

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Vertigo adalah kondisi medis yang ditandai oleh sensasi pusing, kehilangan keseimbangan, atau perasaan seolah-olah lingkungan berputar. Gejala ini dapat sangat mengganggu, menghambat aktivitas sehari-hari, dan menurunkan kualitas hidup pasien. Di Indonesia, vertigo merupakan keluhan umum yang banyak dijumpai di praktik klinis, dengan prevalensi yang bervariasi. Menurut data dari beberapa studi epidemiologi, diperkirakan sekitar 3-10% populasi Indonesia mengalami vertigo dalam hidup mereka, dan prevalensi ini meningkat seiring bertambahnya usia. (Bashiruddin et al., 2019)

Drachman dan Hart, mendeskripsikan secara garis besar terdapat empat sub tipe dizziness, yaitu vertigo, presinkop, disekuililibrium, atau lightheadedness jenis lainnya. Individu dewasa dengan keluhan dizziness sering memiliki kesulitan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. Satu dari sepuluh individu dewasa melaporkan berbagai derajat ketidakmampuan untuk melakukan aktivitas tertentu sehingga menimbulkan kecacatan (handicap) yang diakibatkan oleh dizziness. Dua persen individu melaporkan terdapatnya episode kecacatan kronis akibat dizziness. Kecacatan akibat dizziness dapat memengaruhi kehidupan sosial dan keluarga, menimbulkan rasa tidak percaya diri, depresi, frustrasi, sulit konsentrasi sehingga mengganggu kualitas hidup. (Goh, 2018)

Vertigo dapat secara psikologis menyebabkan disabilitas pada pasien karena setidaknya tiga alasan. Pertama, vertigo sulit diidentifikasi dan/atau dilihat secara fisik oleh orang awam dengan demikian menjadi rentan dianggap somatisasi. Kedua, karena bangkitan vertigo sering kali tidak dapat diprediksi, ketakutan akan episode baru mungkin merupakan keluhan yang paling umum di antara pasien dengan gangguan vestibular, belum lagi jika ada kecenderungan mereka untuk cemas dan panik. Ketiga, gangguan ini menyebabkan gangguan dari sensasi tubuh dan mental. Selain itu, diduga juga bahwa komorbiditas faktor psikopatologis dan gangguan vestibular terlibat dalam pengalaman vertigo, meskipun penelitian untuk menilai faktor-faktor ini dalam studi terkontrol masih terbatas. Beberapa percobaan, mengkonfirmasi bahwa kecemasan dan agorafobia masing-masing terkait dengan peningkatan respons nistagmik terhadap pengujian kalori dan gangguan keseimbangan tegak sebagai respons terhadap isyarat proprioseptif yang kritis. Data ini dapat mendukung hipotesis bahwa pasien dengan tekanan psikologis dapat merasakan vertigo rotasional yang lebih kuat dibandingkan pasien dalam suasana hati yang normal. (Monzani et al., 2001)

Gangguan vertigo dapat dievaluasi melalui riwayat klinis, pemeriksaan fisik, kuesioner, dan beberapa teknik klinis lainnya. Perangkat yang paling sering digunakan untuk menilai kecacatan seseorang akibat gangguan keseimbangan yaitu Dizziness Handicap Inventory (DHI). DHI diperkenalkan pada tahun 1990 oleh Jacobson dan Newman sebagai suatu alat untuk menilai kecacatan seseorang akibat gangguan keseimbangan yang dialaminya. Dizziness Handicap Inventory dikembangkan sebagai respons terhadap sedikitnya jumlah instrumen yang dapat mengidentifikasi permasalahan fisik, emosional, dan fungsional secara spesifik yang berkaitan dengan reaksi individu terhadap gangguan keseimbangan yang dideritanya. DHI digunakan untuk menilai persepsi pasien melalui penilaian skala emosional dan fungsional, juga keterbatasan fisik individu akibat gangguan keseimbangan yang dideritanya. Keberhasilan terapi sistem vestibular juga dapat dinilai dengan kuesioner ini. (Bashiruddin et al., 2019)



Sebagai penanganan gangguan vertigo, pendekatan yang inovatif seperti Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) telah menunjukkan potensi yang menjanjikan. TMS adalah teknik non-invasif yang menggunakan medan magnet untuk merangsang neuron di otak. Masuda dkk. (2017) menggunakan terapi rTMS frekuensi rendah (LFrTMS) untuk pengobatan pusing kronis akibat gangguan vestibular (VDC). Hipofungsi vestibular unilateral pulih melalui dua tahap, yaitu

kompensasi vestibular statis (VC) dan VC dinamis. (Ikhwan et al) Metode ini juga telah terbukti efektif dalam mengobati gangguan kecemasan dan depresi yang seringkali timbul akibat vertigo. Dalam beberapa penelitian, TMS telah menunjukkan kemampuan untuk mengurangi gejala kecemasan secara signifikan dan meningkatkan kesejahteraan emosional pasien. Meskipun TMS masih relatif baru dalam konteks pengobatan kecemasan yang berkaitan dengan vertigo, hasil awal menunjukkan bahwa pasien yang menjalani terapi ini melaporkan penurunan yang signifikan dalam tingkat kecemasan mereka. (Iannone et al., 2016)

Theta Burst Stimulation (TBS) adalah salah satu teknik dalam Transcranial Magnetic Stimulation (TMS) yang semakin populer dalam penelitian dan terapi neurologis dan psikiatri. TBS menggunakan pola stimulasi yang lebih cepat dan efisien dibandingkan dengan teknik TMS konvensional, dengan mengirimkan impuls magnetik dalam burst yang mirip dengan aktivitas gelombang theta di otak.

Teknik ini memiliki potensi untuk memodulasi konektivitas neural dan mempengaruhi proses pembelajaran serta memori. Penelitian menunjukkan bahwa TBS juga dapat efektif dalam pengobatan berbagai kondisi, seperti depresi, kecemasan, dan gangguan neuropsikiatri lainnya. (Matsuda et al., 2017)

Penerapan TBS pada pasien vertigo dapat memberikan harapan baru dalam pengelolaan kondisi ini. Dengan merangsang area otak yang terkait dengan regulasi emosi, TBS dapat membantu pasien mengatasi perasaan cemas yang menyertai serangan vertigo. Terapi ini dapat menjadi bagian dari pendekatan multidisipliner, di mana TBS digunakan bersamaan dengan terapi perilaku kognitif dan teknik relaksasi untuk memberikan dukungan psikologis yang lebih komprehensif. (Rodrigues et al., 2019)

Mengintegrasikan penilaian disabilitas dalam pengelolaan vertigo di Indonesia sangat penting, terutama mengingat berbagai konsekuensi baik fisik, seperti berkurangnya kontrol postural atau jatuh, maupun psikologis, misalnya gejala ansietas, depresi, panik, agorafobia, dan defek pada fungsi kognitif, terutama pada lansia sehingga vertigo yang dialami oleh pasien dapat memengaruhi kualitas hidup secara signifikan. Dengan pendekatan yang holistik, di mana pengelolaan vertigo dan kecemasan dilakukan secara bersamaan, kita dapat memberikan perawatan yang lebih efektif dan meningkatkan kualitas hidup pasien secara keseluruhan. (Bashiruddin et al., 2019)

Disamping itu pemahaman yang lebih baik tentang hubungan antara vertigo dan disabilitas yang disebabkan termasuk dampak psikososial memungkinkan kita dapat lebih baik merespons kebutuhan pasien dengan lebih baik. Penanganan yang holistik tidak hanya dapat meningkatkan kualitas hidup pasien, tetapi juga membantu mereka dalam mengelola kondisi mereka secara lebih efektif. Oleh karena itu, integrasi penilaian derajat disabilitas dalam praktik klinis sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam perawatan pasien dengan vertigo di Indonesia.

Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan penelitian sebelumnya yang mengeksplorasi dampak repetitif transcranial magnetic stimulation (rTMS) dalam menangani vertigo sentral. Pada penelitian ini daerah yang dipilih sebagai fokus perangsangan adalah dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC). Keutamaan perangsangan pada daerah dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) sebagai titik rangsangan baru yang belum banyak diteliti untuk perbaikan vertigo sentral, terletak pada peran uniknya dalam pengolahan informasi sensorimotorik dan emosional. DLPFC, meskipun lebih dikenal untuk fungsinya dalam pengendalian kognitif, perhatian, dan pengambilan keputusan, juga terlibat dalam integrasi informasi vestibular, visual, dan proprioseptif yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan tubuh. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa DLPFC memiliki hubungan yang erat dengan jaringan kortikal vestibular, yang berperan dalam pemrosesan dan regulasi informasi terkait keseimbangan dan orientasi ruang. Oleh karena itu, perangsangan DLPFC melalui metode seperti TBS berpotensi untuk memodulasi aktivitas otak yang berhubungan dengan persepsi vertigo, memperbaiki ketidakseimbangan yang terjadi akibat gangguan pada pusat vestibular, dan menormalkan integrasi sensorimotorik di otak. Selain itu, vertigo sentral sering disertai dengan gejala kecemasan, yang dapat memperburuk vertigo dan kualitas hidup pasien. DLPFC berperan penting dalam pengaturan kecemasan, dengan memodulasi aktivitas jaringan limbik yang terlibat dalam respons emosional. Oleh karena itu, perangsangan pada DLPFC tidak hanya berpotensi untuk memperbaiki keseimbangan, tetapi juga dapat menurunkan kecemasan yang sering terjadi pada pasien sehingga memberikan dampak positif pada kualitas hidup pasien secara keseluruhan. Dengan DLPFC sebagai titik rangsangan baru menawarkan pendekatan yang komprehensif untuk



mengatasi aspek sensorimotorik dan emosional dari vertigo sentral. (Lee and Lee, 2024)

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi vertigo sentral secara lebih holistik, dengan memfokuskan pada dua aspek utama yang sering saling terkait, yakni gejala fisik berupa vertigo dan komponen psikologis seperti kecemasan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam dan solusi yang lebih efektif untuk penanganan vertigo sentral, terutama bagi pasien yang mengalami gangguan ini secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat dirumuskan pertanyaan penelitian sebagai berikut: Bagaimana perbandingan pengaruh pemberian TBS terhadap perbaikan tingkat disabilitas pada pasien vertigo sentral?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan umum

Mengevaluasi perbandingan pengaruh pemberian terapi TBS (kelompok perlakuan) terhadap perbaikan tingkat disabilitas pada pasien vertigo sentral

1.3.2 Tujuan khusus

- 1) Mengukur perubahan nilai Dizziness Handicap Inventory (DHI) pada pasien vertigo sentral akibat stroke iskemik pada kelompok perlakuan sebelum dan sesudah pemberian terapi standar vertigo dan stimulasi Theta Burst
- 2) Mengukur perubahan nilai Dizziness Handicap Inventory (DHI) pada pasien vertigo sentral akibat stroke iskemik pada kelompok kontrol sebelum dan sesudah pemberian terapi standar vertigo
- 3) Membandingkan dan menganalisis perubahan nilai DHI pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan

1.4 Hipotesis Penelitian

Terdapat pengaruh pemberian intervensi TBS terhadap perbaikan tingkat disabilitas pada pasien vertigo sentral.

1.5 Manfaat Penelitian

1.5.1 Manfaat di bidang ilmu pengetahuan

- 1) Memberikan informasi ilmiah mengenai efek terapi TBS sebagai modalitas terapi untuk menurunkan disabilitas pasien vertigo sentral
- 2) Dapat digunakan sebagai bahan rujukan untuk mengembangkan penelitian sejenis, terkait dengan penyakit dan efek pengobatannya

1.5.2 Manfaat dalam aplikasi klinis

- 1) Penelitian ini dapat digunakan sebagai modalitas terapi terhadap disabilitas pada pasien vertigo sentral
- 2) Penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi klinisi untuk menentukan tata laksana yang lebih komprehensif pada pasien vertigo sentral
- 3) Kedepannya penelitian ini dapat dikembangkan menjadi salah satu modalitas terapi terutama pada disabilitas akibat vertigo sentral

1.5.3 Manfaat bagi pengembangan penelitian

Penelitian ini dapat memberikan kontribusi terhadap rujukan terkait selanjutnya.



2.1 Teori 2.1.1 Akibat vertigo

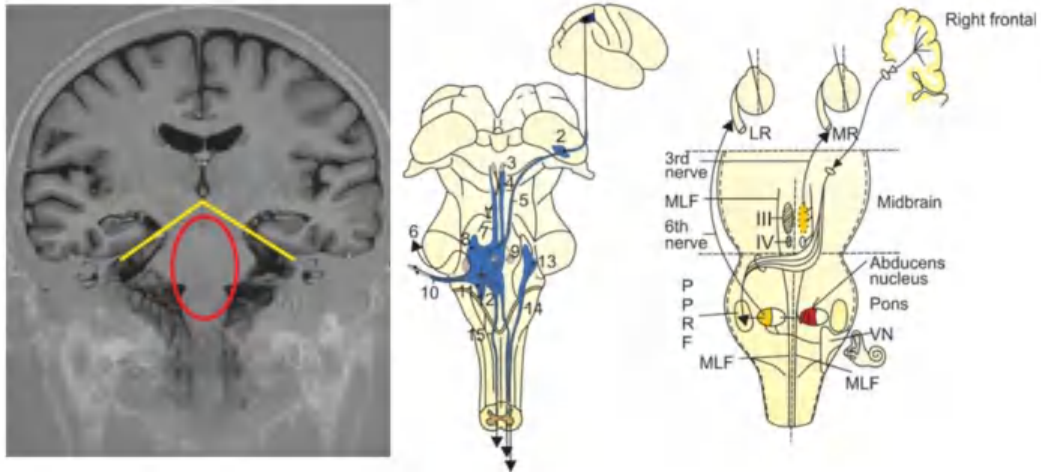
Pusing adalah keluhan umum pasien pada semua usia dengan prevalensi seumur % pada populasi umum. Vertigo dan pusing merupakan sindrom multisensorik dengan manifestasi perseptual, postural, motorik okular, dan otonom yang biasanya tidak sesuai informasi antara sistem vestibular, visual, dan somatosensorik.

Struktur sistem vestibular yang relevan berjalan secara bilateral dari telinga bagian dalam, melalui saraf vestibular, batang otak, dan otak kecil, ke atas ke area jaringan kortikal multisensorik temporal-parietal. Selain gangguan fungsional yang nyata, vertigo dan pusing secara signifikan berdampak pada kesehatan psikologis. Berbagai sindrom vertigo berbeda secara signifikan dalam hal tekanan psikologis pada fase akut dan terlebih lagi pada pemeriksaan lanjutan yang berulang selama lebih dari satu tahun, terlepas dari fungsi vestibular. Penilaian komorbiditas psikiatri yang nyata menunjukkan prevalensi yang jauh lebih tinggi pada pasien yang datang ke pusat-pusat vertigo khusus (40-60%), dibandingkan dengan populasi umum (20-30%). Sekali lagi, perbedaan besar terlihat antara sindrom vestibular yang berbeda, misalnya gangguan kecemasan yang nyata ditemukan pada hampir 50% pasien dengan migrain vestibular (VM), tetapi hanya pada 24% dengan kehilangan fungsi vestibular perifer bilateral (bilateral vestibulopathy; BVP). Ada beberapa penelitian yang menunjukkan hubungan struktural dan fungsional antara sistem vestibular dan fungsi emosional, kognitif dan visceral pada manusia dan hewan lain yang terdiri dari hubungan timbal balik jalur thalamokortikal dan limbik, hubungan dengan otak kecil serta proyeksi noradrenergik dan serotonergik. Dalam meta-analisis MRI baru-baru ini, area yang tumpang tindih antara sistem vestibular dan sistem kecemasan ditunjukkan di batang otak bagian atas dan korteks. (Padovan et al., 2023)

Penelitian di Jerman yang melibatkan kelompok usia lanjut, menunjukkan bahwa vertigo menyebabkan disabilitas pada laki-laki (10,5%) dan perempuan (9%). Disabilitas tersebut mengakibatkan penderita vertigo mengalami keterbatasan dalam melakukan aktivitas sehari-hari (40%) dan sampai menyebabkan gangguan kejiwaan (28%), sehingga penderita vertigo mengalami penurunan kualitas hidup dan meningkatkan morbiditasnya.¹ Sebanyak 10% pasien stroke mengalami gejala vertigo.⁸ Dua puluh persen dari kasus stroke iskemik terjadi pada bagian pembuluh darah posterior otak (yang menyuplai bagian batang otak, pons dan serebelum) dan 10% kasus stroke pendarahan terjadi di bagian fossa kranialis posterior. (Khansa et al., 2019)

Dari sudut pandang anatomi, bentuk vertigo vestibular sentral dapat disebabkan oleh lesi di sepanjang jalur vestibular sentral, yang membentang dari inti vestibular di medula oblongata ke pusat integrasi di otak tengah rostral dan ke inti motorik okular (melalui vestibulo) -refleks okular, VOR), dan ke vestibulocerebellum (flocculus, paraflocculus, vermis dan nodulus), thalamus, dan area korteks vestibular multisensori di korteks temporoparietal (Strupp, 2012; El Khiati, 2022). Dari sudut pandang klinis, struktur anatomi yang paling relevan untuk pusat vertigo dan pusing melayang merupakan daerah infratentorial yaitu batang otak, otak kecil dan jalur penghubungnya (Gbr. 1). Bentuk vertigo ini sering kali merupakan sindrom klinis yang jelas, seperti sindrom Wallenberg dengan manifestasi motorik mata, persepsi, dan postural yang khas sehingga memungkinkan diagnosis topografi yang tepat dari lesi batang otak atau lesi serebelar. Pemeriksaan klinis terhadap pergerakan mata dan nistagmus juga dapat membantu dalam melokalisasi lokasi lesi. Etiologi yang paling relevan adalah lesi iskemik, plak multiple sclerosis (MS), atau perdarahan, misalnya akibat kavernoma (Strupp, 2012).





Gambar 1: Dari sudut pandang klinis, vertigo sentral paling sering disebabkan oleh lesi infratentorial yang mengenai batang otak, otak kecil, atau jalur penghubung (kiri). Lesi vestibular sentral paling sering berhubungan dengan disfungsi motorik okular sentral karena sistem vestibular dan motorik okular menggunakan inti dan jalur yang serupa atau berdekatan (Strupp, 2012).

Setiap lesi yang mempengaruhi alat vestibular sentral akan muncul dengan vertigo sebagai gejala utama. Sangat sering, neuro-integrator okulomotor sentral (nukleus vestibular medial dan nukleus prepositus hipoglossi) terlibat sehingga mengakibatkan gangguan fiksasi visual dan tanda klinis nistagmus (Lui, 2023).

Sistem arteri vertebrobasilar (VBA) memasok darah ke batang otak, otak kecil, dan labirin perifer. Oleh karena itu, penyumbatan sistem dapat menyebabkan vertigo sentral atau perifer, tergantung pada arteri spesifik yang terkena. Oklusi dapat terjadi akibat aterotrombosis atau emboli (misalnya kardioemboli atau plak dari arteri vertebralis). Fakta pembeda yang paling penting adalah vertigo perifer yang ditandai dengan tanda dan gejala vertigo vestibulocochlear yang dominan, tinitus dan/atau gangguan pendengaran, sedangkan vertigo sentral sering dikaitkan dengan tanda dan gejala batang otak lainnya (Lui, 2023).

Kecemasan akibat vertigo sentral merupakan efek samping gangguan psikologis yang juga sering ditemukan dan kadang terabaikan, kondisi ini terjadi ketika tubuh merespons stres dengan cara yang berlebihan, melibatkan sejumlah mekanisme biologis. Sistem saraf otonom, yang mengatur respons "fight-or-flight" dipicu, meningkatkan detak jantung, pernapasan, dan kewaspadaan. Di otak, amigdala—yang mengatur emosi, terutama rasa takut—terjadi aktivasi berlebihan, sementara prefrontal cortex (PFC) yang seharusnya menenangkan respons ini tidak berfungsi optimal. Ini menyebabkan kecemasan yang berkelanjutan. (Monzani et al., 2001)

Kadar neurotransmitter seperti serotonin, GABA, dan norepinefrin juga berperan. Ketidakseimbangan dalam neurotransmitter ini dapat meningkatkan kegelisahan. Selain itu, hormon kortisol yang dilepaskan oleh kelenjar adrenal dalam situasi stres menjadi tinggi, mengarah pada respon tubuh yang terus-menerus terjaga. (Charney and Drevets, n.d.)

Pada individu dengan gangguan kecemasan, terdapat perubahan struktural dan fungsional di otak, seperti peningkatan aktivitas amigdala dan penurunan fungsi PFC. Faktor genetik dan lingkungan, seperti trauma atau stres kronis, juga berkontribusi pada gangguan ini, serta kecemasan yang sulit diatasi tanpa intervensi medis atau terapi. (Padovan et al.,



1.6.2 Theta Burst Stimulation

Theta Burst Stimulation (TBS) adalah teknik stimulasi otak non-invasif yang menggunakan pola rangsangan magnetik dalam bentuk burst pendek untuk memodulasi aktivitas neuron di otak. TBS berupa bentuk dari transkranial magnetic stimulation (TMS), yang memanfaatkan medan magnet untuk menginduksi arus listrik di dalam jaringan otak. ("Frontiers | Transcranial Magnetic Stimulation in the Treatment of Neurological Diseases," n.d.)

TBS dirancang untuk meniru aktivitas gelombang otak theta, yang sering dikaitkan dengan proses belajar, memori, dan relaksasi. TBS dapat dibagi menjadi dua jenis utama:

1. **Continuous TBS (cTBS):** Dalam cTBS, burst stimulasi diberikan secara berkesinambungan. Pendekatan ini cenderung menekan atau mengurangi aktivitas neuron di area yang dirangsang. cTBS biasanya digunakan dalam konteks penelitian dan terapi untuk mengurangi fungsi area otak tertentu.
2. **Intermittent iTBS (iTBS):** Sebaliknya, iTBS mengirimkan burst stimulasi dengan jeda, yang cenderung meningkatkan aktivitas neuron. Ini sering digunakan untuk meningkatkan fungsi kognitif atau memperbaiki mood, sehingga menjadikannya pilihan menarik dalam pengobatan gangguan mental.

TBS telah menunjukkan potensi yang signifikan dalam pengobatan berbagai kondisi, termasuk depresi mayor, gangguan kecemasan, dan beberapa gangguan neurologis seperti penyakit Parkinson dan rehabilitasi stroke. Penelitian menunjukkan bahwa TBS dapat menghasilkan efek terapeutik dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan dengan metode TMS tradisional, yang sering kali memerlukan sesi yang lebih panjang dan lebih banyak waktu pemulihan. (Matsuda et al., 2017)

TBS dapat membantu mengurangi kecemasan akibat vertigo sentral dengan memodulasi aktivitas di area otak yang terkait dengan emosi, seperti amigdala dan korteks prefrontal.

- **Mengurangi Kecemasan:** Dengan merangsang area yang terlibat dalam regulasi emosi, TBS dapat membantu pasien merasa lebih tenang, sehingga memungkinkan mereka untuk lebih fokus pada pengelolaan gejala vertigo.
- **Meningkatkan Kognisi Spasial:** TBS juga dapat meningkatkan kemampuan kognitif yang diperlukan untuk orientasi dan navigasi, membantu individu dengan vertigo untuk lebih baik memahami dan menavigasi lingkungan mereka.

Salah satu keunggulan TBS adalah kemampuannya untuk menciptakan perubahan jangka panjang dalam fungsi otak. Setelah sesi stimulasi, perubahan dalam aktivitas neuron dan plastisitas sinaptik dapat berlangsung, memungkinkan pasien untuk mengalami perbaikan berkelanjutan dalam gejala vertigo. (Tarnutzer et al., 2023)

Berdasarkan penjelasan diatas maka dapat dikatakan bahwa Theta Burst Stimulation (TBS) menawarkan harapan baru bagi individu yang mengalami kecemasan akibat vertigo sentral. TBS, dengan pendekatan non-invasifnya, mampu memberikan stimulasi yang dapat memodulasi aktivitas neuron di area tertentu di otak, terutama yang terlibat dalam pengolahan informasi vestibular.



Salah satu efek utama dari TBS adalah kemampuannya untuk memodulasi aktivitas neuron yang terkait dengan pengaturan emosi, seperti amigdala dan korteks prefrontal. Ketika diterapkan, pola stimulasi yang menyerupai gelombang otak theta dapat membantu meningkatkan aktivitas dan komunikasi antar neuron di area tersebut. Ini berkontribusi pada pengurangan aktivitas berlebih yang sering dikaitkan dengan kecemasan. (Rodrigues et al., 2019)

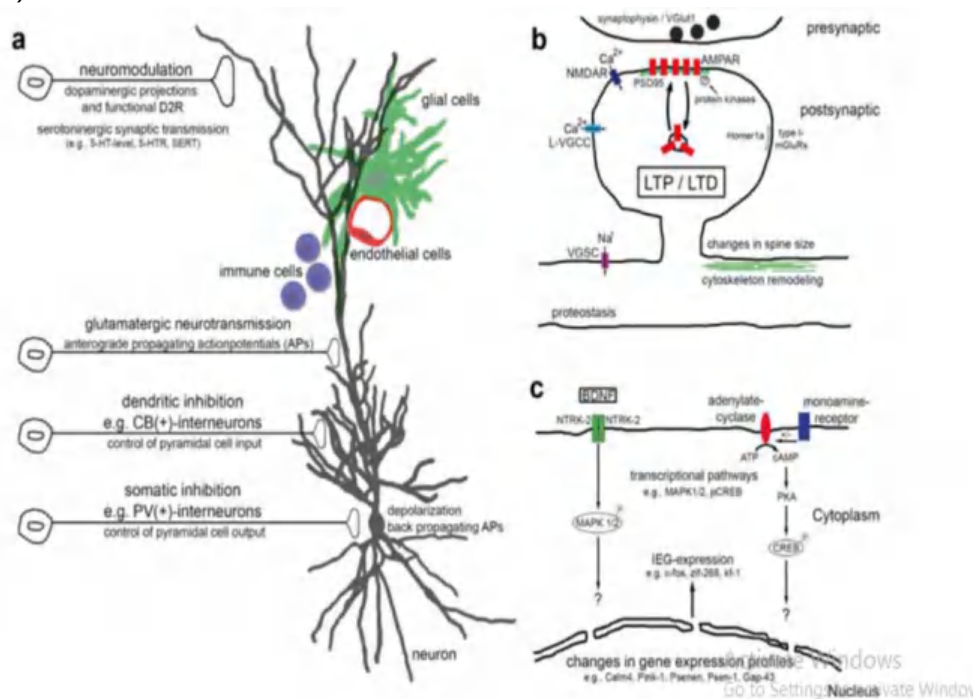
Pasien yang menjalani terapi TBS sering melaporkan perasaan lebih tenang dan mengurangi rasa cemas setelah beberapa sesi. Dengan mengurangi kecemasan, TBS memungkinkan pasien untuk lebih fokus pada pemulihan dan penanganan gejala vertigo tanpa tekanan mental tambahan. Ini juga membantu mereka merasa lebih percaya diri dalam menghadapi situasi yang sebelumnya menimbulkan kekhawatiran. (Rodrigues et al., 2019)

Selain itu, dengan mengurangi kecemasan, TBS dapat memperbaiki kualitas hidup secara keseluruhan. Pasien menjadi lebih aktif secara sosial dan berani melakukan aktivitas sehari-hari yang sebelumnya mereka hindari karena takut akan vertigo. Dengan demikian, TBS tidak hanya berfungsi untuk mengurangi gejala fisik vertigo, tetapi juga memberikan dukungan emosional yang penting bagi individu yang berjuang dengan kondisi ini. (Tarnutzer et al., 2023)

Secara keseluruhan, TBS menawarkan pendekatan yang menjanjikan untuk menangani kecemasan pada vertigo sentral, membantu pasien tidak hanya untuk mengatasi gejala fisik, tetapi juga untuk meningkatkan kesejahteraan psikologis dan kualitas hidup mereka.

1.6.3. Intermitten Theta Burst Stimulation dan vertigo akibat stroke

Terdapat pola spesifik TMS, yaitu iTBS (*intermittent Theta Burst Stimulation*) dan cTBS (*continuous Theta Burst Stimulation*). Protokol iTBS akan menghasilkan fasilitasi jangka panjang dari eksitabilitas kortikal, sedangkan cTBS akan menghasilkan supresi jangka panjang dari eksitabilitas kortikal. Dibandingkan prosedur standar TMS 10 Hz yang dapat memakan waktu 30 menit atau lebih, 1 sesi cTBS dan iTBS secara berurutan memakan waktu 40 detik dan 3 menit (Tan et al., 2021)



Gbr. 2 Efek seluler dan molekuler dari stimulasi magnetik transkranial berulang (RTM) yang relevan dengan plastisitas saraf.



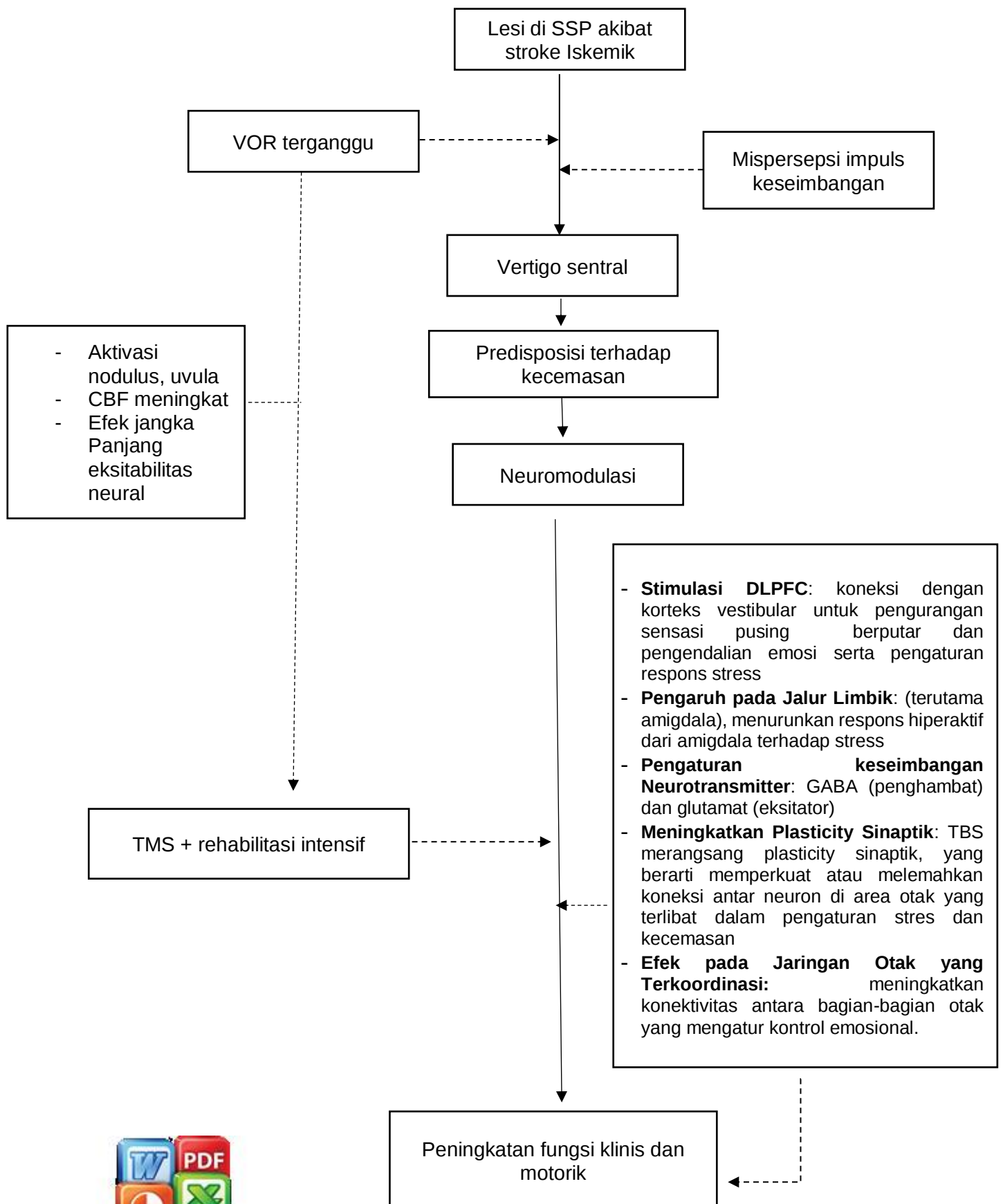
Optimized using
trial version
www.balesio.com

Diagram yang menggambarkan efek RTM pada jaringan saraf. Sementara bukti telah diberikan bahwa TMS pulsa tunggal dapat memperoleh potensi aksi, peran sifat fungsional dari neuron yang berbeda dan sirkuit lokal (misalnya, jaringan berulang, umpan balik inhibisi) tetap tidak dipahami dengan baik. Dalam konteks ini, efek TMS pada tipe sel non-saraf, yaitu, glia (astrosit, mikroglia), endotel, dan sel imun, harus dipertimbangkan juga. Telah

menjadi jelas bahwa TMS dapat mengubah sifat struktural, fungsional, dan molekuler neuron, yang mungkin bergantung pada induksi simultan dari potensial aksi propagasi anterograde dan mundur. Neuromodulasi diharapkan memainkan peran mendasar dalam konteks ini. Namun, peran yang tepat dari RTM dalam mempromosikan, memblokir, atau menggeser keseimbangan antara bentuk plastisitas yang berbeda masih harus ditentukan. (b, c) Ilustrasi target molekuler potensial langsung atau tidak langsung dari RTM. menunjukkan (b) Bukti eksperimental bahwa plastisitas yang diinduksi RTM memerlukan aktivasi saluran natrium berpintu tegangan (VGSC), reseptor Nmetil D-aspartat (NMDAR), dan saluran kalsium berpintu tegangan tipe-L (L-VGCC) selama stimulasi. Perubahan yang diinduksi dalam kekuatan sinaptik rangsang (potensiasi/depresi jangka panjang, masing-masing; LTP/LTD) terkait dengan reorganisasi molekul duri dendritik dan kepadatan pascasinaps (PSD95), termasuk fosforilasi-amino-3-hidroksi-5-metil-4-2 Mekanisme Seluler dan Molekuler dari Plastisitas Neural yang diinduksi RTM reseptor asam isoksazolpropionat (AMPA) dan perubahan konten AMPAR sinaptik. Keterlibatan mekanisme prasinaptik (VGlut1; transporter glutamat vesikular 1), neurotransmisi metabotropik (mGluR; reseptor glutamat metabotropik dan protein penahannya Homer 1a), dan remodeling sitoskeleton telah dilaporkan dalam konteks ini juga. (c) Sementara jalur pensinyalan intraseluler yang tepat dari plastisitas yang diinduksi TMS tetap tidak dipahami dengan baik, faktor neurotropik yang diturunkan dari otak (BDNF) dan jalur pensinyalan yang bergantung pada adenosin monofosfat (cAMP) siklik telah diidentifikasi untuk memainkan peran penting. Jalur ini dan jalur lainnya dapat terlibat dalam perubahan yang dimediasi TMS dalam profil ekspresi gen dan proteostasis. (Platz, 2016)

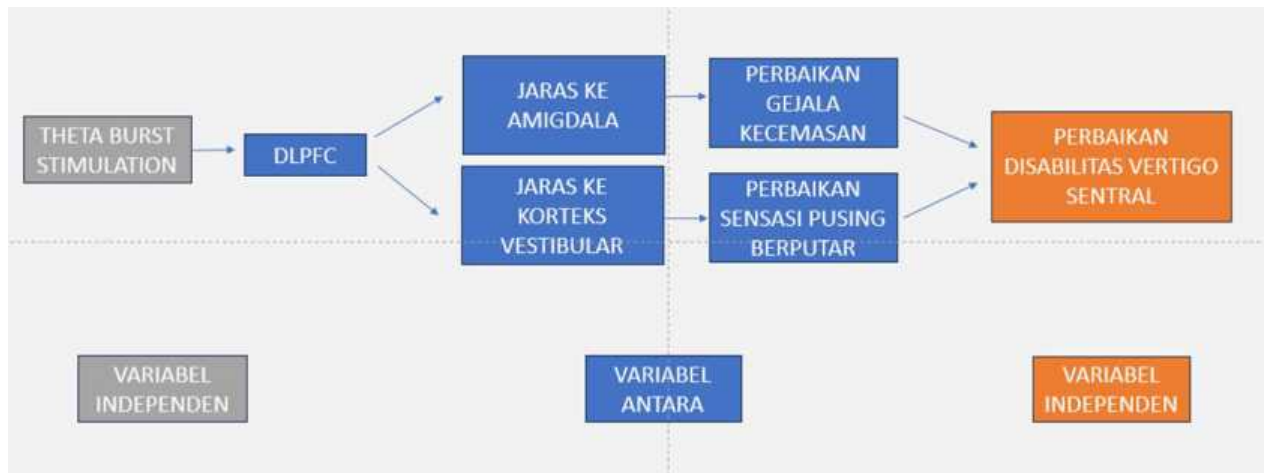
Efek neurofisiologis dari intermitten theta burst stimulation dipengaruhi oleh status eksitabilitas dan konektivitas fungsional regio kortikal target. Terdapat variabilitas antar individu pada level patofisiologi dan gejala. Oleh karena itu, penting untuk menentukan status otak saat ini (eksitabilitas kortikal lokal dan konektivitas jaringan) untuk menentukan protokol terapi yang optimal.





Gambar 3. Kerangka Teori





Keterangan:

Variabel bebas (independen)



Variabel tergantung (dependen)



Variabel antara



Gambar 4. Kerangka Konsep

