

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Stroke masih menjadi penyebab utama disabilitas dan mortalitas pada dewasa. Meskipun mortalitas stroke telah menurun, tetapi prevalensi individu yang hidup dengan dampak stroke mengalami peningkatan karena pertumbuhan dan semakin menuanya populasi (Stinear et al., 2020). Di tahun 2016, terdapat 5,5 juta kematian dan 116,4 juta *disability-adjusted life years* (DALYs) karena stroke (Pacheco-Barrios et al., 2022).

Di Amerika Serikat, sekitar 7,6 juta orang melaporkan pernah mengalami stroke. Diperkirakan bahwa antara tahun 2015 dan 2035, total biaya medis yang terkait dengan stroke diperkirakan akan naik lebih dari dua kali lipat, dari \$36,7 miliar menjadi \$94,3 miliar, dengan sebagian besar peningkatan biaya yang diproyeksikan berasal dari kelompok usia ≥ 80 tahun. Setiap tahun terdapat sekitar 795.000 orang mengalami stroke baru atau berulang. Selama periode 2010–2050, jumlah kejadian stroke diperkirakan akan lebih dari dua kali lipat. Setiap tahun, di AS, lebih dari 140.000 orang meninggal akibat stroke, meskipun tingkat kematian akibat stroke telah menurun selama beberapa dekade terakhir berkat kemajuan dalam pencegahan, diagnosis, dan pengobatan (Capirossi., 2023)

Stroke merupakan penyakit katastropik berbiaya mahal ketiga, yang telah menghabiskan anggaran kesehatan sebesar 2,5 triliun rupiah (BPJS Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Peningkatan jumlah penyintas stroke menyebabkan peningkatan kebutuhan akan pelayanan rehabilitasi. Terdapat sekitar 1.789.261 kasus stroke di Indonesia pada tahun 2021. Lebih dari 60% penderita stroke mengalami defisit neurologis persisten yang berdampak signifikan pada kebergantungan dan kualitas hidup pasien (Hummel et al., 2005; Johnson et al., 2019).

Stroke adalah penyakit yang dampaknya secara signifikan pada *Quality of Life* (QoL). Setiap tahun, dalam 1.000.000 populasi, terdapat sekitar 2.400 orang akan mengalami stroke. Bahkan pasien yang mendapatkan kemandirian fungsional terus mengalami defisit, dan perubahan yang signifikan dalam fungsi kognitif dan perilaku. Variabel yang erat kaitannya dengan QoL yang lebih rendah

pada pasien stroke adalah depresi, status fungsional yang lebih rendah, dan kelemahan pada tubuh. Masalah emosional yang berkaitan dengan stroke dapat mencakup kecemasan, frustrasi, kehilangan kepercayaan diri, perasaan kehilangan, ketidakpastian, dan kekecewaan karena tidak pulih. Pasien yang selamat dari stroke menganggap informasi, strategi pemecahan masalah, dan keterlibatan dalam aktivitas sangat berguna bagi pemulihan mereka. Intervensi psikologis ini diperlukan pada individu yang berisiko mengalami penurunan QoL, terutama pada pasien lanjut usia dan yang merasa kesepian. Penyakit kronis, seperti stroke, memerlukan perawatan jangka panjang. Kualitas hidup yang rendah dan keadaan psikologis yang buruk dapat mengakibatkan penurunan kepatuhan pasien terhadap perawatan, yang pada akhirnya dapat mengakibatkan kambuhnya stroke (Bártlová et al., 2022). Kemandirian fungsional dan kualitas hidup menjadi ukuran yang sangat penting tidak hanya untuk mengetahui tingkat kecacatan atau status psikologis tetapi juga sebagai komponen integral untuk meningkatkan status keseluruhan pasien dalam fase rehabilitasi (Parikh et al., 2018).

Post stroke fatigue (PSF) merupakan kurangnya energi atau peningkatan kebutuhan untuk istirahat setiap hari, yang mengganggu aktivitas sehari-hari, merupakan gejala yang sangat umum dan sering berlangsung lama setelah serangan stroke. Dari penduduk Amerika yang mengalami stroke pertama, 48–69,5% mengalami PSF dalam tahun pertama setelah stroke. Meskipun PSF bisa berkurang pada beberapa individu dalam 3 bulan setelah stroke, gejala ini dapat bertahan pada 38–74% individu selama tahun pertama setelah stroke, dan pada 40–58% individu beberapa tahun setelah stroke. *Post stroke fatigue* (PSF) dapat mengganggu pemulihan dari stroke, mengakibatkan penurunan fungsi dan meningkatkan risiko ketergantungan dalam aktivitas sehari-hari, terutama bagi mereka yang berusia di atas 65 tahun. *Post stroke fatigue* (PSF) dapat menurunkan kualitas hidup dan meningkatkan tingkat kematian karena kaitannya dengan gaya hidup yang kurang aktif. *Post stroke fatigue* (PSF) adalah faktor risiko independen untuk penurunan kesehatan fisik setelah stroke dan merupakan hambatan bagi rehabilitasi stroke. Mengingat insiden stroke dan prevalensi serta dampak buruk PSF terhadap kualitas hidup, hidup mandiri, dan kelangsungan hidup secara keseluruhan, manajemen efektif dari PSF harus menjadi salah satu prioritas dalam rehabilitasi stroke (Wen et al., 2019).

Post stroke depression (PSD) juga sangat penting secara klinis. *Post stroke depression* (PSD) merupakan suatu situasi dinamis dengan frekuensi sebesar 25–79%. Tinjauan sistematis terbaru menemukan bahwa tidak ada penurunan signifikan dalam persentase orang (31%) yang terkena depresi setelah stroke dibandingkan dengan 10 tahun yang lalu (33%). Tingkat keparahan depresi merupakan prediktor independen dari tingkat keparahan gangguan fungsi. *Post stroke depression* (PSD) telah menjadi hambatan utama bagi pemulihan setelah serangan stroke (Wen et al., 2019).

Meskipun sebagian besar pasien dengan stroke mengalami PSF dan PSD lebih prediktif terhadap kualitas hidup daripada ketidakmampuan neurologis aktual, mekanisme yang mendasari PSF dan depresi sangat kompleks dan belum mendapatkan perhatian yang cukup dari bidang neurobiologi hingga saat ini. Pemahaman yang lebih baik tentang PSF dan PSD dapat meningkatkan manajemen pasien dan memfasilitasi pengembangan program rehabilitasi yang tepat (Wen et al., 2019).

Meskipun rehabilitasi stroke konvensional telah menjadi intervensi yang mampu meningkatkan kekuatan, fleksibilitas, ketahanan, mobilitas fungsional dan kualitas hidup pasien dengan stroke, tetapi rehabilitasi konvensional ini dinilai sangat monoton. Karena sifat rehabilitasi stroke konvensional yang repetitif, maka kegiatan ini dapat menimbulkan penurunan *compliance* pasien. *Compliance* pasien merupakan hal yang mendasar yang diperlukan di dalam program rehabilitasi agar dapat mencapai luaran yang baik (Kannan et al., 2019; Bellomo et al., 2020).

Penggunaan teknologi seharusnya membuat pengalaman rehabilitasi menjadi menyenangkan dan memuaskan, dibandingkan terapi konvensional, dengan memotivasi pasien untuk terus melakukan terapi rehabilitatif. Pelatihan melalui permainan (*gaming*) mampu meningkatkan efikasi program telerehabilitasi melalui motivasi pasien yang lebih besar, pembelajaran yang lebih baik melalui repetisi yang kaya (misalnya *virtual reality*), kepercayaan diri melalui proses penguatan kembali, kemudahan menerima umpan balik, dan keoptimisan yang didapatkan dari pencapaian, serta interaksi sosial. Beberapa *game* yang bersifat sederhana dan interaktif meminta pasien untuk melakukan tugas fungsional yang menggambarkan aktivitas harian, seperti menuangkan air, memutar objek pada meja, dan menggerakkan salah satu tangan secara tepat. *Game* tersebut bertujuan

untuk menstimulasi perhatian pasien untuk mengoptimalkan performa pasien dalam pelatihan *dual-task* (fungsi kognitif) (Fitzgerald et al., 2004; Bellomo et al., 2020).

Virtual reality (VR) merupakan pembentukan skenario buatan yang diadaptasi ke dalam dunia nyata, yang memungkinkan interaksi dan navigasi terjadi di ruang 3 dimensi dengan menerapkan stimulus sensoris yang berbeda. Penggunaan VR pada terapi rehabilitasi stroke menunjukkan adanya perbaikan signifikan pada fungsi tubuh (*gait*, keseimbangan postur dan tubuh, kekuatan, spastisitas, fungsi motorik ekstremitas atas, perhatian, dan kognitif) pasien pascastroke (Felipe et al., 2020; Peláez-Vélez et al., 2023). Terapi rehabilitasi terbaru dan canggih menyediakan stimulasi multisensoris, pelatihan *dual-task*, sebagai tambahan terhadap rehabilitasi standard, dan direkomendasikan untuk pasien stroke 6 bulan setelah serangan (Bellomo et al., 2020). Salah satu penjelasan fisiologis terkait perbaikan fisik pada terapi rehabilitasi ini adalah aksi *mirror neurons*, dimana mekanisme *mirror* ini berperan dalam mengkode aksi yang diaktivasi di dalam sistem motorik pengamat yang mengamati aksi orang lain. Apabila pasien mengamati aksi tertentu di dalam lingkungan VR, pasien akan teraktivasi pada tingkat motoriknya dengan memfungsikan *mirror neurons*-nya (Cattaneo and Rizzolatti, 2009; Peláez-Vélez et al., 2023). Merians *et al.* menyatakan bahwa mengaktivasi parietal posterior dan area premotor pada pasien dengan stroke dapat dilakukan dengan memberikan paparan pada pasien mengenai pergerakan dari tangan virtual serta memotivasi pasien untuk meniru gerakan tersebut (Felipe et al., 2020; Merians et al., 2009).

Sebuah studi yang dilakukan oleh Liao *et al.* (2020) menyimpulkan bahwa latihan fisik dan kognitif berbasis VR mampu meningkatkan fungsi kognitif, *instrumental activities of daily living* (IADL), dan efisiensi neuron pada pasien Alzheimer lanjut usia dengan gangguan kognitif ringan (Liao et al., 2020). Pengaruh terapi rehabilitasi berbasis VR terhadap *Quality of Life* (QoL), *fatigue* dan depresi pasien pascastroke belum banyak dilakukan di Indonesia. Oleh karena itu, penulis tertarik menilai hubungan antara penggunaan VR dengan *Quality of Life* (QoL), *fatigue* dan depresi pasien pascastroke. Untuk penilaian *Quality of Life* (QoL) akan dinilai dengan SF-36, untuk penilaian *Post Stroke Fatigue* (PSF) akan dinilai dengan *fatigue severity scale* (FSS), sedangkan untuk penilaian depresi akan dinilai dengan *Hamilton depression rating scale* (HDRS).

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh terapi rehabilitasi berbasis *virtual reality exergame* pada *Quality of Life* (QoL), *Fatigue*, dan depresi pada pasien pasca stroke di RSUP Wahidin Sudirohusodo, RSPTN Universitas Hasanuddin dan RSUP Dr. Tajuddin Chalid.

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Mengetahui pengaruh terapi rehabilitasi berbasis *virtual reality exergame* pada *Quality of Life* (QoL), *Fatigue*, dan depresi pasien pasca stroke.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui pengaruh pemberian terapi rehabilitasi konvensional terhadap *Quality of Life* (QoL), *Fatigue* dan depresi pasien pasca stroke di RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSPTN Universitas Hasanuddin dan RSUP Dr. Tajuddin Chalid.
- b. Mengetahui pengaruh penambahan *virtual reality exergame* dengan terapi rehabilitasi konvensional terhadap *Quality of Life* (QoL), *Fatigue* dan depresi pasien pasca stroke di RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSPTN Universitas Hasanuddin dan RSUP Dr. Tajuddin Chalid.
- c. Menganalisis perbedaan pengaruh antara terapi rehabilitasi konvensional saja dan terapi rehabilitasi dengan penambahan *virtual reality exergame* terhadap *Quality of Life* (QoL), *Fatigue* dan depresi pasien pasca stroke di RSUP Wahidin Sudirohusodo dan RSPTN Universitas Hasanuddin dan RSUP Dr. Tajuddin Chalid.

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan terkait pengaruh *virtual reality exergame rehabilitation* pada *Quality of Life* (QoL), *Fatigue* dan depresi pasien pasca stroke.

1.4.2. Manfaat Metodologi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membantu dalam mengetahui perbandingan *virtual reality exergame* pada *Quality of Life* (QoL), *Fatigue* dan depresi pasien pasca stroke melalui penelitian eksperimental yang menggunakan desain penelitian *randomized controlled trial* (RCT).

1.4.3. Manfaat Aplikatif

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan untuk mengembangkan program latihan fisik dan rehabilitasi menggunakan *virtual reality exergame rehabilitation* pada populasi pasien pasca stroke, terutama dalam peningkatan *Quality of Life* (QoL), mengetahui *Post Stoke Fatigue* dan depresi pada populasi pasca stroke .

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

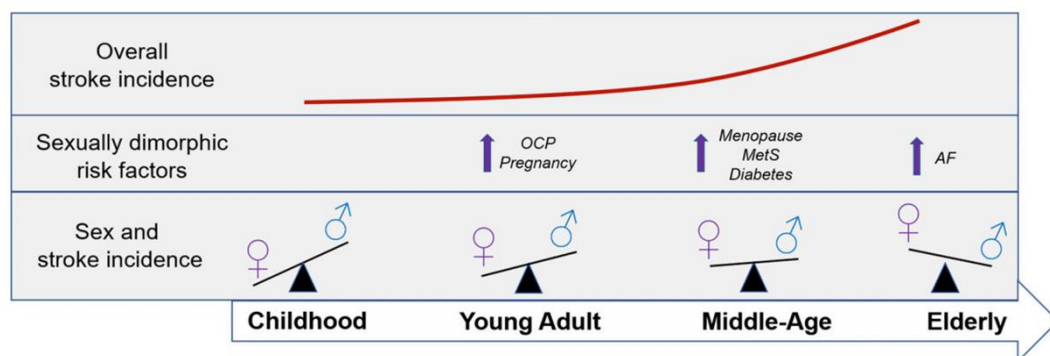
2.1. Definisi dan Epidemiologi Stroke

Stroke atau *cerebrovascular accidents* (CVA) masih menjadi penyebab utama disabilitas dan mortalitas pada dewasa (Johnson et al., 2019). Meskipun mortalitas stroke telah menurun, tetapi prevalensi individu yang hidup dengan dampak stroke mengalami peningkatan karena pertumbuhan dan semakin menuanya populasi (Stinear et al., 2020). Di tahun 2016, terdapat 5,5 juta kematian dan 116,4 juta *disability-adjusted life years* (DALYs) karena stroke (Pacheco-Barrios et al., 2022). Insidensi kasus stroke pada tahun 2019 adalah sebesar 12,2 juta (Feigin et al., 2021). Di provinsi Sulawesi Selatan, berdasarkan data Riskesdas di tahun 2018, prevalensi stroke adalah sebesar 10,6%, dimana prevalensi stroke tertinggi berada pada kelompok umur ≥ 75 tahun (48,2%) (Lembaga Penelitian Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019).

Stroke merupakan penyakit yang mengancam jiwa dengan pembiayaan termahal ketiga, yang telah menghabiskan anggaran kesehatan sebesar 2,5 triliun rupiah (BPJS Kesehatan Republik Indonesia, 2021). Usia dan jenis kelamin memiliki hubungan yang kompleks pada risiko dan patofisiologi stroke iskemik (Madsen et al., 2020). Hampir 75% kasus stroke terjadi pada individu berusia >65 tahun dan insidensi stroke menjadi dua kali lipat tiap decade dan resiko bertambah setelah usia 45 tahun. Peningkatan jumlah penyintas stroke menyebabkan peningkatan kebutuhan akan pelayanan rehabilitasi (Stinear et al., 2020; Edzie et al., 2021).

Lebih dari 60% penderita stroke mengalami defisit neurologis persisten yang berdampak signifikan pada kebergantungan dan kualitas hidup pasien (Hummel et al., 2005). *Sequelae* terkait stroke dapat bervariasi, mulai dari defisit motorik hingga seringnya berupa gangguan kognitif, berkontribusi pada penurunan aktivitas harian dengan tingkat partisipasi dan kualitas hidup yang rendah. Subjek yang mengalami stroke menderita kombinasi yang bervariasi dari keterbatasan fisik, kognitif, emosional, perilaku, dan kesulitan fungsional di dalam aktivitas harian (Bellomo et al., 2020; Peláez-Vélez et al., 2023).

Secara luas, stroke dibagi ke dalam dua kategori, yaitu iskemik (80-87%) atau *hemorrhagic* (13-20%). Penegakkan diagnosis stroke memerlukan pencitraan radiologi dengan *computed tomography* (CT) dan/ atau *magnetic resonance imaging* (MRI) untuk menentukan tipe dan manajemen stroke. Tiga tahap utama yang digunakan dalam mendeskripsikan manifestasi CT dari stroke adalah akut (0-2 minggu), subakut (2 minggu - 6 bulan), dan kronis (lebih dari 6 bulan) (Ogbole et al., 2015; Edzie et al., 2021).



Gambar 2.1 Hubungan antara faktor risiko usia dan jenis kelamin di sepanjang kehidupan (Roy-O'Reilly and McCullough, 2018)

2.2. Gangguan-Gangguan pada Pasien Pasca Stroke

2.2.1 Gangguan pada Quality of Life (QoL)

Luaran stroke sering kali berdampak pada seluruh aspek kehidupan individu. Penurunan kontak sosial, kepercayaan diri yang menurun, *fatigue*, dan depresi pasca stroke merupakan faktor yang berkontribusi ke dalam penurunan kualitas hidup. Pengukuran QoL merupakan cara terbaik untuk menilai efikasi dari intervensi rehabilitasi stroke medis. *Quality of Life* (QoL) pasien pasca stroke lebih rendah apabila dibandingkan dengan QoL sebelum serangan stroke dan populasi umum (Ramos-Lima et al., 2018; Martini et al., 2022).

Kebutuhan untuk memahami seberapa luas dan besar dampak stroke, serta implikasi penting untuk kesehatan menjadi terbukti. Bagaimana perubahan pada fisik, emosi, kognitif, dan partisipasi komunitas seiring waktu dapat memengaruhi QoL menjadi sangat penting untuk diketahui. Penyintas stroke menghadapi tantangan baru, seperti hidup dengan disabilitas. Pasien dengan sekuel fisik dan/ atau mental memerlukan rehabilitasi spesifik untuk mencapai pemulihan fungsional. Selain itu, integrasi ulang antara keluarga, komunitas, dan

sosial untuk mempertahankan tingkat pemulihan juga penting dalam mencapai QoL yang baik (Ramos-Lima et al., 2018).

Domain QoL antara lain adalah kesehatan fisik, kesehatan psikis, hubungan sosial, kesehatan lingkungan, dan persepsi akan kesehatan. Sebuah studi menunjukkan bahwa tingkat pendidikan yang tinggi berkaitan dengan QoL yang baik pada pasien pasca stroke. Berpartisipasi di dalam program rehabilitasi stroke medis berkaitan dengan domain hubungan sosial dari QoL. Pendidikan, khususnya dalam hal pengetahuan mengenai rehabilitasi stroke medis, teridentifikasi sebagai salah satu faktor yang terkait dengan QoL pasien pasca stroke. Studi Martini *et al.* menyoroti pentingnya memperbaiki komunikasi dan pemberian informasi terkait kelebihan dan keuntungan rehabilitasi stroke medis, dengan harapan dapat memfasilitasi perkembangan QoL pasien pasca stroke. Perencanaan terstruktur mengenai program rehabilitasi pasca stroke dan persiapan pulang harus dipertimbangkan secara matang (Gurková et al., 2023; Martini et al., 2022).

Peningkatan usia pasien pasca stroke berdasarkan sebuah studi diikuti dengan penurunan skor total kualitas hidup, yang dapat diinterpretasikan sebagai kualitas hidup yang rendah. Temuan studi tersebut juga menyebutkan bahwa setiap peningkatan satu tahun pada usia menyebabkan penurunan pada skor kualitas hidup sebesar 0,226. Pasien pasca stroke yang berusia lebih tua berada pada risiko lebih besar mengalami depresi dan stroke sirkulasi anterior (Martini et al., 2022). *Quality of Life* (QoL) yang lebih tinggi berkaitan dengan kemandirian di keseharian yang lebih besar dan mobilitas, tingkat pendidikan yang lebih tinggi, tingkat sosioekonomi yang lebih baik, dan dukungan sosial. QoL yang buruk berkaitan dengan ansietas, depresi, dan *fatigue* (Ramos-Lima et al., 2018).

Mengukur QoL adalah cara terbaik untuk menilai efektifitas intervensi pada pasien pasca stroke. *Quality of Life* (QoL) pasien pasca stroke lebih rendah dibandingkan QoL sebelum serangan stroke dan juga lebih rendah dibandingkan populasi umum (Martini et al., 2022).

Penilaian QoL dapat dilakukan dengan menggunakan *short form 36* (SF-36). Kuesioner ini berisi 36 pertanyaan yang sering digunakan di banyak disiplin medis dan keperawatan. Kuesioner terstandar ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi segala permasalahan kesehatan fisik, mental, untuk membuat evaluasi menyeluruh pada kualitas hidup. Kuesioner ini berisi 36 item yang dibagi

ke dalam 8 dimensi, yaitu fungsi fisik, restriksi karena masalah fisik, nyeri tubuh, kesehatan umum, vitalitas/ rasa lelah, fungsi sosial, restriksi karena masalah emosi, dan kesehatan jiwa (Bártlová et al., 2022).

2.2.2 Post Stroke Fatigue

Stroke merupakan penyebab mortalitas kedua tertinggi di seluruh dunia dan merupakan penyebab utama disabilitas. Baik stroke iskemia maupun pendarahan, keduanya dapat menimbulkan disabilitas fisik, gangguan kognitif, psikologis, dan gangguan perilaku (Ponchel et al., 2015). Stroke dapat menyebabkan kerusakan sel dan kematian sel pada otak, yang menimbulkan adanya disfungsi kognitif. *Post-stroke cognitive impairment* (PSCI) merupakan salah satu penyebab disabilitas dan kebergantungan paling umum pada penyintas stroke (Cherkos et al., 2023). Selama beberapa dekade, *fatigue* dipertimbangkan sebagai sebuah gejala depresi pasca stroke. Namun, terdapat sebuah fakta bahwa pasien tanpa depresi sering mengeluhkan *fatigue* pasca serangan stroke (*post stroke fatigue* atau PSF) sebagai sindrom spesifik. Prevalensi PSF berkisar dari 16% hingga 74% pasien. Perbedaan rentang prevalensi yang cukup jauh ini dikarenakan adanya perbedaan alat yang digunakan untuk mengukur PSF, kurangnya konsensus mengenai definisi PSF, dan heterogeneitas pasien stroke (usia, tipe dan tingkat keparahan stroke, serta komorbiditas) (Ponchel et al., 2015; Skogestad et al., 2021).

Selain disebut sebagai gejala yang cukup sering muncul, PSF dinilai oleh 23-59,5% pasien sebagai salah satu gejala yang paling buruk yang dialami oleh pasien. Meskipun *fatigue* merupakan gejala yang tidak parah dan kurang spesifik pasca stroke dibandingkan di sklerosis multipel, PSF memiliki dampak fungsional yang mirip pada fungsi psikologis dan aktivitas profesional, sosial, serta keluarga. Selain itu, PSF juga memiliki dampak negatif terhadap perasaan subjek dari kesembuhan selama rehabilitasi (Ponchel et al., 2015; Rutkowski et al., 2021).

Post stroke fatigue (PSF) merupakan salah satu penyebab disabilitas karena tingkat pengenalan akan kondisi ini masih tergolong rendah. Hal ini akan mengakibatkan kesulitan pada pasien dalam melakukan *coping* dengan rasa *fatigue*, ansietas, depresi, kecewa, dan kurangnya rasa percaya diri. *Fatigue* juga akan menimbulkan kesalahpahaman dalam perilaku pasien oleh keluarga atau teman pasien, dimana terdapat permintaan yang berlebihan, yang melebihi

kemampuan pasien, membuat pasien mengalami ansietas dan depresi, serta membuat pasien menarik diri dari berbagai aktivitas serta kehidupan sosial. *Post Stroke Fatigue* (PSF) merupakan kombinasi interaksi yang kompleks dan masih belum dipahami dari fenomena biologis, psikososial, dan perilaku. Oleh karena itu, penting untuk mengenal PSF lebih dalam dan mengidentifikasi pasien berisiko tinggi mengalami PSF, serta memberikan terapi pada pasien tersebut (Ponchel et al., 2015).

Saat ini, belum terdapat konsensus dan definisi yang jelas dari PSF, karena kompleksitasnya. *Post Stroke Fatigue* (PSF) dapat dibedakan dengan *fatigue* normal pada saat pasien istirahat. Apabila *fatigue* normal, kondisi *fatigue* pasien dapat membaik dengan istirahat. Faktanya, PSF merupakan kondisi penyakit yang dicirikan dengan kurangnya energi berlebihan, kronis, dan persisten yang berdampak pada aktivitas harian. *Post Stroke Fatigue* (PSF) secara umum didefinisikan dalam istilah subjektif sebagai kondisi keseluruhan dari rasa lelah, khawatir, tidak suka terhadap usaha atau kegiatan (Ponchel et al., 2015).

Meskipun insiden PSF yang lebih besar pada wanita dan pasien berusia lanjut, faktor sosiodemografi, seperti tingkat pendidikan, dukungan sosial, dan status pernikahan, tidak berkaitan secara signifikan dengan PSF. Faktor psikologis dan kehidupan, seperti depresi, ansietas, dan kualitas hidup yang buruk, berkaitan kuat dengan PSF. Meskipun studi mengevaluasi fungsi kognitif secara keseluruhan, tetapi tidak terdapat korelasi antara kognitif dan skor *fatigue*, tetapi investigasi kognitif yang lebih ekstensif menunjukkan korelasi performa yang memerlukan perhatian secara umum dan memproses kecepatan secara khusus. Faktor neurologis, seperti tipe, tingkat keparahan, dan etiologi stroke, serta volume infark, tidak menunjukkan kaitan dengan PSF. Namun, informasi adanya lesi bersifat penting karena pasien stroke mengalami *fatigue* yang lebih dominan dibandingkan pasien yang menderita *transient ischemic attack* (TIA). Studi Ponchet *et al.* mengungkapkan bahwa PSF tidak bergantung pada faktor risiko vaskuler, tetapi berkaitan dengan gangguan tidur, *fatigue* pra-stroke, nyeri, dan nutrisi yang buruk (Ponchel et al., 2015).

Post Stroke Fatigue (PSF) secara kualitatif umumnya berbeda dengan *fatigue* yang dialami sebelum stroke, dimana PSF dapat diperberat oleh stres dan aktivitas fisik, serta secara umum merespons baik terhadap istirahat dan tidur yang cukup. Tipe PSF ini dikenal juga sebagai *exertion fatigue*, yang dialami secara

spesifik setelah aktivitas fisik atau penggunaan usaha mental. Tipe ini bermanifestasi di fase awal pasca stroke sebagai episode akut, dengan onset cepat, durasi pendek, dan penyembuhan yang lebih cepat. PSF tipe akut berkaitan dengan tugas-tugas yang memerlukan fungsi kognitif dan kebugaran aerobik. Tipe PSF lain adalah *fatigue* kronis, yang bermanifestasi di fase lambat pasca stroke, yang dicirikan dengan gejala mental dan psikologis, kurangnya ketertarikan atau motivasi rendah. Depresi merupakan prediktor independen yang kuat dari *fatigue* lambat (Paciaroni and Acciarresi, 2019).

Penilaian PSF dapat dilakukan dengan *fatigue severity scale* (FSS). *Fatigue severity scale* (FSS) merupakan kuesioner pasien yang digunakan untuk menilai gejala *fatigue*. *Fatigue severity scale* (FSS) paling sering digunakan karena pengaplikasiannya yang mudah dan mampu mewakili aspek fisik dan mental dari *fatigue*. Nilai *cut-off* FSS yang digunakan pada pasien pasca stroke untuk mendiagnosis *fatigue* adalah ≥ 4 (22-24, 27) atau ≥ 5 (10,25) (Choi-Kwon and Kim, 2011). Sebuah studi terbaru menyimpulkan bahwa FSS dapat digunakan untuk mendiagnosis PSF, tetapi FSS memiliki tingkat spesifisitas yang rendah (Paciaroni and Acciarresi, 2019).

Fatigue severity scale (FSS) merupakan skala yang valid untuk mengukur *fatigue* pada stroke. Namun, FSS tidak sensitif dalam membedakan *fatigue* dari subjek kontrol dengan masalah orthopedi yang berusia dan berjenis kelamin sama. FSS menunjukkan konsistensi internal yang sempurna pada subjek dengan stroke (*Cronbach's alpha*: 0,928). Terdapat korelasi sedang antara FSS dan SF-36 ($r = -0,498$, $p < 0,001$). FSS secara lemah berkorelasi dengan HADS *anxiety* ($r = 0,310$, $p = 0,041$) dan HADS depresi ($r = 0,334$, $p = 0,027$) (Ozyemisci-Taskiran et al., 2019).

2.2.3 Gangguan Depresi Pasca Stroke

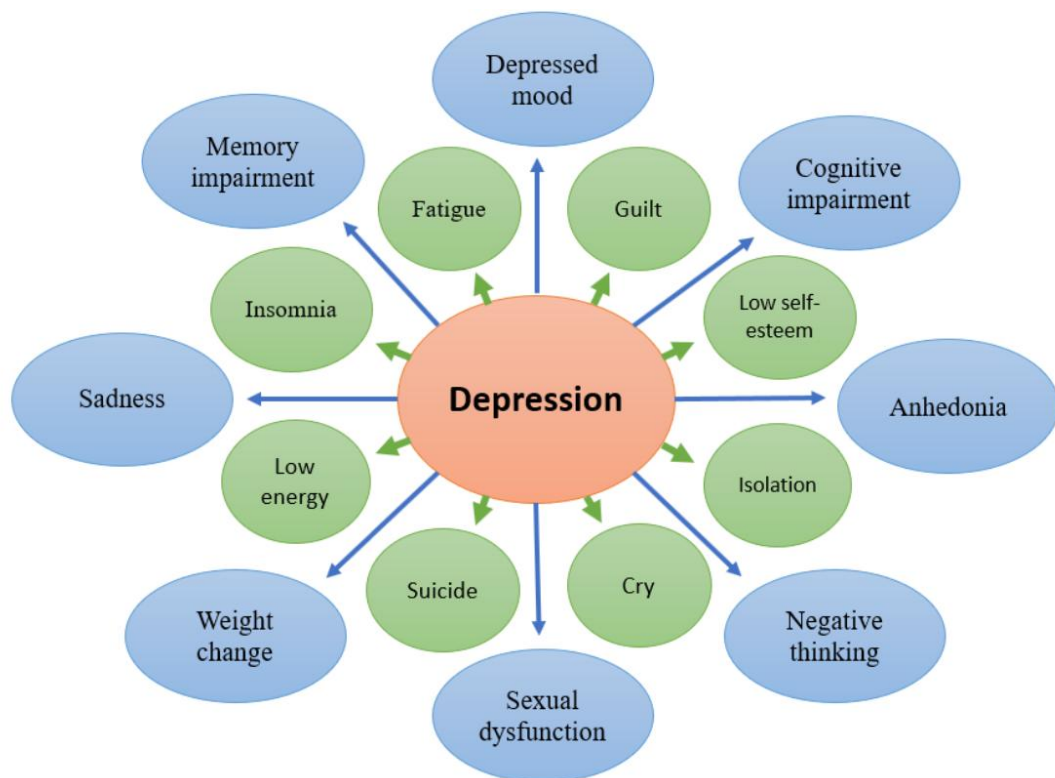
Depresi pasca stroke merupakan kondisi yang sering teramati dalam minggu hingga bulan setelah stroke akut. Tingkat depresi pasca stroke dilaporkan mencapai 11% hingga 52%. Depresi pasca stroke didefinisikan sebagai depresi yang sebelum *onset* stroke tidak ada, tetapi muncul setelah stroke. Satu dari 3 pasien stroke mengalami depresi pascastroke (Nickel and Thomalla., 2017).

Depresi merupakan gangguan psikologis yang umum ditemukan pada populasi, dimana prevalensi penyakit ini di dunia meningkat hingga mencapai 320 juta jiwa. Gejala yang umum ditemukan pada depresi adalah disfungsi kognitif,

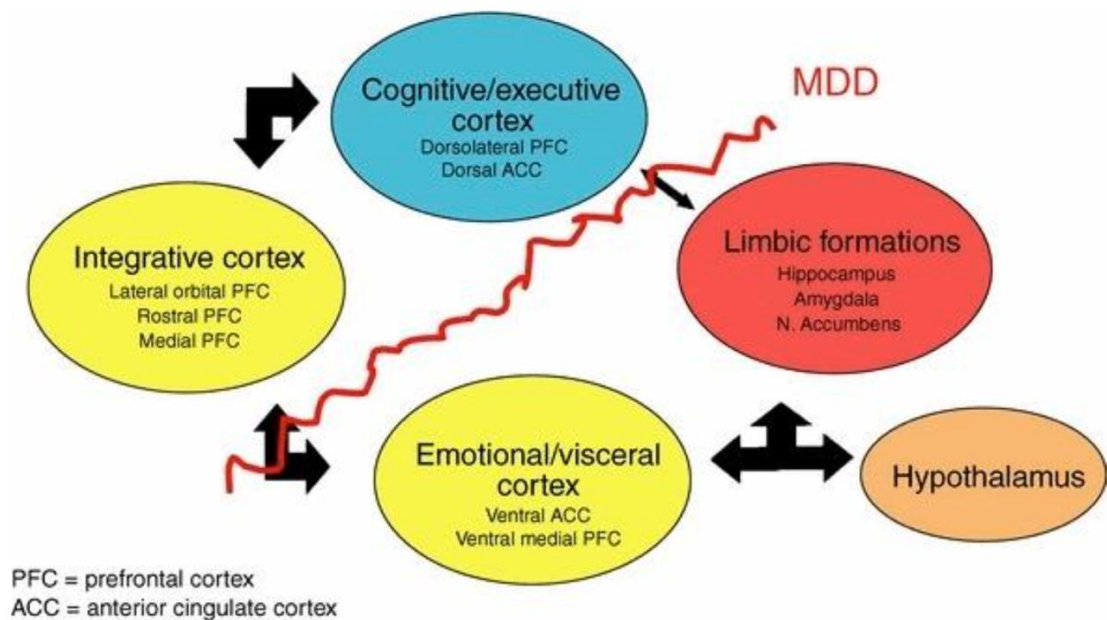
seperti gangguan dalam belajar dan memori, *mood* yang berubah-ubah, *mood* sedih yang kontinu, merasa tidak berharga, anhedonia, menarik diri dari sosial, gangguan tidur, dan ide bunuh diri (Joodaki and Radahmadi., 2023). Depresi pascastroke berdampak pada kira-kira sepertiga pasien stroke. Kondisi ini dapat mempersulit proses rehabilitasi dan terkait dengan luaran fungsional buruk, serta peningkatan mortalitas (Nickel and Thomalla., 2017).

Pada Gambar 2, menunjukkan berbagai gejala psikologis, perilaku, dan fisiologis yang berkaitan dengan depresi. Gejala paling umum yang ditemukan pada depresi adalah berupa gangguan kognitif, seperti gangguan dalam belajar dan gangguan memori, *mood swings*, *low mood* kontinu, rasa tidak berharga, anhedonia, penarikan diri dari sosial, gangguan tidur, dan pikiran bunuh diri (Joodaki and Radahmadi., 2023).

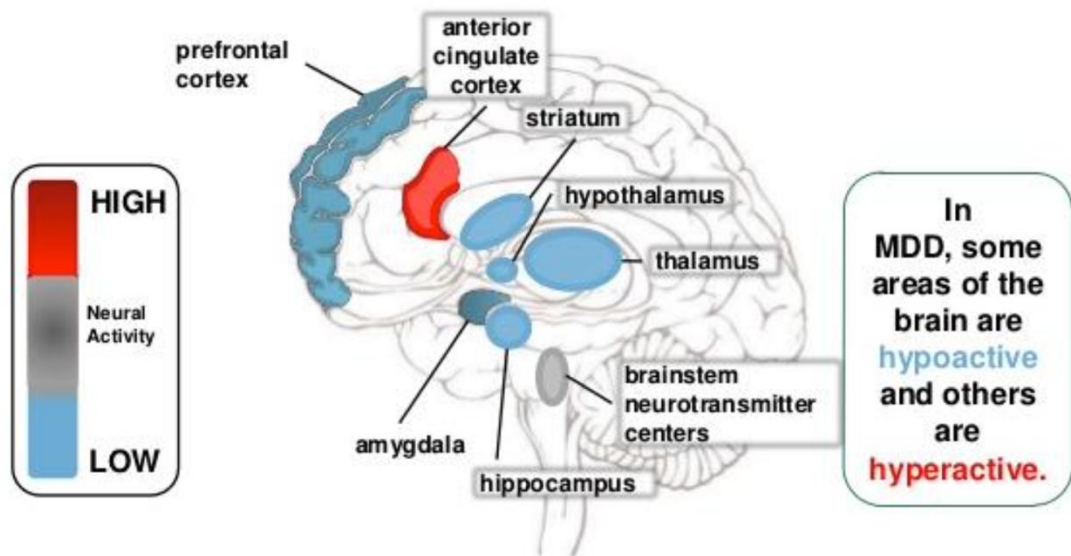
Pada Gambar 3, menunjukkan beberapa abnormalitas pada neurobiologis, struktural, dan fungsional telah teramati pada struktur limbik (amygdala, hipokampus, dan nukleus accumbens), non-limbik, atau para-limbik (korteks, *subgenual anterior cingulate cortex*, dan prefrontal ventromedial) yang terlibat di dalam korteks prefrontal dan *cingulate*. Pasien dengan gangguan depresi berat memiliki volume korteks orbitofrontal media yang lebih kecil (mOFC atau girus rektus). Aktivitas pada sistem dorsal (hipokampus, PFC dorsolateral, dan korteks *cingulate* anterior dorsal) mengalami penurunan pada depresi. Pada kondisi yang sama, terdapat peningkatan aktivitas pada sistem ventral (amigdala, insula, striatum ventral, korteks *cingulate* subgenu, dan pars ventral ACC dan PFC (Joodaki and Radahmadi., 2023).



Gambar 2.2 Berbagai gejala depresi (Joodaki and Radahmadi., 2023)



Gambar 2.3 Koneksi resiprokal regio limbik dengan paralimbik (Joodaki and Radahmadi., 2023)



Gambar 2.4 Beberapa area otak yang hipoaktif dan hiperaktif dalam depresi (Joodaki and Radahmadi,, 2023)

Stroke merupakan penyebab kematian kedua di seluruh dunia, dimana sekitar 33% penyintas stroke memiliki derajat depresi yang berbeda di waktu kapan saja setelah stroke. Depresi pasca stroke dapat memengaruhi kesehatan mental, memperburuk luaran rehabilitasi, bahkan mengakibatkan mortalitas pascastroke. Oleh karena itu, deteksi awal depresi pasca stroke penting dilakukan untuk melihat prognosis dan menghindari hal yang tidak diinginkan (Yue et al., 2022). Mohammed *et al.* (2019) di dalam studinya mampu mengidentifikasi faktor risiko terjadinya depresi pascastroke. Faktor risiko penting terjadinya depresi pascastroke adalah merokok, hipertensi, peningkatan disabilitas fisik, dan gangguan fungsi kognitif (Mohammed et al., 2019).

Beberapa skala telah dikembangkan untuk menilai depresi, seperti *Hamilton depression rating scale* (HDRS), *hospital anxiety and depression scale*, dan *patients health questionnaire* (PHQ-9) (Yue et al., 2022).

Hamilton depression rating scale (HDRS) merupakan skala yang secara luas digunakan oleh klinisi untuk menilai tingkat keparahan depresi pasien yang sudah terdiagnosis gangguan depresi. *Hamilton depression rating scale* (HDRS) dapat secara sensitif membedakan antara terapi aktif dan plasebo. Bech *et al*, (1981) menemukan bahwa dengan menggunakan HDRS, gejala seperti *mood* depresi, kehilangan minat, dan kelelahan dapat terjadi pada pasien depresi ringan hingga berat, sedangkan gejala berupa rasa bersalah dan penurunan psikomotor

hanya terdapat pada pasien depresi berat. Selain itu, dengan HDRS, Bech *et al.* (1981) menemukan bahwa gejala *mood* depresi, kehilangan minat, dan kelelahan lebih sering ditemui dan terjadi sebelum *onset* gejala depresi yang lebih berat (Bech *et al.*, 1981; Liebowitz and Yeung., 2007).

HDRS ditemukan sensitif dalam membedakan antara terapi aktif dan plasebo. HDRS memiliki berat item yang berbeda sebagai salah satu keterbatasan penting dari kuesioner ini. Bukti menyebutkan bahwa item HDRS tertentu berkontribusi lebih terhadap skor total dibandingkan yang lain akan mengganggu asumsi psikometri homogeneitas item. Di dalam model psikometri, apabila hendak dimasukkan ke dalam skala penilaian, maka semua item harus menunjukkan berat klinis yang sama. Di dalam pendekatan klinimetrik, perbedaan berat item bukan merupakan suatu kelemahan, tetapi syarat dasar untuk skala penilaian. Dengan menggunakan item HDRS, Bech *et al.* menemukan bahwa gejala seperti *mood* depresi, kehilangan minat, dan kelelahan terjadi, baik di pasien depresi ringan maupun berat, sedangkan gejala berupa rasa bersalah dan retardasi psikomotor hanya terdapat pada pasien depresi berat. Hal ini menunjukkan penggunaan klinis dari perbedaan berat item HDRS, yang dapat secara sensitif membedakan depresi mayor dari depresi sedang hingga ringan. Dengan HDRS, Bech *et al.* juga menemukan bahwa gejala *mood* depresi, kehilangan minat, dan kelelahan lebih sering terjadi sebelum *onset* gejala depresi yang lebih berat (Bech *et al.*, 1981b; Carrozzino *et al.*, 2020).

2.3. Virtual Reality Exergaming Rehabilitation

Insidensi trauma otak di dunia sangat signifikan, dimana kerusakan otak yang timbul menimbulkan implikasi sosial, ekonomi, dan personal manusia. Namun, otak sangat mampu untuk melakukan perubahan, struktur, fisiologis, dan fungsional seiring waktu, meskipun di dalam tahun perkembangannya, yang dapat menunjukkan penyembuhan dari fungsi yang hilang setelah terluka. Kemampuan sistem saraf untuk melakukan perubahan fisiologis sebagai hasil dari perubahan genetik, perilaku, dan lingkungan, disebut sebagai neuroplastisitas. Proses perkembangan, penuaan, pembelajaran, memori, dan respons neural terhadap trauma, semuanya melibatkan konsep penting dari neuroplastisitas (Cheung *et al.*, 2014). Neuroplastisitas dapat terjadi pada berbagai tingkat dan variasi. Perubahan

seluler dalam jangka relatif pendek dapat terjadi sebagai hasil dari perubahan sementara dalam eksitabilitas populasi dari neuron, sedangkan perubahan struktural dalam jangka panjang dapat terjadi setelah melakukan praktik kemampuan jangka panjang atau karena adanya gangguan terhadap otak, seperti stroke. Pemberian rehabilitasi yang tepat dapat membuat perubahan neuroplastik terjadi seiring waktu, yang membuat terjadinya penyembuhan secara penuh atau sebagian dari fungsi yang hilang setelah gangguan terjadi. Kemampuan neuroplastisitas otak dapat memungkinkan otak mengalami restrukturisasi sepanjang waktu dengan pelatihan dan praktik (Cheung et al., 2014).

Koneksi individual antara neuron di otak secara kontinu mengalami perubahan bergantung pada stimulasi lingkungan dan perilaku, serta respons terhadap perlukaan. Komponen kunci dalam neurplastisitas adalah perubahan dinamis di dalam konektivitas neural, yang terlibat di dalam 2 fenomena, yaitu *synaptic pruning* dan *Hebbian neural interactions*. *Pruning* merupakan penurunan terprogram secara genetik dalam jumlah sinaps fisik antara neuron di semua sistem sensoris-motoris sistem saraf. Proses *pruning* dipengaruhi secara kuat oleh stimulasi dari lingkungan dan interaksi antarneuron selama proses belajar (yang disebut dengan istilah interaksi Hebbian). Sebagai contoh, sepasang neuron yang sering tereksitasi bersama akan cenderung menampilkan *less pruning* dan konektivitas mutual yang lebih kuat, dimana koneksi antara 2 neuron yang mengalami *fire* secara independen satu sama lain akan menjadi *pruned* atau melemah. Apabila koneksi antara neuron tidak digunakan lagi, maka tingkat konektivitas mereka dapat menurun atau hilang, yang memungkinkan untuk pemberian ruang dan sumber lebih bagi koneksi aktif agar lebih kuat (Cheung et al., 2014).

Teori *long-term potentiation* (LTP) merupakan kandidat kuat yang terkait dengan proses seluler dalam belajar dan memori. *Long-term potentiation* (LTP) didefinisikan sebagai penguatan yang berlangsung lama di dalam transmisi sinyal antara neuron yang terjadi ketika 2 neuron distimulasi secara bersamaan. Hal ini merupakan salah satu cara dimana sinaps kimiawi mampu mengubah kekuatan. *Long-term depression* (LTD) terjadi ketika efek postsinaps neuron terhadap yang lain melemah. *Long-term potentiation* (LTP) dan *Long-term depression* (LTD) merupakan proses yang bergantung pada aktivitas akibat penguatan atau penurunan di dalam efikasi transmisi sinaptik, baik melalui perubahan jumlah

koneksi antarneuron, modulasi pertukaran neurotransmitter antarneuron, atau keduanya (Cheung et al., 2014).

Perkembangan teknologi yang dapat diaplikasikan ke dalam terapi rehabilitasi menawarkan manfaat dalam memperkuat kapasitas fungsional dengan menghilangkan atau meminimalkan keterbatasan fungsional yang terdapat pada disabilitas. Teknologi berdasarkan *virtual reality* (VR) menyediakan berbagai derajat *interface*, mulai dari mekanisme sensorimotor dasar hingga pembelajaran yang lebih kompleks dan aspek psikososial perilaku manusia (Weiss Emily A Keshner Mindy F Levin Editors, 2014).

Terapi rehabilitasi VR *exergaming* dipertimbangkan sebagai sebuah pilihan terapi yang berguna untuk meningkatkan keseimbangan, *gait*, dan luaran fungsional dengan mengikuti secara aktif melalui permainan video. *Exergaming* memungkinkan pasien untuk menggunakan gerakan seluruh tubuh, variasi kecepatan, berbagai arah, gerakan repetitif dan keseimbangan pascastroke (Arshad Nawaz Malik and Tahir Masood, 2020). *Gamification* pada rehabilitasi stroke dapat meningkatkan motivasi pasien agar terus mengikuti program latihan yang diberikan. Permainan juga berperan sebagai sumber *enjoyment* pasien, yang mampu meningkatkan durasi dan intensitas latihan. Berbagai *games* telah dicobakan pada pasien stroke, termasuk *games* 2D, 3D, *Nintendo Wii Sport*, *PlayStation*, *Wii Balance*, *Xbox*, *Kinect*, dan *Armeo-Senso*, dan menunjukkan luaran positif (Alankus et al., 2010; Malik et al., 2022).

Teknologi VR mampu menyediakan *framework* yang baik untuk mengikat pasien di dalam aktivitas yang memiliki tujuan tanpa bantuan terapis. Teknologi VR memiliki kontribusi signifikan dalam mencapai fungsi fisik dan memperkuat tingkat motivasi pasien stroke (Arshad Nawaz Malik and Tahir Masood, 2020). VR merupakan teknologi berbasis komputer yang membentuk lingkungan virtual, interaktif, *motivational*, dan multi-sensoris, dimana pasien dapat berinteraksi dengan aktivitas yang dikembangkan oleh komputer. Aplikasi VR dan *games* dapat menyediakan kegiatan latihan yang repetitif, intensif, dan *task-specific*, serta penting dalam neuroplastisitas (Costa et al., 2019; Felipe et al., 2020).

Efektivitas latihan fisik dalam menurunkan risiko stroke pertama dan rekuren lebih tinggi ditemukan pada laki-laki dibandingkan perempuan, serta laki-laki lebih responsif terhadap latihan yang diberikan, yang ditunjukkan melalui perbaikan fungsi klinis yang lebih tinggi setelah serangan stroke daripada perempuan (Tollár et al., 2021).

Tollár *et al.* membandingkan efek intensitas tinggi, frekuensi *agility exergaming* dan program standard dengan intensitas yang lebih rendah, terhadap gejala klinis, mobilitas, tekanan darah, dan kualitas hidup pasien dengan stroke, dimana latihan *high-intensity exergaming* dua kali sehari dibandingkan satu kali sehari atau *lower intensity standard care* 1 kali sehari memberikan dampak pada gejala klinis, motorik, tekanan darah, dan kualitas hidup pada laki-laki dan perempuan dengan stroke iskemik subakut. Hasil studi tersebut menyimpulkan bahwa *high-intensity exergaming* 2 kali sehari lebih superior dampaknya dibandingkan dengan *high-intensity exergaming* 1 kali sehari atau pelayanan standard dengan *lower intensity* pada gejala klinis, motorik, tekanan darah, dan kualitas hidup pasien stroke subakut (Tollár *et al.*, 2021).

Meta-analisis uji klinis menunjukkan bahwa jumlah terapi motorik yang lebih tinggi berkaitan dengan luaran yang lebih baik pada manusia. Namun, RCT yang dilakukan pada pasien subakut dan kronis dengan dosis yang berbeda dan intervensi latihan yang sama, tidak menunjukkan adanya tambahan keuntungan dari 2-3 kali lipat dosis yang biasanya diterima di pelayanan klinis rutin (Stinear *et al.*, 2020).

Sebuah tinjauan sistematis mendukung bahwa terdapat efek potensial yang menguntungkan dari *fully immersive* VR di dalam rehabilitasi pasien stroke, dimana kegiatan ini mampu memaksimalkan penyembuhan melalui peningkatan motivasi dan ketaatan (Patsaki *et al.*, 2022). Temuan studi lain menunjukkan bahwa pelatihan VR yang dikombinasikan dengan rehabilitasi kognitif berbasis komputer memiliki keuntungan tambahan dalam manajemen gangguan kognitif pasien stroke (Kim *et al.*, 2011).

Exergame atau *exercise game* sendiri adalah video game yang mengharuskan pemain untuk berinteraksi dengan skenario permainan melalui gerakan tubuh yang bertujuan, menawarkan kesenangan sambil menstimulasi fungsi sensorik, kognitif, psikologis, dan motorik mereka. (Fang, 2021). Teknologi VR mampu menyediakan *framework* yang baik untuk mengikat pasien di dalam aktivitas yang memiliki tujuan tanpa bantuan terapis, sehingga hal ini diharapkan dapat memotivasi pasien di dalam meraih tujuan yang diinginkan. Teknologi VR memiliki kontribusi signifikan dalam mencapai fungsi fisik dan memperkuat tingkat motivasi pasien stroke (Malik and Tahir Masood, 2017).



Gambar 2.5 Virtual reality untuk ketangkasan tangan
(Nizan Friedman, 2014)

Gamification pada rehabilitasi stroke secara signifikan dapat memotivasi pasien agar terus mengikuti program latihan yang diberikan. Hal ini dianggap dapat dapat memperbaiki control motorik sehingga dapat memperbaiki fungsional dengan penggunaan yang sesuai. Pasien dapat menggunakan tangan atau gerakan tubuhnya untuk memainkan permainan, yang kemudian menyediakan praktik berulang pada ekstremitas yang mengalami paresis dengan umpan balik yang konsisten. Permainan juga berperan sebagai sumber *enjoyment* pasien, yang mampu meningkatkan motivasi, durasi, dan intensitas latihan. Berbagai *games* telah dicobakan pada pasien stroke, termasuk *games* 2D, 3D, *Nintendo Wii Sport*, *PlayStation*, *Wii Balance*, *Xbox*, *Kinect*, dan *Armeo-Senso*, dan menunjukkan luaran positif (Alankus et al., 2015).

2.4 Mekanisme Virtual Reality Mempengaruhi Neuroplastisitas

Dasar dari program terapi berbasis VR adalah perbaikan jalur neuron yang didukung oleh neuron di korteks motorik primer, korteks premotor dorsal, dan area motorik tambahan. Penelitian *neuroimaging* pada manusia menunjukkan bahwa pengaruh VR pada neuroplastisitas dan reorganisasi motorik pada manusia dengan merangsang sistem sensorimotor internal dengan mengaktifkan neuron di area kontrol motorik kortikal dan subkortikal serta otak kecil. *Virtual reality* memungkinkan interaksi yang lebih baik dengan lingkungan *virtual* yang didesain agar mirip dengan lingkungan nyata dan diakses melalui layar yang dapat dipasang di kepala dan dilengkapi dengan perangkat pelacak gerakan, isyarat visual dan pendengaran, serta alat kontrol seperti joystick atau teknologi canggih lainnya yang dapat mengakses sinyal otot dan otak. (Colloca L et al, 2020)

Model VR mensimulasikan aktivitas dunia nyata, dalam konteks lingkungan yang diperkaya dengan grafis antarmuka dan umpan balik audio visual,

memungkinkan pasien melakukan aktivitas kognitif dan motorik pada saat yang bersamaan. Pengaturan VR ini dapat melibatkan dunia luar, dalam lingkungan klinis yang aman dan teratur, menghindari aktivitas berisiko selama sesi terapi. Selain itu, mereka dapat melibatkan pasien dalam program rehabilitasi yang lebih intens dan sering karena pendekatan ini lebih menstimulasi dan menghibur dibandingkan program rehabilitasi konvensional. Melalui replikasi skenario kehidupan nyata, teknologi VR memberikan potensi lebih besar untuk ditransfer ke aktivitas fungsional kehidupan sehari-hari. (Marotta N, 2022)

Kontingensi sensorimotor merujuk pada aktivitas yang terjadi dalam proses persepsi lingkungan virtual, seperti menggerakkan kepala dan mata untuk mengubah sudut pandang atau memperhatikan objek tertutup guna memahami ruang sekitar. Sementara itu, kontingensi sensorimotor yang berkaitan dengan berjalan dan melihat sekitar yang dipermudah oleh visualisasi dalam lingkup VR menciptakan pengalaman yang mendalam. Penelitian ini menarik karena merupakan yang pertama kali mencakup konvensional yang tepat dalam konteks VR, pengalaman VR yang mendalam, dan gangguan pada subjek. Hal ini menyoroti fakta bahwa banyak penelitian sebelumnya di bidang VR tidak memperhatikan konvensional yang sesuai (*non-immersive VR*) dan/atau menganalisis konteks VR dengan baik (Marotta N, 2022).

Menurut penelitian terbaru Chan et al pada tahun 2021, lingkungan virtual berbasis alam dalam aplikasi VR dapat meningkatkan mood dan mengurangi stres pada lansia. Warna dan efek suara yang berbeda juga harus digunakan untuk memberikan umpan balik sebagai respons terhadap interaksi pengguna dengan objek virtual di VR. Secara keseluruhan, para peserta melaporkan pengalaman positif dengan exergame dan terapi berkelanjutan untuk mendukung rehabilitasi dapat dicapai dengan merancang kode dan menyesuaikannya dengan kebutuhan kelompok pengguna (Gangemi A et al, 2023; Shah et al, 2023).

2.4.1 Pengaruh VR pada *Quality of life*, Depresi, dan *Fatigue post stroke*

Exergames dapat mendorong perubahan perilaku kesehatan dan memfasilitasi hasil psikososial yang positif, mengidentifikasi elemen kunci dari exergaming yang memungkinkan interaksi sosial. Memainkan exergames juga dapat menciptakan perasaan kehadiran, kenikmatan, dan pengalaman suasana hati, menghasilkan jumlah dan keragaman target yang lebih besar yang berdampak pada pengalaman pengguna. Bermain *exergames* dinilai mampu

meningkatkan kualitas hidup. Oleh karena itu, *exergames* dapat digunakan dalam kegiatan promosi dan pendidikan yang bertujuan untuk melibatkan masyarakat dalam kegiatan promosi kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup mereka. (Yu J *et al*, 2023)

Menurut temuan Yu J *et al*, bermain *exergames* dapat meningkatkan kualitas hidup dalam hal kesehatan mental pemain yang antusias berolahraga atau berusaha mengendalikan berat badan mereka. Oleh karena itu, dapat disarankan agar individu yang memiliki kondisi seperti itu mencoba bermain *exergames* untuk mendapatkan manfaat kesehatan yang lebih baik dari bermain *exergames*, dalam hal meningkatkan kualitas hidup mereka. Selain itu, kami merekomendasikan bahwa bermain *exergames*, sebagai strategi yang efektif, juga dapat bermanfaat bagi kesehatan masyarakat di masyarakat. (Yu J *et al*, 2023)

Terdapat bukti bahwa permainan olahraga dapat memperbaiki depresi secara signifikan di antara orang-orang yang mengalami depresi (yaitu, di antara orang dewasa dan orang lanjut usia). Beberapa literatur juga menunjukkan bahwa *exergames* dapat meningkatkan depresi pada subjek sehat. Misalnya, depresi di kalangan lansia sehat membaik setelah bermain game *Wii Fit* (Nintendo) dua kali seminggu selama 4 minggu; peserta konvensional yang mengikuti program pendidikan dalam durasi yang sama tidak mengalami peningkatan tersebut. Sebuah tinjauan baru-baru ini juga menunjukkan bahwa terapi VR efektif dalam mendukung pengobatan kecemasan dan depresi. Meskipun mahasiswa berisiko tinggi mengalami masalah mental, penelitian terbatas telah meneliti penggunaan permainan olahraga untuk meningkatkan kesehatan di kalangan mahasiswa. Sebuah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa bermain game realitas virtual 3 kali seminggu selama 6 minggu dapat meningkatkan depresi pada mahasiswa yang sehat. Dalam hal persepsi stres, Huang dkk melakukan penelitian untuk mengeksplorasi bagaimana bermain game berdampak pada kondisi suasana hati (termasuk stres yang dirasakan) mahasiswa dan staf universitas yang sehat. Mereka menemukan bahwa bermain *exergames* selama 30 menit berturut-turut setiap minggu selama 2 minggu dapat mengurangi tingkat stres yang dirasakan. (Xu W *et al*, 2021)

Virtual reality dapat memberikan umpan balik multisensori secara real-time, variasi tugas, kemajuan objektif, dan pelatihan berulang yang berorientasi pada tugas. Hal ini juga dapat meningkatkan ketepatan pengukuran kinerja dan

standarisasi protokol pengobatan. Selain itu, hal ini dapat berdampak positif pada motivasi. Misalnya, pasien stroke melaporkan lebih sedikit kelelahan saat menggunakan perangkat robot untuk menavigasi pesawat virtual yang ditampilkan pada monitor komputer biasa dibandingkan tanpa umpan balik visual ini. (Huygelier H *et al.*, 2021)

Ada beberapa keunggulan terkait menggunakan VR untuk rehabilitasi stroke, yang sebagian besar berkaitan dengan sifat imersif dari teknologi tersebut. Sebagai contoh, pengalaman VR yang mendalam dapat meningkatkan motivasi dalam melakukan tugas rehabilitasi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan intensitas dari terapi yang diterima. Tak hanya itu, VR juga memberikan lingkungan yang kaya akan efek positif terhadap neuroplastisitas. Selain itu, penggunaan VR memungkinkan simulasi aktivitas yang lebih relevan secara ekologis, misalnya seperti mengemudi mobil, yang nantinya dapat membantu melatih kemampuan kepantasan gerak yang transfERNYA dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Terakhir, kemampuan VR dalam menciptakan lingkungan ruang 3D juga mampu memberikan peluang untuk melatih gangguan kognitif spasial, termasuk di antaranya pengabaian hemispasial. Namun, kebingungan dalam terminologi yang digunakan untuk VR kadang mempersulit dalam menemukan literatur tentang rehabilitasi pascastroke dan menyimpulkan efektivitas serta kadar kesesuaian dari sistem rehabilitasi tertentu (Huygelier H *et al.*, 2021).