

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Stroke merupakan gangguan akut perfusi pada vaskularisasi serebral. Stroke disebut juga sebagai serangan otak atau *brain attack* yang ditandai dengan hilangnya sirkulasi darah ke otak secara tiba-tiba, sehingga dapat mengakibatkan terganggunya fungsi neurologis. Sekitar 85% kasus stroke adalah stroke iskemik dan sekitar 15% adalah stroke hemoragik. Stroke adalah penyebab utama kecacatan di seluruh dunia dan merupakan penyebab kematian kedua. Pada tahun 1990 hingga 2019, telah terjadi peningkatan kejadian stroke sebesar 70%, peningkatan kematian akibat stroke sebesar 43% dan peningkatan *Disability Adjusted Life Years* (DALY) sebesar 143%. Secara global, setidaknya 5 juta orang meninggal karena stroke dan jutaan lainnya mengalami kecacatan. Adapun fitur yang paling mencolok adalah bahwa sebagian besar beban stroke global (86% kematian akibat stroke dan 89% DALYs) terjadi di negara berpenghasilan rendah dan menengah ke bawah. Beban yang tidak proporsional yang dialami oleh negara berpenghasilan rendah dan menengah ke bawah ini telah menimbulkan masalah yang belum pernah terjadi sebelumnya bagi keluarga dengan sumber daya yang lebih sedikit (Feigin *et al*, 2022; Khaku dan Tadi, 2022).

Di Indonesia, prevalensi stroke sebesar 10,9% atau sekitar 2.120.362 orang pada tahun 2018. Prevalensi stroke di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 3,9% dari tahun 2013 (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Data Riskesdas 2018 menunjukkan prevalensi stroke 10,9 per mil, tertinggi di Provinsi Kalimantan Timur (14,7 per mil), terendah di Provinsi Papua (4,1 per mil). Adapun prevalensi stroke di Provinsi Sulawesi Selatan mencakup 10,6% dari seluruh wilayah Indonesia. Prevalensi stroke tertinggi pada kelompok umur ≥ 75 tahun (48,2%) (RISKESDAS, 2018).

Pemulihan motorik setelah stroke terkait dengan neuroplastisitas, yang melibatkan pengembangan interkoneksi saraf baru, memperoleh fungsi baru dan mengkompensasi penurunan nilai. Namun, neuroplastisitas terganggu pada sisi belahan otak yang terkena stroke. Oleh karena itu, terapi pemulihan motorik memfasilitasi



untuk mengkompensasi hilangnya gerakan fungsional. Program stroke harus mencakup pelatihan gerakan yang bermakna, berulang, *task specific movement training* untuk memicu neuroplastisitas dan

pemulihan motorik. Berbagai teknik rehabilitasi stroke terbaru untuk pemulihan motorik telah dikembangkan berdasarkan ilmu dasar dan studi klinis neuroplastisitas. Namun, efektivitas rehabilitatif intervensi antara pasien dengan stroke sangat bervariasi karena mekanisme yang mendasari pemulihan motorik yang heterogen (Takeuchi and Izumi, 2013).

Mirror therapy (MT) merupakan salah satu bentuk rehabilitasi yang mengandalkan *motor imagery*, dimana cermin akan memberikan visual rangsangan ke otak melalui pengamatan gerakan tubuh normal yang cenderung ditiru seperti cermin oleh bagian tubuh yang terkena. Dalam MT, pasien akan diminta untuk menggerakkan ekstremitas atas sambil melihat pada refleksi mereka di cermin (yang diposisikan di depan tangan yang terkena) untuk menciptakan ilusi seolah-olah tangan yang lemah akan dapat bergerak secara normal (Rothgangel, 2011). Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa MT dikaitkan dengan pemulihan yang lebih baik dari fungsi motorik ekstremitas atas dan aktivitas hidup sehari-hari dibandingkan dengan perawatan palsu/*sham treatment* saja (Lee, 2012). Adapun *Constraint-induced movement therapy* (CIMT) adalah pendekatan untuk rehabilitasi stroke yang melibatkan penggunaan lengan yang terpengaruh dengan menahan lengan yang kurang terpengaruh digabungkan menjadi beberapa jam latihan (Corbetta *et al*, 2016). Hasil penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa kombinasi *Range of Motion Exercise* (ROM) dan CIMT dapat meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas sehingga dapat digunakan sebagai alternatif terapi latihan untuk meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pasien stroke (Wulandari, 2020).

Kedua terapi tersebut telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam penelitian sebelumnya, namun efektivitas komparatifnya masih kurang. Beberapa penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa CIMT lebih unggul dari *mirror therapy*, namun terdapat juga penelitian dengan hasil yang kontradiktif. Bukti-bukti tersebut harus diinterpretasikan dengan hati-hati. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas *mirror therapy* dan CIMT untuk rehabilitasi ekstremitas atas pada pasien stroke.



❖ MASALAH

ana perbandingan terapi rehabilitasi pasien paska stroke dengan *mirror therapy* dan *constraint-induced movement therapy* terhadap orik tangan dan hasil fungsional.

1.3. TUJUAN PENELITIAN

1.3.1. TUJUAN UMUM

Menganalisa perbandingan terapi rehabilitasi dengan menggunakan *mirror therapy* dan *constraint-induced movement therapy* terhadap pemulihan motorik tangan dan hasil fungsional pada pasien paska stroke.

1.3.2. TUJUAN KHUSUS

1. Menganalisa pengaruh *mirror therapy* pada perbaikan fungsi motorik tangan dan hasil fungsional pada pasien stroke.
2. Menganalisa pengaruh *constraint-induced movement therapy* pada perbaikan fungsi motorik tangan dan hasil fungsional pada pasien stroke.
3. Membandingkan tingkat efektif dalam hal perbaikan fungsi motorik tangan dan hasil fungsional pada *mirror therapy* dan *constraint-induced movement therapy* untuk rehabilitasi ekstremitas atas pada pasien stroke.

1.4. MANFAAT PENELITIAN

1.4.1. MANFAAT TEORITIS

Menambah pengetahuan terkait perbandingan *mirror therapy* dengan *constraint-induced movement therapy* terhadap pemulihan motorik tangan dan hasil fungsional pada pasien rehabilitasi paska stroke.

1.4.2. MANFAAT METODOLOGIK

Mengetahui perbandingan *mirror therapy* dengan *constraint-induced movement therapy* terhadap pemulihan motorik tangan dan hasil fungsional pada rehabilitasi pasien paska stroke melalui penelitian eksperimental dengan desain *randomized controlled trial* (RCT).

1.4.3. MANFAAT APLIKATIF

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai acuan untuk pengembangan program latihan fisik dan terapi okupasi menggunakan *mirror therapy* dengan *constraint-induced movement therapy* dalam meningkatkan kemampuan *fine motor* yang akan menunjang aktivitas kehidupan sehari-hari pada populasi pasien stroke.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Stroke

Stroke adalah sindroma klinis yang ditandai oleh disfungsi cerebral fokal atau global yang berlangsung 24 jam atau lebih, yang dapat menyebabkan disabilitas atau kematian yang disebabkan oleh perdarahan spontan atau suplai darah yang tidak adekuat pada jaringan otak. Adapun stroke iskemik merupakan disfungsi neurologis yang disebabkan oleh infark fokal serebral, spinal maupun retinal. Stroke iskemik ditandai dengan hilangnya sirkulasi darah secara tiba-tiba pada suatu area otak, dan secara klinis menyebabkan hilangnya fungsi neurologis dari area tersebut. Stroke iskemik akut disebabkan oleh thrombosis atau emboli pada arteri cerebral dan stroke iskemik lebih sering terjadi daripada stroke hemoragik (Gillen, 2016; Delisa, Joel A; Frontera, 2020; Budianto *et al.*, 2021).

Stroke merupakan penyebab utama kecacatan pada populasi dewasa dan merupakan penyebab kematian nomor dua di seluruh dunia (Khaku dan Tadi, 2022 ; Singh, 2021). Insiden stroke menurun, tetapi morbiditasnya meningkat. Dengan meningkatnya harapan hidup, risiko stroke menjadi lebih tinggi. Secara global, setidaknya 5 juta orang meninggal karena stroke dan jutaan lainnya mengalami kecacatan (Khaku dan Tadi, 2022). Di Indonesia, prevalensi stroke sebesar 10,9% atau sekitar 2.120.362 orang pada tahun 2018. Prevalensi stroke di Indonesia mengalami peningkatan sebesar 3,9% dari tahun 2013 (Kementerian Kesehatan RI, 2018).

Adapun tujuan dari perawatan stroke adalah untuk meminimalkan cedera otak dan memaksimalkan pemulihan pasien. “Rantai Kelangsungan Hidup Stroke” yang berorientasi komunitas yang menghubungkan tindakan yang harus diambil oleh pasien, anggota keluarga dan penyedia layanan kesehatan untuk memaksimalkan pemulihan stroke termasuk diantaranya adalah tatalaksana rehabilitasi (PERDOSRI, 2014).

2.2. Klasifikasi Stroke

Stroke diklasifikasikan antara lain berdasarkan (PERDOSRI, 2014) :



1. Berdasarkan lesi anatomis
- a. Kortikal
- b. Subkortikal
- c. Peritang otak

2. Gangguan sirkulasi di otak (*Bamford Clinical Classification of Stroke*)
 - a. Sindroma sirkulasi anterior total (*Total Anterior Circulation Syndromes/TACS*)
 - b. Sindroma sirkulasi anterior parsial (*Partial Anterior Circulation Syndromes/PACS*)
 - c. Sindroma sirkulasi posterior (*Posterior Circulation Syndromes/POCS*)
 - d. Sindroma lakunar (*Lacunar Syndromes/LACS*)
3. Berdasarkan sifat gangguan aliran darah
 - a. *Non Haemorrhagik* (TIA, RIND, Trombosis, Emboli)
 - b. *Haemorrhagik* (intra serebral, subarachnoid)
4. Berdasarkan waktu terjadinya
 - a. *Stroke in evolution*
 - b. Stroke komplik (pertama, berulang)

2.3. Gangguan Ekstremitas Atas pada Pasien Stroke

Gangguan motorik ekstremitas atas merupakan kelemahan yang paling membatasi kemandirian pasien. Sekitar 85% populasi stroke menunjukkan kelemahan awal pada lengan 55% hingga 75%. Namun, pemulihan penuh dari lengan hemiplegia hanya terjadi pada 5%-20% pasien. Kelemahan pada lengan mengurangi kemampuan untuk secara aktif melakukan gerakan fungsional lengan seperti meraih, menggenggam dan memanipulasi suatu objek yang mengakibatkan kesulitan dalam aktivitas kehidupan sehari-hari (Batool et al., 2015).

Gangguan ekstremitas atas yang umum terjadi setelah stroke meliputi: paresis, hilangnya gerakan fraksionasi, tonus otot abnormal, perubahan somatosensasi dan koordinasi. Gangguan ini merupakan akibat dari kerusakan langsung pada korteks motorik primer, korteks somatosensori primer, area kortikal sensorimotor sekunder, struktur subkortikal, dan/atau traktus kortikospinalis. Evaluasi menentukan keberadaan dan derajat keparahan masing-masing gangguan dan bagaimana gangguan berkontribusi terhadap hilangnya gerakan dan fungsi (Lang, 2013).



Menurut *International Classification of Functioning, Disability and Health model* an dapat digambarkan sebagai (1) kecacatan fungsi tubuh seperti deviasi an yang signifikan pada neuromuskuloskeletal dan fungsi terkait gerakan i mobilitas sendi, kekuatan otot, tonus otot dan/atau gerakan tak sadar,

atau (2) gangguan struktur tubuh seperti penyimpangan yang signifikan pada struktur sistem saraf atau struktur yang terkait dengan gerakan, misalnya lengan dan/atau tangan. Stroke dapat menyebabkan kedua jenis gangguan tersebut. Gangguan ekstremitas atas setelah stroke adalah penyebab keterbatasan fungsional sehubungan dengan penggunaan ekstremitas atas yang terkena dampak setelah stroke, sehingga diperlukan pemahaman yang jelas tentang gangguan yang mendasarinya untuk memberikan perawatan yang tepat (Raghavan, 2016).

Sebagai akibat dari gangguan ini, penderita stroke mungkin mengalami penurunan kemampuan untuk melakukan aktivitas sehari-hari seperti membuka pintu, memegang kunci atau bekerja dengan komputer. Oleh karena itu, penilaian fungsi motorik ekstremitas atas sangat penting untuk menentukan prognosis dan mengevaluasi efek pengobatan setelah stroke. Berikut adalah beberapa penyebab gangguan struktur dan fungsi yang dapat menyebabkan gangguan fungsional paska stroke (Raghavan, 2016; Hussain, 2018) :

2.3.1. Paresis

Gangguan motorik yang paling umum terlihat setelah stroke adalah paresis. Paresis adalah penurunan kemampuan untuk secara volunter mengaktifkan unit motorik yang disebabkan oleh kerusakan pada sistem kortikospinal (korteks motorik primer, area motorik kortikal non primer, traktus kortikospinal). Kontrol volunter unit motorik yang buruk atau tidak ada, menyebabkan otot dan grup otot tidak dapat diaktifkan secara tepat, terkoordinasi atau diaktifkan dengan kekuatan yang cukup. Secara klinis, paresis muncul sebagai kelemahan dan menghasilkan gerakan yang lebih lambat, kurang akurat, dan kurang efisien. Stroke menyebabkan gejala hemiparesis, yaitu paresis yang terjadi pada satu sisi tubuh dan kontralateral dengan lesi pada otak. Pasien dengan paresis ringan akan memiliki gerakan yang tampak normal atau mendekati normal, sedangkan pasien dengan paresis berat atau plegia, mungkin tidak dapat bergerak sama sekali. Berbeda dengan persepsi umum, telah ditunjukkan bahwa tingkat keparahan paresis serupa di semua segmen ekstremitas atas dan tidak lebih buruk pada segmen distal dibandingkan dengan segmen proksimal (Raghavan, 2016).



Ilangnya Gerakan Fraksionasi

Fraksinasi gerakan adalah kemampuan untuk secara volunter melakukan satu segmen secara independen dari segmen lainnya. Seperti defisit gerakan fraksinasi dapat terjadi setelah stroke akibat kerusakan

sistem kortikospinalis. Sistem kortikospinalis adalah substrat saraf primer untuk *large repertoire of complex*, gerakan terampil yang dapat dilakukan individu dengan menggunakan ekstremitas atas. Adanya kerusakan akibat stroke dapat mengakibatkan penurunan kemampuan dalam mengaktifkan otot secara selektif. Hal ini merupakan fenomena yang sama dengan “sinergis abnormal” yang biasa dideskripsikan setelah stroke. Hilangnya kemampuan untuk melakukan gerakan fraksinasi juga tidak spesifik pada segmen distal tetapi telah ditunjukkan pada semua segmen ekstremitas atas. Misalnya, fleksi bahu, pergelangan tangan, dan / atau jari yang tidak disengaja dapat terjadi selama fleksi siku yang diinstruksikan. Karena fraksinasi gerakan sangat penting untuk kontrol motorik ekstremitas atas yang terampil, berkurangnya kemampuan untuk fraksinasi gerakan dapat membatasi fungsi (Raghavan, 2016).

2.3.3. Abnormal Tonus Otot

Tonus otot adalah resistensi otot terhadap elongasi atau peregangan pasif, dimana terdapat rentang yang luas dari tonus otot normal yang terlihat pada individu sehat. Tonus otot abnormal sering dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu hipotonisitas dan hipertonisitas. Hipotonisitas adalah berkurangnya tonus otot akibat penurunan atau tidak adanya impuls saraf ke otot. Hal ini sering terlihat setelah stroke secara akut sebagai akibat dari kerusakan neuronal kortikospinalis, ditandai dengan penurunan resistensi terhadap gerakan pasif dan penurunan atau tidak adanya respon refleks *stretch*. Adapun hipertonisitas, disebut juga sebagai spastisitas atau hiperrefleksia, merupakan peningkatan tonus otot akibat hilangnya inhibisi ke medulla spinalis yang disebabkan kerusakan pada traktus kortikospinalis. Secara klinis, hipertonisitas dapat dilihat sebagai peningkatan resistensi terhadap gerakan pasif (spastisitas = resistensi yang bergantung pada kecepatan) dan peningkatan respon refleks *stretch*. Pada umumnya hipotonisitas terlihat di awal setelah kejadian stroke, dan kemudian hipertonisitas berkembang selama beberapa minggu dan bulan pertama (Raghavan, 2016).

2.3.4. Penurunan Somatosensori

Apabila stroke merusak jalur asenden somatosensori dan/atau area somatosensori, maka pasien akan mengalami penurunan atau gangguan somatosensori. Sebagai konsekuensi dari kehilangan ini, pada saraf terjadi penurunan kemampuan dalam monitoring dan memperbaiki.

1. Gambaran klinis dari kehilangan somatosensori akibat stroke bersifat



global, umumnya mengenai seluruh sisi tubuh. Ada banyak pengukuran untuk menilai gangguan modalitas somatosensori (sentuhan ringan, sensasi posisi sendi, getaran, dll.). Modalitas yang paling sering diuji adalah sentuhan ringan. Pasien stroke yang mengalami kehilangan somatosensori pada satu modalitas, seperti sentuhan ringan, biasanya mengalami kehilangan somatosensori pada modalitas lain, seperti proprioseptif (Raghavan, 2016).

Kehilangan sensorik di seluruh modalitas taktil, proprioseptif dan/atau sensorik tingkat tinggi seperti defisit dalam diskriminasi dua titik, stereognosis dan graphesthesia, umum terjadi setelah stroke dan berhubungan dengan tingkat kelemahan dan tingkat keparahan stroke, serta mobilitas, kemandirian dalam aktivitas hidup sehari-hari. Gangguan sensorik tanpa kelemahan motorik juga dapat terjadi pada lesi spesifik korteks parietal. Kehilangan sensorik kronis dapat menyebabkan gangguan motorik karena representasi internal yang tidak adekuat dari tugas dan/atau ketidakmampuan untuk mengontrol output motorik dengan tepat akibat kurangnya umpan balik tentang konsekuensi dari aksi motorik (Raghavan, 2019).

2.3.5. Imobilisasi

Kelemahan menyebabkan imobilisasi, yang dapat dianggap sebagai gangguan fungsional menurut klasifikasi ICF. Imobilisasi pada gilirannya dapat memulai sebuah “lingkaran setan” masalah, termasuk perubahan jaringan lunak perifer yang mengurangi *compliance* jaringan, potensiasi mekanisme refleks dan spastisitas, yang pada akhirnya menyebabkan fibrosis otot dan berkontribusi pada postur ekstremitas yang abnormal, nyeri dan penurunan fungsi. Spastisitas dianggap muncul sebagai konsekuensi dari kontraktur daripada menjadi penyebab kontraktur. Oleh karena itu intervensi dini untuk mengurangi imobilisasi dan mempertahankan rentang gerak baik secara pasif atau aktif, dan mencegah kontraktur menjadi hal yang penting untuk mencegah spastisitas dan komplikasi selanjutnya (Raghavan, 2016).

Pengekangan jaringan pasif dan kelemahan agonis, daripada pengekangan antagonis, telah terbukti menjadi kontributor paling umum untuk rentang gerak aktif. Imobilisasi juga menyebabkan perubahan mineral tulang dengan peningkatan risiko osteoporosis pada sisi yang an khususnya pada tungkai atas. Nyatanya, fraktur umum terjadi pada tik setelah stroke. Praktisi perlu lebih memperhatikan perubahan



kepadatan mineral tulang paska stroke dan mengambil tindakan aktif untuk mencegah masalah yang timbul dari imobilitas (Raghavan, 2016).

2.3.6. Spastisitas

Spastisitas didefinisikan sebagai gangguan motorik yang ditandai dengan peningkatan tonus otot yang bergantung pada kecepatan dengan *excessive tendon jerking*, akibat over-stimulasi dari refleks *stretch*, sebagai salah satu komponen dari sindrom *upper motor neuron*. Prevalensi spastisitas meningkat dengan onset kejadian stroke dan berhubungan dengan efek sekunder dari kelemahan dan imobilitas pada otot skeletal. Spastisitas dianggap sebagai perkembangan positif karena menunjukkan bahwa sistem saraf memulai mekanisme perbaikan untuk memulihkan tonus dan gerakan otot. Pada pasien yang menunjukkan spastisitas lebih baik dalam pemulihan mereka daripada pasien yang lebih flaksid. Namun, ketika ambang untuk aktivitas refleks terus berkurang karena reorganisasi progresif dari supraspinal descending ke medulla spinalis, struktur perifer otot, spindel otot dan fasia semakin diperpendek dan spastisitas berkembang menjadi bentuk yang peka terhadap peregangan seperti co-kontraksi spastik. Co-kontraksi spastik mengacu pada rekrutmen antagonis yang tidak tepat yang dipicu oleh perintah volunter (Gracies, 2005).

2.3.7. Abnormal motor synergies

Sinergi motorik abnormal paska stroke telah dijelaskan oleh “Brunnstrom”. Misalnya, saat pasien ingin menggapai, maka bahu harus bergerak ke arah flexi dan siku ke arah ekstensi. Namun pada pasien dengan stroke, upaya untuk mencapai ke depan secara volunter sering mengakibatkan abduksi bahu dan fleksi siku karena penurunan efek inhibisi perintah motorik yang abnormal. Sinergi otot yang abnormal tidak terkait dengan kelemahan proksimal atau gangguan pada keseimbangan kekuatan otot fleksor-ekstensor siku. Studi sebelumnya menemukan bahwa otot-otot digabungkan secara fungsional selama gerakan mencapai pada individu yang sehat, misalnya otot deltoid anterior dan triceps brachii, melemah setelah stroke akibat gangguan aliran informasi di traktus kortikospinalis (Kisiel- Sajewicz, Fang *et al.*, 2011). Sinergi otot abnormal ini telah



tidak bergantung pada kelemahan, kelambatan aktivasi otot, co-kontraksi spastisitas yang berlebihan dan mencerminkan hilangnya keterampilan dalam mengorganisir pola aktivasi otot spasial dan temporal yang sesuai dengan tuntutan aktivitas (Canning, Ada *et al.*, 2000). Strategi latihan yang mempromosikan

gerakan di luar pola motorik abnormal mungkin diperlukan untuk melatih kembali pola gerakan yang lebih normal.

2.4. Tatalaksana Rehabilitasi pada Stroke

Pedoman Pemulihan dan Rehabilitasi Stroke menurut AHA/ASA 2016 menyebutkan bahwa rehabilitasi stroke memerlukan upaya berkelanjutan dan terkoordinasi dari tim besar, termasuk pasien dan tujuannya, keluarga dan teman, pengasuh lainnya (misalnya petugas perawatan pribadi), dokter, perawat, terapis fisik dan okupasi, ahli patologi wicara-bahasa, terapis rekreasi, psikolog, ahli gizi, pekerja sosial, dan lain-lain. Komunikasi dan koordinasi di antara anggota tim ini sangat penting dalam memaksimalkan efektivitas dan efisiensi rehabilitasi dan mendasari seluruh panduan ini. Tanpa komunikasi dan koordinasi, upaya terisolasi untuk merehabilitasi penderita stroke tidak mungkin mencapai potensi penuh mereka (Joseph 2017). Adapun definisi rehabilitasi stroke berdasarkan PERDOSRI 2014 adalah pengelolaan medik dan rehabilitasi yang komprehensif terhadap disabilitas yang diakibatkan oleh stroke melalui pendekatan neurorehabilitasi dengan tujuan mengoptimalkan pemulihan dan atau memodifikasi gejala sisa yang ada agar penyandang stroke mampu melakukan aktivitas fungsional secara mandiri, dapat beradaptasi dengan lingkungan dan mencapai hidup yang berkualitas (PERDOSRI, 2014).

Menurut perhimpunan Dokter Spesialis Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi Indonesia (PERDOSRI), tatalaksana rehabilitasi stroke dibedakan dalam tiga fase yaitu fase akut, fase subakut dan fase kronis, dimana pada masing-masing fase mempunyai tujuan dan tatalaksana rehabilitasi yang berbeda (PERDOSRI, 2014).

2.4.1. Fase Rehabilitasi Stroke Akut

Intervensi Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi pada fase akut ditujukan untuk meminimalkan gejala sisa dengan membantu perbaikan perfusi otak serta mencegah komplikasi yang dapat terjadi akibat stroke maupun tirah baring, agar tercapai pemulihan fungsional yang optimal. Intervensi terutama terkonsentrasi pada *positioning*, latihan mobilitas fungsional, latihan ADL, ROM, *splinting* dan *bed mobility*. Mobilisasi dini setelah pemantauan yang tepat dapat membantu mencegah komplikasi dari tirah baring dan dekondisi, mengurangi kemunduran kognitif, stres dan kecemasan, serta meningkatkan level kesadaran pasien. Selain itu, pergerakan yang maladaptif dapat diminimalkan melalui mobilisasi dini. Tujuan menetapkan mobilisasi pasien sedini mungkin sesuai kondisi



medisnya merupakan faktor kritis keberhasilan rehabilitasi (Shahid *et al.*,2023; PERDOSRI, 2014).

2.4.2. Fase Rehabilitasi Stroke Sub-Akut

Stroke fase subakut ditandai oleh kondisi medis dan hemodinamik telah stabil dan adanya proses pemulihan dan reorganisasi pada sistem saraf. Fase pemulihan ini umumnya berlangsung mulai dari 2 minggu sampai dengan 6 bulan pasca stroke. Fase ini merupakan fase penting untuk pemulihan fungsional (*golden periode*). Pasien stroke fase subakut dapat mengikuti program rehabilitasi medik sebagai pasien rawat jalan maupun rawat inap (PERDOSRI, 2014).

Tatalaksana Kedokteran Fisik dan Rehabilitasi pada fase subakut bertujuan untuk mengoptimalkan pemulihan kemampuan fungsional seseorang setelah stroke sesuai dengan kondisi dan tingkat keparahan stroke berdasarkan motor re-learning dan plastisitas otak sehingga mampu melakukan aktivitas sehari-hari dan perannya secara mandiri . Intervensi selama periode ini termasuk *constraint-induced movement therapy*, berjalan dengan bantuan yang mungkin juga dibantu secara elektromekanis, dan latihan bilateral. Waktu yang direkomendasikan untuk latihan adalah enam hari seminggu selama tiga jam per hari. Jika pasien membutuhkan layanan yang kurang intensif, maka diberikan latihan dengan durasi antara 60 hingga 90 menit selama lima hari per minggu. Target latihan yang diberikan adalah untuk meningkatkan kemampuan gerak, daya tahan pasien, kekuatan, dan keseimbangan (Shahid *et al.*,2023; PERDOSRI, 2014).

2.4.3. Fase Rehabilitasi Stroke Kronik

Stroke fase kronis ditandai dengan sudah terbentuknya reorganisasi sistem saraf, dimana proses pemulihan selanjutnya didasarkan pada adaptasi dan kompensasi terhadap disabilitas yang ada. Fase ini umumnya terjadi setelah 6 bulan pasca stroke (PERDOSRI, 2014).

Pada fase ini, diharapkan pasien dapat memaksimalkan fungsi dari kekuatan motorik yang ada. Semakin banyak penelitian menunjukkan bahwa kunci untuk memaksimalkan pemulihan fungsional pada fase kronik adalah menggabungkan pilihan komponen dari pendekatan yang berbeda. Terapi

ini memiliki potensi yang cukup besar untuk memberikan keuntungan dalam pemulihan fungsional setelah stroke dengan memanfaatkan mekanisme komplementer yang mendasari neuroplastisitas dan (Vive, 2020).



2.5 Constraint Induced Movement Therapy (CIMT)

Constraint-induced movement therapy (CIMT) merupakan strategi rehabilitatif yang digunakan terutama pada populasi paska stroke. CIMT adalah protokol pengobatan yang dieksplorasi secara luas untuk meningkatkan penggunaan fungsional ekstremitas atas (UE) yang lebih terpengaruh untuk penderita stroke hemiparetik. Para peneliti rehabilitasi dan dokter juga menyimpulkan bahwa CIMT adalah sebuah program terapi dengan penahanan/pengekangan yang dilakukan di lengan yang sehat dan sisi yang sakit sebagai anggota gerak aktif utama dalam ekstremitas atas sebagai perbaikan dalam fungsi motorik setelah terjadi stroke (Fritz et al, 2012; Morris *et al.*, 2006).

Aktivitas latihan (*task*) intensif dibawah pengawasan yang dilakukan bervariasi seperti makan siang, melemparkan bola, bermain domino, *chinese checker*, menulis, menyapu, dan menggunakan *Purdue Dexterity board* dan lain-lain tergantung pada kebutuhan, alat yang tersedia, kreatifitas, terapis dan pasien. Media latihan dapat berupa *peg boards*, *cards*, *puzzles*, *stackong blocks*, *jigsaws & dominos*, bola berbagai ukuran, dll. Teknik rehabilitasi ini didefinisikan sebagai teknik perilaku di mana gerakannya dilakukan dalam langkah-langkah kecil dan semakin meningkat kesulitannya termasuk umpan balik verbal. Latihan yang dilakukan bersifat kuantitatif dan diulang berkali-kali sehingga perbaikan kecil dalam aktifitas fungsional dapat diukur dan sistematis (Taub *et al.*, 2006).

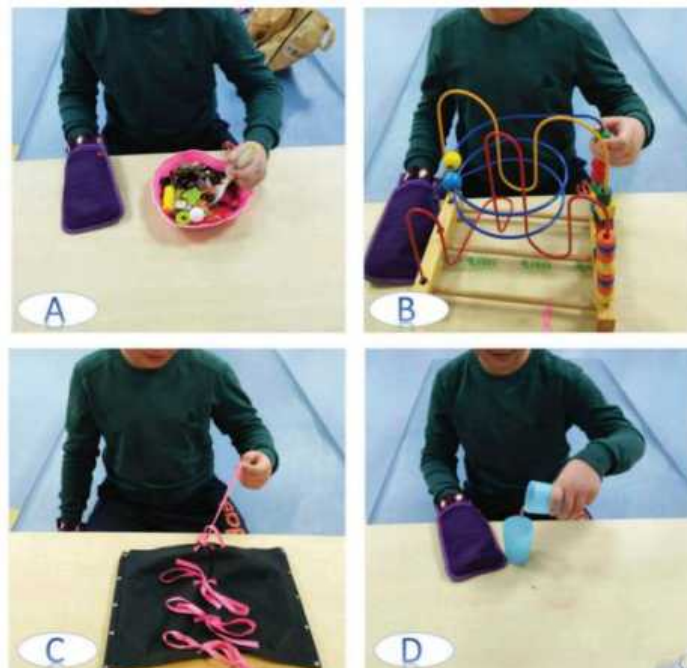
Metode pendekatan CIMT pada tangan diantaranya seperti praktek tugas umum (misalnya, makan, membuat kopi, panggilan nomor telepon, dan sebagainya) serta difokuskan membentuk latihan yang intensif pada tangan yang digunakan di CIMT (Taub *et al.*, 2006). Disarankan latihan yang dilakukan adalah kepentingan utama untuk meningkatkan fungsi motorik ekstremitas atas yang digunakan untuk situasi kehidupan nyata. Metode *shaping* merupakan interaksi *one on one* antara pasien dan terapis (terapis sebagai pelatih, motivator dan teman). Seleksi tugas yang disesuaikan pada setiap pasien sesuai defisit motorik (*individual's ability level and goals*). Membantu pasien untuk menunjukkan urutan gerakan pada saat akan melakukan latihan

sa tidak mampu menyelesaikan gerakan mereka pertama kali. Dan juga umpan balik verbal saat pasien dapat menyelesaikan sebuah tugas (Taub *et al.*, 2002).





Gambar 1. Pasien dan terapis saat pertemuan awal di lingkungan rumah pasien. Terapis menginstruksikan pasien bagaimana melakukan latihan sehari-hari berdasarkan tujuan pasien (misalnya, makan dengan garpu); pasien mengenakan sarung tangan untuk menahan tangan kanannya yang tidak sakit (Barzel *et al.*, 2015).



Gambar 2. Latihan tugas CIMIT, penggunaan anggota tubuh yang tidak terpengaruh dibatasi oleh sarung tangan yang empuk. (A) Mengambil dan meletakkan barang menggunakan sendok, (B) bermain game, (C) mengikat dan melepaskan simpul, (D) menuangkan cairan (Nab *et al.*, 2019).

CIMIT dengan latihan yang intensitas, konsentrasi, durasi dan banyaknya latihan merupakan faktor yang penting dalam membuat perubahan dalam fungsi motorik dan

ak. CIMIT membangkitkan plastisitas neuronal pada pasien stroke, jumlah neuron yang berhubungan dengan pergerakan ekstremitas yang ada stroke. Teknik ini juga mengurangi infark lokal, memacu inhibisi dan adanya *unmasking pre-existing excitatory connections* dengan waktu



yang pendek dapat merubah formasi anatomi koneksi yang baru dengan *sprouting*. Fungsi pencitraan aktivitas fungsional pengganti "*outcome measure*" dalam klinis sehingga setelah intervensi rehabilitasi dilakukan pemetaan FMRI dan PET pada korteks motorik regio tangan secara bilateral bertambah 1 cm dari awal selama 2 minggu dan 3 bulan setelah CIMT. Ternyata perbaikan fungsional menyebabkan perbaikan neurologis (Setiawan, 2011).

Protokol telah berevolusi untuk secara spesifik memasukkan praktik tugas yang berulang dan adaptif di bawah pengawasan klinis. Elemen terstruktur tambahan ini secara kolektif mendefinisikan konsep CIMT saat ini. Latihan tugas berulang (RTP) adalah praktik tugas fungsional tertentu yang terus menerus, biasanya untuk jangka waktu 15-20 menit. Latihan tugas adaptif (ATP) atau *shaping*, menggunakan metode pendekatan langkah-bijaksana, memecah tugas menjadi komponen yang dapat dikelola secara berurutan untuk meningkatkan kemampuan secara keseluruhan. Berdasarkan pengkondisian operan yang mendasari melalui pemberian umpan balik terapis, *shaping* mendorong pemecahan masalah pasien, menghasilkan motivasi diri untuk menggunakan anggota tubuh yang terpengaruh (Winstein CJ and Wolf SL, 2009).

Latihan intensif ini juga mendorong pembelajaran ulang motorik dan telah terbukti meningkatkan neuroplastisitas di SSP. Penerapan CIMT yang berhasil diduga menginduksi peningkatan ketergantungan penggunaan dalam reorganisasi kortikal pada area otak yang mengendalikan anggota tubuh yang terpengaruh (Taub E and Uswatte G, 2003).

Hu dkk. menemukan bahwa CIMT dapat meningkatkan pemulihan fungsi motorik pada ekstremitas atas yang terkena setelah stroke dengan meningkatkan transmisi sinaptik yang dimediasi oleh AMPAR di hemisfer yang mengalami iskemik. Tim yang sama juga menemukan bahwa CIMT dapat meningkatkan plastisitas dendrit dan *dendritic spine* di korteks sensorimotor ipsilateral dan kontralateral serta meningkatkan ekspresi GluR2 di sinapsis korteks sensorimotor ipsilateral (Hu *et al.*, 2020). CIMT juga meningkatkan jumlah sinapsis di korteks kontralateral tetapi tidak melakukannya di korteks ipsilateral yang intak (Liu *et al.*, 2019).



al. menggunakan pewarnaan *Golgi-Cox* untuk menunjukkan penurunan dalam arborisasi dendritik pada korteks motorik yang rusak setelah secara efektif membalikkan efek ini, dan peningkatan dendrit lebih pada neuron piramidal L3. Pelacakan dekstran amina biotinilasi

menunjukkan bahwa CIMT mempromosikan rekonstruksi aksonal *interhemispheric* koneksi (Nesin *et al.*, 2019).

Livingston-Thomas dkk. menemukan bahwa proporsi sel yang mengekspresikan BDNF di daerah peri-infark tidak berubah setelah intervensi CIMT tetapi sumbernya sel yang mengekspresikan BDNF berubah, menghasilkan yang signifikan peningkatan ekspresi non-neuronal dan non-astroitik dari BDNF; asal yang dispekulasikan adalah mikroglia. Hubungan yang erat antara rekonstruksi kortikal dan CIMT juga telah dilaporkan (Taub *et al.*, 2014). Oleh karena itu, mekanisme CIMT yang diketahui dalam rekonstruksi fungsi neurologis pasca stroke terutama termasuk peningkatan jumlah sinapsis, peningkatan dalam arborisasi dendritik di korteks motorik, dan perubahan faktor neurotropik.

Angiogenesis pasca stroke merupakan langkah penting dalam rekonstruksi fungsional. Li dkk. menemukan bahwa CIMT mempromosikan neurogenesis dan angiogenesis dengan meningkatkan ekspresi faktor-1 α yang dapat diinduksi hipoksia endogen dan faktor pertumbuhan endotel vaskular dan akhirnya diinduksi perlindungan saraf dan pemulihan fungsional setelah iskemia serebral. Zhai dan Feng telah menunjukkan bahwa dibandingkan dengan fasudil, CIMT menghasilkan angiogenesis yang lebih baik, regenerasi saraf dan pemulihan fungsi saraf pada 4 minggu setelahnya iskemia/reperfusi otak. Hasil ini menunjukkan bahwa angiogenesis memainkan peran penting dalam promosi rehabilitasi pasca stroke oleh CIMT (Zhai dan Feng, 2019; Li *et al.*, 2017).

Intervensi CIMT menghasilkan peningkatan besar dalam penggunaan ekstremitas atas yang lebih terkena dampak di laboratorium dan di lingkungan. Elektroensefalografi resolusi tinggi (EEG) menunjukkan bahwa pengobatan menghasilkan perubahan nyata dalam aktivitas kortikal yang berkorelasi dengan efek rehabilitasi yang signifikan. Gerakan volunter unilateral yang berulang-ulang menunjukkan peningkatan yang besar setelah pengobatan pada amplitudo komponen akhir *Bereitschaftspotential* (BP) baik di hemisfer kontralateral ke lengan yang lebih terkena dampak dan di hemisfer ipsilateral (Miltner, W., 2016).

Dengan pemeriksaan pencitraan resonansi magnetik fungsional, hanya titik tersebar yang terlihat di sisi yang terkena sebelum terapi. Sebaliknya, yang diaktifkan meningkat setelah terapi. Volume aktivasi di area berbeda secara signifikan sebelum dan sesudah terapi, dan area aktivasi tampak disesuaikan. Selain area yang teraktivasi di sekitar lesi yang



berkurang, ada juga beberapa area baru yang teraktivasi, termasuk *supplementary motor area*, area premotor, dan area sensorimotor ipsilateral. Temuan ini menunjukkan bahwa CIMT secara signifikan meningkatkan kemampuan gerakan dan penggunaan anggota tubuh bagian atas yang terkena dampak sehari-hari pada pasien stroke dan mendorong reorganisasi fungsional otak (Zhao *et al.*, 2012).

2.6 Mirror Therapy (MT)

Mirror Therapy (MT) pertama kali diperkenalkan oleh Ramachandran dan Roger Ramachandran untuk mengobati *phantom pain* setelah amputasi. Terapi ini telah digunakan untuk mengobati *phantom limb pain* pada pasien yang diamputasi, pasien stroke, dan lain-lain (Sengkey and paola, 2014).

Fungsi somatosensori berkontribusi pada kinerja aktivitas kehidupan sehari-hari setelah stroke. Kehilangan somatosensori ini terjadi pada lebih dari 60% penderita stroke. Oleh karena itu, penting bahwa intervensi rehabilitasi ditujukan untuk gangguan sensorik dan motorik. MT merupakan intervensi terapeutik yang relatif baru yang berfokus pada menggerakkan anggota tubuh yang sehat. Ini adalah bentuk pencitraan dimana cermin digunakan untuk menyampaikan rangsangan visual ke otak melalui pengamatan bagian tubuh seseorang yang tidak terpengaruh saat melakukan serangkaian gerakan (Sengkey and paola, 2014).

Pada pasien stroke, MT telah digunakan untuk meningkatkan fungsi motorik dan mengurangi rasa sakit. Diperkirakan bekerja dengan mengaktifkan *mirror neuron system* di otak, yang terlibat dalam pembelajaran motorik dan imitasi. MT juga dapat meningkatkan kesadaran tubuh dan persepsi gerakan pada sisi yang sakit. Beberapa penelitian telah melaporkan efek positif dari MT pada fungsi motorik ekstremitas atas, spastisitas dan nyeri pada pasien stroke (Nogueira, 2021). Pemberian MT memberikan efek yang jauh lebih baik pada pasien pasca stroke dari berbagai penilaian fungsi dan kekuatan motorik ekstremitas atas seperti *Fugl-Meyer Assessment* (FMA), *Motor Activity Log* (MAL), *Wolf Motor Function Test* (WMFT) dan *Action Research Arm Test* (ARAT), *Motor Assessment Scale* (MAS), *Box and Block Test* (BBT) dan *Nine Hole Peg Test* (9-HPT) (Hung, 2022).



dkk. menggunakan *magnetoencephalography* (MEG) untuk mengukur aktivitas kortikal selama pelatihan cermin setelah stroke. Secara khusus, eriksa perubahan yang berhubungan dengan gerakan kekuatan osilasi rentang frekuensi beta (15-30 Hz), yang diketahui terlibat dalam gerakan.

Dari hasilnya mengemukakan bahwa MT berpotensi membantu rehabilitasi stroke dengan menormalkan pola asimetris desinkronisasi beta terkait gerakan di primer korteks motorik selama gerakan bilateral (Rossiter *et al.*, 2015).

2.7 Protokol *Mirror Therapy* untuk Stroke

2.7.1. Prosedur *mirror therapy*

Prosedur umum MT adalah pasien duduk di depan cermin yang diorientasikan sejajar dengan garis tengahnya menghalangi pandangan anggota tubuh yang terpengaruh yang diposisikan di belakang cermin. Saat melihat ke cermin, pasien melihat pantulan anggota tubuh yang tidak terpengaruh diposisikan sebagai anggota tubuh yang terkena. Pengaturan ini cocok untuk menciptakan ilusi visual dimana gerakan atau sentuhan anggota tubuh yang utuh dianggap dapat mempengaruhi anggota tubuh yang paresis. Setelah itu, pasien melakukan gerakan pada anggota tubuh yang tidak terpengaruh sambil melihat pantulan cerminnya yang ditumpangkan di atas anggota tubuh yang tidak terlihat (Sengkey, 2014).

2.7.2. Frekuensi terapi & durasi sesi

Beberapa literatur merekomendasikan melakukan MT setidaknya sekali sehari dengan durasi minimal sepuluh menit. Durasi maksimum setiap sesi bergantung pada kemampuan kognitif masing-masing pasien dan/atau efek samping negatif, tetapi dalam banyak kasus sekitar 30 menit. Dimungkinkan juga untuk membagi satu sesi menjadi dua sesi yang lebih singkat dengan durasi 10 hingga 15 menit dengan jeda singkat di antaranya, jika kemampuan pasien tidak memungkinkan sesi yang lebih lama (Rothgangel, 2011; Thieme, 2012).

2.7.3. Posisi anggota tubuh yang terpengaruh dan tidak terpengaruh

Ekstremitas yang terkena harus diposisikan pada meja yang dapat diatur ketinggiannya sehingga posisinya dapat disesuaikan dengan panjang badan dan lengan pasien. Ekstremitas yang terkena terletak pada posisi yang aman dan lebih nyaman di belakang cermin (Rothgangel, 2013).

Pasien harus mencoba memfasilitasi “ilusi cermin” yang jelas dengan sesuaikan posisi dan gambar anggota tubuh yang tidak terpengaruh ke sisi yang terkena. Anggota tubuh yang tidak terpengaruh harus diposisikan pada posisi yang sama dengan anggota tubuh yang terkena, karena ini memfasilitasi terciptanya ilusi cermin (Rothgangel, 2013).



2.7.4. Posisi pasien dan cermin

Pasien stroke duduk dan cermin disejajarkan agar berpotongan dengan tubuh pasien pada bidang sagital setinggi dada. Ini biasanya dilakukan dengan meletakkan cermin di atas meja dengan tangan diletakkan di atas meja di kedua sisi cermin (Rothgangel, 2013).

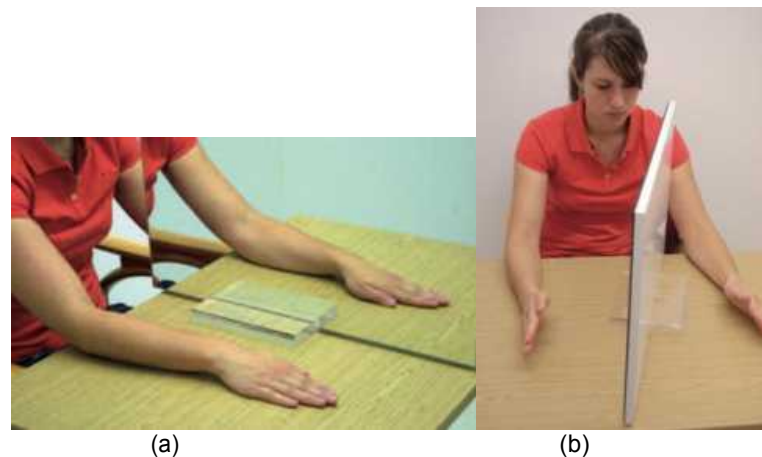
Bagian reflektif cermin menghadap ke sisi yang tidak terpengaruh. Saat pasien melihat ke cermin, yang mereka lihat hanyalah sisi yang tidak terpengaruh. Cermin menghalangi pandangan dari sisi tubuh yang tidak terpengaruh. Pasien menatap ke cermin yang memantulkan tangan yg sehat. Ketika tangan yang sehat digerakkan, cermin memberikan ilusi bahwa tangan yang paresis bergerak dengan sangat baik. Penderita stroke mencoba meniru gerakan lengan dan tangan yang sehat ke lengan hemiparetik. Walaupun pasien stroke hanya melihat pantulan tangan yang sehat, namun gerakannya terlihat simetris (Rothgangel, 2013).



Gambar 3. Lengan pasien yang terkena tersembunyi di balik cermin. Sambil menggerakkan lengannya yang tidak terpengaruh, pasien melihat bayangan cerminnya seolah-olah itu adalah yang terpengaruh. (Dohle C *et al.*, 2009)

Cermin pada posisi di depan garis tengah pasien, sehingga anggota tubuh yang terkena sepenuhnya tertutup oleh cermin dan pantulan anggota tubuh yang tidak terpengaruh benar-benar terlihat (Gambar 3). Dalam kasus pengabaian visuospasial atau spastis otot yang parah pada tungkai yang terkena, posisi cermin dapat disesuaikan sedemikian rupa sehingga mengarah lebih diagonal ke arah yang tidak terpengaruh (Gambar 4). Poin penting saat mengatur posisi adalah memastikan bahwa bayangan cermin masih sesuai dengan anggota tubuh yang terkena (Rothgangel, 2013).





Gambar 4. Posisi Cermin. (a) Posisi Tegak Lurus; (b) Posisi Diagonal (Rothgangel, 2013).

2.7.5. Sesi latihan pertama

Pasien diinstruksikan untuk mengamati pantulan cermin selama satu sampai dua menit, mencoba memvisualisasikan bayangan cermin sebagai anggota tubuh yang terkena. Selain itu, pasien dapat diinstruksikan untuk membayangkan melihat melalui jendela alih-alih cermin, untuk meningkatkan kejelasan ilusi cermin. Terapis dapat menggunakan stimulasi sinkron bilateral (misalnya taktil) untuk lebih memfasilitasi ilusi cermin. Latihan pertama dapat dimulai saat pasien menunjukkan bahwa dia merasakan bayangan cermin sebagai anggota tubuh yang terkena (Rothgangel, 2013).

Setelah latihan pertama untuk membangun ilusi cermin yang jelas, pendekatan perawatan selanjutnya dipilih sesuai dengan tujuan perawatan individu. Berdasarkan pengalaman, pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan fungsi motorik tampaknya lebih disesuaikan dengan masing-masing klien, tergantung pada kejelasan gambar cermin dan jenis performa motor. Berlawanan dengan pendekatan yang lebih disesuaikan yang digunakan untuk peningkatan fungsi motorik, pendekatan perawatan yang digunakan untuk meningkatkan pengabaian, tonus otot, sensasi atau nyeri lebih terstandarisasi (Rothgangel, 2013).



2.7.6. Mengakhiri sesi terapi

Durasi minimum lima hingga enam minggu perawatan MT terus menerus dilakukan untuk mengevaluasi hasil efek perawatan. Perawatan harus dilanjutkan jika terjadi efek samping negatif selama pelatihan. Pada akhir sesi

terapi, pasien harus bersiap untuk melihat anggota tubuh yang terkena lagi saat cermin dilepas. Jika membantu pasien, beberapa latihan yang dilakukan sebelumnya dapat diulang tanpa cermin. Seringkali pasien dapat mengamati beberapa perbaikan segera setelah sesi terapi. Seluruh perawatan harus dievaluasi dengan instrumen pengukuran yang sesuai.

2.8 Pemeriksaan fungsi tangan dan jari-jari

2.8.1. Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremities (FMA-UE)

Fugl-Meyer Assessment (FMA) adalah alat pengukuran yang komprehensif untuk fungsi motorik pada pasien paska stroke. FMA merupakan indeks yang digunakan untuk menentukan tingkat keparahan, menggambarkan pemulihan motorik dan untuk merencanakan dan dapat menilai efektivitas terapi yang telah diberikan. FMA adalah alat ukur yang valid, andal, dan responsif terhadap perubahan. FMA terdiri atas lima domain, dan diantara kelima domain tersebut domain motorik paling banyak digunakan dan memiliki nilai utama dalam pemantauan pemulihan motorik paska stroke (Hijikata et al., 2020; Kim et al., 2016).

Sebagian besar item dalam domain motorik UE didasarkan pada gerakan pasien, meskipun refleks atau resistensi harus diukur dalam beberapa item. FMA-UE terdiri dari 30 item yang menilai fungsi motorik dan 3 item yang menilai fungsi refleks. Skor yang paling sesuai untuk kinerja tugas diberikan dari "0, ketidakmampuan", "1, kemampuan awal", hingga "2, normal" (kisaran skor total, 0–66). Berdasarkan pedoman standar yang dikembangkan oleh Platz et al. (27) FMA-UE diberikan oleh *physiatrist* terlatih sebelum dan sesudah pengobatan/intervensi (Hijikata et al., 2020; Kim et al., 2016). Penilaian domain motorik meliputi penilaian pergerakan pada pundak, siku, lengan bawah, pergelangan tangan, tangan, pinggul, lutut, dan pergelangan kaki, koordinasi dan refleks. Total skor untuk penilaian fungsi motorik adalah 100. FMA-UE >45 didefinisikan sebagai ringan, ≥ 30 dan ≤ 45 didefinisikan sebagai sedang, dan <30 didefinisikan sebagai berat (Hijikata, 2020).



Studi reliabilitas dan validitas untuk FMA, 50 pasien dengan stroke (26 laki-perempuan) dengan dua terapis fisik dan satu terapis okupasi menilai 50 n video pasien hemiplegia menggunakan FMA untuk menguji reliabilitas. itas dihitung dengan menggunakan *intraclass correlation coefficient*

(ICC), *standard error of measurement* (SEM), dan *smallest real difference* (SRD). Validitas diperiksa menggunakan *Pearson's correlation coefficient*. Hasil menunjukkan penilaian menggunakan FMA menunjukkan reliabilitas relatif tinggi, dan reliabilitas absolut memuaskan untuk reliabilitas antar penilai dan tes ulang. Korelasi antara fungsi motorik FMA dan *Jebsen-Taylor hand function*, *grip power*, *motor assessment scale* (MAS), and the *Berg Balance Scale* (BBS) adalah sedang hingga baik, dan sangat signifikan ($p < 0,05$). Hasil menunjukkan bahwa FMA adalah penilaian yang *reasonable* dari fungsi ekstremitas atas dan bawah pasien dengan stroke (Kim, 2012).

2.8.2. **Box and Block Test (BBT)**

Box and Block Test (BBT) merupakan tes untuk mengukur ketangkasan manual kasar. BBT adalah ukuran hasil fungsional yang umum digunakan di beberapa populasi klinis karena manfaatnya, seperti kemudahan dan kecepatan implementasinya, andal, pengukuran objektif dan pengulangan gerak (Kontson K. *et al.*, 2017).

Box and Blocks Test (BBT) adalah salah satu ukuran yang paling umum digunakan untuk evaluasi pada populasi stroke. BBT terdiri dari kotak kayu yang dibagi menjadi dua kompartemen dengan partisi dan seratus lima puluh blok kayu. Blok kayu berukuran 2,5 cm³ dengan berbagai orientasi diletakkan di sisi partisi dengan tangan penguji. Administrasi BBT terdiri dari meminta klien untuk memindahkan, satu per satu, jumlah maksimum blok dari satu kompartemen kotak ke yang lain dengan ukuran yang sama, dalam waktu 60 detik. Kotak harus diorientasikan secara memanjang dan ditempatkan di garis tengah klien, dengan kompartemen memegang blok yang diorientasikan ke tangan yang sedang diuji. Untuk berlatih dan mendaftarkan skor awal, tes harus dimulai dengan tungkai atas yang tidak terpengaruh (Kontson K. *et al.*, 2017).

Skor subjek sama dengan jumlah balok yang diangkut melalui partisi setinggi 15,2 cm dalam satu menit. Subjek dapat memilih blok dalam urutan apa saja untuk mengangkut partisi secepat mungkin, dengan satu-satunya persyaratan adalah ujung jari subjek melintasi bidang vertikal partisi (Kontson K. 017).



BBT menunjukkan keandalan tes dan *re-test* yang baik (koefisien korelasi $r = 0,89$ hingga $0,97$) dan validitas tes ditunjukkan oleh korelasi yang signifikan antara BBT, pengukuran kinerja tungkai atas dan pengukuran

kemandirian fungsional (Desrosiers J. *et al.*, 1994). Reprodusibilitas *test-retest* dari semua 5 tes sebelumnya tinggi untuk semua pasien, dengan koefisien korelasi intrakelas 0,85 hingga 0,98 (Chen, 2009).

Tinjauan sistematis menunjukkan sembilan artikel yang membahas penggunaan BBT sebagai salah satu metode untuk evaluasi ketangkasan manual pada pasien dengan gangguan sistem saraf pusat. Studi yang dianalisis menunjukkan bahwa BBT adalah ukuran ketangkasan manual yang cepat, mudah, dan aman dengan penerapan yang baik untuk orang dewasa dan anak-anak dengan penyakit neurofungsional (Oliveira *et al.*, 2016).



Gambar 5. *Box and block test* tradisional merupakan uji klinis tes ketangkasan manual yang divalidasi (Hiao CP and Davis N, 2013).

2.8.3. *Surface Electromyographic-Biofeedback (sEMG-B)*

Elektromiografi-surface (sEMG) merupakan teknik non-invasif yang memungkinkan evaluasi aktivitas unit motorik. sEMG dapat diterapkan sebagai penilaian untuk mengevaluasi pola aktivasi otot atau sebagai alat untuk melengkapi dan meningkatkan intervensi rehabilitasi neuromuskuler. sEMG adalah metode objektif yang memberikan informasi waktu nyata tentang aktivitas otot dalam hal waktu, lokasi, dan intensitas kontraksi. Salah satu keuntungan dari sEMG adalah dapat merekam aktivitas otot bahkan ketika tidak ada gerakan yang terlihat atau aktivitas otot yang teraba yang memperluas area aplikasi yang

gkinkan (Novoa *et al.*, 2022).

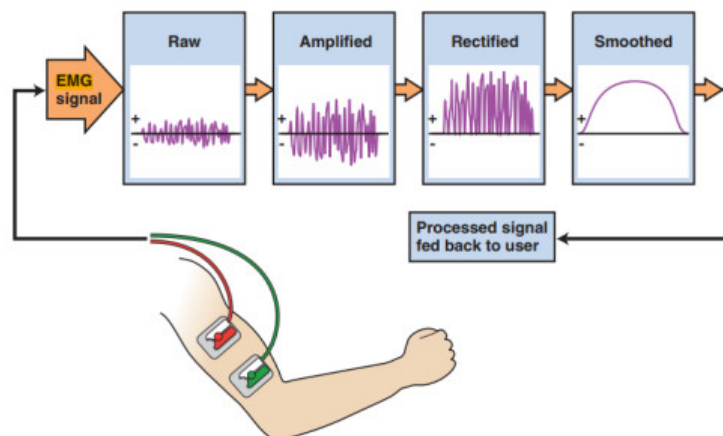
Studi sebelumnya yang dilakukan menggunakan sEMG telah melaporkan terdapat perubahan kompleks pada pola saraf dan otot yang berkontribusi p kelemahan otot setelah stroke. Selain itu, sEMG telah diterapkan untuk



memicu stimulasi listrik neuromuskuler (NMS) untuk kelompok otot target tertentu untuk meningkatkan fungsi ekstremitas atas pada stroke (Novoa et al, 2022).

Adapun *biofeedback* merupakan sebuah teknik yang memberikan informasi kepada pasien tentang kontrol proses biologis mereka sendiri, seperti aktivitas otot, sehingga dapat meningkatkan kualitas rehabilitasi (Gamez et al, 2019). Biofeedback visual dan / atau pendengaran pada aktivitas otot yang disediakan oleh sistem sEMG telah digunakan untuk meningkatkan fungsi motorik dan memfasilitasi pembelajaran menuju penggunaan yang lebih efektif dari anggota tubuh yang terkena (Novoa et al, 2022).

SEMG-B menggunakan elektroda pada permukaan kulit untuk mendeteksi aktivitas listrik intrinsik yang mendasari jaringan otot dan mengubahnya menjadi sinyal pendengaran, visual, atau haptik ekstrinsik yang diumpankan kembali ke pengguna (Gbr. 7). Aktivitas mioelektrik (ionik) yang dihasilkan selama kontraksi otot dideteksi oleh elektroda EMG-*surface* dan diubah menjadi sinyal listrik, yang kemudian diperkuat dan diproses untuk menghasilkan sinyal pendengaran, visual, atau haptik yang representatif (Cameron, 2018).



Gambar 6. Contoh pemrosesan sinyal EMG, dari mentah menjadi diperkuat hingga diperbaiki menjadi halus, lalu diumpankan kembali ke pengguna (Cameron, 2018).

Elektroda EMG-*surface* umumnya terdiri dari tiga elektroda perak-perak (Ag-AgCl): dua elektroda aktif yang mendeteksi perubahan aktivitas listrik dan satu elektroda referensi. Beberapa pabrik memproduksi la tunggal yang menggabungkan elektroda aktif dan referensi ke dalam nbanan (Gambar 8). Pergerakan elektroda atau konduktivitas yang buruk



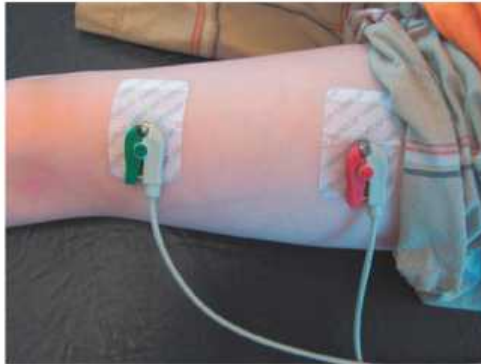
dapat menyebabkan noise atau artefak pada sinyal EMG, sehingga menyulitkan pengguna untuk berhasil mengontrol proses yang ditargetkan. Untuk membatasi kebisingan dalam sinyal EMG, bersihkan kulit secara menyeluruh sebelum memasang elektroda, arahkan elektroda sejajar dengan serat otot, oleskan sedikit gel ultrasound antara elektroda dan kulit, kencangkan elektroda dengan selotip, dan hindari penggunaan kembali elektroda (Gambar 9). Kualitas sinyal EMG dari otot rangka juga dapat dipengaruhi oleh ketebalan jaringan adiposa, interferensi dari perangkat listrik terdekat, dan artefak dari aktivitas listrik otot jantung dan pernapasan (Cameron, 2018)

Realibilitas sEMG telah dievaluasi dalam penelitian sebelumnya, misalnya Yang dan Winter (1983) mengevaluasi keandalan amplitudo sEMG trisep selama kontraksi isometrik pada 100%, 50% dan 30% MVC selama tiga hari. Untuk menilai keandalan, peneliti memproses sinyal sEMG untuk menghasilkan *linear envelope*. Amplitudo *linear envelope* dibandingkan di seluruh set pada setiap level MVC. Koefisien variasi dalam amplitudo EMG pada tingkat MVC 100%, 50% dan 30% antara hari masing-masing adalah 16,4%, 15,2% dan 12,0%, sedangkan variasi dalam hari adalah 9,1%, 8,5% dan 10,3% (Lynn *et al.*, 2018).

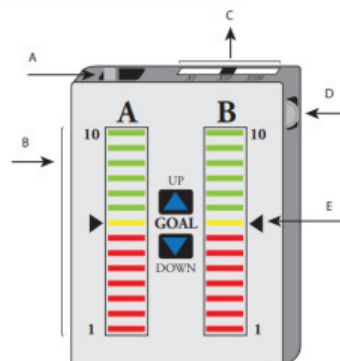


Gambar 7. Elektroda EMG-surface





Gambar 8. Penempatan elektroda secara parallel dengan serat otot



Gambar 9. Perangkat EMG dengan tanda panah (A) on/off, (B) amplitudo (μV). (C) *gain*, (D) volume, dan (E) *threshold* (Cameron, 2018).

