

## APLIKASI *VIRTUAL REALITY* DALAM REHABILITASI EKSTREMITAS ATAS PASIEN POST STROKE: *LITERATURE REVIEW*

Candradewi Mahardika Ranukusuma<sup>1</sup>, Tuti Herawati<sup>2</sup>

Magister Keperawatan Medikal Bedah Fakultas Ilmu Keperawatan, Universitas Indonesia<sup>1,2</sup>

candradewi.mahardika@ui.ac.id<sup>1</sup>, herawati@ui.ac.id<sup>1</sup>

### ABSTRACT

*Stroke is a disease that causes disability in sufferers. Post-stroke patients experience motor weakness and difficulty in ambulation. One of the weaknesses that often occurs is the upper extremity so that rehabilitation is needed to be able to restore normal function. Rehabilitation with the application of Virtual Reality technology is one of the many technologies being tested. The purpose of writing this article is to determine the effectiveness of the use of upper extremity rehabilitation therapy with Virtual Reality technology. In writing this article, the author uses a literature review method that focuses on the use of Virtual Reality technology in rehabilitation therapy. The application of Virtual Reality technology shows research results that support that rehabilitation with Virtual Reality technology can be useful and effective. This is indicated by a significant increase in the recovery of upper limb movement in post-stroke patients. The type of Virtual Reality that is widely used from the 10 journals analyzed is the type of Virtual Reality based on games and rehabilitation therapy which is carried out in combination with conventional therapy. The application of therapy based on Virtual Reality technology still needs to be developed so that it can get greater benefits. The type of Virtual Reality that is widely used from the 10 journals analyzed is the type of Virtual Reality based on games and rehabilitation therapy which is carried out in combination with conventional therapy. The application of therapy based on Virtual Reality technology still needs to be developed so that it can get greater benefits. The type of Virtual Reality that is widely used from the 10 journals analyzed is the type of Virtual Reality based on games and rehabilitation therapy which is carried out in combination with conventional therapy. The application of therapy based on Virtual Reality technology still needs to be developed so that it can get greater benefits.*

**Keywords** : Patient, Rehabilitation, Stroke, Upper Limb, Virtual Reality

### ABSTRAK

Stroke merupakan penyakit yang menyebabkan kecacatan pada penderitanya. Pasien paska terjadi stroke mengalami kelemahan motorik dan hambatan dalam ambulasi. Salah satu kelemahan yang sering terjadi adalah ekstremitas atas sehingga diperlukan rehabilitasi untuk dapat mengembalikan fungsi normalnya. Rehabilitasi dengan pengaplikasian teknologi *Virtual Reality* menjadikan salah satu teknologi yang banyak di uji cobakan. Tujuan penulisan artikel ini untuk mengetahui keefektifan penggunaan terapi rehabilitasi ekstremitas atas dengan teknologi *Virtual Reality*. Dalam menulis artikel ini, penulis menggunakan metode *literatur review* yang berfokus dalam hal pemanfaatan teknologi *Virtual Reality* dalam terapi rehabilitasi. Pengaplikasian teknologi *Virtual Reality* menunjukkan hasil penelitian yang mendukung bahwa rehabilitasi dengan teknologi *Virtual Reality* dapat berguna dan efektif. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan yang signifikan dalam pemulihan gerakan anggota ekstremitas atas pada pasien paska stroke. Jenis *Virtual Reality* yang banyak dipakai dari 10 jurnal yang di analisis adalah jenis *Virtual Reality* berbasis game dan terapi rehabilitasi yang dilakukan dikombinasi dengan terapi konvensional. Pengaplikasian terapi berbasis teknologi *Virtual Reality* masih perlu terus dikembangkan sehingga bisa mendapatkan manfaat yang lebih besar.

**Kata kunci** : Ekstremitas Atas, Pasien, Rehabilitasi, Stroke, *Virtual Reality*

### PENDAHULUAN

Stroke adalah suatu penyakit yang menyebabkan kematian kedua di dunia dan mengakibatkan kecacatan bagi

penderitanya. (Syafni, *et al* 2020) Pasien paska terjadi stroke terdapat defisit motorik diperkirakan sebesar 55% sampai 75% dalam 3 dan 6 bulan awal. (Mc Coy, *et al*. 2018). Defisit motorik meninggalkan pasien

dengan konsekuensi fungsional seperti gaya hidup menetap, keterbatasan untuk melakukan aktivitas sehari-hari. (Syafni, *et al* 2020). Kehilangan atau hambatan ambulasi adalah salah satu gejala sisa stroke yang paling parah. Pemulihan gaya berjalan dapat dianggap sebagai tujuan utama dari perawatan rehabilitasi setelah stroke. (Bantolo, *et al* 2022) Rehabilitasi individu yang mengalami stroke berupaya meningkatkan aktivitas fungsionalnya, mengurangi kurangnya interaksi dengan lingkungan. Salah satu rehabilitasi yang bisa dilakukan adalah bagian ekstremitas atas untuk meningkatkan fungsi motoriknya.

Sistem rehabilitasi berbasis teknologi baru dikembangkan dan diaplikasikan penggunaannya di berbagai negara. Contoh dari rehabilitasi berbasis teknologi adalah dengan *Virtual Reality*. *Virtual Reality* adalah pendekatan antara penggunaan dan antarmuka komputer yang melibatkan simulasi *real-time* dari lingkungan, skenario atau aktivitas yang menawarkan interaksi penggunaan melalui beberapa saluran sensorik. (Nuryanto, *et al* 2019)) *Virtual Reality* memiliki kemampuan untuk menciptakan lingkungan yang interaktif dan memotivasi, yang dapat dimanipulasi oleh terapis untuk menciptakan perawatan individu. (Nuryanto, *et al* 2019)

Penulisan *literatur review* ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur dari beberapa artikel dan jurnal sehingga dapat dilihat bagaimana penggunaan *Virtual Reality* pada rehabilitasi ekstremitas atas

pasien paska stroke.

## METODE

Metode yang penulis gunakan adalah studi literatur dari artikel dan jurnal nasional serta internasional. Penggunaan metode ini bertujuan menambah pengetahuan dan pemahaman mengenai topik yang dibahas dengan menyajikan hasil-hasil dari penelitian yang telah dipublikasikan dalam jurnal sehingga dapat memberikan informasi fakta atau menganalisa dari tinjauan literatur yang relevan. Dalam pencarian literatur dengan menggunakan database Proquest dan ScienceDirect. Tahap awal pencarian jurnal diperoleh 125 artikel di Proquest dan 193 artikel di ScienceDirect dari tahun 2018 sampai 2022. Menggunakan kata kunci *rehabilitation, stroke, virtual reality, upper limb*.

Setelah mencari yang lebih spesifik didapatkan 16 artikel yang relevan, kemudian disaring kembali dan didapatkan 10 artikel.

## HASIL

*Literatur review* ini lebih spesifik pada rehabilitasi ekstremitas atas pasien stroke dengan pengembangan teknologi baru yaitu sebuah *virtual reality*. Analisis jurnal yang relevan di tampilkan dalam tabel sintesis di bawah.

**Tabel 1. Tabel Sintesis berisi Resume Tujuan, Metode dan Hasil Analisis Jurnal**

No	Judul	Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
1.	<i>The Effect of Virtual Reality-Based Therapy on Improving Upper Limb Functions in Individuals with Stroke: A Randomized Control Trial</i>	El-Kafy, <i>et al</i> (2021)	Melihat pengaruh terapi berbasis <i>virtual reality</i> terhadap peningkatan fungsi ekstremitas atas individu stroke kronis	<i>Randomized Control Trial</i> 40 responden dengan stroke kronis, dibagi dua kelompok. Kelompok eksperimen terapi kombinasi (konvesioanl dan <i>virtual reality</i> ). Sedangkan kontrol	Penggunaan terapi kombinasi ( <i>konvensional</i> dan <i>virtual reality</i> ) lebih efektif meningkatkan fungsi ekstremitas atas individu stroke kronis daripada

			terapi konvensional saja.	terapi konvensional saja. Kelompok eksperimen semua $P < 0,01$ memiliki peningkatan skor <i>ARAF (Action Research Arm Test)</i> , <i>WMFT (Wolf Motor Function Test)</i> , <i>WMFT-Time</i> yang lebih baik setelah terapi dibandingkan kelompok kontrol.
2.	<i>Feasibility and Efficacy of a Virtual Game-Based Upper Extremity Motor Function Rehabilitation Therapy in Patients with Chronic Stroke: A Pilot Study</i>	Aguilera-Rubio, et al(2022)	Mengeksplorasi keefektifan pemulihan fungsi motorik ekstremitas atas penderita stroke kronis	<i>A Prospective Pilot Experimental Clinical Trial</i> Orang stroke kronis, mampu posisi duduk mandiri. Mendapat terapi kombinasi (konvensional dan <i>Virtual Reality</i> ). Di evaluasi pra-perawatan dan pasca perawatan. Menunjukkan perubahan signifikan pada variabel genggam, <i>BBT (the Block and Box Test)</i> dan <i>ARAT (Action Research Arm Test)</i> . <i>Virtual Reality</i> alat efektif dalam aspek rehabilitasi fungsi ekstremitas atas pasien stroke kronis. Perbedaan signifikan ditemukan pada rentang gerak <i>fleksi-ekstensi (17,8%)</i> , <i>adduksi-abduksi (20,23%)</i> dan <i>rotasi internal-eksternal bahu (18,21%)</i> . Peningkatan tersebut mendukung manfaat terapi rehabilitasi menggabungkan <i>FES (Functional Electrical Stimulation)</i> , <i>exergaming</i> dan <i>Virtual Reality</i> .
3.	<i>Biomechanical Assessment of Post Stroke Patients Upper Limb before and after Rehabilitation Therapy Based on FES and VR</i>	Montoya, et al(2022)	Mengevaluasi keefektifan terapi <i>Virtual Reality</i> , olahraga dan <i>FES (Functional Electrical Stimulation)</i> pasien pasca stroke	Melakukan penilaian biomekanik dari 13 pasien pasca stroke dengan <i>hemiparesis</i> sebelum dan sesudah rehabilitasi selama 2 bulan. Perbedaan signifikan ditemukan pada rentang gerak <i>fleksi-ekstensi (17,8%)</i> , <i>adduksi-abduksi (20,23%)</i> dan <i>rotasi internal-eksternal bahu (18,21%)</i> . Peningkatan tersebut mendukung manfaat terapi rehabilitasi menggabungkan <i>FES (Functional Electrical Stimulation)</i> , <i>exergaming</i> dan <i>Virtual Reality</i> .
4.	<i>Effectiveness of</i>	Wei, at al	Mengverifikasi	Studi uji Klinis Kombinasi

	<i>Robot-Assisted Virtual Reality Mirror Therapy for Upper Limb Motor Dysfunction after Stroke: Study Protocol for a Single-Center Randomized Controlled Clinical Trial</i>	(2022)	keefektifan klinis terapi <i>Robot Assisted Virtual Reality Mirror Therapy</i> ( <i>RAVRMT</i> ) untuk meningkatkan disfungsi motorik ekstremitas atas pasien stroke	terkontrol acak pusat 32 pasien dibagi secara acak 2 kelompok 1:1, kelompok <i>Virtual Reality Mirror Therapy (VRMT)</i> dan kelompok <i>Robot Assisted Virtual Reality Mirror Therapy (RAVRMT)</i> , diberikan sekali sehari selama 4 minggu.	aplikasi <i>RAVRMT</i> dan <i>VRMT</i> mengaktifkan sistem saraf lebih baik, memperbaiki disfungsi motorik ekstremitas atas pasien stroke.
5.	<i>Virtual Reality Training Using Nintendo Wii Games for Patient for Patients with Stroke: Randomized Controlled Trial</i>	Anwar, et al (2022)	Membandingkan efek pelatihan <i>Virtual Reality</i> dan terapi fisik rutin terhadap keseimbangan dan fungsi sensorimotor ekstremitas atas pasien stroke	<i>Randomized Controlled Trial</i> 74 peserta stroke kronis dibagi 2 kelompok. kelompok <i>Virtual Reality</i> (37) dan kelompok terapi fisik (37). Diukur dengan <i>Berg Balance Scale</i> dan skala <i>Fugl-Meyer Assesment</i> .	Perbedaan signifikan antar kedua kelompok didapatkan skor skala <i>Berg Balance</i> ( $p < 0.001$ ), <i>Furg-Meyer</i> ( $p = 0.03$ ). Pelatihan <i>Virtual Reality</i> sangat membantu meningkatkan keseimbangan dan fungsi ekstremitas atas dalam kehidupan rutin pasien stroke. Akan tetapi tidak ditemukan lebih baik daripada terapi konvensional meningkatkan sensasi ekstremitas atas. Hasil penelitian terdapat perbedaan kemampuan fungsional tangan atas kedua kelompok. Latihan <i>Virtual Reality</i> dengan <i>Sensor Leap Motion Controller</i> menunjukkan hasil lebih baik terhadap peningkatan kemampuan fungsional
6.	Pemberian Latihan <i>Virtual Reality</i> lebih baik daripada Latihan Konvensional terhadap Peningkatan Fungsional Tangan pada Pasien Pasca Stroke	Nuryanto, et al (2019)	Mengetahui pemberian Latihan <i>Virtual Reality</i> lebih baik daripada Latihan konvensional terhadap peningkatan fungsional tangan pada pasien pasca stroke	<i>Studi Eksperimental dengan Randomized Control pre-post Test Design</i> . Dibagi menjadi 2 kelompok, tiap kelompok 6 sampel. Kelompok 1 diberikan latihan <i>Virtual Reality</i> menggunakan sensor <i>Leap Motion Controller</i> , kelompok 2 diberikan terapi konvensional, kemudian dievaluasi.	Hasil penelitian terdapat perbedaan kemampuan fungsional tangan atas kedua kelompok. Latihan <i>Virtual Reality</i> dengan <i>Sensor Leap Motion Controller</i> menunjukkan hasil lebih baik terhadap peningkatan kemampuan fungsional

7.	<i>Non-Immersive Virtual Reality for Post-Stroke Upper Extremity Rehabilitation: A Small Cohort Randomized Trial</i>	Miclaus, <i>et al</i> (2020)	Menggunakan perangkat lunak <i>MIRA</i> untuk menyelidiki efisiensi terapi <i>NIVR</i> spesifik sebagai intervensi mandiri dibandingkan fisioterapi standar untuk rehabilitasi ekstremitas atas pasien paska stroke	<i>Small Cohort Randomized Trial</i> 50 pasien di acak menjadi 2 kelompok. Kelompok kontrol (fisioterapi standar) dan eksperimen (dengan <i>NIVR Non-Immersive Virtual Reality</i> ). Kemudian di uji dengan <i>Kruskal-Wallis</i> dan dengan <i>Wilcoxon Signed-Rank</i> .	tangan pasien paska stroke daripada terapi konvensional. Dibandingkan dengan fisioterapi standar, <i>NIVR (Non-Immersive Virtual Reality)</i> memiliki efek menguntungkan pada pemulihan fungsional ekstremitas atas pasien stroke baru dan kronis, akan tetapi lebih baik pada pasien kurang dari 6 bulan paska stroke.
8.	<i>Additional Effect of Xbox Kinect Training on Upper Limb Function in Chronic Stroke Patients: A Randomized Control Trial</i>	Ain, <i>et al</i> (2021)	Meneliti efek <i>Virtual Reality</i> berbasis <i>Xbox Kinect</i> yang dikombinasikan dengan latihan fisioterapi rutin yang dilakukan.	<i>Randomized Control Trial</i> 56 responden di acak di bagi dalam kelompok <i>Virtual Reality Xbox Kinect</i> dan kelompok terapi konvensional. Evaluasi dilakukan di awal dan setelah selesai intervensi.	Menunjukkan penggunaan berulang <i>Virtual Reality Xbox Kinect</i> dari ekstremitas atas, memiliki potensi yang baik meningkatkan fungsi motorik ekstemitas atas pasien stroke.
9.	<i>A Novel Glasses-free Virtual Reality Rehabilitation System on Improving Upper Limb Motor Function among Patient with Stroke: A Feasibility Pilot Study</i>	Xie, <i>et al</i> (2021)	Mengetahui efektivitas penggunaan pelatihan the <i>Glasses-free Virtual Reality</i> meningkatkan fungsi motorik ekstremitas atas pasien stroke.	<i>Feasibility Pilot Study</i> 12 pasien stroke dibagi dalam kelompok <i>Virtual Reality</i> dan kelompok kontrol dilakukan intervensi 3 minggu, dilakukan dua kali evaluasi awal dan paska intervensi	Evaluasi awal tidak ada perbedaan antara kedua kelompok. Setelah intervensi menunjukkan peningkatan lebih besar pada kelompok <i>Virtual Reality</i> dibandingkan kelompok kontrol.
10.	<i>Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial</i>	Afsar, <i>et al</i> (2018)	Mengevaluasi efek dari sistem video game <i>Microsoft Xbox 360 Kinect</i> pada fungsi motorik ekstremitas atas untuk pasien stroke subakut	<i>Randomized Controlled Trial</i> 35 responden dibagi dua kelompok, 19 kelompok <i>Virtual Reality</i> dan 16 kelompok kontrol. Kedua kelompok diberikan terapi konvensional kemudian untuk	Tingkat ekstremitas meningkat signifikan pada kelompok <i>Virtual Reality</i> daripada kelompok kontrol. Penelitian menemukan



---

kelompok	<i>Virtual Reality</i>	bukti bahwa
tambahan	sistem	terapi
permainan	<i>Xbox Kinect</i> , kemudian di evaluasi.	<i>konvensional</i> yang dikombinasikan dengan sistem permainan berbasis <i>Virtual Reality</i> memiliki manfaat tambahan untuk rehabilitasi pasien stroke.

---

## PEMBAHASAN

Pasien paska stroke yang mengalami keterbatasan kemampuan ekstremitas atas sangat rentan terhadap kesulitan dalam melakukan aktivitas hidupnya. Itulah mengapa rehabilitasi paska stroke menjadi sangat penting pada pasien (Yu Huang, *et al* 2022). Dari 10 jurnal yang di analisa semua jurnal mengambil responden penelitian pada pasien stroke baik stroke kronis maupun stroke akut. Kemudian dari 10 jurnal yang dipilih 1 adalah uji klinis, 2 adalah studi intervensi kelompok tunggal dan 7 adalah studi eksperimen dan kontrol. Untuk terapi rehabilitasi stroke dari 3 jurnal didapatkan dalam melakukan eksperimen dengan mengkombinasi terapi *Virtual Reality* dengan terapi konvensional.

Semua studi menganalisa bagaimana keefektifan terapi rehabilitasi berbasis teknologi *Virtual Reality* untuk pemulihan gangguan motorik ekstremitas atas yang disebabkan oleh stroke. Dari semua analisa hasil jurnal yang dikaji, menunjukkan hasil penelitian yang mendukung bahwa rehabilitasi berbasis *Virtual Reality* dapat berguna dan efektif sebagai metode rehabilitasi karena semua studi yang dipilih menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam pemulihan gerakan anggota ekstremitas atas pasien paska stroke (Montalban, *et al* 2019). Dalam salah satu jurnal menunjukkan hasil terdapat perbedaan yang bermakna antara kelompok *Virtual Reality* dengan dibandingkan kelompok kontrol (Anwar, *et al* 2022). Hal ini hampir sama dengan literatur review yang dilakukan

oleh Montalban, *et al* (2019) dalam artikel tersebut menyebutkan terdapat hasil yang signifikan dari setiap jurnal yang di analisa dan di kaji, akan tetapi untuk komposisi dari jurnal yang di analisa berbeda dengan analisis *literatur review* yang penulis lakukan.

Dari hasil yang dikaji terlihat bahwa area motorik terutama ekstremitas atas terdapat perbaikan yang signifikan. Hal ini dapat dipengaruhi juga dengan teknologi *Virtual Reality* yang dijalankan pasien merupakan teknologi terbaru yang mengundang minat pasien dalam menjadikan variasi dalam latihan. Pasien stroke melihat terapi dengan *Virtual Reality* dapat menjadi tantangan tersendiri yang menarik. Hal ini didukung dari sistem latihan dengan *Virtual Reality* adalah pengulangan dalam gerakan saat latihan. Pengulangan gerakan saat latihan adalah keharusan yang sangat penting sehingga fungsi motorik dapat membaik karena stimulus-stimulus yang diberikan ke otot saat Latihan (Islam, *et al* 2019).

Dalam perkembangannya teknologi *Virtual Reality* yang digunakan untuk terapi semakin banyak macam dan jenisnya. Terlihat dari jurnal yang di analisis terdapat 4 jurnal yang menggunakan *Virtual Reality* berbasis game, terdapat 1 jurnal yang menggunakan *Virtual Reality* dengan robot, 1 jurnal dengan *non-immersive*, sedangkan jurnal yang lain dengan jenis *Virtual Reality* yang lain.

Dalam literatur ini penulis berfokus pada kemampuan ekstremitas atas dari pasien. Kemudian untuk keefektifan penggunaan dari terapi berbasis teknologi dengan *Virtual*

*Reality* sangat tergantung pada wilayah otak yang mengalami permasalahan. Sehingga hasil dari terapi yang dilakukan akan berbeda dari tiap-tiap pasien paska stroke. Dalam *literatur review* ini tidak memasukkan dalam kriteria inklusi maupun eksklusi yang berhubungan dengan otak bagian mana pada pasien yang menyebabkan stroke. Padahal aspek ini sangat penting dilihat untuk mengetahui seberapa parah gejala sisa yang ditinggalkan dan berpengaruh terhadap keberhasilan dari rehabilitasi yang dilakukan.

Keterbatasan dalam *literatur review* ini adalah jurnal ulasan yang di pilih belum memfokuskan pada jenis atau macam teknologi *Virtual Reality* yang digunakan dalam penelitian. sehingga kedepannya diharapkan dapat lebih spesifik dalam pemilihan jurnal.

## KESIMPULAN

Perkembangan teknologi sangat pesat dirasakan, begitu juga berbagai terapi dalam rehabilitasi pasien paska stroke. Penting bagi praktisi kesehatan untuk dapat mengembangkan dan menggunakan teknologi yang ada terutama teknologi *Virtual Reality* dalam bidang kesehatan. Hal ini didukung dalam banyak penelitian bahwa terapi rehabilitasi dengan *Virtual Reality* terbukti efektif dan signifikan untuk dapat meningkatkan kemampuan saraf motorik terutama ekstremitas atas dibandingkan dengan terapi rehabilitasi yang konvensional.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan untuk Universitas Indonesia yang sudah memfasilitasi dan berkontribusi dalam kemudahan mendapatkan artikel. Kemudian penulis haturkan terimakasih kepada fasilitator atas bimbingan dan ilmunya selama menyusun artikel. Terimakasih kepada dosen koordinator mata kuliah Sistem Informasi Manajemen yang sudah memberikan arahannya. Serta semua pihak yang mendukung dalam menyelesaikan

artikel ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aguilera-Rubio, Á., Cuesta-Gómez, A., Mallo-López, A., Jardón-Huete, A., Oña-Simbaña, E. D., & Isabel M<sup>a</sup> Alguacil-Diego. (2022). *Feasibility and Efficacy of a Virtual Reality Game-Based Upper Extremity Motor Function Rehabilitation Therapy in Patients with Chronic Stroke: A Pilot Study*. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(6), 3381. <https://doi.org/10.3390/ijerph19063381>
- Ain, Q.U.; Khan, S; Ilyas, S; Yaseen, A; Thariq, I; Liu, T; Wang, J. (2021). *Additional effects of xbox kinect training on upper limb function in chronic stroke patients: A randomized control trial*. *Healthcare*, 9(3), 242. doi:<https://doi.org/10.3390/healthcare9030242>
- Anwar, N., Karimi, H., Ashfaq, A., Syed, A. G., Khalid, K., Ahmed, S. A., & Hanif, A. (2022). *Virtual reality training using nintendo wii games for patients with stroke: Randomized controlled trial*. *JMIR Serious Games*, 10(2) doi:<https://doi.org/10.2196/29830>
- Asfar, S; Mirzayev, I; Yemisci, O; Saracgil, S. (2018). *Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial*. *Journal of Stroke and Cerebrovaskuler Disease*, Vol. 27, No. 12 (December): pp3473-3478. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2018.08.007>
- Bantolo, et al. 2022. *Tantangan dan Peluang Rehabilitasi Paska Stroke: Tinjauan Pustaka Challenge and Opportunity of Post Stroke Rehabilitation: Literatur Review*. *Jurnal Pendidikan Tambulasi*: Volume 6 No. 1 tahun 2022 Hal:

- 4583-4587  
El-Kafy, E., Alshehri, M. A., El-Fiky, A., & Guermazi, M. A. (2021). *The Effect of Virtual Reality-Based Therapy on Improving Upper Limb Functions in Individuals With Stroke: A Randomized Control Trial*. *Frontiers in Aging Neuroscience*, <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.731343>
- Islam, M. K., & Brunner, I. (2019). *Cost-analysis of virtual reality training based on the Virtual Reality for Upper Extremity in Subacute stroke (VIRTUES) trial*. *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, 35(5), 373-378. <https://doi.org/10.1017/S026646231900059X>
- Mc Coy, Eric, et al. 2018. *American Heart Association/American Stroke Association Deletes Section from 2018 Stroke Guidelines*. California: California Digital Library
- Miclaus, R., Roman, N., Caloian, S., Mitoiu, B., Suci, O., Onofrei, R. R., Pavel, E., & Neculau, A. (2020). *Non-Immersive Virtual Reality for Post-Stroke Upper Extremity Rehabilitation: A Small Cohort Randomized Trial*. *Brain Sciences*, 10(9), 655. <https://doi.org/10.3390/brainsci10090655>
- Montalbán MA, Arrogante O. 2019. *Rehabilitación mediante terapia de realidad virtual tras un accidente cerebrovascular: una revisión bibliográfica*. *Rev Cient Soc Esp Enferm Neurol*. 2020;52:19---27
- Montoya, D., Barria, P., Cifuentes, C. A., Aycardi, L. F., Morís, A., Aguilar, R., Azorín, J., M., & Múnera, M. (2022). *Biomechanical Assessment of Post-Stroke Patients' Upper Limb before and after Rehabilitation Therapy Based on FES and VR*. *Sensors*, 22(7), 2693. <https://doi.org/10.3390/s22072693>
- Nuryanto, et al. 2019. *Pemberian Latihan Virtual Reality Lebih Baik daripada Latihan Konvensional Terhadap Peningkatan Fungsional Tangan pada Pasien Pasca Stroke*. *Sport and Fitness Journal*: volume 7, No. 1, Januari 2019: 78-84
- Sin H, Lee G. 2013. *Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia*. *Am J Phys Med Rehabil* 2013;92:871-880
- Syafni, et al. 2020. *Literatur Review Rehabilitasi Medik Pasien Pasca Stroke Post Stroke Patient*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada* Volume 9, Nomor 2, Desember 2020, pp 873-877 p-ISSN: 2354-6093 dan e-ISSN: 2654-4563 DOI: 10.35816/jiskh.v10i2.428
- Wei, D., Xu-Yun, H., Mou-Xiong, Z., Jia-Jia, W., & Xu, J. (2022). *Effectiveness of robot-assisted virtual reality mirror therapy for upper limb motor dysfunction after stroke: study protocol for a single-center randomized controlled clinical trial*. *BMC Neurology*, 22, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02836-6>
- Yu, Huang., Wei-Chi, C., Ya-Chin Yeh, Shih-Chen, F., Wan-Hsien, Y., Ho-Chang, K., & Ping-Chia, L. (2022). *Effects of virtual reality-based motor control training on inflammation, oxidative stress, neuroplasticity and upper limb motor function in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial*. *BMC Neurology*, 22, 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12883-021-02547-4>
- Xie, H; Zhang, H; Liang, H; Fan, H; Zhou, J; Ambrose Lo, W. L; & Le Li. (2021). *A Novel Glasses-free Virtual Reality Rehabilitation System on Improving Upper Limb Motor Function among Patient with Stroke: A Feasibility Pilot Study*. *Medicine in Novel Technologi and Device* 11. <https://doi.org/10.1016/j.medntd.2021.100069>