

**PENGARUH PENGGUNAAN *VIRTUAL REALITY* PADA
*PARKINSON'S DISEASE: LITERATURE REVIEW***



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan**

Oleh:

RUSTANTI CYNTHIA PUTRI

J120201252

**PROGRAM STUDI S1 FISIOTERAPI
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH PENGGUNAAN VIRTUAL REALITY PADA PARKINSON'S
DISEASE: LITERATURE REVIEW**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

RUSTANTI CYNTHIA PUTRI

J120201252

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Taunik Eko Susilo, S.Fis., M.Sc.

NIK/NIDN: 100.2043/0625109002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH PENGGUNAAN *VIRTUAL REALITY* PADA *PARKINSON'S DISEASE*: *LITERATURE REVIEW*

OLEH

RUSTANTI CYNTHIA PUTRI

J120201252

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Fakultas Ilmu Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat, 29 April 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

1. Taufik Eko Susilo, S.Fis., M.Sc.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Farid Rahman, SSt.Ft., M.Or., Ftr., AIFO

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Dwi Rosella K, S.Fis., Ftr., M.Fis

(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()

Kepala Program Studi,



Farid Rahman, SSt.Ft., M.Or., Ftr., AIFO

NIK/NIDN : 1771/0610019101



Dr. Umbara Rahman, S.Fis., Ftr., M.Kes.

NIK/NIDN : 750.0620117301

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Palangkaraya, 04 April 2022

Penulis



RUSTANTI CYNTHIA PUTRI

J120201252

PENGARUH PENGGUNAAN *VIRTUAL REALITY* PADA *PARKINSON'S DISEASE*: *LITERATURE REVIEW*

Abstrak

Penyakit Parkinson adalah penyakit neurodegeneratif progresif yang umumnya mempengaruhi sistem motorik dan non-motorik. Penyakit ini memiliki berbagai gejala yang secara langsung atau tidak langsung mempengaruhi kualitas hidup penderita serta keluarganya. Karena bersifat progresif, maka seiring pertambahan usia akan mengalami defisit mobilitas, kelincahan, dan fungsi eksekutif, ini akan mempengaruhi kemampuan untuk mengatur dan menjalani kehidupan sehari-hari, sehingga mengakibatkan terganggunya kualitas hidup secara keseluruhan. Tingkat keparahan individu pada penyakit parkinson ini di ukur menggunakan *Hoehn and Yahr scale*. Untuk mencegah perburukan yang cepat, penderita parkinson harus menjalani terapi fisik secara rutin. Ada banyak metode latihan yang dapat diterapkan, disesuaikan dengan tingkat keparahan. Salah satu metode dengan penggunaan teknologi dan mulai diterapkan adalah dengan *virtual reality*. Tujuan: untuk mengetahui mekanisme penggunaan *virtual reality* untuk peningkatan fungsi motorik pada penderita parkinson. Metode: *literature review*, melakukan pencarian artikel ilmiah dengan mesin pencari literatur, yaitu PubMed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *google scholar*, *Cochrane Library*, *Science Direct*, dan *Jane BioSemantics*. Disertai dengan kriteria tahun terbit dari 2011-2021, artikel berbentuk randomized controlled trial, dengan subjek penelitian memiliki grade 1 - 4 untuk *Hoehn and Yahr scale*, *Mini-Mental State Examination score*>24 serta artikel atau jurnal yang membahas penggunaan *virtual reality* pada penderta parkinson. Hasil: ditemukan sebanyak 295 artikel, yang kemudian disaring dengan kriteria inklusi sehingga didapatkan 5 artikel terpilih untuk di *review*. Dari 5 artikel tersebut, penggunaan *virtual reality* pada penderita parkinson untuk peningkatan motorik cukup signifikan karena memberikan umpan balik dalam bentuk auditori dan visual untuk meningkatkan kinerja motorik serta latihan yang diberikan berintegrasi ke dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang mirip dengan dunia nyata. Pemberian metode ini juga bisa menggunakan kombinasi antara *virtual reality* dan *conventional therapy* (terapi konvensional) untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Kata kunci: parkinson, virtual reality, terapi konvensional, fungsi motorik

Abstrak

Parkinson's disease is a progressive neurodegenerative disease that generally affects the motor and non-motor systems. Parkinson has various symptoms that directly or indirectly affect the quality of life of sufferers and their families. Because it is progressive, the older the patient will experience deficits in mobility, agility, and executive function, this will affect patient ability to organize daily life, resulting in the disruption of the patient's overall quality of life. The individual severity of Parkinson's disease was measured using the Hoehn and Yahr scale. To prevent rapid worsening, people with Parkinson's should undergo regular physical therapy. There are many exercise methods that can be applied, depending on the severity. One method that uses technology and is starting to be applied is virtual reality. Objective: to determine the mechanism of using virtual reality to improve motor function in Parkinson's patients.

Methods: literature review, search for scientific articles using literature search engines, namely PubMed, Physiotherapy Evidence Database (PEDro), google scholar, Cochrane Library, Science Direct, and Jane BioSemantics. Accompanied by the criteria for the year published from 2011-2021, the article is in the form of a randomized controlled trial, with research subjects having grades 1-4 for the Hoehn and Yahr scale, Mini-Mental State Examination score > 24 and articles or journals discussing the use of virtual reality in Parkinson's patients. Results: 295 articles were found, which were then filtered by inclusion criteria so that 5 articles were selected for review. From these 5 articles, the use of virtual reality in Parkinson's sufferers for motor improvement is quite significant because it provides feedback in the form of auditory and visual to improve motor performance and the exercises provided are integrated into everyday life environments that are similar to the real world. Giving this method can also use a combination of virtual reality and conventional therapy (conventional therapy) to get better results.

Keywords: parkinson disease, virtual reality, conventional therapy, motor function

1. PENDAHULUAN

Parkinson merupakan penyakit yang terjadi akibat berkurangnya neurotransmitter pada basal ganglia yang disebut dopamin. Basal ganglia merupakan area otak yang berfungsi untuk mencetak gerakan sebelum dikirimkan ke serebral korteks, pada proses pengiriman sinyal ke serebral korteks, ada neurotransmitter yaitu dopamin yang berada di substansia nigra, neurotransmitter ini berfungsi untuk menghambat gerakan. Jika jumlah dopamin berkurang, maka akan mengakibatkan gerakan yang tak terkontrol, inilah kondisi yang dialami oleh penderita parkinson. Menurut *International Parkinson and Movement Disorder Society*, perkiraan jumlah individu yang menderita parkinson secara global pada tahun 2020 yaitu sekitar 9.4 juta, lebih tinggi dari tahun 2016 yang sebelumnya dilaporkan ada sekitar 6 juta. Oleh karena itu parkinson merupakan penyakit neurodegeneratif kedua terbanyak setelah *alzheimer*. Sekitar 50% lebih banyak pria daripada wanita terkena penyakit parkinson. Hal ini paling sering terlihat pada orang berusia 60 tahun dan lebih tua. Namun, hingga 10% pasien didiagnosis sebelum usia 50 tahun. Gejala penyakit parkinson yang paling umum yaitu: tremor, bradikinesia, rigiditas, masalah berjalan, keseimbangan dan koordinasi yang tidak stabil, *muscle twisting* dan *spasme (dystonia)*, dan postur membungkuk. Diagnosis parkinson yang didasarkan pada riwayat medis dan pemeriksaan neurologis melalui wawancara dan mengamati pasien secara langsung menggunakan *Unified Parkinson's Disease Scale Rating* (Sunaryati, 2011). Sedangkan untuk menentukan berat ringannya kondisi yang dialami penderita, digunakan stadium klinis berdasarkan *Hoehn and Yahr* (1967).

Terapi fisik merupakan komponen penting dalam pengelolaan gangguan-gangguan pada penderita parkinson, oleh karena itu pasien yang rutin melakukan *exercise* kondisinya lebih baik dibandingkan dengan yang tidak melakukannya. Di era digital, pemanfaatan teknologi sudah sering diterapkan pada bidang kesehatan, salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk terapi fisik adalah *virtual reality*.

Virtual Reality (VR) adalah teknologi yang memungkinkan pengguna untuk mendapatkan simulasi atau pengalaman tiga dimensi (3D) yang dihasilkan oleh sistem komputer menggunakan perangkat VR, sehingga memudahkan untuk menciptakan pengalaman seperti dunia nyata dalam format virtual. Ada tiga jenis sistem VR (Ma dan Zheng, 2011), yaitu: Sistem VR *non-immersive*, *semi-immersive* dan *fully-immersive*. Metode ini memiliki berbagai keuntungan, baik untuk mengawasi aktivitas otak secara langsung, memanipulasi stimulus ataupun meningkatkan pengalaman aktivasi saraf motorik melalui objek virtual. Selain itu dapat membantu proses induksi *re-arrangement* pada korteks motorik yang mengalami kerusakan melalui mediasi sistem *mirroring* saraf atau melalui proses pembelajaran dan imaging terhadap suatu subjek. Lingkungan *virtual reality* bersifat fleksibel dan dapat diatur sesuai dengan kebutuhan terapi. Terapi dapat dipersonalisasi untuk mempermudah proses mengembalikan fungsi motor, memaksa pasien berfokus pada suatu elemen ataupun memfasilitasi transfer pola gerakan dari lingkungan *virtual reality* ke lingkungan nyata.

Berdasarkan hal diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan metode *literature review* terkait dengan penggunaan *virtual reality* pada *parkinson's disease*.

2. METODE

Metodologi penelitian yang dilakukan penulis adalah *literature review*. Pencarian data didapatkan melalui mesin pencari literatur, seperti PubMed, *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), *google scholar*, *Cochrane Library*, *Science Direct*, dan *Jane BioSemantics* dengan menggunakan kombinasi dari kata kunci "*Parkinson's Disease*" atau "*Virtual Reality*" atau "*Gait*" atau "*Balance*" atau "*Conventional Therapy*" atau "*Manual Therapy*". Kriteria inklusi yang digunakan: (1) artikel ilmiah yang diterbitkan dari 2011-2021; (2) berbentuk *Randomized Controlled Trial*; (3) "*Patient*" pada standar PICO yang digunakan adalah penderita *Parkinson's Disease* dengan *Hoehn & Yahr grade* 1-4; (4) "*Intervention*" yang digunakan pada standar PICO

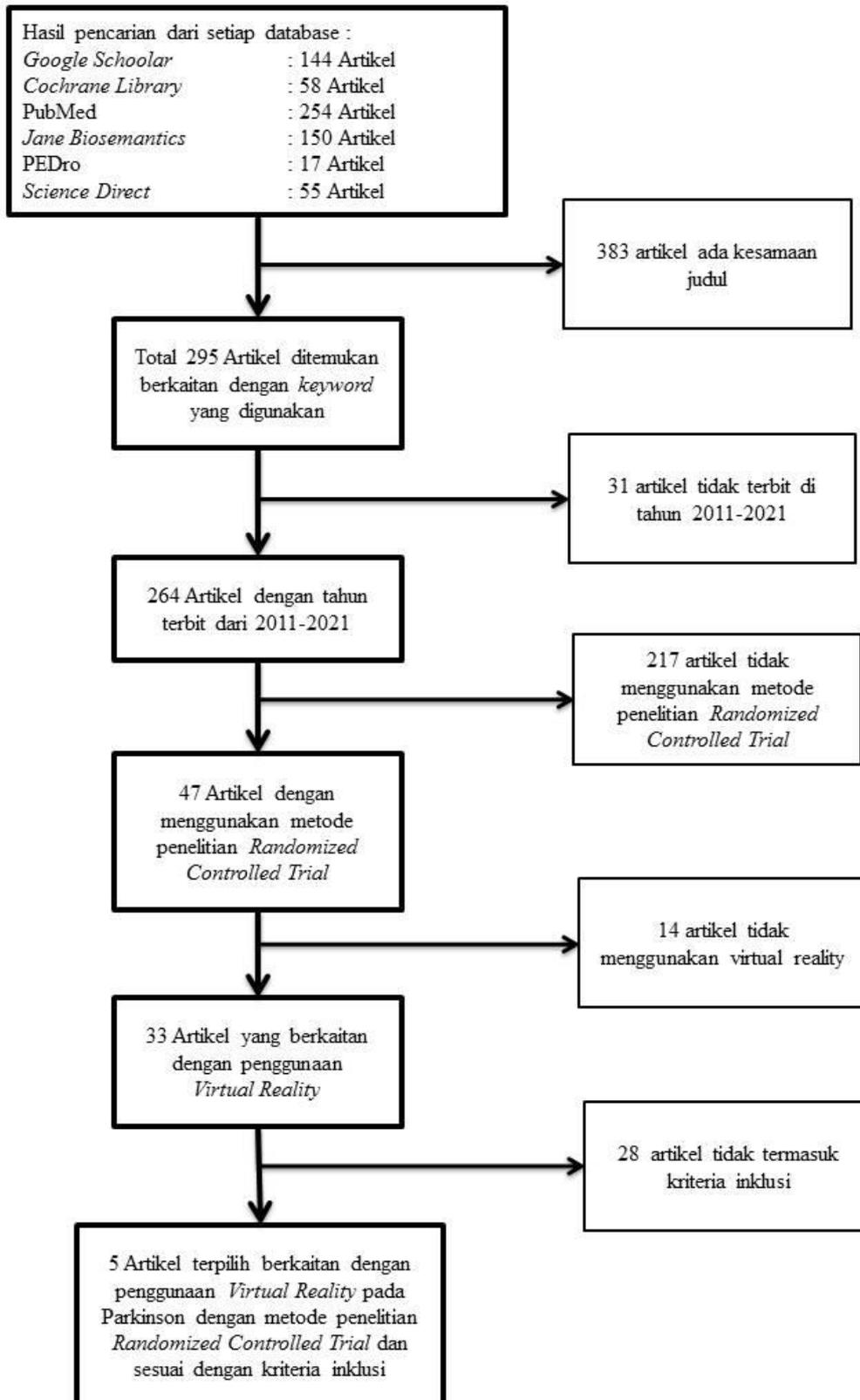
adalah dengan *Virtual Reality Rehabilitation*; (5) “*Comparison*” pada standar PICO yang digunakan adalah terapi konvensional; (6) “*Outcome*” yang digunakan pada standar PICO adalah peningkatan fungsi motorik seperti berjalan serta keseimbangan.

Setelah dilakukan review terhadap jurnal atau artikel terpilih yang telah disaring, kemudian akan dilakukan appraisal dengan menggunakan skala PEDro. Tujuan dari skala PEDro ini untuk mengetahui tingkat bias penelitian termasuk dalam kategori rendah, moderat atau tinggi yang dapat mempengaruhi dari penelitian ini. Pada skala PEDro terdapat 11 kriteria penilaian yang terdiri dari: (1) *Eligibility Criteria*; (2) *Random Allocation*; (3) *Concealed Allocation*; (4) *Baseline Comparability*; (5) *Blind Subject*; (6) *Blind Therapist*; (7) *Blind Assesors*; (8) *Adequate Follow-up*; (9) *Intention-to-treat Analysis*; (10) *Between-Group Comparison*; (11) *Point Estimates and Variability*. Penilaian dilakukan dengan memberi “YES” jika terdapat kriteria pada penelitian dan diberikan nilai 1, serta “NO” jika tidak ada kriteria tersebut pada penelitian dan diberikan nilai 0.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

Dari hasil pencarian dengan menggunakan berbagai mesin pencari literatur, ditemukan 295 artikel ataupun jurnal yang berkaitan dengan *keyword* yang digunakan. Kemudian disortir dengan tahun terbit dari 2011-2021, dan didapatkan 264 artikel. Dari 264 artikel selanjutnya disortir kembali dengan memilih penelitian yang menggunakan *randomized controlled trial* dan didapatkan 47 artikel. Selanjutnya 47 artikel tersebut disortir lagi dan didapatkan 33 artikel yang berkaitan dengan penggunaan *virtual reality*. Dan terakhir, 33 artikel tersebut kemudian disortir kembali dan terpilih 5 artikel yang berkaitan dengan penggunaan *Virtual Reality* pada Parkinson dengan metode penelitian *Randomized Controlled Trial* dan sesuai dengan kriteria inklusi dan digunakan sebagai landasan penelitian untuk dilakukan review. Tahapan dari pencarian artikel adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan Pencarian Artikel

Tabel 1. Data review artikel terpilih

No	Judul	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
1	<i>Home-based virtual reality balance training and conventional balance training in Parkinson's disease: A randomized controlled trial</i> Wen-Chieh Yang, Hsing-Kuo Wang, Ruey-Meei Wu, Chien-Shun Lo, Kwan-Hwa Lin (2016)	Mengetahui apakah <i>home-based virtual reality balance training</i> lebih efektif daripada pelatihan keseimbangan konvensional dalam meningkatkan keseimbangan, berjalan dan kualitas hidup penderita <i>parkinson</i>	23 pasien parkinson idiopatik direkrut dan menjalani 6 minggu pelatihan, 12 sesi dan 50 menit di setiap sesinya. Kelompok eksperimental (n=11) dilatih dengan <i>custom-made virtual reality balance training system</i> dan kelompok kontrol (n=12) dilatih oleh fisioterapi berlisensi. Hasil diukur pada minggu 0 (<i>pretest</i>), minggu 6 (<i>posttest</i>), dan minggu 8 (<i>follow-up</i>). Hasil utama adalah <i>Berg Balance Scale</i> . Hasil sekunder termasuk <i>Dynamic Gait Index</i> , <i>timed Up-and-Go test</i> , <i>Parkinson's Disease Questionnaire</i> , dan <i>the motor score of the Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> .	Tidak ada perbedaan antara kedua kelompok pada saat <i>pretest</i> . Setelah pelatihan, kedua kelompok mengalami peningkatan dalam <i>Berg Balance Scale</i> , <i>Dynamic Gait Index</i> , <i>timed Up-and-Go test</i> , dan <i>Parkinson's Disease Questionnaire</i> pada <i>posttest</i> dan <i>follow-up</i> daripada saat <i>pretest</i> . Namun, tidak ada perbedaan signifikan yang ditemukan antara kedua kelompok ini pada <i>posttest</i> dan <i>follow-up</i> .

<p>2 <i>Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial</i> Hao Feng, Cuiyun Li, Jiayu Liu, Liang Wang, Jing Ma, Guanglei Li, Lu Gan, Xiaoying Shang dan Zhixuan Wu (2019)</p>	<p>Mengetahui pengaruh teknologi <i>virtual reality</i> terhadap <i>balance</i> dan <i>gait</i> pada penderita <i>parkinson</i></p>	<p>28 pasien dengan parkinson secara acak dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok eksperimental ($n=14$) yang diberikan pelatihan <i>virtual reality</i> dan kelompok kontrol ($n=14$) yang diberikan terapi fisik konvensional. Penelitian dilakukan selama 12 minggu, 5 sesi/minggu dengan 45 menit disetiap sesinya. Individu dinilai sebelum dan sesudah rehabilitasi dengan <i>Berg Balance Scale</i> (BBS), <i>Timed Up and Go Test</i> (TUGT), <i>Third Part of Unified Parkinson's Disease Rating Scale</i> (UPDRS3), dan <i>Functional Gait Assessment</i> (FGA).</p>	<p>Setelah diberikan <i>treatment</i>, skor BBS, TUGT, dan FGA meningkat secara signifikan pada kedua kelompok ($p<0,05$). Namun, tidak ada perbedaan yang signifikan dalam UPDRS3 antara data <i>pre</i> dan <i>post</i> rehabilitasi pada kelompok kontrol ($p>0,05$). <i>Virtual reality training</i> menghasilkan kinerja yang jauh lebih baik dibandingkan dengan kelompok terapi fisik konvensional ($p<0,05$). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa 12 minggu rehabilitasi VR menghasilkan peningkatan yang lebih besar dalam keseimbangan dan gaya berjalan individu dengan parkinson jika dibandingkan dengan terapi fisik konvensional.</p>
--	---	--	---

3	<p><i>Virtual Reality Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability, and Walking Abilities in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Control Trial</i> Ying-Yi Liao, Yea-Ru Yang, Yih-Ru Wu, Ray-Yau Wang (2015)</p>	<p>Menguji efek pelatihan berbasis <i>virtual reality</i> dalam meningkatkan kekuatan otot, kemampuan integrasi sensorik, dan kemampuan berjalan pada penderita parkinson.</p>	<p>36 pasien dengan parkinson secara acak dibagi menjadi 3 kelompok ($n=12$ untuk setiap kelompok). Kelompok pertama diberikan <i>VR-Based Wii Fit exercise</i> (kelompok VRWii), kelompok kedua diberikan latihan tradisional (kelompok TE) selama 45 menit, dan kedua kelompok diikuti dengan latihan <i>treadmill</i> selama 15 menit, dilakukan selama 12 sesi dalam 6 minggu. Peserta dalam kelompok kontrol tidak menjalani program latihan terstruktur, tetapi menerima edukasi pencegahan jatuh sebagai gantinya. Hasil penelitian termasuk kekuatan otot ekstremitas bawah, kemampuan integrasi sensorik, kecepatan berjalan, panjang langkah, dan penilaian gaya berjalan fungsional. Semua hasil dinilai pada awal, setelah pelatihan, dan pada 1 bulan <i>follow-up</i>.</p>	<p>Kelompok VRWii dan TE menunjukkan lebih banyak peningkatan dalam kecepatan berjalan, panjang langkah, penilaian gaya berjalan fungsional, kekuatan otot, dan integrasi sistem vestibular dibandingkan dengan kelompok kontrol setelah pelatihan dan pada 1 bulan <i>follow-up</i>. Kemudian kelompok VRWii, menghasilkan peningkatan yang lebih besar dalam integrasi sistem visual daripada kelompok kontrol. <i>VR-Based Wii Fit exercise</i> sama bermanfaatnya dengan TE dalam meningkatkan kemampuan berjalan, kemampuan integrasi sensorik, dan kekuatan otot pada pasien dengan parkinson, dan peningkatan tersebut bertahan setidaknya selama 1 bulan. Metode ini disarankan untuk diterapkan pada pasien dengan parkinson.</p>
---	--	--	---	--

4	<p><i>Virtual Reality Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients With Parkinson's Disease</i> Ying-Yi Liao, Yea-Ru Yang, Shih-Jung Cheng, Yih-Ru Wu, Jong-Ling Fuh, dan Ray-Yau Wang. (2015)</p>	<p>Menguji efek latihan berbasis <i>virtual reality</i> pada <i>obstacle crossing performance</i> dan <i>dynamic balance</i> pada penderita parkinson.</p>	<p>36 peserta dengan parkinson (<i>Hoehn and Yahr grade I-III</i>) dibagi menjadi 3 kelompok. Pada kelompok latihan, <i>VR-Based Wii Fit exercise</i> (kelompok VRWii) atau latihan tradisional (kelompok TE) selama 45 menit, diikuti dengan 15 menit latihan <i>treadmill</i> di setiap sesi dengan total 12 sesi selama 6 minggu. Peserta pada kelompok kontrol tidak menerima program latihan. Hasil utama termasuk <i>obstacle crossing performance</i> (<i>crossing velocity, stride length, dan vertical toe obstacle clearance</i>) dan keseimbangan dinamis (<i>maximal excursion, kecepatan gerakan, dan kontrol arah yang diukur dengan limits-of-stability test</i>). Hasil sekunder termasuk <i>sensory organization test</i> (SOT), <i>Parkinson's Disease Questionnaire</i> (PDQ39), <i>fall efficacy scale</i> (FES-I), <i>timed up and go test</i> (TUG). Semua hasil dinilai pada <i>pre, post, dan 1 bulan follow-up</i>.</p>	<p>Kelompok VRWii menunjukkan peningkatan yang lebih besar dalam <i>obstacle crossing performance, crossing stride length</i> keseimbangan dinamis, SOT, TUG, FES-I, dan PDQ39 daripada kelompok kontrol. Kelompok VRWii juga menghasilkan peningkatan yang lebih besar dalam kecepatan gerakan pada <i>limits-of-stability test</i> daripada kelompok TE. Metode VRWii secara signifikan meningkatkan <i>obstacle crossing performance</i> dan keseimbangan dinamis, mendukung penerapan penggunaan VRWii pada peserta dengan PD.</p>
---	---	--	--	--

5	<p><i>Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized, Controlled Trial</i></p> <p>Marialuisa Gandolfi, Christian Geroin, Eleonora Dimitrova, Paolo Boldrini, Andreas Waldner, Silvia Bonadiman, Alessandro Picelli, Sara Regazzo, Elena Stirbu, Daniela Primon, Christian Bosello, Aristide Roberto Gravina, Luca Peron, Monica Trevisan, Alberto Carreño Garcia, Alessia Menel, Laura Bloccari, Nicola Valè, Leopold Saltuari, Michele Tinazzi, dan Nicola Smania (2017)</p>	<p>Membandingkan peningkatan stabilitas postural setelah dilakukan <i>Virtual Reality balance training</i> di rumah yang diawasi dari jarak jauh dan <i>Sensory Integration Balance Training</i> (SIBT) di klinik.</p>	<p>76 pasien dengan parkinson (<i>modified Hoehn and Yahr stages</i> 2.5-3) secara acak dibagi menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama menerima telerehabilitasi VR di rumah ($n = 38$) dan kelompok kedua diberikan SIBT di klinik ($n = 38$) selama 7 minggu dengan 3 sesi/minggu dan 50 menit disetiap sesinya. Telerehabilitasi VR terdiri dari permainan olahraga bertingkat menggunakan sistem <i>NintendoWii Fit</i>. Sedangkan SIBT termasuk latihan untuk meningkatkan stabilitas postural. Pasien dievaluasi sebelum pengobatan, setelah pengobatan, dan pada 1 bulan <i>follow-up</i>.</p>	<p>Analisis mengungkapkan perbedaan signifikan antara kelompok dalam peningkatan pada <i>Berg Balance Scale</i> untuk kelompok telerehabilitasi VR ($p=0,04$) dan waktu yang signifikan×interaksi grup dalam <i>Dynamic Gait Index</i> ($p=0,04$) untuk kelompok di klinik. Kedua kelompok menunjukkan perbedaan dalam semua ukuran hasil dari waktu ke waktu, kecuali untuk frekuensi jatuh. Perbandingan biaya menghasilkan perbedaan antar-kelompok dalam biaya perawatan dan peralatan. VR adalah alternatif yang layak untuk pengganti SIBT di klinik dengan tujuan mengurangi ketidakstabilan postural pada pasien parkinson yang memiliki <i>caregiver</i>.</p>
---	--	--	--	--

Artikel-artikel yang digunakan sebagai landasan untuk penelitian ini diuji kelayakannya menggunakan *PEDro scale*, dengan interpretasi jika nilai diatas 5, artinya risiko bias dari penelitian tersebut terbilang rendah, sedangkan jika nilai diatas 5, artinya risiko bias penelitian tersebut terbilang tinggi. Dari 5 artikel yang dijadikan landasan untuk penelitian ini didapatkan hasil semua artikel mendapatkan nilai skala *PEDro* diatas 5.

Dari 5 artikel terpilih, keseluruhannya memiliki nilai kriteria kelayakan dan alokasi secara acak. 3 artikel alokasinya disembunyikan dan untuk komparabilitas dasar, semua artikel memilikinya. Pada *blind subjects* dan *therapist*, tidak ada satupun artikel yang memenuhi kriteria tersebut, sedangkan untuk *blind assessors* atau penilai dan kriteria tindak lanjut dasar, seluruh artikel memilikinya. Hanya 2 artikel yang memiliki kriteria analisis data. Dan yang terakhir pada kriteria perbandingan antar kelompok serta points estimasi dan variabilitas, semua artikel memenuhi kriteria tersebut. Berikut tabel rincian secara detail mengenai penilaian skala *PEDro* untuk 5 artikel terpilih:

Tabel 2. Hasil Skala *PEDro* Artikel Terpilih

No	Eligibility Criteria	Random Allocation	Concealed Allocation	Baseline Comparability	Blind Subject	Blind Therapist	Blind Assessors	Adequate Follow-up	Intention-to-treat Analysis	Between-Group Comparison	Point Estimates and Variability	Hasil
1	√	√	×	√	×	×	√	√	√	√	√	7/10
2	√	√	×	√	×	×	√	√	√	√	√	7/10
3	√	√	√	√	×	×	√	√	×	√	√	7/10
4	√	√	√	√	×	×	√	√	×	√	√	7/10
5	√	√	×	√	×	×	√	√	×	√	√	6/10

3.2 PEMBAHASAN

Dari lima artikel terpilih, metode ataupun program yang diberikan pada semua artikel tersebut menggunakan *virtual reality*. Kemudian hasil skala *PEDro* dari seluruh artikel rata-rata ≥ 6 , dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kelima artikel termasuk dalam kategori bias yang rendah. Semua artikel melakukan perbandingan penelitian dengan menggunakan terapi konvensional.

Berdasarkan dari lima artikel terpilih tersebut, ditemukan kisaran durasi penggunaan *virtual reality* untuk meningkatkan fungsi motorik ataupun non-motorik pada penderita parkinson adalah 45-50 menit dengan 2-5 kali/minggu selama 6-12 minggu. Sedangkan

untuk kriteria pasien adalah berusia >18 tahun, Hoehn and Yahr grade 1-4, skor Mini-Mental State Examination (MMSE) >24, kemampuan berjalan secara mandiri tanpa alat bantu berjalan, penggunaan obat yang stabil, dengan atau tanpa stimulasi otak dalam, tidak ada gangguan visual dan pendengaran yang signifikan, tidak mengalami depresi serta tidak ada riwayat penyakit neurologis, kardiopulmoner, atau ortopedi lainnya.

Sistem VR yang digunakan pada setiap artikel berbeda, untuk artikel pertama (Wen-Chieh Yang et al., 2016), menggunakan sistem yang dikembangkan oleh *Cycling and Health Center of Taichung*. Alat-alat terdiri dari komputer, *balance board* yang berfungsi untuk mengukur pusat tekanan dengan sel beban tertanam dan mengirimkan sinyal secara nirkabel ke komputer melalui *bluetooth*. Pusat tekanan digunakan untuk mengontrol objek virtual, seperti mobil virtual atau avatar manusia dalam perangkat lunak *virtual reality*. Sensitivitas *balance board* dapat diatur berbeda tingkat untuk disesuaikan dengan latihan, contohnya seperti memindahkan objek virtual akan lebih mudah jika sensitivitasnya diatur ke tinggi dan sebaliknya. Sistem ini memiliki tiga program: *basic learning* (pembelajaran dasar) yang membantu pengguna mengenal sistem *virtual reality* melalui tugas-tugas permainan seperti *ball maze*, *Indoor daily tasks* (tugas sehari-hari di dalam ruangan) dan *outdoor daily tasks* (tugas harian di luar ruangan) mensimulasikan tugas sehari-hari dilingkungan *indoor* dan *outdoor*. Sistem *virtual reality balance training* yang digunakan pada penelitian ini memungkinkan pasien untuk memvisualisasikan pergeseran berat badan atau *weight bearing*, sehingga memfasilitasi pembelajaran kontrolnya. Kemudian sistem ini juga memberikan latihan yang bervariasi untuk meningkatkan fokus perhatian pada pembelajaran. Dalam perangkat *virtual reality*, lokasi target dan rute navigasi akan bervariasi dari percobaan ke percobaan, sehingga peserta berlatih tugas berulang kali. Terakhir, *billboard* hadiah seperti *videogame* dalam perangkat *virtual reality* mendorong pasien untuk mendapatkan poin dan skor yang lebih tinggi, sehingga meningkatkan motivasi latihan. Pada penelitian ini, para subjek disetiap kelompoknya menerima prinsip perkembangan yang serupa. Di kelompok *virtual reality* berfokus pada umpan balik visual atau suara dari layar, sedangkan kelompok terapi konvensional berfokus pada umpan balik verbal dari terapis. Kelemahan dari penelitian ini adalah tidak memonitor *freezing of gait*, oleh karena itu efek VR dan pelatihan keseimbangan konvensional pada *freezing* tidak jelas. Studi ini membandingkan efek pelatihan keseimbangan VR dan pelatihan keseimbangan konvensional di rumah. Kelompok kontrol dalam penelitian ini mengikuti pelatihan keseimbangan konvensional yang diawasi oleh ahli terapi fisik. Namun di kelompok kontrol tidak dimasukkan *general exercise* (seperti, *stretching* atau *strengthening exercise* di rumah tanpa pengawasan), atau kelompok kontrol tanpa pengobatan. Oleh karena itu, efek dari pelatihan keseimbangan VR sehubungan dengan *general exercise* atau tanpa *exercise* tetap tidak terjawab. VR *home-based* mungkin menjadi pilihan yang layak untuk pasien parkinson, terutama mereka yang tinggal di daerah dengan akses terbatas ke layanan rehabilitasi tetapi harus memiliki koneksi internet yang stabil.

Berdasarkan artikel kedua (Hao Feng et al., 2019), teknologi *virtual reality* memberikan berbagai rangsangan untuk meningkatkan sensitivitas sensorik organ

pasien dan stimulasi ritmik dapat mengkompensasi gangguan irama sistem saraf pusat dan meringankan spasme otot. Penelitian ini menunjukkan bahwa *virtual reality* adalah pengobatan yang menjanjikan untuk gaya berjalan, keseimbangan dan mobilitas pada parkinson. Peningkatan mobilitas juga memiliki efek positif pada kemampuan perawatan diri pasien dan mengurangi beban *caregiver*. Latihan *balance* konvensional sebagian besar adalah latihan "*one-on-one*" yang memanfaatkan lebih banyak sumber daya medis dan mungkin tampak monoton atau membosankan bagi pasien. Saat selesai latihan, pasien tidak dapat berintegrasi latihan yang diberikan ke dalam lingkungan kehidupan sehari-hari. Sementara itu, teknologi *virtual reality* menggunakan komputer untuk menghasilkan beberapa hal menarik seperti *mini games* yang menghibur atau *travel scenes* untuk pasien dapat berpartisipasi dan diberikan penghargaan kepada mereka setelah menyelesaikan tugas. Selama penggunaan, teknik ini melibatkan input sensorik, penilaian otak serta integrasi informasi dan efektif untuk kontrol saraf. Dalam proses menyelesaikan tugas, pasien dapat terus menerima umpan balik, mendorong penyesuaian pola gerak untuk membentuk jaringan saraf yang optimal. Program latihan dapat melibatkan gambar serta musik yang indah dan umpan balik positif, dll., untuk mengalihkan perhatian pasien dan membuat pasien secara psikologis mengurangi rasa takut dalam melakukan latihan, sehingga mencapai efek pemulihan. Teknologi ini tidak hanya menyediakan lingkungan pelatihan yang mirip dengan dunia nyata dan pelatihan berorientasi tugas yang bermakna, tetapi juga mengukur status fungsional pasien sebelum dan sesudah rehabilitasi, serta dapat meningkatkan kualitas hidup pasien, sehingga aktivitas pasien tidak lagi hanya terbatas pada rumah, ruangan, atau bahkan tempat tidur. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa pasien dengan parkinson memiliki perbedaan waktu onset, usia, dan kemampuan kognitif, yang dapat mempengaruhi tingkat partisipasi dalam proses rehabilitasi. Minat pasien pada masa rehabilitasi adalah sangat penting dan dapat mempengaruhi partisipasi aktif pasien. Beberapa keterbatasan dari penelitian ini adalah periode waktu yang relatif singkat dan ukuran sampel yang kecil, efek teknologi VR pada pemulihan fungsi keseimbangan pada pasien dari berbagai jenis kelamin dan kelompok usia belum dapat dijelaskan dan juga harus dipelajari lebih lanjut.

Kemudian untuk sistem VR pada artikel ketiga dan keempat (Ying-Yi Liao et al., 2015) menggunakan sistem VR yang sama, yaitu *Wii Fit Plus gaming system* dan *Wii Fit balance board* (Nintendo Phuten Co., Ltd, Taipei, Taiwan). *Wii Fit balance board* adalah sistem baru yang melacak perubahan di pusat tekanan selama permainan olahraga. Lingkungan virtual ditampilkan pada layar 230 cm (lebar dan tinggi) di depan peserta. Melalui teknologi avatar, gambar diproyeksikan di layar melalui proyektor. Karakter virtual memberikan umpan balik visual atau auditor secara *real time*. Peserta dapat memulai karakter virtual dan menyesuaikan gerakan mereka sendiri sesuai dengan umpan balik secara *real time*. Di akhir permainan, sistem *Wii Fit* juga memberikan skor total di layar. Kedua artikel ini melakukan penelitian dengan tambahan latihan *treadmill* selama 15 menit setelah melakukan VR *exercise* atau latihan konvensional. Menurut artikel ketiga, latihan VR*WiiFit* dan terapi konvensional dapat meningkatkan

kemampuan integrasi sensorik, terutama sistem vestibular. Pelatihan VRWiiFit juga memberikan efek menguntungkan pada integrasi sensorik penglihatan, yang tidak terlihat setelah terapi konvensional. Alasan yang mungkin untuk peningkatan tersebut mungkin disebabkan oleh aliran optik besar-besaran di lingkungan virtual dengan umpan balik visual selama latihan. Dalam penelitian ini tidak hanya mengukur panjang langkah dan kecepatan dalam berjalan datar, tetapi juga *functional gait performance* untuk menunjukkan kemampuan berjalan. Selama FGA, tugas-tugas seperti gaya berjalan dengan putaran kepala horizontal atau vertikal, gaya berjalan dan putaran pivot, langkah melewati rintangan, dan gaya berjalan dengan mata tertutup merupakan tantangan keseimbangan dan melibatkan integrasi kompleks berbagai sistem sensorik dan output motorik. Baik VRWiiFit dan terapi konvensional menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kinerja gaya berjalan fungsional mungkin karena peningkatan kemampuan integrasi sensorik dan kekuatan otot ekstremitas bawah.

Selanjutnya menurut artikel keempat, *virtual reality* berbasis Wii Fit *exercises* lebih efektif daripada latihan tradisional atau terapi konvensional untuk meningkatkan keseimbangan dinamis yang mungkin disebabkan oleh beberapa faktor-faktor, yaitu: (1) VR adalah bentuk umpan balik eksternal, di penelitian ini pengetahuan kinerja dan pengetahuan hasil diberikan selama pelatihan dalam bentuk umpan balik auditori dan visual. Peserta kemudian dapat melakukan koreksi sesuai dengan umpan balik untuk meningkatkan kinerja motorik; (2) Beberapa program game VRWii memerlukan perhatian atau kemampuan memecahkan masalah, partisipasi aktif dalam program yang menuntut kognisi dapat mengaktifkan jaringan jalur kognitif dan mengkonsolidasikan efek pembelajaran; (3) Pengamatan kinerja virtual di layar juga dapat memfasilitasi partisipasi mirror neurons. Aktivasi mirror neurons yang terletak di korteks serebral dapat membantu membuat koneksi di jaringan saraf yang meningkatkan pembelajaran dan kinerja motorik secara bersamaan, kemungkinan ini dapat membantu peserta dengan PD meningkatkan mobilitas dan kontrol keseimbangan. Kemudian penelitian ini juga menambahkan pelatihan *treadmill* untuk program pelatihan. Efek latihan *treadmill* diketahui meningkatkan kinerja dan keseimbangan gaya berjalan, oleh karena itu penambahan latihan *treadmill* setelah VRWiiFit *exercises* (kelompok VRWii) dan latihan tradisional/konvensional (kelompok TE) berfungsi untuk meningkatkan efek latihan. Dalam penelitian ini, menunjukkan bahwa 12 sesi VRWii sebagai bagian dari intervensi pelatihan multifaset efektif dalam meningkatkan kinerja penyeberangan rintangan pada penderita parkinson dibandingkan dengan kelompok kontrol. Peningkatan tersebut disertai dengan peningkatan bersamaan dalam kontrol keseimbangan dinamis dan kemampuan integrasi sensorik, dan peningkatan ini bertahan setidaknya selama satu bulan. *Virtual reality* berbasis Wii Fit *exercises* lebih efektif daripada latihan tradisional dalam meningkatkan *Movement Velocity* (MV) dalam tes *Limits Of Stability* (LOS). Tes LOS dapat menunjukkan kontrol keseimbangan pada penderita parkinson. Selain itu, LOS berguna dalam penilaian prospektif risiko jatuh pada penderita parkinson. Oleh karena itu, VRWii sebagai bagian dari intervensi

pelatihan multifaset dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada intervensi tradisional dengan kebermaknaan statistik dan klinis.

Beberapa keterbatasan dalam penelitian di artikel ketiga dan keempat, yaitu perkiraan ukuran sampel kecil, meskipun ukuran sampelnya relatif kecil, tapi kekuatan statistiknya kuat (kecepatan gaya berjalan 0.89; kecepatan persimpangan 0.96; panjang langkah menyebrang 0.94), kemudian terapis tidak buta yang dapat menimbulkan bias dalam hasil, berikutnya kelompok VRWiiFit mendapatkan pelatihan treadmill selama 15 menit, meskipun intensitasnya relatif rendah, efek pada kelompok latihan dapat dikaitkan dengan latihan treadmill. Dari artikel ketiga, skala 4 poin FGA mungkin tidak sensitif, dan dari artikel keempat, FES-I tidak mewakili kejadian jatuh yang sebenarnya, oleh karena itu pengurangan kejadian jatuh setelah pelatihan memerlukan tindakan lebih lanjut, terutama untuk pasien parkinson dengan riwayat jatuh.

Dan yang terakhir, sistem VR pada artikel kelima (Marialuisa Gandolfi et al., 2017), yaitu telerehabilitasi *virtual reality* berbasis permainan olahraga bertingkat yang menggunakan sistem *Nintendo Wii Fit*. Pelatihan keseimbangan yang ditawarkan oleh TeleWii terdiri dari latihan seperti pemindahan berat badan, loncatan kaki simetris, dan gerakan terkontrol yang mendekati batas stabilitas, diulang dalam jumlah pengulangan yang tinggi dan lingkungan yang kompleks serta memotivasi. Semua tugas ini membutuhkan kontrol aktif dari keselarasan tubuh dan gaya gravitasi, permukaan yang mendukung, lingkungan visual, dan referensi internal. Berdasarkan interpretasi informasi sensorik konvergen dari somatosensori, vestibular, dan sistem visual, pasien diminta untuk menerapkan penyesuaian postural antisipatif untuk menstabilkan pusat massa tubuh dan memilih urutan motorik yang sesuai untuk menyelesaikan tugas. Efek dari pelatihan TeleWii mungkin telah diperkuat oleh visual dan auditori, dalam penelitian ini dikonseptualisasikan sebagai alat pembelajaran motorik serta dengan umpan balik pada kinerja keseimbangan yang memotivasi pasien untuk membuat penyesuaian postur secara tepat. Pelatihan Tele Wii menyebabkan peningkatan dalam strategi sensorik (integrasi sensorimotor dan re-weighting). Dengan pelatihan progresif, pasien dapat dengan cepat re-weighting dan memilih informasi sensorik yang lebih baik untuk menjaga stabilitas postural. TeleWii dapat meningkatkan kemampuan untuk mengintegrasikan dan mengatur ulang input sensorik yang masuk dan membentuk sistem koordinat yang menjadi dasar kontrol postur tubuh. Selain itu, Tele Wii menawarkan lingkungan virtual reality yang diperkaya dengan visual dan auditori sehingga dapat meningkatkan pembelajaran motorik. TeleWii meningkatkan pengalaman ini lebih dari SIBT dengan kemampuannya untuk memberikan pengalaman motorik-kognitif gabungan dalam lingkungan terapeutik yang valid secara ekologis. TeleWii membuka peluang baru untuk mengobati ketidakstabilan postural, memberikan akses perawatan individu dari rumah mereka terutama bagi mereka yang tinggal di daerah pedesaan. Model ini menghemat waktu dan biaya perjalanan dan memungkinkan pemberian layanan rehabilitasi dalam skala besar (yaitu, satu fisioterapis memantau dua atau lebih pasien). Kekuatan dari penelitian ini adalah sampel pasien yang besar dan evaluasi komprehensif gangguan keseimbangan tentang fungsi dan domain yang

berbeda. Keterbatasannya adalah kurangnya evaluasi instrumental untuk menilai kinerja keseimbangan, reaksi postural, dan perubahan kekuatan otot dan massa tubuh tanpa lemak. Selain itu, temuan ini tidak dapat digeneralisasi untuk pasien parkinson dengan penurunan kognitif yang signifikan, karena penggunaan TeleWii mungkin tidak aman.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini terhadap seluruh analisis serta pembahasan terkait 5 artikel terpilih adalah bahwa penggunaan *virtual reality* berbasis *exergaming* baik di klinik ataupun *home-based* dengan kisaran durasi 45-50 menit dengan 2-5 kali/minggu selama 6-12 minggu, efektif untuk meningkatkan fungsi motorik maupun non-motorik pada penderita parkinson yang berusia >18 tahun, *Hoehn and Yahr grade* 1-4, skor *Mini-Mental State Examination* (MMSE) >24, kemampuan berjalan secara mandiri tanpa alat bantu berjalan, penggunaan obat yang stabil, dengan atau tanpa stimulasi otak dalam, tidak ada gangguan visual dan pendengaran yang signifikan, tidak mengalami depresi serta tidak ada riwayat penyakit neurologis, kardiopulmoner, atau ortopedi lainnya.. Penggunaan metode ini juga lebih unggul dibandingkan dengan terapi konvensional karena memberikan umpan balik dalam bentuk auditori dan visual untuk meningkatkan kinerja motorik karena latihan yang diberikan berintegrasi ke dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang mirip dengan dunia nyata. Metode ini memerlukan perhatian atau kemampuan memecahkan masalah, partisipasi aktif dalam program yang menuntut kognisi dapat mengaktifkan jaringan jalur kognitif dan mengkonsolidasikan efek pembelajaran pada pasien. *Virtual reality* memberikan efek pada integrasi sensorik penglihatan, yang disebabkan oleh aliran optik besar-besaran di lingkungan virtual dengan umpan balik visual selama latihan. Program latihan dapat melibatkan gambar serta musik yang indah dan umpan balik positif, dll., untuk mengalihkan perhatian pasien dan membuat pasien secara psikologis mengurangi rasa takut dalam melakukan latihan. Adanya umpan balik secara visual dan auditori ini membuat pasien harus melakukan koreksi dari posisi atau posturnya dengan benar sehingga menyebabkan meningkatnya fungsi motorik dari pasien. Pengamatan kinerja virtual di layar juga dapat memfasilitasi partisipasi mirror neurons. Aktivasi mirror neurons yang terletak di korteks serebral dapat membantu membuat koneksi di jaringan saraf yang meningkatkan pembelajaran dan kinerja motorik secara bersamaan, ini dapat membantu penderita parkinson meningkatkan mobilitas dan kontrol keseimbangan. Kemudian adanya reward pada setiap tugas yang terselesaikan menambah motivasi, kepercayaan diri, serta memberikan rasa kesenangan dan kenikmatan bagi pemulihan pasien yang tidak ditemukan pada terapi konvensional.

Menerapkan teknologi *virtual reality* ke bidang kedokteran rehabilitasi dapat secara efektif mengatasi keterbatasan metode pelatihan rehabilitasi konvensional, seperti membantu bagi penderita yang tempat tinggalnya jauh dari klinik atau pusat rehabilitasi sehingga dapat menghemat biaya transportasi serta bisa terus untuk melakukan latihan

sesuai yang direncanakan oleh terapis. Hal ini juga sangat menguntungkan bagi terapis, karena kecil kemungkinan pasien melewatkan latihan (terkecuali kondisi pasien sedang tidak baik) dan target yang sudah direncanakan dapat tercapai secara maksimal. Tetapi, teknologi ini tidak tepat diterapkan secara *home-based* di daerah yang koneksi internetnya tidak stabil, karena saat pelaksanaan latihan, jaringan yang stabil diperlukan agar pemantauan proses latihan dari terapis tidak terhambat. Sehingga teknologi ini hanya tepat diterapkan secara *home-based* pada daerah yang koneksi internetnya sangat stabil agar proses latihan berjalan dengan lancar.

4.2 Saran

Adapun saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan dari pengalaman melakukan penelitian ini, yaitu: bagi peneliti, diharapkan ini dapat menjadi bahan pembelajaran untuk melakukan penelitian selanjutnya dengan melakukan pengembangan teori yang sudah ada dan kemudian dievaluasi kembali serta dapat dikembangkan dengan lebih baik lagi dengan menambah referensi-referensi yang lebih banyak dan relevan terhadap studi yang diteliti, sehingga hasilnya akan jauh lebih baik dari sebelumnya; bagi fisioterapis atau praktisi, diharapkan agar kedepannya metode rehabilitasi dengan menggunakan *virtual reality* dapat dijadikan alternatif untuk penderita parkinson terutama yang kesulitan dalam akses menuju ke klinik atau tempat rehabilitasi, ini semua agar pasien tetap mendapatkan *treatment* dan target dari terapis tercapai.

PERSANTUNAN

Dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan oleh berbagai pihak. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Taufik Eko Susilo, S.Fis., M.Sc. selaku pembimbing atas arahan serta bimbingan dan motivasi yang telah diberikan dalam proses penyusunan hingga penyelesaian skripsi ini. Tidak lupa penulis ucapkan terimakasih juga kepada seluruh dosen pengajar dan staf Program Studi Fisioterapi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta, kedua orang tua, saudara, keluarga, serta rekan-rekan fisioterapi program alih jenjang angkatan 2020 yang telah memberi dukungan dalam hal apapun.

DAFTAR PUSTAKA

- Siti M. (2018). Pengaruh Metode Senam Parkinson Untuk Meningkatkan Keseimbangan Pada Penderita Parkinson Disease. *Jurnal Ilmiah Fisioterapi (JIF)* Volume 1 Nomor 01
- Teri C., DO, MSN, CRNP, and Kristina Terzakis, SN. (2016). *Parkinson Disease*. Wolters Kluwer Health, vol. 34, hal. 301-302.

- Luthfi S. A., Hendry G., Penggalih M. H. (2019). Peluang Penerapan Teknologi Virtual Reality pada Bidang Neurologi. Seminar Nasional Informatika Medis (SNIMed) hal 40-44
- N. Maserejian, L. Vinikoor-Imler, A. Dilley. (2020). Estimation of the 2020 Global Population of Parkinson's Disease (PD): <https://www.mdsabstracts.org/abstract/estimation-of-the-2020-global-population-of-parkinsons-disease-pd/>
- Dockx K., Bekkers EMJ., Van DB., Ginis P., Rochester L., Hausdor J.M., Mirelman A., Nieuwboer A. (2016). Virtual reality for rehabilitation in Parkinson's disease. Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 12.
- Ying Y.L., Yea R.Y., Yih R.W., Ray Y.W. 2015. Virtual Reality-Based Wii Fit Training in Improving Muscle Strength, Sensory Integration Ability and Walking Abilities in Patients with Parkinson's Disease: A Randomized Control Trial. International Journal of Gerontology 9, hal. 190-195
- Marialuisa G., Christian G., Eleonora D., Paolo., Andreas W., Silvia B., Alessandro P., Sara R., Elena S., Daniela P., Christian B., Aristide R.G., Luca P., Monica T., Alberto C.G., Alessia M., Laura B., Nicola V., Leopold S., Michele T., Nicola S. Virtual Reality Telerehabilitation for Postural Instability in Parkinson's Disease: A Multicenter, Single-Blind, Randomized Controlled Trial. 2017. Hindawi BioMed Research International.
- Hao F., Cuiyun L., Jiayu L., Liang W., Jing M., Guanglei L., Lu G., Xiaoying S., Zhixuan W. (2019). Virtual Reality Rehabilitation Versus Conventional Physical Therapy for Improving Balance and Gait in Parkinson's Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. Medic Science Monitor.
- Ying Y.L., Yea R.Y., Shih J.C., Yih R.W., Jong L.F., Ray Y.W. (2015). Virtual Reality-Based Training to Improve Obstacle-Crossing Performance and Dynamic Balance in Patients With Parkinson's Disease. Neurorehabilitation and Neural Repair, Vol. 29(7), hal 658-667.
- Wen C.Y., Hsing K.W., Ruey M.W., Chien S.L., Kwan H.L. (2016). Home-Based Virtual Reality Balance Training And Conventional Balance Training In Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. Journal of the Formosan Medical Association 115, hal. 734-743,

Chang Y.Y., Kwan H.L., Ming H.H., Ruey M.W., Tung W.L., Chia H.L. (2011).
Effects of Virtual Reality–Augmented Balance Training on Sensory
Organization and Attentional Demand for Postural Control in People With
Parkinson Disease: A Randomized Controlled Trial. *American Physical Therapy
Association*, vol. 91, no. 6, hal. 862-874.