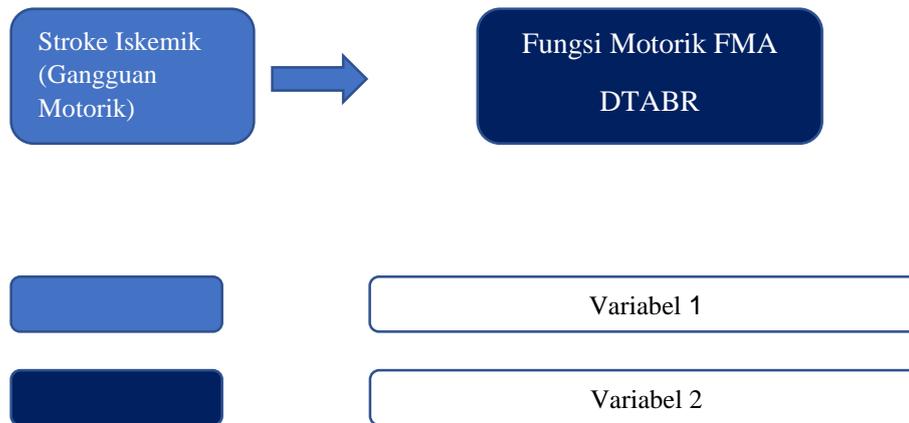
Gambar 7. Klasifikasi skor total gangguan motorik FMA (Zeltzer, 2010).

2.4. Kerangka Teori



Gambar 8. Kerangka teori penelitian.

2.5. Kerangka Konsep



2.6. Hipotesis

1. Terdapat penurunan rasio delta alfa beta (DTABR) pada pasien stroke iskemik setelah fisioterapi.
2. Terdapat perbaikan fungsi motorik (peningkatan skor *Fugl-Meyer Assessment*) pada pasien stroke iskemik setelah fisioterapi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian pra-eksperimental dengan desain pre test post test one group design yang bertujuan untuk melihat perubahan dinamika gelombang otak dengan menggunakan quantitative EEG dan perubahan fungsi motorik pasien pasca stroke iskemik sebelum dan setelah fisioterapi.

3.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Umum Pendidikan Dr. Wahidin Sudirohusodo, pada bulan Juni sampai jumlah sampel terpenuhi.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1. Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah pasien yang didiagnosa stroke iskemik berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang, yang berobat dan dirawat inap selama kurun waktu penelitian.

3.3.2. Sampel Penelitian

Sampel penelitian ditentukan dengan cara consecutive sampling yaitu semua subjek yang datang dan memenuhi kriteria penelitian dimasukkan dalam penelitian sampai jumlah subjek yang diperlukan terpenuhi. Sampel diambil dari populasi penelitian berdasarkan urutan masuknya ke Rumah Sakit (Consecutive sampling) dan telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi.