BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia menuju populasi lanjut usia. Penduduk lansia adalah mereka yang berusia 60 tahun ke atas. Selama lima puluh tahun terakhir, persentase penduduk lanjut usia di Indonesia meningkat dari 4,5 persen pada tahun 1971 menjadi sekitar 10,7 persen pada tahun 2020. Angka tersebut diproyeksi akan terus mengalami peningkatan hingga mencapai 19,9 persen pada tahun 2045. Menurut Direktorat Jenderal Kependudukan dan Pencatatan Sipil (Dukcapil), ada 30,16 juta jiwa penduduk lanjut usia (lansia) di Indonesia pada 2021. Kondisi kependudukan di Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa pada tahun 2020 jumlah penduduk lansia sekitar 10,20 persen (Badan Pusat Statistik, 2021).

Sesuai amanat Undang-Undang Dasar 1945, kesehatan merupakan hak asasi manusia dan salah satu unsur kesejahteraan yang harus diwujudkan sesuai dengan cita-cita bangsa Indonesia. Setiap orang mempunyai hak yang sama untuk memperoleh pelayanan kesehatan yang aman, bermutu, dan terjangkau tidak terkecuali bagi penduduk lanjut usia (lansia). Pelayanan kesehatan tersebut dimaksudkan untuk memelihara dan meningkatkan derajat kesehatan dan kemampuan mereka agar kondisi fisik, mental, dan sosialnya dapat berfungsi secara wajar (Badan Pusat Statistik, 2021).

Penuaan adalah proses biologis, universal, dan alami yang menyebabkan perubahan morfofisiologis pada sistem tubuh. Jatuh adalah masalah kesehatan

masyarakat utama pada populasi yang lebih tua dan cedera terkait jatuh adalah penyebab utama kematian, kecacatan, dan biaya perawatan kesehatan. Cedera akibat jatuh juga berdampak pada berkurangnya aktivitas fisik harian dan menurunnya kualitas hidup. Prevalensi cedera akibat jatuh secara nasional berdasarkan Riskesdas tahun 2013 menunjukkan bahwa cedera akibat jatuh pada lansia di Indonesia menyumbang angka kesakitan 40,9%. Prevalensi jatuh pada karakteristik usia 65 hingga 74 tahun sebesar 67,1%, sedangkan usia di atas 75 tahun adalah 78,2%. Banyak faktor berperan di dalamnya, baik faktor intrinsik dalam diri lansia tersebut serta faktor ekstrinsik terkait lingkungan sekitarnya. Lansia di Indonesia mengalami permasalahan keseimbangan (jatuh) minimal satu kali sebanyak 75% dan 45% diantaranya bisa mengalami permasalahan keseimbangan sebanyak dua kali atau lebih diakibatkan karena gangguan pada sistem keseimbangan muskuloskeletal, berupa melemahnya kekuatan otot dan menurunnya fleksibilitas (Sherrington, 2019; Susilowati, 2019).

Salah satu faktor risiko utama kejadian jatuh termasuk masalah mobilitas. Risiko berkembangnya gangguan mobilitas meningkat seiring penuaan. Sebuah konsensus internasional, *Prevention of Falls Network Europe* (ProFaNE), mendefinisikan jatuh sebagai kejadian yang tidak disangka yang membuat seseorang berada di atas permukaan tanah, lantai atau tingkat yang lebih rendah. Masalah mobilitas mengacu pada perubahan apapun dari pola berjalan normal. Untuk berjalan secara normal dibutuhkan kontrol keseimbangan dan postur baik saat istirahat maupun saat bergerak. Oleh karena itu, gaya berjalan normal membutuhkan integrasi kompleks dari kekuatan, sensasi dan koordinasi yang adekuat (Walter dan Chang, 2021).

Penyebab jatuh secara spesifik dibagi menjadi faktor ekstrinsik (lingkungan) dan faktor intrinsik (mekanisme kontrol postur, usia, ras, jenis kelamin, penyakit kronik atau gangguan psikis). Jatuh dikaitkan dengan interaksi kompleks terhadap tantangan lingkungan (tersandung, tergelincir) dan keterlibatan beberapa komponen terhadap sistem kontrol postur (masukan somatosensori, proses sentral, efektor sistem muskuloskeletetal) dalam merespon perubahan terhadap postur (Avers dan Wong, 2020).

World Health Organization (WHO) menyoroti aktivitas fisik sebagai salah satu strategi terpenting untuk meningkatkan derajat kesehatan pada populasi lansia (WHO, 2015). Berdasarkan *American College of Sports Medicine* (ACSM) menyatakan bahwa meskipun tidak ada aktivitas fisik yang dapat menghentikan proses penuaan secara biologis, terdapat bukti yang kuat bahwa latihan yang teratur dapat meminimalkan efek fisiologis dari gaya hidup *sedentary* dan meningkatkan angka harapan hidup melalui menghambat terjadinya perburukan penyakit kronik dan kelumpuhan. Tujuan utama manajemen terapi fisik terhadap jatuh adalah untuk memaksimalkan mobilitas dan kemandirian fungsional dan untuk mencegah terjadinya jatuh. Manajemen pencegahan dan intervensi secara keseluruhan terhadap fakto risiko jatuh dapat bersifat perbaikan, kompensasi atau akomodasi terhadap kondisi medis, pendekatan dalam rehabilitasi atau strategi terhadap lingkungan (Avers dan Wong, 2020).

Individu yang sering jatuh atau memiliki keterbatasan mobilisasi akan mendapatkan manfaat dari latihan neuromotor spesifik untuk perbaikan keseimbangan dan latihan proprioseptif seperti tai chi. Umur seharusnya bukanlah menjadi

penghalang untuk melakukan aktivitas fisik karena manfaat positifnya dapat dicapai di semua umur (American College of Sports Medicine, 2018). Tai chi merupakan program latihan keseimbangan karena terdiri dari gerakan lambat yang menekankan pada control postur. Tai chi dapat dilakukan dalam bentuk kelompok ataupun secara individual. Latihan ini berupa gerakan perlahan bagian tubuh sambil bernapas dalam. Tai chi memiliki efek positif terhadap keseimbangan orang lanjut usia dan telah dibuktikan bahwa tai chi mampu mengurangi rasa takut akan jatuh, risiko jatuh dan menurunkan tekanan darah. Penelitian oleh Richerson dan Rosendale menemukan bahwa orang lanjut usia dengan diabetes dan orang lanjut usia sehat yang berpartisipasi dalam program latihan tai chi menunjukkan perbaikan sensori bagian distal (Avers dan Wong, 2020).

Seiring dengan kemajuan teknologi, penggunaan media video game interaktif sebagai strategi intervensi dalam bidang kesehatan terutama rehabilitasi sedang berkembang yaitu penggunaan teknologi *exergame virtual reality* pada populasi lansia. Mayoritas lansia tidak tertarik untuk melakukan program latihan karena dirasa kurang menyenangkan. *Exergame virtual reailty* membuat latihan terasa menyenangkan dan menarik untuk lansia, oleh karena itu membuat mereka lebih menyukai untuk melanjutkan latihan dari waktu ke waktu (Chao, 2013).

Dalam sebuah tinjauan sistematis oleh Kappen dikemukakan bahwa *exergame* dengan umpan balik visual meningkatkan kontrol postur dan intervensi menggunakan *virtual reality* memperbaiki gaya berjalan dan keseimbangan (Kappen *et al.,* 2019). Gerling menyatakan aplikasi yang menyenangkan seperti pemainan game berbasis

gerakan merupakan hal yang menjanjikan penyediaan aktivitas fisik untuk lansia (Gerling *et al.,* 2012). Marston melaporkan bahwa partisipasi lansia dalam memainkan game digital atau latihan digital sebagai aktivitas rekreasional terbukti mampu memberikan manfaat positif terhadap kualitas hidup mereka (Marston, 2013).

Dari uraian latar belakang diatas, peneliti ingin melihat perbandingan pengaruh latihan tai chi konvensional dibandingkan dengan latihan tai chi menggunakan *virtual reality exergame* terhadap faktor risiko jatuh pada populasi lanjut usia di Makassar.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Bagaimana pengaruh *virtual reality exergame* terhadap risiko jatuh pada orang lanjut usia di Makassar ?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

1.3.1 TUJUAN UMUM

Menganalisa pengaruh *virtual reality exergame* terhadap risiko jatuh pada orang lanjut usia di Makassar.

1.3.2 TUJUAN KHUSUS

1. Menganalisa pengaruh virtual reality exergame pada skor Berg Balance Scale pada orang lanjut usia di Makassar.
2. Menganalisa pengaruh virtual reality exergame pada skor Time Up and Go Test pada orang lanjut usia di Makassar.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 MANFAAT TEORITIS

Menambah pengetahuan terkait pengaruh latihan pada populasi lanjut usia dengan menggunakan *virtual reality exergame* terhadap risiko jatuh.

1.4.2 MANFAAT METODOLOGIK

Mengetahui pengaruh latihan menggunakan *virtual reality exergame* pada populasi lansia terhadap risiko jatuh melalui penelitian eksperimental dengan desain *randomized controlled trial.*

1.4.3 MANFAAT APLIKATIF

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai acuan untuk pengembangan program latihan fisik menggunakan *virtual reality exergame* pada populasi lansia.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 FISIOLOGI KESEIMBANGAN

Keseimbangan atau stabilitas postural adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan proses dinamis dimana posisi tubuh dipertahankan dalam posisinya. Keseimbangan berarti bahwa tubuh dalam keadaan diam (keseimbangan statis) atau dalam keadaan gerak tetap (keseimbangan dinamis). Keseimbangan paling besar ketika pusat massa tubuh atau pusat gravitasi dipertahankan di atas dasar penopangnya (Kisner *et al.*, 2017).

Sistem keseimbangan tubuh terdiri dari: sistem somatosensori/proprioseptif, sistem vestibular dan sistem visual. Sistem saraf pusat menerima umpan balik terkait orientasi tubuh dari ketiga sistem sensorik utama ini dan mengintegrasikan umpan balik sensorik dan selanjutnya menghasilkan torsi korektif dan stabilisasi dengan mengaktifkan otot secara selektif (Peterka RJ, 2002).

Keseimbangan merupakan tugas pengontrolan oleh kompleks motorik yang melibatkan deteksi dan integrasi informasi sensorik untuk menilai posisi dan gerakan tubuh dalam ruang dan pelaksanaan respons muskuloskeletal yang tepat untuk mengontrol posisi tubuh dalam konteks lingkungan dan kegiatan. Dengan demikian, kontrol keseimbangan membutuhkan interaksi sistem saraf dan muskuloskeletal serta kemampuan kontekstual (Kisner *et al.*, 2017).

Sistem saraf menyediakan (1) pemrosesan sensorik untuk persepsi orientasi tubuh dalam ruang yang disediakan terutama oleh sistem visual, vestibular, dan somatosensori; (2) integrasi sensorimotor penting untuk menghubungkan sensasi dengan respons motorik dan untuk aspek adaptif dan antisipatif (yaitu, penyesuaian postural yang diprogram secara terpusat yang mendahului gerakan sukarela) aspek kontrol postural; dan (3) strategi motorik untuk perencanaan, pemrograman, dan pelaksanaan respons keseimbangan (Hall, J. E., dan Hall, M. E., 2020).

Kontribusi muskuloskeletal termasuk penyelarasan postural, fleksibilitas muskuloskeletal seperti rentang gerak sendi, integritas sendi, kinerja otot (yaitu, kekuatan otot, kekuatan, dan daya tahan), serta sensasi (sentuhan, tekanan, getaran, propriosepsi, dan kinesthesia) (Peterka RJ, 2002).

Pengaruh kontekstual yang berinteraksi dengan kedua sistem tersebut adalah lingkungan apakah tertutup (dapat diprediksi tanpa gangguan) atau terbuka (tidak dapat diprediksi dan dengan gangguan), permukaan penyangga (yaitu, jenis sepatu kesat versus licin, stabil versus tidak stabil,), jumlah pencahayaan, efek gravitasi dan gaya inersia pada tubuh, dan karakteristik tugas (yaitu, tugas yang dipelajari dengan baik versus baru, dapat diprediksi versus tidak dapat diprediksi, tugas tunggal versus banyak) (Kisner *et al.*, 2017).

Persepsi posisi tubuh seseorang untuk bergerak dalam ruang memerlukan kombinasi informasi sensorik dari reseptor perifer termasuk visual, somatosensori (proprioseptif, sendi, dan reseptor kulit), dan sistem vestibular. Sistem visual memberikan informasi mengenai (1) posisi kepala relatif terhadap lingkungan; (2)

orientasi kepala untuk mempertahankan pandangan sejajar; dan (3) arah dan kecepatan gerakan kepala karena saat kepala bergerak benda-benda di sekitarnya bergerak ke arah yang berlawanan. Rangsangan visual dapat digunakan untuk meningkatkan stabilitas seseorang ketika input proprioseptif atau vestibular tidak dapat diandalkan dengan memusatkan pandangan pada suatu objek. Sebaliknya, input visual terkadang memberikan informasi yang tidak akurat untuk kontrol keseimbangan, seperti ketika seseorang diam dan objek besar, seperti bus di dekatnya, mulai bergerak, menyebabkan orang tersebut memiliki ilusi gerakan (Hall, J. E., dan Hall, M. E., 2020).

Sistem somatosensori memberikan informasi tentang posisi dan gerakan tubuh dan bagian tubuh relatif satu sama lain dan permukaan penyangga. Proprioseptor otot termasuk gelendong otot dan organ tendon golgi (peka terhadap panjang dan ketegangan otot), reseptor sendi (peka terhadap posisi sendi, gerakan, dan stres), dan mekanoreseptor kulit (peka terhadap getaran, sentuhan ringan, tekanan dalam, kulit). Informasi somatosensori adalah rangsangan sensorik yang dominan untuk menjaga keseimbangan ketika permukaan penyangga kokoh, datar, dan tetap. Namun, ketika berdiri di atas permukaan yang bergerak (misalnya, di atas kapal) atau di permukaan yang tidak horizontal (misalnya, di atas tanjakan), informasi tentang posisi tubuh sehubungan dengan permukaan tidak sesuai untuk menjaga keseimbangan; oleh karena itu, seseorang harus mengandalkan informasi sensorik lain untuk stabilitas dalam kondisi ini (Hall, J. E., dan Hall, M. E., 2020).

Sistem vestibular memberikan informasi tentang posisi dan gerakan kepala sehubungan dengan gaya gravitasi dan inersia. Reseptor di kanalis semisirkularis

mendeteksi percepatan sudut kepala, sedangkan reseptor di otolit (utrikulus dan sakulus) mendeteksi percepatan linier dan posisi kepala sehubungan dengan gravitasi. Kanalis semisirkularis sangat sensitif terhadap gerakan kepala yang cepat, seperti yang dilakukan selama berjalan atau selama episode ketidakseimbangan (tergelincir, tersandung, tersandung), sedangkan otolit merespons gerakan kepala yang lambat, seperti selama goyangan postural (Kisner *et al.*, 2017).

Sistem vestibular menggunakan jalur motorik yang berasal dari inti vestibular untuk kontrol postural dan koordinasi gerakan mata dan kepala. Refleks vestibulospinal membawa perubahan postural untuk mengkompensasi kemiringan dan gerakan tubuh melalui proyeksi saluran vestibulospinal ke otot antigravitasi di semua tingkat sumsum tulang belakang. Refleks vestibulo-okular menstabilkan penglihatan selama gerakan kepala dan tubuh melalui proyeksi dari inti vestibular ke inti yang mempersarafi otot ekstraokular (Hall, J. E., dan Hall, M. E., 2020).

2.2 PENILAIAN KESEIMBANGAN

Meningkatkan kontrol atau keseimbangan postural adalah tujuan utama dalam rehabilitasi geriatri. Ada kebutuhan untuk instrumen yang andal dan valid, cocok untuk digunakan dalam pengaturan klinis dan dalam penelitian (Henrique., 2019).

A. Berg Balance Scale

Berg Balance Scale (BBS) dikembangkan pada tahun 1989 untuk mengukur keseimbangan. Skala ini terdiri dari 14 item, diberi skor dari 0 hingga 4, yang ditambahkan untuk membuat skor total antara 0 dan 56; skor yang lebih tinggi menunjukkan keseimbangan yang lebih baik. Item bervariasi dalam tingkat

kesulitan. BBS membutuhkan waktu sekitar 10 hingga 15 menit untuk diselesaikan. Penilaian ini membutuhkan kursi, stopwatch, penggaris dan pijakan. Meskipun BBS pada awalnya dikembangkan untuk mengukur keseimbangan pada orang tua, sekarang umum digunakan untuk mengukur keseimbangan pada orang dengan berbagai kondisi dan kecacatan. Reliabilitas dan validitas: BBS memiliki reliabilitas relatif tinggi dengan reliabilitas antar-penilai diperkirakan sebesar 0,97 (95% CI 0,96 hingga 0,98) dan reliabilitas intra-penilai diperkirakan sebesar 0,98 (95% CI 0,97 hingga 0,99) (Downs, 2014).

B. Time Up and Go Test

Time Up and Go Test (TUG) bertujuan untuk menilai status fungsional seperti mobilitas, keseimbangan, kemampuan berjalan, dan risiko jatuh pada lanjut usia. Penelitian di Korea yang dilakukan Kim, dkk. menunjukkan bahwa TUG merupakan tes dasar untuk memeriksa mobilitas fungsional yang memiliki *intraclass correlation coefficient* tinggi yaitu 0.98. Instruksi TUG dengan menyuruh seseorang bangkit dari kursi, berjalan 3 meter, berbalik, dan duduk kembali di kursi. Orang yang menyelesaikan ini lebih dari 12 detik dianggap berisiko jatuh. Kategori TUG dibagi menjadi empat kelompok waktu yaitu: 1) <10 detik menunjukkan kemandirian penuh (normal); 2) 10-<20 detik menunjukkan risiko jatuh ringan; 3) 20-29 detik menunjukkan risiko jatuh sedang; dan 4) >30 detik menunjukkan risiko jatuh tinggi (Nurmalasari, 2018; González-Fernández, M., dan Schaaf, S., 2021).

2.3 PATOFISIOLOGI JATUH

Jatuh merupakan suatu kejadian yang dilaporkan penderita atau saksi mata, yang melihat kejadian mengakibatkan seseorang mendadak terbaring/terduduk di lantai/tempat yang lebih rendah dengan atau tanpa kehilangan kesadaran atau luka. Jatuh merupakan suatu kejadian yang menyebabkan subyek yang sadar menjadi berada di permukaan tanah tanpa disengaja, tidak termasuk jatuh akibat pukulan keras, kehilangan kesadaran, atau kejang. Kejadian jatuh tersebut adalah dari penyebab yang spesifik yang jenis dan konsekuensinya berbeda dari mereka yang dalam keadaan sadar mengalami jatuh (González-Fernández, M., dan Schaaf, S., 2021).

Secara singkat faktor risiko jatuh pada lanjut usia dibagi dalam dua golongan besar:

a. Faktor intrinsik

   Faktor instrinsik adalah variabel-variabel yang menentukan mengapa seseorang dapat jatuh pada waktu tertentu dimana orang lain dalam kondisi yang sama mungkin tidak akan jatuh. Faktor intrinsik tersebut antara lain adalah gangguan fungsi keseimbangan, gangguan muskuloskeletal misalnya menyebabkan gangguan gaya berjalan, kelemahan ekstremitas bawah, kekakuan sendi, kehilangan kesadaran secara tiba-tiba yang disebabkan oleh berkurangnya aliran darah ke otak dengan gejala lemah, penglihatan gelap, keringat dingin, pucat dan pusing.

b. Faktor ekstrinsik

Faktor ekstrinsik merupakan faktor dari luar (lingkungan sekitarnya) diantaranya cahaya ruangan yang kurang terang, lantai yang licin, tersandung benda-benda. Faktor-faktor ekstrinsik tersebut antara lain lingkungan yang tidak mendukung meliputi cahaya ruangan yang kurang terang, lantai yang licin, tempat berpegangan yang tidak kuat, tidak stabil, atau tergeletak di bawah, tempat tidur atau toilet yang rendah atau jongkok, obat-obatan yang diminum dan alat-alat bantu berjalan (Nurmalasari, 2018)

2.4 HUBUNGAN PENUAAN DENGAN GANGGUAN KESEIMBANGAN

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1998 tentang kesejahteraan Lanjut Usia, yang dimaksud dengan lanjut usia (lansia) adalah seseorang yang telah mencapai usia 60 tahun ke atas (Nurmalasari, 2018).

Penuaan adalah proses biologis, universal, individu dan alami yang menyebabkan perubahan morfofisiologis pada sistem tubuh. Saat ini literatur telah menunjukkan bahwa penuaan menyebabkan perubahan pada sistem muskuloskeletal, menghasilkan modifikasi penting pada kemampuan motorik yang diperlukan untuk pelaksanaan aktivitas fungsional seperti seperti keseimbangan, postur dan gaya berjalan. Beberapa faktor berkontribusi terhadap gangguan keseimbangan dalam proses penuaan termasuk penurunan serat otot *fast twitch*, penurunan kecepatan konduksi saraf, dan penurunan fleksibilitas. Perubahan ini dan konsekuensinya sangat terkait dengan peningkatan risiko jatuh (Concha-Cisternas, Y., 2019).

Jatuh adalah masalah kesehatan masyarakat utama pada populasi yang lebih tua dan cedera terkait jatuh adalah penyebab utama kematian, kecacatan, dan biaya perawatan kesehatan. Sekitar sepertiga dari orang dewasa yang lebih tua (usia 65 tahun) jatuh setahun sekali, dan setengah dari mereka cenderung jatuh lagi di tahun berikutnya (Sherrington., 2019).

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa faktor risiko utama pada kejadian jatuh pada orang lanjut usia adalah riwayat jatuh sebelumnya, penurunan kekuatan otot, gangguan gaya berjalan dan keseimbangan serta penggunaan obat-obatan yang spesifik. Terdapat beberapa faktor lain yang berpengaruh seperti gangguan visual, depresi, nyeri dan pusing. Faktor-faktor ini merupakan faktor risiko jatuh yang dapat dimodifikasi. Sedangkan faktor yang sulit atau tidak dapat dimodifikasi antara lain usia, jenis kelamin (wanita), disabilitas aktivitas harian, indeks massa tubuh yang rendah, inkontinensia, gangguan kognitif, artritis dan diabetes (Walter dan Chang, 2021).

2.5 TATALAKSANA REHABILITASI KONVENSIONAL PADA GANGGUAN KESEIMBANGAN

Berbagai intervensi dapat diimplementasikan untuk menurunkan faktor risiko jatuh pada orang lanjut usia. Secara keseluruhan pendekatan multifaktorial faktor risiko yang dapat dimodifikasi harus dilakukan baik faktor risiko intrinsik dan faktor risiko ekstrinsik. Pengurangan konsumsi obat-obatan, terapi fisik, dan modifikasi keamanan di dalam maupun di luar rumah telah menunjukkan efikasi dalam pencegahan kejadian jatuh (Walter dan Chang, 2021).

Olahraga merupakan intervensi penting dalam pemeliharaan kesehatan tulang, kekuatan otot dan keseimbangan, sehingga mengurangi risiko jatuh. Faktor fisik yang mempengaruhi jatuh antara lain melemahnya kekuatan otot ekstremitas bawah, penurunan kemampuan berjalan, penurunan kemampuan keseimbangan, dan penurunan kontrol sensorik motorik (Khot, A., dan Hande, D., 2017).

Lansia direkomendasikan melakukan latihan dalam 30 menit/hari atau lebih latihan aerobik intensitas sedang minimal 3 sampai 5 hari/minggu hingga total 150 menit/minggu dan dikombinasikan dengan latihan ketahanan, fleksibilitas, dan keseimbangan. Tidak ada rekomendasi khusus mengenai frekuensi, intensitas, atau jenis latihan tertentu yang menggabungkan pelatihan neuromotorik. Namun, latihan neuromotor yang menggabungkan keseimbangan, ketangkasan, dan pelatihan proprioseptif, efektif dalam mengurangi dan mencegah jatuh jika dilakukan 2-3 hari tiap minggu. Rekomendasi umum termasuk menggunakan panduan berikut ini: (a) latihan postur yang secara bertahap semakin sulit dengan mengurangi *base of support* (misalnya, berdiri dengan dua kaki, semitandem, tandem, berdiri satu kaki); (b) gerakan dinamis dengan perubahan pusat gravitasi (misalnya, berjalan tandem, putaran melingkar); (c) latihan yang menekankan kelompok otot postural (misalnya, berdiri dengan tumit, berdiri dengan jari kaki); (d) mengurangi input sensorik (misalnya, berdiri dengan mata tertutup); dan (e) tai chi. Individu yang sering jatuh atau memiliki keterbatasan mobilisasi akan mendapatkan manfaat dari latihan neuromotor specifik untuk perbaikan keseimbangan dan latihan proprioseptif seperti tai chi. Umur seharusnya bukanlah menjadi penghalang untuk melakukan aktivitas fisik karena

manfaat positifnya dapat dicapai di semua umur (American College of Sports Medicine, 2018).

Tai chi merupakan program latihan keseimbangan karena terdiri dari gerakan lambat yang menekankan pada kontrol postur. Tai chi dapat dilakukan dalam bentuk kelompok ataupun secara individual. Latihan ini berupa gerakan perlahan bagian tubuh sambil bernapas dalam. Tai chi memiliki efek positif terhadap keseimbangan orang lanjut usia dan telah dibuktikan bahwa tai chi mampu mengurangi rasa takut akan jatuh, risiko jatuh dan menurunkan tekanan darah. Penelitian oleh Richerson dan Rosendale menemukan bahwa orang lanjut usia dengan diabetes dan orang lanjut usia sehat yang berpartisipasi dalam program latihan tai chi menunjukkan perbaikan sensori bagian distal (Avers dan Wong, 2020).

Gerakan tai chi dianggap mampu memberikan perbaikan keseimbangan orang lanjut usia melalui gerakan pergeseran pusat gravitasi pada tubuh, peralihan beban antara kedua tungkai bawah, gerakan tumit dan jari-jari kaki serta melangkah ke berbagai arah. Selain itu gerakan perlahan dalam tai chi meningkatkan konsentrasi dan perhatian yang membantu seseorang untuk tetap tenang dan rileks dalam situasi kritis dan tertekan. Dengan kata lain ketika seseorang melakukan gerakan tai chi pada lingkungan yang tenang dan bernapas perlahan, ia akan merasakan sensasi relaksasi fisik dan psikis. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tai chi memberikan manfaat positif terhadap kesehatan seperti meningkatkan aliran darah, perbaikan fungsi neuromuscular, perbaikan fungsi kognitif dan menurunkan stress. Penelitian lainnya menunjukkan bahwa tai chi dapat meningkatkan kekuatan otot tungkai bawah,

ketangkasan, keseimbangan dan juga daya tahan aerobik pada orang lanjut usia (Hosseini *et al,* 2018).

Melalui gerakan tungkai bawah yang pelan, berulang dan bergantian dengan lutut sedikit ditekuk, latihan tai chi memindahkan beban tubuh dari satu tungkai ketungkai yang lain secara berurutan, menekankan pada rotasi tubuh dan koordinasi antara tubuh dan ekstremitas. Sebuah tinjauan literatur menyatakan bahwa tai chi telah digunakan untuk meningkatkan kontrol postur, terutama untuk mereka yang mengalami kondisi komplikasi yang mengganggu sistem visual dan somatosensori. Latihan tai chi dianggap meningkatkan kewaspadaan terhadap keselarasan tubuh saat bergerak melalui fokus pada penempatan kaki, posisi tegak kepala dan tubuh, gerakan yang disengaja dan diperhatikan sesuai dengan arah spesifik postur dalam tai chi. Beberapa penelitian ilmiah tentang tai chi juga telah menunjukkan perbaikan ruang gerak sendi tungkai bawah, kekuatan dan propriosepsi, begitu juga peningkatan respon neuromuscular dalam mengontrol sendi pergelangan kaki saat ada gangguan dan mengontrol strategi melangkah saat fase berayun selama berjalan (Liu dan Frank, 2010).

2.6 VIRTUAL REALITY EXERGAME

Latihan terapeutik melibatkan gerakan yang bertujuan untuk memperbaiki gangguan fungsi, memulihkan fungsi otot dan tulang, dan/atau mempertahankan kondisi serta kesejahteraan. Beberapa manfaat terapi latihan pada gerakan badan yang

mencakup pemulihan fungsi, kualitas hidup, dan kesehatan secara keseluruhan. Banyak orang hidup dengan kemampuan fisik minimum dalam kehidupan sehari-hari dan sakit ringan, sehingga mengurangi fungsi secara signifikan. Gerakan badan sebagai pendekatan terapi mencakup kegiatan yang berulang-ulang dan teratur dalam berbagai modalitas untuk meningkatkan daya tahan seseorang terhadap penyakit dan percepatan pemulihan penyakit. Tujuan pemulihan adalah memulihkan fungsi menjadi kondisi yang tidak memungkinkan terjadinya penurunan lebih lanjut, tetapi memberikan manfaat (seperti dalam lingkup perawatan paliatif) (Bielecki dan Tadi, 2021).

Exergaming adalah bentuk permainan digital yang mengombinasikan *video game* dan aktivitas fisik yang membutuhkan pergerakan fisik dari pemain dengan hasil yang ditentukan oleh upaya fisik pemain. Saat ini semakin banyak jenis *exergaming* dengan *consol-based*. Permainan ini menawarkan teknologi dan game yang memungkinkan permainan dilakukan di dalam rumah. Selain itu sejumlah perangkat seluler, seperti ponsel, tablet, dan kontrol portabel memungkinkan bermain game di berbagai pengaturan yang berbeda dan menggunakan berbagai sensor untuk bermain. Platform permainan yang berbeda ini dapat digunakan, misalnya di komunitas dan publik seperti pusat medis, pusat kebugaran, tempat kerja, dan lingkungan sekolah. *Exergaming* terdiri dari *console-based exergaming* dikarakteristikkan sebagai permainan yang dimainkan di depan televisi (termasuk *virtual reality headset*), sedangkan *mobile-based exergaming* dimainkan di area yang lebih besar. *Exergaming* berpotensi untuk mempermudah peningkatan keseimbangan, termasuk mengurangi variabilitas *center of pressure* (CoP), latihan berbasis rumahan bagi orang lanjut usia, dan latihan bagi

orang-orang yang memiliki gangguan keseimbangan seperti cedera tulang belakang, cedera otak, atau stroke (Hung *et al*., 2014).

Therapeutic exergaming memiliki potensi memberikan umpan balik secara akurat pada gerakan dengan posisi tepat selama rehabilitasi. Tantangan pada umpan balik ini adalah bagaimana merancang *therapeutic exergaming* yang dapat mengintegrasikan umpan balik, sehingga timbul motivasi intrinsik tanpa *overloading* pada fungsi kognitif pasien. Rangsangan eksternal dapat memiliki efek signifikan pada fungsi motorik. Visual yang berlebihan dapat memfokuskan perhatian pasien pada layer, bukan pada latihan itu sendiri, sehingga tujuan latihan tidak tercapai (Doyle *et al*., 2011).

Virtual Reality (VR) adalah sebuah simulasi yang dihasilkan komputer pada lingkungan tiga dimensi yang tampak nyata bagi orang yang memainkannya. VR saat ini melibatkan penggunaan tampilan visual yang dipasang pada kepala yang memungkinkan interaksi hanya dengan menggerakkan kepala dan menggunakan kontrol manual atau sensor gerak. Tujuannya adalah untuk mencapai *strong sense* dalam lingkungan virtual melalui membayangkan lingkungan yang terdapat pada layar. Oculus Rift dan PlayStation VR adalah contoh dari jenis perangkat ini (Cardoso *et al*., 2020).

Oculus Quest 2 yang merupakan generasi VR terbaru turunan dari Oculus Rift, adalah salah satu VR yang menggunakan pelacak pergerakan luar dalam yang memiliki level presisi 0.18 mm yang dapat dibandingkan dengan sistem pendeteksi gerakan yang berbasis cahaya yang lebih mahal seperti Qualisys atau Vicon. Sebagai hasilnya, data gerakan dapat lebih mudah diambil, dianalisa, dan dipresentasikan kembali kepada

pengguna secara aktual dengan akurasi tingkat tinggi. Jarak fokus desain untuk optic dalam *virtual reality* yaitu 1,3-2 meter. Oculus Quest 2 menghasilkan konteks persepsi (melalui konten visual dan auditori) dengan jenis interaksi permainan tertentu. Hal ini memungkinkan penyesuaian permainan untuk mendorong berbagai bentuk dari gerakan (Stafford *et al*., 2022).

Sebuah penelitian baru-baru ini menunjukkan bahwa data gerakan yang dikumpulkan dari sensor yang tertanam di *headset* Oculus Quest dapat digunakan untuk mengukur goyangan postural dan mengukur peningkatan stabilitas daripada yang hanya mengandalkan kekuatan pengamatan pemeriksa (Masoner *et al*., 2020).

Efek samping yang dapat dialami oleh pemain selama menggunakan alat *virtual reality* disebut *cybersickness* atau *simulation sickness* yaitu perasaan mual, pusing, kecemasan, dan disorientasi. *Cybersickness* terjadi ketika satu atau lebih indera memberikan informasi yang tidak sesuai (inkongruen) dengan informasi yang diberikan oleh indera lain (konflik intersensori) (Kim *et al.,* 2021).

2.7 VIRTUAL REALITY EXERGAME PADA LANJUT USIA

Neuroplastisitas pada otak terjadi secara alamiah seiring waktu. Pengalaman dalam mempelajari dan melatih keterampilan baru penting untuk merangsang perubahan neuroplastisitas dan perbaikan fungsi. Plastisitas pada otak bergantung pada penggunaan dan intensitas, frekuensi dan durasi latihan yang semuanya merupakan faktor penting dalam menentukan sejauh mana re-organisasi sistem saraf (Weiss *et al.,* 2014).

Neuroplatisitas dalam konteks *motor learning*, mengacu pada perubahan organisasi saraf yang berhubungan dengan latihan keterampilan atau modifikasi pola gerakan. *Motor learning* didefinisikan sebagai peralihan perilaku baru melalui latihan keterampilan dan menghasilkan perubahan yang relatif permanen terhadap kemampuan seseorang untuk melakukan gerakan. Saat suatu keterampilan dilakukan berulang-ulang, perubahan di sistem saraf terjadi sebagai hasil reorganisasi fungsional melalui banyak area otak (Weiss *et al.,* 2014).

Berbagai intervensi dirancang untuk mempertahankan dan mengembalikan keseimbangan pada lansia. Salah satu yang paling sering diterapkan adalah latihan. Namun, kepatuhan yang rendah terhadap latihan tradisional dan aktivitas fisik pada orang lanjut usia dikaitkan dengan kinesiofobia, ketakutan akan cedera, dan kurangnya motivasi (Pachecho et al., 2020).

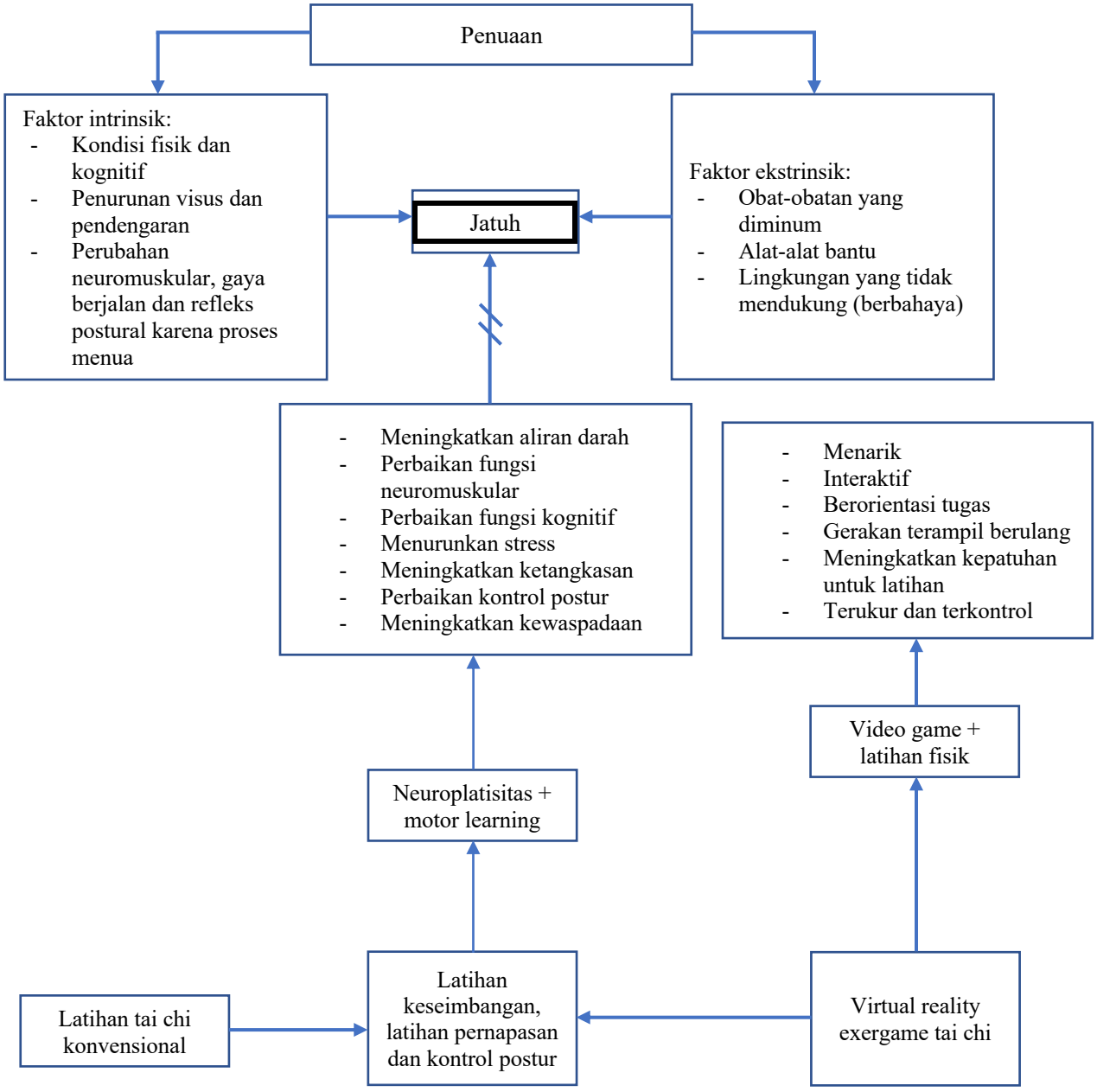
Salah satu pendekatan untuk meningkatkan gaya berjalan dan keseimbangan melibatkan latihan berbasis *virtual reality* (VR), juga dikenal sebagai *exergames*. *Exergames* melibatkan koreksi diri yang konstan menyediakan aplikasi terapeutik untuk pemulihan gaya berjalan dan keseimbangan, stimulasi fungsi eksekutif, dan pelatihan untuk melakukan dan menyelesaikan beberapa tugas. Selama *exergames*, pengguna berinteraksi dengan skenario permainan, merangsang fungsi sensorik, kognitif, psikologis, dan motorik. Sebagai bentuk latihan yang menyenangkan, menarik, dan interaktif, *exergames* membantu meningkatkan kepatuhan pada orang lanjut usia dan membantu mengatasi beberapa hambatan pada latihan tradisional

seperti kurangnya motivasi, daya tarik dan persepsi negatif tentang hasil latihan (Pachecho et al., 2020).

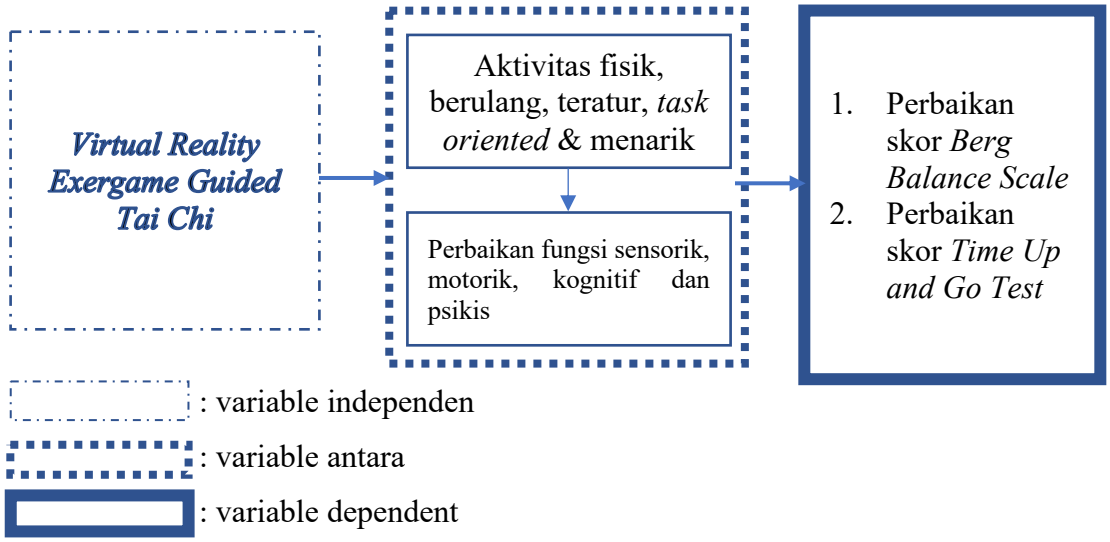
Teknologi seperti *virtual reality* yang mampu untuk membuat pemain melakukan gerakan-gerakan keterampilan berulang merupakan metode yang cerdas untuk digunakan dalam proses pembelajaran dan rehabilitasi melalui umpan balik, jadwal latihan serta lingkungan visual yang menarik. Berbagai *exergames* telah dikembangkan untuk tujuan terapeutik dan disebut "game serius". Game serius menggabungkan fitur yang memberikan pengalaman mendalam dari visual yang diberikan dan konsentrasi tinggi di mana pemain menjadi terserap dalam permainan. Game ini menciptakan pengalaman pribadi dan keseimbangan antara keterampilan dan tantangan. Game serius menawarkan keadaan persepsi kebutuhan individu untuk penguasaan, otonomi, keterhubungan, gairah, kesenangan, fantasi, atau tantangan (Perrier-Melo et al., 2014).

Dampak dari berolahraga pada keseimbangan postural pada populasi lanjut usia telah dilaporkan. Untuk pasien dengan gangguan neurologis, ada beberapa bukti efektivitas *exergames* dalam meningkatkan keseimbangan sebagai terapi tambahan dalam program rehabilitasi standar pasien stroke dan mereka dengan penyakit Parkinson. Sebuah penelitian pada 66 orang lanjut usia dengan rata-rata umur 80,5 tahun menyimpulkan bahwa *virtual reality exergame* dapat diaplikasikan dan aman untuk orang lanjut usia dengan berbagai level gangguan kognitif. Studi lain menilai efek dari *exergames* yang dikombinasikan dengan terapi lain pada tes *Timed Up and Go* (TUG), *Falls Efficacy Scale* (FES), *dan Activity-Specific Balance Confidence* (ABC) (Appel *et al,* 2020; Zheng *et al*, 2020).

2.8 KERANGKA TEORI



2.9 Kerangka Konsep



2.10 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis pada penelitian ini adalah:

- Hipotesis nol (H_0):
  1) tidak terdapat pengaruh *virtual reality exergame* terhadap skor *Berg Balance Scale.*
  2) tidak terdapat pengaruh *virtual reality exergame* terhadap skor *Time Up and Go Test.*
- Hipotesis alternatif (H_a):
  1) terdapat pengaruh *virtual reality exergame* terhadap skor *Berg Balance Scale.*
  2) terdapat pengaruh *virtual reality exergame* terhadap skor *Time Up and Go Test.*