

TESIS

PENGARUH *REPETITIVE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION* TERHADAP VERTIGO SENTRAL PADA STROKE

Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Central Vertigo in Stroke



IKHWAN

C155191001

**DEPARTEMEN NEUROLOGI FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

PENGARUH *REPETITIVE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION* TERHADAP VERTIGO SENTRAL PADA STROKE

KARYA AKHIR

Sebagai syarat untuk mencapai Gelar Spesialis Neurologi

Disusun dan diajukan

IKHWAN

Kepada:

PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1

PROGRAM STUDI NEUROLOGI

FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2023

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGARUH *REPETITIVE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION* TERHADAP VERTIGO SENTRAL PADA STROKE

Disusun dan diajukan oleh

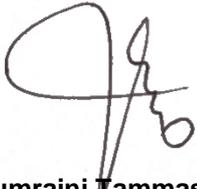
IKHWAN
C155191001

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 **25 MEI 2023** dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

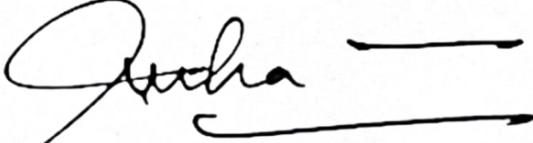
Pembimbing Pendamping,


Dr. dr. Jumraini Tammasse, Sp.S(K)
NIP 196807232000032001


Dr. dr. Andi Kurnia Bintang, Sp.S(K), MARS
NIP 196405021991032001

Ketua Program Studi Neurologi
FK Universitas Hasanuddin

Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM
NIP 196209211988111001


Prof. Dr. dr. Haerani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK
NIP 196805301996032001

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ikhwan

No. Mahasiswa : C155191001

Program Studi : Neurologi

Jenjang : Program Pendidikan Dokter Spesialis-1

Menyatakan dengan ini bahwa tesis dengan judul Pengaruh *Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation* Terhadap Vertigo Sentral Pada Stroke adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari tesis karya saya ini terbukti bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan melanggar hak cipta pihak lain, saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 25 Mei 2023

Yang menyatakan



Ikhwan

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **PENGARUH *REPETITIVE TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION* TERHADAP VERTIGO SENTRAL PADA STROKE**. Tesis ini disusun berkat kerja keras, ketekunan, kesabaran, bantuan, dan kerja sama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung.

Pertama, penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada orang tua saya Bapak Syamsuddin, Istri saya Ila Israwaty, anak saya Inayah Syifa Aurumia atas doa, kasih sayang, kesabaran, dan dukungan yang telah diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.

Berikutnya, penulis dengan tulus dan penuh rasa hormat menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. dr. Jumraini Tammasse, Sp.S(K) sebagai Ketua Departemen Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin sekaligus pembimbing akademik penulis, serta dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM sebagai Ketua Program Studi Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin, atas bantuan dan bimbingan yang

telah diberikan sejak awal pendidikan dokter spesialis hingga tesis ini selesai.

Tesis ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan partisipasi berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan terima kasih yang tulus kepada Dr. dr. Jumraini Tammasse, Sp.S(K) sebagai Ketua Komisi Penasihat / Pembimbing Utama, Dr. dr. Andi Kurnia Bintang, Sp.S(K), MARS sebagai Anggota Penasihat / Sekretaris Pembimbing, Dr. dr. Irfan Idris, M.Kes sebagai Anggota Komisi Penasihat / Pembimbing Metode Penelitian dan Statistik, dr. Muhammad Akbar, Ph.D, Sp.S(K), DFM sebagai Anggota Tim Penilai, serta dr. Sri Wahyuni S. Gani, M.Kes, Sp.S (K) sebagai Anggota Tim Penilai, yang telah memberikan waktu dan bimbingan sejak proposal hingga seminar hasil penelitian.

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis haturkan kepada semua supervisor Departemen Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin: Dr. dr. Susi Aulina, Sp.S(K), dr. Abdul Muis, Sp.S(K), Dr. dr. Hasmawaty Basir, Sp.S(K), Dr. dr. David Gunawan Umbas, Sp.S(K), Dr. dr. Yudy Goysal, Sp.S(K), dr. Cahyono Kaelan, Ph.D, Sp.PA(K), Sp.S, Dr. dr. Nadra Maricar, Sp.S(K), dr. Ummu Atiah, Sp.S(K), dr. Mimi Lotisna, Sp.S(K), dr. Ashari Bahar, M.Kes, Sp.S(K), FINS, FINA, dr. Muhammad Yunus Amran, Ph.D, Sp.S(K), FINR, FIPM, FINA, Dr. dr. Audry Devisanty Wuysang, Sp.S(K), dr. Andi Weri Sompaa, Sp.S(K), dr. M. Erwin Rachman, M.Kes, Sp.S(K), dr. Anastasi Juliana, Sp.S(K), dr. M. Iqbal Basri, Sp.S(K), dr.Lilian Triana Limoa, Sp.S(K), dr. Citra Rosyidah, Sp.S(K), M.Kes, dr.

Nurussyariah Hammado, Mapp.Sci., M.Neuro.Sci, Sp.N(K), dr. Faisal Budisasmita, Sp.N, dr. Ahmad Zaki, Sp.N, dan dr. Raissa Alfaathir, Sp.N yang telah memberi arahan kepada penulis. Terimakasih kepada dr. Iqramansyah, Sp.N, dr. A. Ahwal, Sp.N, dr. Christian Solihin, Sp.N, dr. Ita Purwanti, Sp.N, dr. Alvian Wandy, Sp.N, dr. Dwi Setia Ningrum, Sp.N, dr. Fidya Putri, Sp.N, dr. Anita Amir, Sp.N, dr. Eva Lusy Anggreni, Sp.N, dr. Helen, Sp.N, dr. Kharina, Sp.N, dr. Rauli, Sp.N, dr. Eka Kasmawati, Sp.N. Terima kasih kepada staf Neurologi: Bapak Isdar Ronta, Sdr. Syukur, Bapak Arfan, Ibu I Masse, SE dan Kak Ade, yang telah membantu masalah administrasi, fasilitas perpustakaan, serta penyelesaian tesis ini.

Terima kasih kepada para teman sejawat grup Sinaps (dr. Ashaeryanto, dr. Deni Hansen Limbeng, dr. Endy Suseno, dr. Rahmi A. Gafur, dr. Melfa Irfaliza, dr. Ulima Rahma Asri, dr. Nurmayasari H. Abd. Rauf, dr. A. Arsidin Mappa Madeng, dr. Innেকে Magdalena Runtuwene) yang telah menemani berbagi suka dan duka, serta banyak memberikan bantuan, motivasi, dan dukungan selama masa pendidikan; para teman sejawat PPDS Neurologi lain yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini (dr. Faisal Fakhri, dr. A. Muhammad Irsyadat, dr. Teuku Rahmat Irdiansyah, dr. Satrio Wicaksono, dr. Yohanis Lamerkabel, dr. Ngalasantaru Janstar Tarigan, dr. Nurhayati A. Y. Maanaiya, dr. Halidah Amriyati, dr. Irbab Hawari, dr. Christantina Pradescha Assa, dr. Evi Andriani Lestari, dr. A. Zuljumadi Adma, dr. Nur Yulikawaty Nasser, dr. Wiyasih Widhoretno Eka Puspita, dr. Deri Lidya Minarti, dr. Ilham Habib

Djarkoni, dr. Billi, dr. Muhammad Hidayat, dr. Surhaemi Syamsuddin, dr. Nurwapina Langga Wulaa, dr. Louis Max Alfer, dr. Ammal Pasha Tamtama, dr. Arfa'i Laksamana, dr. Michael Carrey, dr. Regina, dr. Ananda Asmara, dr. Ovariadi, dr. Irwansyah, dr. Maulida, dr. Taufik, dr. A. Fadila Ariani Malaka, dr. Arief Pratama, dr. Rani Kerinciani, dr. M. Fajrin Hidayah, dr. Ali Akbar Rafsanjani, dr. Nabiela Ullly Wafira, dr. Andi Dewi Sanra Sanrika, dr. Febrina Rambu, dr. Andri Ard hany, dr. Reza M Ammarie, dr. Kinanta, dr. Muhammad Ikb al, dr. Muhammad Junaid, dr. Fitrah C. Polhaupessy, dr. Zulia Indriani Masnady, dr. Muhammad Wudy Rowan Syafaah Muhadir, dr. Gita Vita Soraya, Ph.D, dr. Dwi Yanti, dr. M. Akbar Yunus, dr. Reski Harlianty Harli, dr. Ibnu Ludi Nugroho, dr. Sarah Valeria Ivercinthya Saya, dr. Virza Chairunnisa Latuconsina, dr. Dewi Fatmasari Surianto, dr. Abd. Rahim, dr. Aulia Ulfa Ramdhani, dr. Ayuni Warhamni M., dr. Rahima Bugis, dr. Fitrah Hidayat Guntur, dr. Maria Clemensiana Baba, dr. Albert Satria, dr. Zulkifli, dr. Dwi Atmaji Norwanto, dr. Ilham Sarif S., dr. Vieryna Wid yatuti Soemarno, dr. Haris Nur, dr. Mukhraeni, dr. Dwi Rahmad Setiawan, dr. Ariandi, dr. Ike Wid yawati Fongiman, dr. Tika Gustia Saraswati, dr. Ade Akmal Hidayat, dr. Siti Nurul Magfirah, dr. Murali Idris Madjid, dr. Arifian Wijaya Lana Putra, dr. Nilvany Dwi yanti, dr. Nurcholis, dr. Rezki Indriyanti, dr. Fatmawati, dr. Jeili Angle Worang, dr. Aslan Tonapa, dr. Vendy Yusran Ramadhany Ohorella, dr. Nur Qalbi Ramadhani, dr. Ardy Ariady Saruman, dr. Mia Ariesanti, dr. David Chro stian Haurissa, dr. Chalil Ghifarry, dr. Rida Wahyuni

Dirmayanti, dr. Indra Pahri Putra, dr. Muhammad Ikhsan Ramadhan, dr. Sartika Akib, dr. Masyita A. Opier, dr. Pretty Puspitasari, dr. Dewi Febrianty K., dr. Uka Indriana Rais, dr. Muhammad Anas Fadli , dr. Muhammad Royhan, dr. Eileen Euides, dr. Agustini Pratiwi Kadir, dr. Amil Budi Jadi, dr. Rosandi, dr. St. Giranti Ardilia Gunadi, dr. Primita Yulianti). Semoga persaudaraan ini tetap terjaga sampai seterusnya. Penulis sangat merindukan bertemu kembali di berbagai acara neurologi selanjutnya.

Terima kasih kepada direktur RSUP dr. Wahidin Sudirohusodo, rumah sakit jejaring, dan Klinik Inggit Medical Center Makassar, serta seluruh pasien yang bersedia menjadi subjek penelitian atas segala bantuan yang telah diberikan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari semua pihak sangat diharapkan. Penulis berharap tesis ini bermanfaat dan dapat memberikan sumbangan terhadap perkembangan neurologi di masa depan.

Makassar, 25 Mei 2023



Ikhwan

ABSTRAK

IKHWAN. *Pengaruh Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Terhadap Vertigo Sentral Pada Stroke* (dibimbing Jumraini Tammasse, Andi Kurnia Bintang, Irfan Idris, Muhammad Akbar, Sri Wahyuni Gani).

Pendahuluan: Stroke merupakan masalah kesehatan global, penyebab kematian nomor dua di dunia, dan penyebab paling umum ketiga dari semua kecacatan. Sebanyak 10% pasien stroke mengalami vertigo. Para ahli menyarankan terapi non farmakologi untuk membantu mengurangi vertigo sentral pada stroke, salah satunya dengan rTMS.

Tujuan: Mengevaluasi pengaruh pemberian terapi rTMS terhadap pasien vertigo sentral pada stroke

Metode: Penelitian kuantitatif dalam bentuk *pretest-posttest control group*, dilakukan di Rumah Sakit Wahidin Sudirohusodo, rumah sakit jejaring dan Klinik Inggit Medical Center Makassar pada Agustus-Desember 2022. Terapi rTMS dilakukan pada subjek vertigo sentral pada stroke yang memenuhi kriteria, dan dilakukan pengukuran skor Vertigo Symptom Scale-Short Form (VSS-SF). Statistik dilakukan dengan *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 26. Protokol studi disetujui Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

Hasil: Sebanyak 30 subjek memenuhi kriteria, dan dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok intervensi (terapi standar stroke dan terapi rTMS) berjumlah 15 orang dan kelompok kontrol (terapi standar stroke) berjumlah 15 orang. Hasil penelitian didapatkan perbedaan selisih skor VSS-SF sebelum dan setelah terapi pada kelompok intervensi dengan nilai 20,93, sementara pada kelompok kontrol dengan nilai 16,20.

Diskusi: Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelompok intervensi setelah diberi tindakan rTMS, maka skor VSS-SF berbeda signifikan ($p = 0,000$) dengan kelompok kontrol

Kesimpulan: Terdapat pengaruh pemberian intervensi rTMS terhadap penurunan skor VSS-SF pasien vertigo sentral post stroke, dimana perubahan skor VSS-SF pada kelompok intervensi berbeda signifikan dengan kelompok kontrol.

Kata kunci: Stroke, Vertigo Sentral, rTMS, VSS-SF

ABSTRACT

IKHWAN. *Effect of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Central Vertigo in Stroke (supervised by Juraini Tammasse, Andi Kurnia Bintang, Irfan Idris, Muhammad Akbar, Sri Wahyuni Gani).*

Introduction: *Stroke is a global health problem, the second leading cause of death worldwide, and the third most common cause of all disabilities. As many as 10% of stroke patients experience vertigo. Experts recommend non-pharmacological therapy to help reduce central vertigo in stroke, one of which is rTMS.*

Aim: *Evaluating the effect of rTMS therapy to central vertigo patients in stroke*

Methods: *Quantitative research in the form of a pretest-posttest control group, was conducted at Wahidin Sudirohusodo Hospital, network hospital and Makassar Inggit Medical Center Clinic in August-December 2022. rTMS therapy was carried out on central vertigo subjects in stroke who met the criteria, and Vertigo scores were measured Symptom Scale-Short Form (VSS-SF). Statistics were carried out using the Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) version 26. The study protocol was approved by the Ethics Committee for Health Research, Faculty of Medicine, Hasanuddin University.*

Result: *A total of 30 subjects met the criteria and were divided into 2 groups, namely the intervention group (standard stroke therapy and rTMS therapy) totaling 15 people and the control group (standard stroke therapy) totaling 15 people. The results of the study showed the difference in VSS-SF scores before and after therapy in the intervention group with a value of 20.93, while in the control group with a value of 16.20.*

Discussion: *These results indicated that after being given the rTMS treatment, the VSS-SF score in the intervention group was significantly different ($p = 0.000$) from the control group.*

Conclusion: *There was an effect of the rTMS intervention on reducing the VSS-SF score in post-stroke central vertigo patients, where the change in VSS-SF score in the intervention group was significantly different from the control group.*

Keywords: *Stroke, Central Vertigo, rTMS, VSS-SF*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Manfaat Penelitian	4
E. Hipotesis	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Stroke	6
B. Vertigo Sentral	9
C. Neuroplastisitas post Stroke	14
D. <i>Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS)</i>	18
E. Vertigo Symptom Scale – Short Form (VSS-SF)	22
F. Kerangka Teori	25
F. Kerangka Konsep	26

BAB III METODE PENELITIAN	27
A. Desain Penelitian	27
B. Tanggal dan Waktu Penelitian	27
C. Populasi dan Sampel Penelitian	27
D. Kriteria Inklusi dan Eksklusi	28
E. Besar Sampel	29
F. Cara Pengumpulan Data	30
G. Identifikasi dan Klasifikasi Variabel	31
H. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	32
I. Analisis dan Uji Statistik	33
J. Izin Penelitian dan Kelayakan Etik	34
K. Alur Penelitian	35
BAB IV HASIL PENELITIAN	36
A. Karakteristik Subjek Penelitian	36
B. Analisis Perubahan Skor VSS-SF	37
BAB V PEMBAHASAN	44
A. Pembahasan Penelitian	44
B. Keterbatas Penelitian	50
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Sistem Vestibular dan VOR	11
Gambar 2.	Patofisiologi Vertigo Sentral	13
Gambar 3.	Serebellum Tampak Atas, Bawah dan Samping	14
Gambar 4.	Vaskularisasi Serebellum Tampak Lateral Dan Inferior ..	14
Gambar 5.	Alat <i>transcranial magnetic stimulation</i> / TMS	19
Gambar 6.	Diagram Perbedaan Skor VSS-SF pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	39
Gambar 7.	Diagram Perbedaan Selisih Skor VSS-SF pada Kelompok Intervensi dan kelompok Kontrol	40
Gambar 8.	Diagram Tingkat Keparahan Vertigo	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Demografi Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	36
Tabel 2. Perbedaan Skor VSS-SF pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	38
Tabel 3. Perbedaan Selisih Skor VSS-SF pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	39
Tabel 4. Tingkat Keparahan Vertigo	41
Tabel 5. Perubahan Skor VSS-SF Berdasarkan Usia Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	42
Tabel 6. Perubahan Skor VSS-SF Berdasarkan Onset Pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	43
Tabel 7. Perubahan Skor VSS-SF Berdasarkan Jenis kelamin pada Kelompok Intervensi dan Kelompok Kontrol	43

DAFTAR SINGKATAN

AHA/ASA	: <i>American Heart Association / American Stroke Association</i>
BBB	: <i>blood brain barrier</i>
BDNF	: <i>Brain-Derived Neurotrophic Factor</i>
DAMPS	: <i>Damage Associated Molecular Patterns</i>
HINTS	: <i>Head Impulse, Nistagmus, Test of Skew</i>
ICAM-1	: <i>intercellular adhesion molecule-1</i>
LTP	: <i>Long-term potentiation</i>
MT	: <i>Motor Treshold</i>
PICA	: <i>posterior inferior cerebellar artery</i>
rTMS	: <i>repetitive Transcranial Magnetic Stimulation</i>
SCA	: <i>superior cerebellar artery</i>
VOR	: <i>Vestibulo-ocular reflex</i>
VSS-SF	: <i>Vertigo Symptom Scale - Short Form</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Stroke merupakan masalah kesehatan global, penyebab kematian nomor dua di dunia, dan penyebab paling umum ketiga dari semua kecacatan. National Stroke Association menyatakan bahwa 10% penderita stroke sembuh total tanpa cacat apapun, 25% sembuh dengan cacat ringan, dan 40% menderita cacat sedang sampai berat yang membutuhkan perawatan jangka panjang. Angka kejadian stroke menurut Riset Kesehatan Dasar Indonesia tahun 2013 menunjukkan angka peningkatan, dari 8,3 per 1000 orang pada tahun 2007 menjadi 12,1 per 1000 orang pada tahun 2013 . (Caplan and Liebeskind, 2016; Utomo, Wulan and Wardhani, 2020).

Ada dua kategori utama kerusakan otak pada pasien stroke : (1) iskemik, terjadi karena penurunan aliran darah dan oksigen ke jaringan otak tertentu; (2) hemoragik, terjadi pelepasan darah ke otak dan ke ruang ekstravaskular di dalam cranium. Stroke iskemik memiliki tiga mekanisme yang berbeda yaitu trombosis, emboli, dan penurunan perfusi atau aliran darah pada area tertentu di otak sehingga menyebabkan suplai darah ke otak terbatas (Caplan and Liebeskind, 2016; Coupland *et al.*, 2017).

Vertigo merupakan istilah dari bahasa latin, *vertere*, yang berarti memutar. Umumnya, vertigo dikenal dengan ilusi bergerak atau halusinasi

gerakan. Vertigo sering berupa rasa berputar atau rasa bergerak dari lingkungan sekitar tapi terkadang juga ditemukan keluhan berupa rasa didorong atau ditarik menjauhi bidang vertikal. Menurut letak lesi, vertigo terdiri atas vertigo perifer dan vertigo sentral. Vertigo perifer diakibatkan oleh gangguan telinga dalam atau saraf kranial vestibulocochlear (VIII), sedangkan vertigo sentral disebabkan oleh penyakit yang berasal dari sistem saraf pusat (SSP). (Basuki dan Dian, 2011; Setiawati dan Susianti, 2016).

Vertigo sering terjadi pada rentang umur 18-79 tahun, dengan prevalensi global sebanyak 7,4% serta insiden pertahunnya mencapai 1,4%. Angka kejadian vertigo di Indonesia juga sangat tinggi, pada tahun 2010, dari usia 40-50 tahun sekitar 50% pasien mengalami vertigo. Vertigo merupakan keluhan nomor tiga paling sering dikeluhkan oleh penderita yang datang ke rumah sakit setelah nyeri kepala dan stroke. Umumnya vertigo ditemukan sebesar 15% dari keseluruhan populasi dan hanya 4-7% yang diperiksa ke dokter. Sebanyak 10% pasien stroke mengalami gejala vertigo. Stroke iskemik lebih banyak menyebabkan vertigo dibandingkan stroke perdarahan sebanyak 75,7%, hal tersebut juga disebabkan oleh jumlah pasien stroke iskemik lebih banyak dibandingkan perdarahan (Khansa, 2019; Sumarilyah, 2010) .

Gejala vertigo dapat diatasi dengan terapi farmakologi, tetapi obat-obatan hanya dapat digunakan dalam jangka waktu pendek. Penggunaan jangka panjang obat-obatan untuk penderita vertigo dapat menyebabkan

beberapa efek samping. Akibat adanya efek samping tersebut para ahli menyarankan untuk melakukan terapi non farmakologi yang dapat membantu mengurangi gejala gangguan keseimbangan pada penderita vertigo tanpa adanya efek samping. *Transcranial magnetic stimulation* (TMS) merupakan teknik neurologis non-invasif yang dapat menginduksi arus di otak dengan cara yang aman dan tanpa rasa sakit. Aplikasi TMS bersifat terapeutik, berpotensi untuk terapi lesi sistem saraf perifer dan pusat. Studi awal menyebutkan bahwa rTMS dapat mencegah kematian neuron tertunda akibat iskemia. Selain itu, TMS serebelum dianggap sebagai intervensi terapeutik untuk memodulasi fungsi serebelum yang maladaptif. Untuk alasan-alasan ini, ada peningkatan minat dalam penggunaan TMS untuk mengevaluasi dan memodulasi fungsi motorik dan nonmotorik serebelum. (Setiawati dan Susianti, 2016; Xiaoqiao, 2007; Kimberly, 2020).

Peneliti bermaksud melakukan penelitian ini untuk mengevaluasi pengaruh *Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation* (rTMS) terhadap vertigo sentral pada stroke.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang masalah di atas dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut :

Bagaimana pengaruh pemberian terapi rTMS terhadap pasien vertigo sentral pada stroke?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengevaluasi pengaruh pemberian terapi rTMS terhadap pasien vertigo sentral pada stroke.

2. Tujuan Khusus

- a. Menilai derajat vertigo dengan Vertigo Symptom Scale – Short Form (VSS-SF) terhadap kelompok perlakuan sebelum dan sesudah dilakukan terapi standar stroke dan rTMS.
- b. Menilai derajat vertigo dengan VSS-SF terhadap kelompok kontrol sebelum dan sesudah dilakukan terapi standar stroke.
- c. Membandingkan perubahan derajat vertigo dengan VSS-SF kelompok perlakuan dan kelompok kontrol.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini akan memberikan pengetahuan dan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan terutama dalam tatalaksana pasien vertigo sentral pada pasien stroke dengan *repetitive transcranial magnetic stimulation* (rTMS).

2. Manfaat Praktis

Memberikan kontribusi dalam penerapan ilmu dan teknologi kesehatan dalam penatalaksanaan vertigo sentral pada pasien stroke.

3. Manfaat Metodologi

Penelitian ini dapat menjadi sumber informasi dan rujukan untuk penelitian terkait selanjutnya.

E. Hipotesis

1. Terdapat pengaruh pemberian intervensi rTMS terhadap vertigo sentral pada stroke.
2. Terjadi penurunan skor VSS-SF setelah intervensi rTMS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Stroke

Menurut American Heart Association / American Stroke Association (AHA/ASA), stroke adalah kumpulan gejala defisit neurologis, akibat gangguan fungsi otak baik fokal maupun global yang mendadak, disebabkan oleh berkurangnya atau hilangnya aliran darah pada parenkim otak, retina, atau medulla spinalis, yang dapat disebabkan oleh penyumbatan atau pecahnya arteri maupun vena, yang dibuktikan dengan pencitraan dan / atau patologi (Coupland *et al.*, 2017).

Ada dua kategori utama kerusakan otak pada pasien stroke : (1) iskemik, terjadi karena penurunan aliran darah dan oksigen ke jaringan otak tertentu; (2) hemoragik, terjadi pelepasan darah ke otak dan ke ruang ekstravaskular di dalam cranium. Stroke iskemik memiliki tiga mekanisme yang berbeda yaitu trombosis, emboli, dan penurunan perfusi atau aliran darah pada area tertentu di otak sehingga menyebabkan suplai darah ke otak terbatas (Caplan and Liebeskind, 2016; Coupland *et al.*, 2017).

Stroke iskemik disebabkan oleh kekurangan suplai darah dan oksigen ke otak. Oklusi iskemik menghasilkan kondisi trombotik dan emboli di otak. Pada trombosis, aliran darah dipengaruhi oleh penyempitan pembuluh darah akibat aterosklerosis. Penumpukan plak pada akhirnya akan menyempitkan ruang vaskular dan membentuk

gumpalan, menyebabkan stroke trombotik. Pada stroke emboli, penurunan aliran darah ke daerah otak menyebabkan emboli; aliran darah ke otak berkurang, menyebabkan stres berat dan kematian sel sebelum waktunya (nekrosis) (Kuriakose and Xiao, 2020).

Setelah terjadi stroke, sumbatan aliran darah menurunkan produksi glukosa dan ketersediaan oksigen, menyebabkan gangguan produksi adenosine triphosphate dan menyebabkan kegagalan bioenergetik. Selain itu, ketidakseimbangan ionik yang terjadi dalam beberapa menit setelah oklusi arteri menyebabkan penurunan reuptake glutamat dan selanjutnya menyebabkan eksitotoksitas dan apoptosis. Enzim katabolik teraktivasi, kemudian meningkatkan produksi spesies oksigen reaktif. Hal-hal tersebut menginduksi ekspresi gen pro-inflamasi, seperti sitokin dan kemokin, oleh sel otak yang rusak. Ekspresi molekul-molekul sel adhesi pada permukaan sel endotel terinduksi, termasuk P-selectin, E-selectin, dan intercellular adhesion molecule-1 (ICAM-1). Molekul-molekul ini memediasi infiltrasi leukosit ke parenkim otak dan memfasilitasi pembersihan debris pada area infark, selain itu, sel endotelial meningkatkan ekspresi kemokin untuk menuntun leukosit ke lokasi yang mengalami kerusakan. Infiltrasi sel imun memproduksi mediator sitotoksik yang dapat memperpanjang respon inflamasi dan meningkatkan kerusakan otak (Ramiro *et al.*, 2018).

Sel otak yang akan mati mengeluarkan damage associated molecular patterns (DAMPs) yang mengaktifkan mikroglia. Infiltrasi sel

imun memproduksi letusan molekul-molekul pro-inflamasi di sekitar area infark. Bersamaan dengan ini, terjadi peningkatan produksi matrix metalloproteinase (MMP), yang memediasi destruksi lamina basalis, meningkatkan permeabilitas blood brain barrier (BBB) dan memfasilitasi masuknya tambahan sel-sel imun perifer pada area otak yang mengalami kerusakan. Selain menyebabkan respon inflamasi lokal pada area otak iskemik stroke akut juga merangsang respon imun sistemik. Setelah terjadi iskemik, terjadi pelepasan mediator-mediator pro inflamasi pada sirkulasi sistemik, yang menyebabkan overactivation dari sel imun perifer. Aktivasi berlebihan ini menyebabkan leukosit matur kelelahan sehingga memprovokasi perekrutan leukosit imatur yang belum dapat merespons kerusakan otak dengan baik (Ramiro *et al.*, 2018).

Akhirnya, pada tahap selanjutnya, sistem imun juga berperan untuk mengakhiri respon inflamasi pada area otak yang mengalami kerusakan. Untuk itu, infiltrasi makrofag dan mikroglia yang teraktivasi memiliki fungsi untuk fagositosis sel-sel yang mati dan debris sel. Selain itu, mereka juga memproduksi molekul-molekul anti-inflamasi yang berperan dalam supresi respon imun, dan pada saat yang sama, menghambat ekspresi molekul-molekul adhesi dan produksi sitokin proinflamasi. Sebagai tambahan, makrofag dan sel-sel mikroglia melepaskan faktor-faktor neuroprotektif yang dibutuhkan untuk pemulihan kerusakan otak iskemik yang mendorong proses neurogenesis dan angiogenesis, di antara proses-proses lainnya (Ramiro *et al.*, 2018).

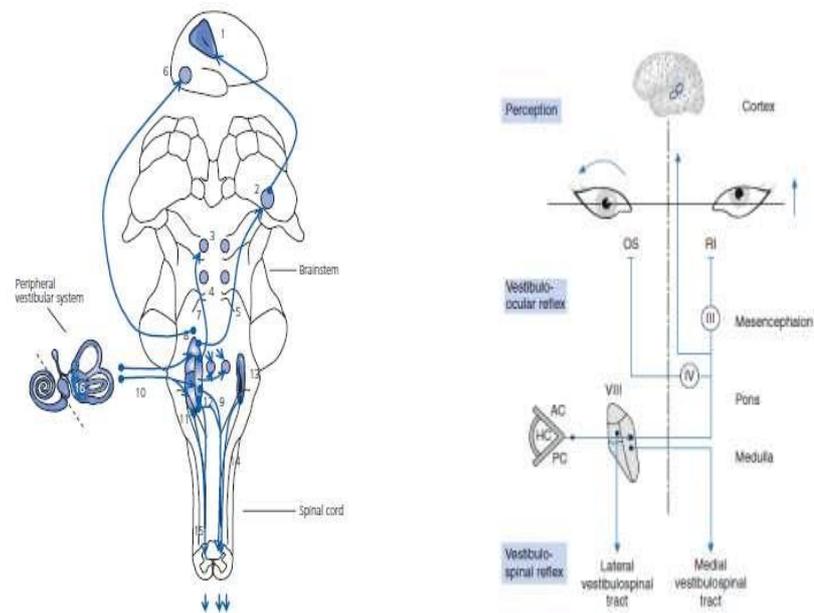
B. Vertigo Sentral

Klasifikasi vertigo terbagi menjadi vertigo perifer dan vertigo sentral. Vertigo sentral lebih jarang terjadi daripada vertigo perifer, tetapi vertigo sentral merupakan tanda awal penyakit berbahaya pada pasien. Vertigo sentral umumnya diakibatkan oleh gangguan sistem sirkulasi vertebrobasilar (10,7%), trauma pada otak (5,2%), infeksi (2,9%), degenerasi spinocerebellar (1,7%), tumor serebelum dan batang otak (0,4%). Vertigo sentral yang disebabkan oleh gangguan pada sistem sirkulasi vertebrobasilar, umumnya terjadi di lokasi anatomi yang berhubungan dengan lesi pada batang otak, pons, serebelum dan korteks serebral. Sebanyak 10% pasien stroke mengalami gejala vertigo. (Khansa, 2019)

Pemeriksaan bedside yang akurat untuk membedakan vertigo perifer dan sentral adalah HINTS (*Head Impulse, Nistagmus, Test of Skew*). Pola vertigo sentral meliputi : 1) tes head impulse normal bilateral dari fungsi refleks vestibulookular dengan nistagmus spontan atau *gaze-evoked nystagmus*; 2) *horizontal gaze-evoked nystagmus*, nistagmus bilateral, atau nistagmus akibat perubahan arah (atau dominan nistagmus vertikal atau torsional); 3) skew deviation dengan *alternate cover test*; atau 4) kombinasi dari ketiga pemeriksaan ini. Lebih lanjut tanda bahaya ini dapat disingkat dengan HINTS TO I.N.F.A.R.C.T. (*Impulse Normal, Fast-phase Alternating, Refixation on Cover Test*). (Newman-Toker, 2009).

Lesi pada vertigo sentral adalah lesi di sepanjang jalur vestibular di batang otak. Jalur ini membentang dari nukleus vestibular di medulla oblongata hingga ke korteks temporoparietal. Struktur terpenting dalam terbentuknya vertigo sentral adalah jalur neuronal yang memediasi VOR (*Vestibulo-ocular reflex*). Jalur ini berjalan dari labirin perifer di atas nukleus vestibular di batang otak menuju ke nukleus motorik okuler (III, IV dan VI) dan pusat integrasi supranukleus di pons dan mesensefalon (nukleus intersisial Cajal, INC dan nukleus intersisial dari fasikulus longitudinal medialis (riMLF)). Pergerakan mata dibentuk dari tiga lengkung refleksi ini ketika ada pergerakan cepat dari kepala dan tubuh. (Brandt, 2017).

Berdasarkan jalur lengkung refleksi yang dibentuk, terdapat jalur asenden dan desenden. Jalur asenden berjalan secara kontralateral dan ipsilateral di atas thalamus posterolateral hingga ke area korteks temporoparietal dan insula. Korteks vestibular parietoinsular dan area di girus temporalis superior serta inferior lobus parietal adalah area yang bertanggung jawab terhadap persepsi, *self-motion*, dan orientasi tempat. Jalur desenden VOR berjalan melalui nukleus vestibularis sepanjang traktus vestibulospinal medialis dan lateralis menuju medula spinalis untuk memediasi kontrol postur tubuh. (Brandt, 2017)

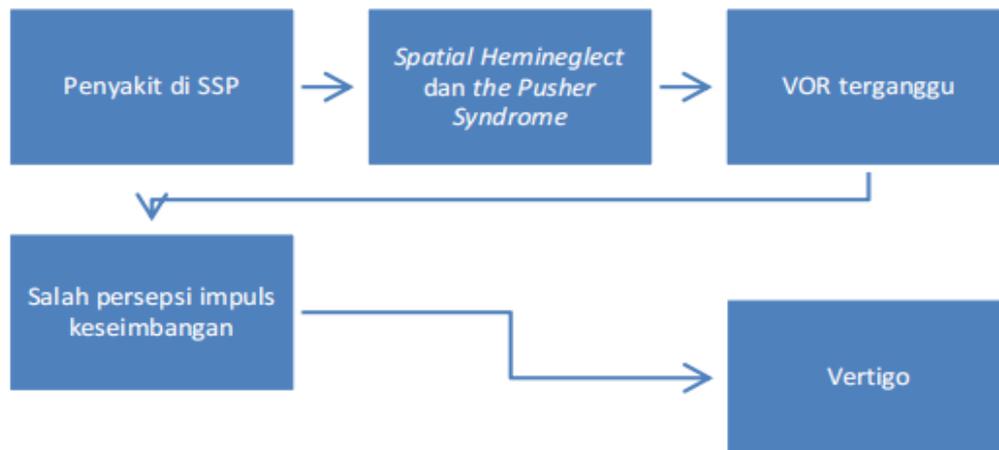


Gambar 1. Sistem Vestibular dan VOR (Brandt, 2017; Kanegaonkar, 2014)

Lesi unilateral pada jalur vestibular akan menyebabkan terjadinya sindroma vestibular sebagai konsekuensi dari ketidakseimbangan tonus. Ada dua macam sindrom klinis yang relevan yaitu *spatial hemineglect* dan *the pusher syndrome* yang terjadi apabila lesi terdapat di daerah thalamus atau di hemisfer otak. Sindroma ini biasanya didapati pada pasien stroke. *Spatial hemineglect* terjadi apabila terdapat gangguan atau kerusakan di bagian otak yang bertanggung jawab atas orientasi ruang. Hal ini akan menyebabkan pasien tidak dapat mempersepsikan objek di salah satu sisi. *The pusher syndrome* adalah sebuah gejala yang biasanya ditemui pada pasien *post-stroke* di mana pasien akan cenderung memposisikan badannya ke arah tubuh yang mengalami kelemahan. Pada sindroma ini terjadi salah persepsi pada impuls yang disalurkan. Pasien dengan sindroma ini juga memiliki gangguan pada persepsi visual, proprioseptif

dan pergerakan motorik sehingga menyulitkan mereka untuk memahami postur dan keseimbangan tubuhnya. Kondisi ini merefleksikan disfungsi dari orientasi ruang, atensi dan kontrol postur tubuh. Penyakit yang melibatkan fungsi vestibular sentral ini tidak hanya melibatkan konvergensi input multisensor tetapi juga integrasi sensorimotor dengan memori spasial, orientasi, atensi, navigasi dan interaksi tubuh dan lingkungan ketika bergerak (Brandt, 2017).

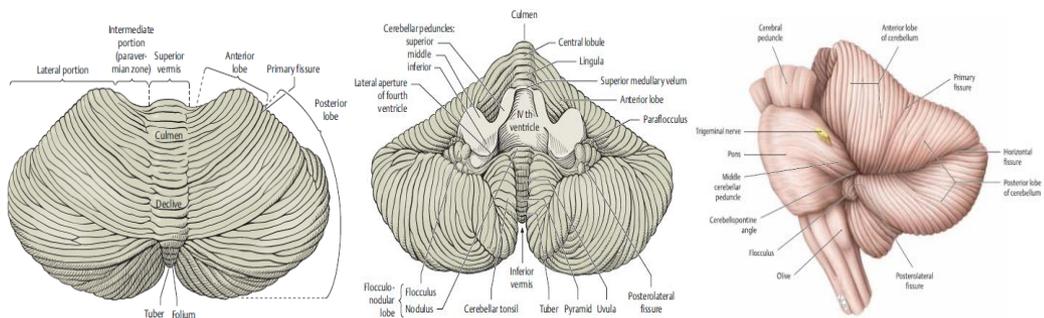
Ketika ada kerusakan atau gangguan pada otak yang berfungsi mempersepsikan impuls terkait keseimbangan ini, maka respon yang terbentuk tentu tidak akan normal. Perubahan posisi dan gerak kepala yang diinformasikan melalui sistem vestibular normalnya akan membuat mata tetap stabil ketika memandang. Hal ini yang mana telah disebutkan sebelumnya yaitu dengan mekanisme VOR. Apabila terdapat gangguan pada salah satu komponen VOR misalnya batang otak maka impuls yang diteruskan akan salah dipersepsikan. Akibatnya pasien akan mengalami vertigo yang disertai dengan nistagmus dan ketidakseimbangan postur tubuh.



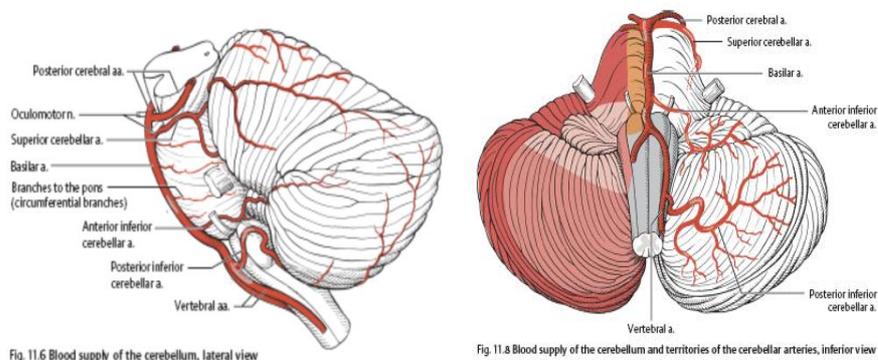
Gambar 2. Patofisiologi Vertigo Sentral (Brandt, 2017; Eber, 1994)

Keseimbangan merupakan salah satu fungsi paling kritis yang mendukung aktivitas normal sehari-hari pada manusia. Menjaga keseimbangan membutuhkan integrasi kompleks dan koordinasi beberapa sistem (seperti sistem vestibular, sistem visual dan sistem pendengaran) dalam tubuh. Serebellum sangat terlibat dalam proses integrasi terkait keseimbangan dalam SSP. Menurut divisi fungsional, ada 3 area pada serebellum, yaitu cerebrotocerebellum, spinocerebellum dan vestibulocerebellum. Ketiga area fungsional ini semuanya memainkan peran penting dalam proses menjaga keseimbangan dan kontrol motorik. Di spinocerebellum, vermis serebelar memainkan peran kunci dalam keseimbangan dan kontrol motorik. Bukti terbaru menunjukkan bahwa vermis serebelar sangat penting untuk menjaga keseimbangan dan koordinasi gerakan bicara, mata dan tubuh karena vermis memberikan informasi mengenai sensasi di sepanjang ekstremitas, serta berbagai rangsangan yang berkaitan dengan keseimbangan, proses visual dan

pendengaran. Selain itu, vermis serebellum berpartisipasi dalam penyesuaian postural. Antisipatif dan penyesuaian postural kompensasi untuk menjaga keseimbangan selama aktivitas fungsional. Studi telah menunjukkan pasien dengan lesi di vermis terutama menunjukkan disfungsi keseimbangan. Sedangkan pasien dengan lesi di hemisfer serebular terutama menunjukkan disfungsi koordinasi global. Infark pada daerah posterior inferior cerebellar artery (PICA) memberikan gejala vertigo terbanyak (78%), sementara infark pada superior cerebellar artery (SCA) sebanyak 37% (Tan, 2021).



Gambar 3. Serebellum Tampak Atas, Bawah dan Samping. (Baehr, 2005)



Gambar 4. Vaskularisasi Serebellum Tampak Lateral Dan Inferior (Baehr, 2005)

C. Neuroplastisitas Post Stroke

Neuroplastisitas merujuk pada kemampuan otak untuk mengubah struktur dan fungsinya. Keadaan ini terjadi bukan hanya dalam kurun waktu tertentu, melainkan keadaan normal otak manusia yang berkelanjutan sepanjang kehidupannya. Perubahan plastisitas di otak manusia menyebabkan reorganisasi otak yang mungkin ditunjukkan pada level perilaku, anatomi, dan fungsi yang menurun ke tingkat seluler dan bahkan molekuler (Chang, 2014).

Perkembangan otak terjadi melalui proses neurogenesis dan gliogenesis, pembentukan proyeksi neuronal dan sinaptogenesis, kematian sel terprogram dan penghapusan koneksi yang terbentuk secara tidak tepat, menghasilkan pembentukan struktur yang disesuaikan secara fungsional dan morfologis dari otak orang dewasa. Neuroplastisitas atau plastisitas otak adalah kemampuan sistem saraf untuk mengatur kembali struktur, fungsi, dan koneksinya sebagai respons terhadap rangsangan ekstrinsik atau intrinsik. Plastisitas neuron mencakup mekanisme yang berbeda yang ditinjau dengan sangat baik oleh Castren. Salah satunya adalah neurogenesis, yaitu pembentukan neuron baru di daerah proliferasi. Kumpulan bukti menunjukkan bahwa BDNF (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*) terlibat dalam regulasi migrasi progenitor neuron di sepanjang aliran migrasi rostral dan penyelesaian neuron di bulbus olfaktorius dan juga bertindak selama tahap selanjutnya dari neurogenesis. Cazorla dkk. membuktikan bahwa 48 jam stimulasi BDNF

dalam sel PC12, ditransfeksi dengan TrkB, meningkatkan pertumbuhan neurit dibandingkan dengan sel yang tidak diobati. Menariknya, stimulasi BDNF mampu mendorong pertumbuhan dendritik dan pembentukan tulang belakang dalam sel hippocampal primer yang tumbuh dalam media yang kekurangan B27.

Selama beberapa tahun terakhir, BDNF telah dipelajari secara ekstensif sebagai pengatur penting transmisi sinaptik dan LTP (Long-term potentiation) di hippocampus dan di daerah otak lainnya. Efek BDNF pada LTP dimediasi oleh reseptor TrkB. Secara khusus, di hipokampus, neurotropin diperkirakan bertindak pada tingkat pra dan pasca sinaptik, memodulasi kemanjuran sinaptik baik dengan perubahan pelepasan pemancar pra-sinaptik, atau dengan peningkatan sensitivitas pemancar pasca sinaptik untuk menginduksi peningkatan jangka panjang dalam plastisitas sinaptik. Dengan demikian, BDNF dapat menjadi: (i) mediator atau modulator plastisitas sinaptik, (ii) neurotransmitter yang bertindak pada tingkat pra dan pasca sinaptik secara bersamaan pada sinaps individu yang sama. Data terbaru diterbitkan dari Lin et al. mengungkapkan bahwa di wilayah CA3 atau CA1 pensinyalan BDNF-TrkB anterograde terlibat dalam induksi LTP, sementara pensinyalan BDNF-TrkB anterograde dan retrograde berkontribusi pada pemeliharaan LTP. BDNF di terminal pra-sinaptik dan pasca-sinaptik memodulasi neurotransmisi basal dan TrkB pra-sinaptik, mungkin mengatur pelepasan pra-sinaptik. Selain itu, juga telah ditunjukkan bahwa BDNF mengatur

pengangkutan mRNA sepanjang dendrit dan terjemahannya di sinaps. Proses ini terjadi dengan memodulasi fase inisiasi dan perpanjangan sintesis protein, dan dengan bertindak pada miRNA tertentu. Sintesis protein lokal merespons dengan modulasi proteom yang cepat dan halus untuk merombak daerah sinaptik sebagai respons terhadap rangsangan. Pergantian protein diperlukan untuk plastisitas sinaptik, dan pensinyalan BDNF juga telah digambarkan sebagai pengatur penting untuk mempertahankan aktivitas autofag awal di otak. (Colucci-D'Amato, Speranza and Volpicelli, 2020).

Proses reorganisasi dan plastisitas neuron mulai terjadi segera setelah onset stroke, berlanjut hingga beberapa minggu, dan melibatkan regio otak yang jauh dari lokasi yang mengalami kerusakan. Secara umum proses ini terjadi dalam beberapa tahap, yaitu: 1) tahap reaksi akut, ditandai dengan perubahan aliran darah otak, inflamasi, stres oksidatif dan gangguan metabolisme; 2) tahap subakut, terjadi proses restorasi endogen yang dapat berlangsung hingga 12 minggu. Tahap ini ditandai dengan aktivasi neurogenesis, sinaptogenesis dan angiogenesis yang memungkinkan substitusi fungsi sel-sel neuron yang rusak serta memfasilitasi pemulihan spontan; 3) tahap plateau, proses pemulihan spontan memasuki periode stabil namun masih dapat dimodifikasi (Hara, 2015). Secara keseluruhan proses pemulihan fungsional terjadi pada bulan kedua sampai ketiga setelah onset stroke. (Dobkin and Carmichael, 2013; Bernhardt *et al.*, 2017).

D. *Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation (rTMS)*

Pada tahun 1985, Anthony Barker mempublikasi laporan pertama di *Lancet* mengenai metode baru yang bersifat tanpa kontak dan tanpa rasa sakit untuk merangsang korteks motorik. Metode baru ini menggunakan alat yang mengirimkan getaran magnetik di atas korteks motorik untuk mendapatkan respons elektromiografi (EMG) yang dapat direkam melalui *abductor digiti minimi* kontralateral. Ini adalah laporan pertama penggunaan *transcranial magnetic stimulation* (TMS) (Leite, 2018).

Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) merupakan alat non-invasif yang memungkinkan stimulasi listrik pada sistem saraf dan dapat menjadi alat pengobatan yang ideal karena kemampuannya untuk memodifikasi plastisitas otak. TMS dapat menghasilkan arus listrik di sistem saraf pusat dengan membuat getaran elektromagnetik bifasik pendek 100 μ s. Ketika diberikan pada frekuensi reguler, hal ini disebut sebagai *repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS)* (Baek et al., 2018).



Gambar 5. Alat *transcranial magnetic stimulation* / TMS (Neurosoft, 2022)

Laporan dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa perubahan frekuensi rTMS dan pola stimulasi menghasilkan efek jangka panjang. Stimulasi frekuensi tinggi (>3 Hz) menstimulasi rangsangan kortikal dan umumnya menghasilkan efek yang memiliki aspek yang sama dengan LTP. Sebagai perbandingan, stimulasi frekuensi rendah (≤ 1 Hz) mengurangi eksitabilitas kortikal dan menginduksi pengurangan efisiensi sinaptik yang mirip dengan depresi jangka panjang. Berbagai parameter stimulasi seperti intensitas, frekuensi, pola keseluruhan stimulasi, dan periode menentukan efek fungsional rTMS pada eksitabilitas kortikal. Namun mekanisme neural yang terkait dengan berbagai parameter stimulasi rTMS masih belum jelas (Baek *et al.*, 2018).

rTMS frekuensi rendah menghambat rangsangan kortikal di daerah terstimulasi, sedangkan rTMS frekuensi tinggi memfasilitasi eksitabilitas kortikal. Berdasarkan sifat-sifat ini, banyak penelitian telah melaporkan

bahwa rTMS frekuensi rendah sebaiknya diterapkan pada area motorik primer hemisfer non-lesi sementara rTMS frekuensi tinggi diterapkan pada area motorik primer hemisfer lesi untuk perbaikan post stroke (Niimi *et al.*, 2016).

Ranah yang semakin menarik diteliti dalam neuromodulasi adalah penggunaan TMS untuk mempelajari fungsi serebelum atau mengobati gangguan pada serebelum. Mekanisme kerja serebelum melibatkan banyak pengaturan output dan input dari banyak sistem. Selain dikenal karena fungsi motorik, serebelum juga berperan dalam regulasi afektif dan atensi, perilaku inhibisi, kontrol eksekutif dan pengakuan dari rangsangan yang menonjol, pemrosesan semantik, asosiasi dan generasi kata. Selain itu, dimungkinkan untuk tidak hanya mengukur efek pasca stimulasi TMS tetapi juga menangkap efek saat stimulasi berlangsung. Stimulasi serebelum dengan berbagai pola rTMS menawarkan kesempatan untuk menyelidiki hubungan perilaku otak yang berpusat di sekitar sirkuit serebelum. TMS serebelum saat ini juga dianggap sebagai intervensi terapeutik untuk memodulasi fungsi serebelum yang maladaptif (Kimberly, 2020).

rTMS melalui jaringan terkait vestibular serebelum adalah pengobatan yang memungkinkan karena sejumlah laporan telah menunjukkan manfaat dari rTMS dari serebrum atau serebellum untuk gejala kronis yang sulit diatasi, seperti dizziness, tinitus, ataksia serebelum. Selain itu, serebelum cocok untuk dilakukan neuromodulasi karena

memiliki plastisitas yang tinggi. Studi kasus melaporkan efektifitas terapi rTMS frekuensi rendah pada pasien dekomposisi vestibular. Studi ini dilakukan pada pasien mengalami dekomposisi vestibular dari neuritis vestibular dengan keluhan pusing bahkan setelah menyelesaikan > 6 bulan terapi rehabilitasi vestibular. rTMS frekuensi rendah dilakukan vestibular serebelum kontra-lesi selama lima hari berturut-turut. Instabilitas dan gejala subjektif dievaluasi, dimana instabilitas postural pada semua pasien mengalami perbaikan dari hari ke 5 sampai 1 bulan setelah pengobatan. Studi ini menyarankan penggunaan rTMS frekuensi rendah pada area vestibular serebelum untuk pengobatan dekomposisi vestibular kronis (Paxman et al, 2018).

Sebuah studi pada pasien dengan *dizziness* akibat infark meduler lateral kronis yang diberikan stimulasi rTMS untuk meningkatkan kontrol VOR serebelum. Pada pasien ini dilakukan observasi untuk menilai gejala klinis, tanda, dan neurofisiologis hingga 25 bulan. Studi ini menunjukkan bahwa rTMS serebelum tampaknya efektif meningkatkan kontrol vestibular serebelum atau inti serebelum sehingga dapat menjadi pengobatan *dizziness* akibat lesi sentral (Johkura K et al, 2018).

Protokol rTMS pada vertigo sentral:

- Intervensi *Higher Motor Treshold* (MT)

Lokasi	-
Tipe stimulus	<i>Burst</i>
Amplitudo stimulus (% MT)	80
<i>Burst Frequency in train (Hz)</i>	5,0
<i>Pulses frequency in train (Hz)</i>	50
<i>Burst in train</i>	20
<i>Pulses in burst</i>	3
<i>Number of trains</i>	10
<i>Intertrain interval (s)</i>	8,0
Durasi (sesi)	5

- Intervensi *lower* MT

Lokasi	-
Tipe stimulus	<i>Burst</i>
Amplitudo stimulus (% MT)	80
<i>Burst Frequency in train (Hz)</i>	5,0
<i>Pulses frequency in train (Hz)</i>	50
<i>Burst in train</i>	200
<i>Pulses in burst</i>	3
<i>Number of trains</i>	1
Durasi (sesi)	5

- Intervensi *Occipital Side*

Lokasi	<i>Occipital cortex</i>
Tipe stimulus	<i>Burst</i>
Amplitudo stimulus (% MT)	80
<i>Burst Frequency in train (Hz)</i>	5,0
<i>Pulses frequency in train (Hz)</i>	50
<i>Burst in train</i>	20
<i>Pulses in burst</i>	3
<i>Number of trains</i>	10
<i>Intertrain interval (s)</i>	8,0
Durasi (sesi)	5

E. *Vertigo Symptom Scale – Short Form (VSS-SF)*

Vertigo symptom scale-short form (VSS-SF) adalah kuesioner yang dapat digunakan untuk mengukur tingkat keparahan vertigo berdasarkan perspektif penderita sendiri. Kuesioner ini dapat digunakan untuk menilai keberhasilan rehabilitasi vestibular. Rehabilitasi vestibular dikatakan berhasil bila diperoleh perubahan nilai kuesioner sebesar ≥ 3 angka dari nilai sebelumnya. VSS-SF terdiri dari lima belas pertanyaan. Respon dari pertanyaan ini dikelompokkan ke dalam lima skala nilai yaitu 0 (tidak pernah), 1 (hanya sekali-kali), 2 (beberapa kali), 3 (agak sering, setiap minggu) sampai 4 (sering sekali, hampir setiap hari). Jawaban penderita dijumlahkan dengan rentang nilai total adalah 0 hingga 60. Pusing dengan

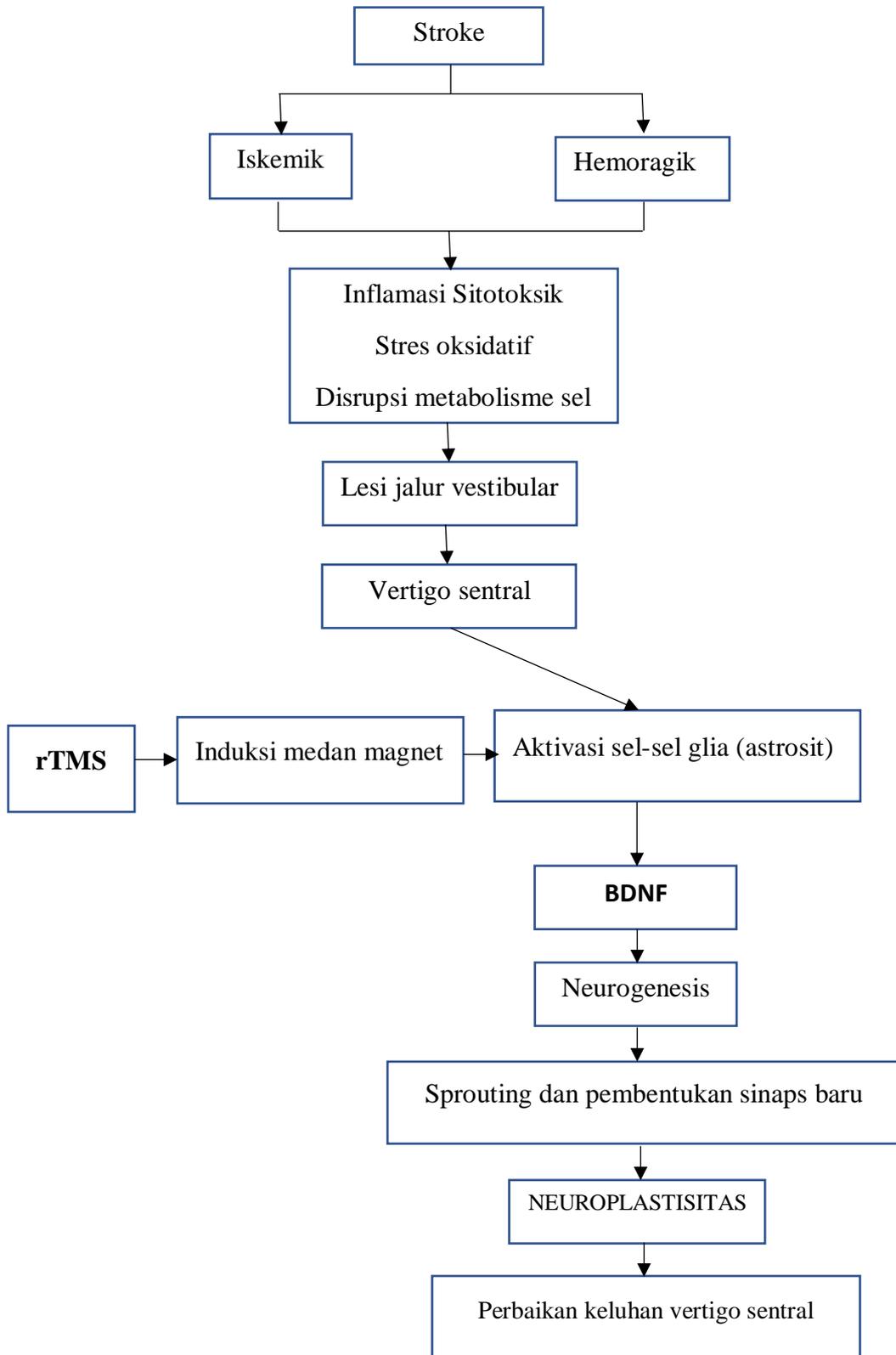
tingkat keparahan berat adalah penderita dengan jumlah nilai ≥ 12 , sementara tingkat keparahan rendah bila < 12 (Siregar, 2017).

Modifikasi dan terjemahan versi asli dalam bahasa asing pertama kali dilakukan dalam bahasa Norwegia yang menunjukkan validitas yang baik dan reliabilitas yang memuaskan. Kuesioner VSS-SF versi bahasa Indonesia memiliki kesepakatan antar pemeriksa yang sangat baik sehingga kuesioner ini dapat digunakan sebagai alat pemeriksaan yang dapat dipercaya (Siregar, 2017).

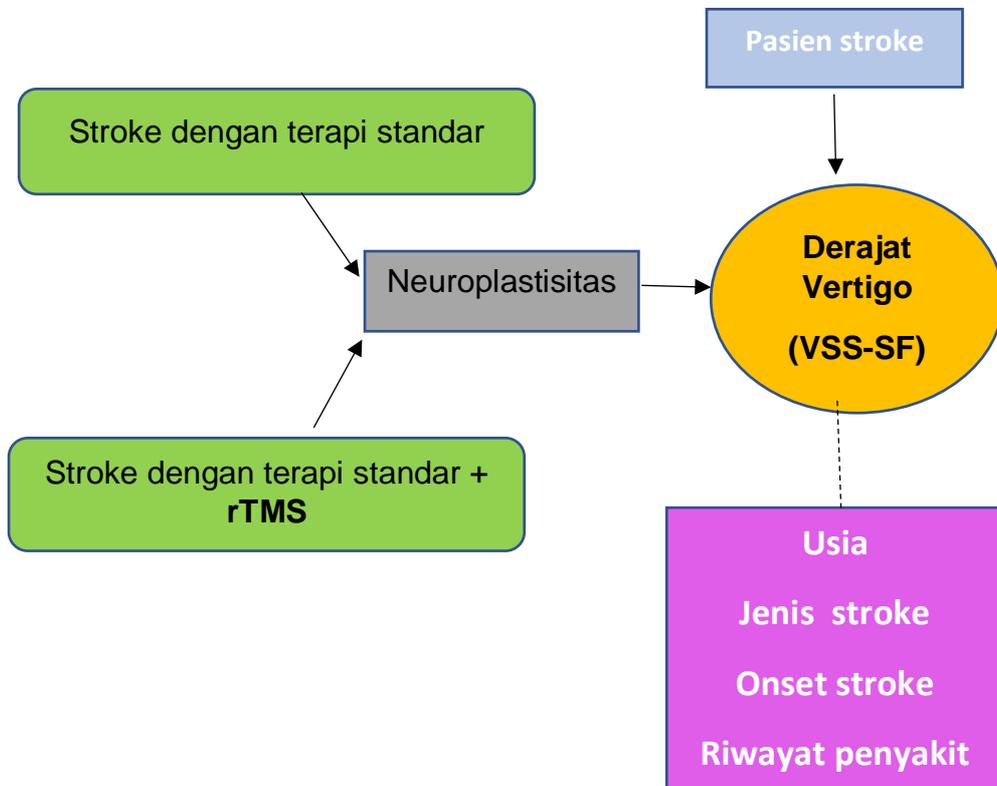
Vertigo Symptom Scale-Short Form (VSS-SF)

No.	Pertanyaan	Ya/Tidak	Skala				
			0	1	2	3	4
1	Perasaan diri sendiri atau objek disekitar seakan berputar yang berlangsung kurang dari 20 menit						
2	Merasa panas atau dingin						
3	Mual muntah						
4	Perasaan diri sendiri atau benda disekitar seakan berputar dan berlangsung lebih dari 20 menit						
5	Jantung berdebar kencang						
6	Perasaan pusing, hampir setiap hari						
7	Perasaan tertekan dikepala						
8	Tidak mampu berdiri ataupun berjalan tanpa alat bantu						
9	Sulit bernapas atau napas pendek						
10	Kehilangan keseimbangan lebih dari 20 menit						
11	Keringat berlebih						
12	Perasaan ingin pingsan						
13	Kehilangan keseimbangan kurang dari 20 menit						
14	Rasa sakit di jantung ataupun sekitar dada						
15	Perasaan pusing lebih dari 20 menit						
JUMLAH SKOR							

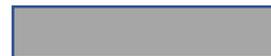
F. Kerangka Teori



G. Kerangka Konsep



Variabel bebas (independen)



Variabel antara



Variabel tergantung (dependen)



Variabel kontrol



Variabel perancu

