
Efektivitas *Virtual Reality Training* Terhadap Kemampuan Fungsional Ekstremitas Atas pada Kasus Stroke: Studi Literatur

The Effectiveness of Virtual Reality Training on The Upper Extremity Functional Abilities in Patient with Stroke: Literature Review

Aditya Denny Pratama, Naufal Rafi Raihan, Aisyah Aji Furqonah

Universitas Indonesia

pratama.aditya@ui.ac.id, naufalrafiarahan4ze@gmail.com, ajifurqonahaisyah@gmail.com

Diterima : 23 September 2021 . Disetujui : 5 Oktober 2021 . Dipublikasikan : 10 Oktober 2021

ABSTRAK

Stroke adalah penyakit yang disebabkan oleh kematian jaringan pada otak. Masalah klinis yang timbul seperti gangguan motorik, sensorik, kognitif, bahasa, dan emosi. Gangguan motorik yang dialami oleh pasien stroke adalah penurunan kemampuan fungsional. *Virtual reality training* menjadi salah satu terapi latihan fisioterapi dalam menangani kasus stroke dan diperkirakan mampu memstimulasi neuroplastisitas sehingga dapat meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pasien stroke. Studi ini adalah studi literature review dengan metode naratif untuk mengetahui bagaimana efektivitas latihan *virtual reality* terhadap meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pada kasus *stroke*. Hasil yang diperoleh Pemberian latihan *virtual reality* terbukti dapat meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pada pasien stroke. Latihan *virtual reality* untuk stroke memberikan stimulasi audio dan visual yang memicu neuro-rehabilitasi sehingga terjadi pemetaan ulang kortikal. Dan juga memberikan motivasi sehingga memicu pasien stroke untuk melakukan latihan dengan repetisi yang banyak sehingga terjadi neuroplastisitas. dengan berbagai macam parameter seperti *Fugl-Meyer Upper Extremity Scale* (FMA-UE), *Wolf Motor Function Test* (WMFT), dan *Box and Block Test* (BBT). Pemberian latihan fisioterapi menggunakan *virtual reality* dapat menjadi solusi intervensi untuk merehabilitasi dan meningkatkan fungsi ekstremitas atas jika memperhatikan beberapa hal, seperti metode *virtual reality*, dosis, dan ketersediaan alat terapi.

Kata Kunci: *Stroke, Virtual Reality training, Kemampuan Fungsional*

ABSTRACT

Stroke is a disease caused by the death of tissues in the brain. Clinical problems arise such as motor, sensory, cognitive, language, and emotional disorders. Motor disorders experienced by stroke patients are a decrease in functional ability. Virtual reality training is one of the physiotherapy exercises in handling stroke cases and is estimated to be able to modulate neuroplasticity so as to improve the functional capabilities of the extremities of stroke patients. This study is a literature review study with narrative methods. Know how effective virtual reality exercises against improving the functional ability of the upper extremities in case of stroke. The provision of virtual reality exercises is proven to improve the functional capabilities of the upper extremities in stroke patients. Virtual reality exercises for stroke provide audio and visual stimulation that triggers neuro-rehabilitation resulting in cortical re-mapping. And also provide motivation that triggers stroke patients to do exercises with a lot of reps so that neuroplasticity occurs. with various parameters such as Fugl-Meyer Upper Extremity Scale (FMA-UE), Wolf Motor Function Test (WMFT), and Box and Block Test (BBT). The administration of physiotherapy exercises using virtual reality can be an interventional solution to rehabilitate and improve the function of the upper extremities if paying attention to several things, such as virtual reality methods, dosages, and the availability of therapeutic tools.

Keywords: *Stroke, Virtual Reality training, Functional Abilities*

PENDAHULUAN

Di masa pandemi COVID – 19 seperti saat ini, pemerintah menghimbau masyarakat untuk melakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Pembatasan aktivitas di luar ruangan yang diterapkan selama pandemi COVID – 19 ini menyebabkan perubahan gaya hidup masyarakat berupa penurunan partisipasi dalam aktivitas fisik dan perubahan pola makan. Sehingga terjadi peningkatan perilaku sedenter yang dikaitkan dengan efek metabolik, yang dapat meningkatkan

resiko diabetes, kanker, osteoporosis, penyakit kardiovaskular, dan *stroke*. Menurut *World Health Organization* (WHO), *stroke* didefinisikan sebagai sekumpulan sindrom klinis yang terdiri dari berbagai tanda klinis yang berkembang dengan cepat dari gangguan fokal atau global fungsi otak dan menyebabkan kematian mendadak tanpa sebab yang jelas dan berlangsung selama 24 jam atau lebih. Menurut Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 prevalensi *stroke* di Indonesia meningkat dengan bertambahnya usia dengan kasus tertinggi pada usia >75 tahun (50,3%) dan terendah usia 15-24 tahun (0,6%) (Kementerian Kesehatan RI, 2018). Klasifikasi *stroke* ada dua, yaitu *stroke* hemoragik dan *stroke* iskemik.

Stroke adalah penyebab utama kematian dan kecacatan di seluruh dunia, dan kebanyakan pasien mengalami defisit motorik kronis yang berhubungan dengan penurunan kualitas hidup (Pratama., 2021). Pasien *stroke* dengan gangguan fungsional terkait ekstremitas atas lebih rentan mengalami kesulitan dalam melakukan aktivitas sehari-hari, seperti berpakaian, perawatan diri dan makan (Ain et al., 2021). Masalah-masalah ini merupakan tujuan penting dari rehabilitasi, karena masalah-masalah tersebut dapat mengurangi kemampuan individu untuk melakukan *Activity Daily Living* (ADL) dan menyebabkan gangguan dalam kegiatan masyarakat (Lee et al., 2019).

Fisioterapi berperan dalam penanganan dan peningkatan kemampuan fungsional gerak manusia berupa pemberian terapi latihan, yaitu latihan yang berfokus pada pembentukan komponen sensorimotor normal, seperti tonus otot dan refleks atau pada penghambatan pola gerakan atipikal untuk meningkatkan gerakan fungsional (Tjandrajani et al., 2016).

Diperlukan banyak latihan untuk menginduksi perubahan neuroplastik dan pemulihan fungsional dari defisit motorik ini. Sayangnya latihan dengan pengulangan tinggi ini memiliki kekurangannya, karena pasien umumnya melakukan pengulangan gerakan dalam jumlah yang sangat terbatas dalam sesi terapi konvensional. Akibatnya, penelitian sering kali berfokus pada pengoptimalan potensi pemulihan individu dalam periode pengobatan tertentu. Salah satu metode yang diusulkan untuk mengoptimalkan pemulihan adalah penggunaan *virtual reality* (VR).

VR dapat didefinisikan sebagai jenis antarmuka pengguna-komputer yang mengimplementasikan simulasi waktu nyata dari suatu aktivitas atau lingkungan yang memungkinkan interaksi pengguna melalui beberapa modalitas sensorik. Terapi VR adalah jalan penelitian yang menarik karena dapat memberi pasien dan terapis umpan balik tambahan selama terapi, meningkatkan motivasi pasien, dan secara dinamis menyesuaikan kesulitan terapi (Lohse et al., 2014). Terapi VR juga dapat dilakukan di rumah dan tidak memakan biaya. Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pemberian terapi *virtual reality* dalam meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pada kasus *stroke*.

TINJAUAN PUSTAKA

Stroke adalah sindrom klinis akut, defisit neurologis fokal yang dikaitkan dengan cedera vaskular (infark, perdarahan) dari sistem saraf pusat (Murphy & Werring, 2020). Jika sel-sel di otak telah rusak atau bahkan mati, maka gejala akan timbul pada bagian tubuh yang dikendalikan, seperti kelemahan mendadak, kesulitan berbicara atau memahami pembicaraan, serta kesulitan melihat. *Stroke* dibagi menjadi dua jenis yaitu hemoragik dan iskemik. *Stroke* hemoragik, merupakan *stroke* yang disebabkan oleh pecahnya pembuluh darah di otak, sedangkan *stroke*

iskemik adalah stroke yang disebabkan oleh penyumbatan pembuluh darah di otak. *Stroke* hemoragik menyumbang sekitar 15% dari kejadian stroke, sedangkan *stroke* iskemik menyumbang 85% dari seluruh kasus stroke (Bernard R, 2012).

Anatomi dan Fisiologi

Otak adalah pusat ingatan dan kontrol terhadap tubuh manusia. Otak menerima 15% dari curah jantung dan memiliki sistem autoregulasi yang memastikan bahwa pasokan darah konstan, terlepas dari perubahan posisi (Anne & Allison, 2014). Otak diperkirakan memiliki lebih dari 100 miliar saraf yang berkomunikasi melalui triliunan koneksi yang disebut sinapsis (Sherwood, 2016). Dengan adanya sinapsis tersebut, otak dapat mengendalikan sistem dalam tubuh tanpa sadar, merasakan emosi, mengendalikan gerakan dengan sadar dan merasakan tubuh serta lingkungan sekitar serta melibatkan proses kognitif yang lebih tinggi seperti berpikir dan ingatan. Istilah kognisi mengacu pada tindakan atau proses "mengetahui", termasuk kesadaran dan penilaian (Sherwood, 2016).

Cerebrum adalah bagian dari otak manusia yang paling berkembang. Cerebrum bertanggung jawab atas ingatan, ucapan, indera, respons emosional, dan lain-lain (Sherwood, 2016). Cerebrum terdiri dari dua hemisfer yaitu hemisfer kanan dan kiri yang dihubungkan dengan corpus callosum (Anne & Allison, 2014). Cerebrum terdiri dari 4 lobus yaitu lobus frontal, lobus parietal, lobus oksipital, dan lobus temporal.

Epidemiologi

Menurut Riskesdas 2018 prevalensi stroke di Indonesia meningkat dengan bertambahnya usia dengan kasus tertinggi pada usia >75 tahun (50,3%) dan terendah usia 15-24 tahun (0,6%). Jika dilihat dari kelompok umur terhadap kontrol stroke ke fasilitas pelayanan kesehatan: 29,4% untuk usia 75 tahun ke atas, 39,7% untuk usia 65-74 tahun, dan 42,3% untuk usia 55-64 tahun. Jika melihat data Riskesdas tahun 2018, proporsi kontrol stroke ke fasilitas kesehatan pada kelompok usia 55-64 tahun adalah 42,3%, sedangkan pada kelompok usia 65-74 adalah 39,7%.

Etiologi

Sebagian besar stroke disebabkan karena adanya kombinasi dari berbagai faktor resiko yaitu usia, pola hidup yang tidak sehat, kolesterol, penyakit jantung, obesitas, hipertensi, dan diabetes (Yani & Wibisono, 2019). Penyebab stroke berdasarkan jenis stroke-nya terbagi menjadi dua, yaitu stroke hemoragik yang disebabkan oleh pecahnya pembuluh darah otak. Dan stroke iskemik yang disebabkan oleh tersumbatnya pembuluh darah otak.

Manifestasi Klinis

Stroke dapat menyebabkan kerusakan otak hingga dapat mempengaruhi pergerakan, perilaku, kemampuan bicara/berbahasa serta perilaku bergantung pada lokasi lesi pembuluh darah otak, ukuran area yang perfusinya tidak adekuat, dan jumlah aliran darah kolateral.

Diagnosis

Cara membedakan jenis patologi *stroke* dapat dilakukan pemeriksaan menggunakan *Computed Tomography (CT Scan)*, *Magnetic Resonance Imaging (MRI)*, dan Elektrokardiogram (EKG). *Stroke* dengan lesi yang luas, misalnya di daerah kortikal atau ganglia basalis, gambaran abnormal CT scan kepala baru akan muncul setelah 1-3 jam. Dalam 24 jam pertama sejak

masuknya pasien ke rumah sakit, pemeriksaan CT Scan pada kepala dilakukan. Diagnosis *stroke* akut dapat ditegakkan dengan lebih cepat dan akurat dengan menggunakan MRI terkini (resolusinya lebih tinggi, munculnya gambaran abnormal lebih cepat, dan dapat menilai lesi di batang otak) (Mutiarasari, 2019).

Prognosis

Secara garis besar prognosis *stroke* akan semakin bagus apabila ditangani sesegera mungkin setelah onset. Prognosis pada *stroke* iskemik terhadap kemampuan fungsionalnya tergantung pada tingkat keparahan *stroke*, ukuran, mekanisme, usia, status fungsional premorbid. Presentase kematian pasien *stroke* iskemik rawat inap pada 1 tahun pertama sekitar 26,4%, dan 60% setelah 5 tahun (Denny et al., 2020). Sedangkan pada *stroke* hemoragik memiliki angka kematian yang tinggi setelah onset, namun seiring berjalannya waktu prognosinya meningkat. Karena neuroplastisitas, banyak pasien *stroke* memperoleh kembali beberapa kemampuan fungsionalnya dari waktu ke waktu (Department of Clinical Neuroscience Karolinska Institutet Stockholm Sweden, 2021).

Intervensi

Virtual reality (VR) adalah bentuk lanjutan dari lingkungan yang disimulasikan komputer yang memungkinkan pengguna untuk "berinteraksi" dengan objek dan lingkungan dalam skenario virtual yang diberikan, yang sekarang menjadi pilihan pengobatan yang muncul untuk rehabilitasi fungsi motorik pasca *stroke*. Di dunia yang dihasilkan komputer ini, pengguna dapat menerima umpan balik visual (lingkungan dan objek virtual) melalui perangkat yang dipasang di kepala, layar datar, atau sistem proyeksi (Mekbib et al., 2020). Selain itu, pengguna juga dapat menerima umpan balik lain yaitu umpan balik suara dan umpan balik haptik melalui pendengaran dan sentuhan. Perangkat input konvensional seperti keyboard, mouse, trackball, dan joystick atau sistem yang lebih kompleks seperti kamera dan sensor memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan lingkungan virtual (Mekbib et al., 2020).

VR memiliki potensi untuk mengurangi gangguan motorik ekstremitas atas dan dapat mendorong aktivitas motorik dan partisipasi masyarakat. Dasar dari semua pemulihan *stroke* adalah neuroplastisitas. Neuroplastisitas adalah kemampuan jaringan saraf di otak untuk berubah melalui pertumbuhan dan reorganisasi. Perubahan ini berkisar dari jalur neuron individu yang membuat koneksi baru, hingga penyesuaian sistematis seperti pemetaan ulang kortikal. Dibutuhkan sekitar 300 pengulangan aktivitas ekstremitas atas telah diidentifikasi sebagai kebutuhan untuk menimbulkan adaptasi neuro-plastis pada orang dengan *stroke* (Fluet et al., 2017). Selain dari repetisi latihan, neuroplastisitas juga dapat dipicu dengan rangsangan stimulasi dari internal seperti motivasi dan eksternal seperti audio dan visual. Dari konsep neuroplastisitas tersebut diketahui bahwa semakin sering melakukan suatu gerakan, semakin banyak aktivitas otak yang dikerahkan untuk gerakan tersebut, sehingga pertumbuhan jalur neuron baru akan meningkat.

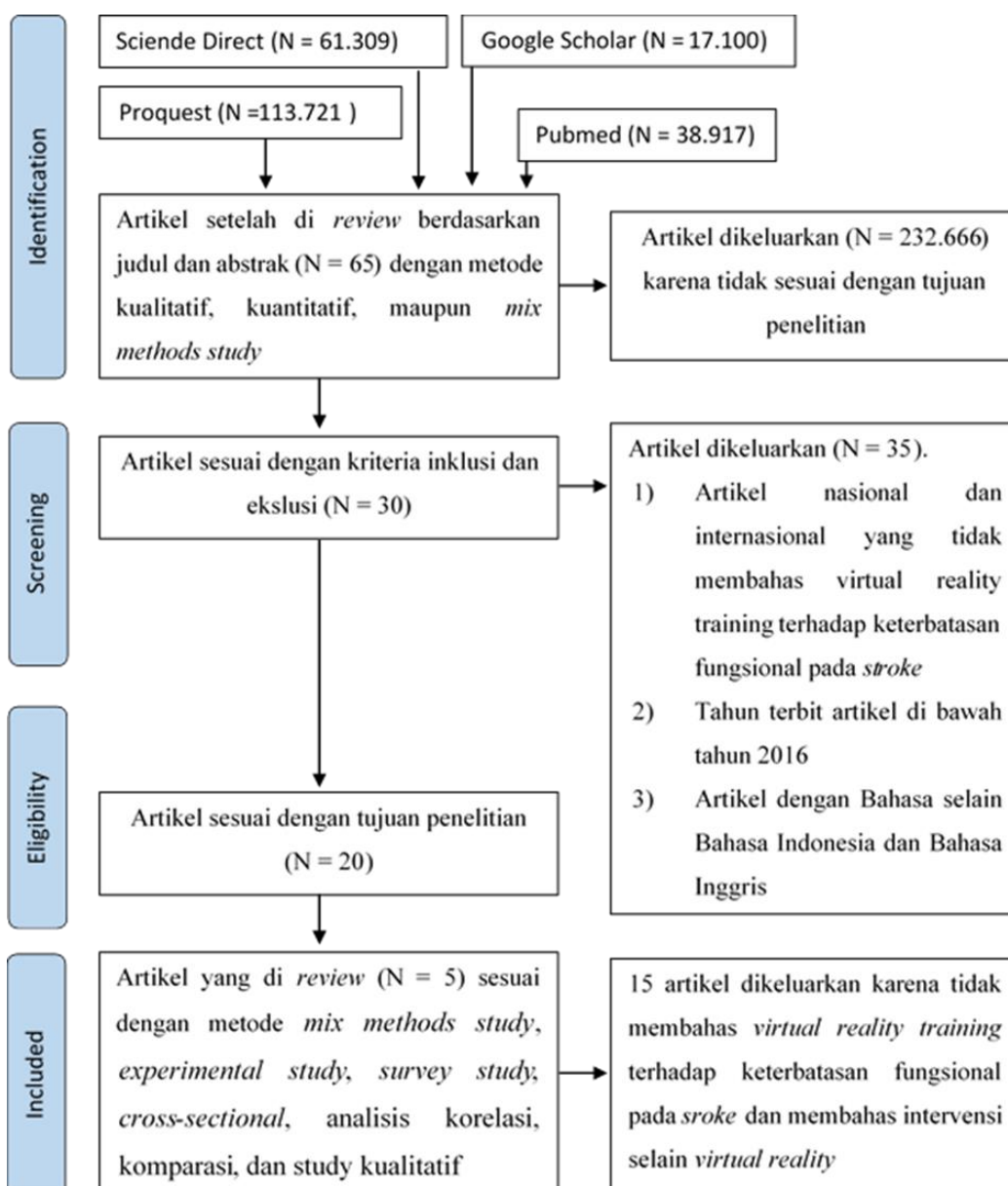
METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah literature review. Penulis akan membuat sintesis artikel hasil pemikiran atau hasil penelitian diawali dengan menganalisis artikel-artikel yang relevan dengan topik yang akan direview, maksudnya adalah membahas/mengkaji artikel dengan

cara membuat identifikasi dan klasifikasi berdasarkan elemen-elemen yang akan direview dari beberapa artikel yang membahas topik yang hampir sama.

METODE PENELITIAN

Berdasarkan hasil pencarian melalui publikasi *Scopus, Pubmed, Proquest, Google Scholar, dan Science Direct* menggunakan kata kunci *Stroke AND Virtual Reality AND Functional Ability OR ADL AND Upper Extremity OR Upper Limb*, peneliti menemukan 232.731 artikel yang sesuai dengan kata kunci tersebut. Jurnal penelitian tersebut kemudian diskriminasi dengan membaca judul, abstrak, tujuan penelitian, dan full teks artikel. Berdasarkan hasil tersebut sebanyak 232.726 artikel termasuk kriteria eksklusi Sehingga didapatkan 5 artikel yang dilakukan review. Berikut adalah alur *review* jurnal yang menggunakan PRISMA (*Preferre Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analysis*) yang dapat dilihat pada **Bagan 1**.



Bagan 1. PRISMA

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Menurut penelitian oleh Muhammad RN, et al., terhadap 12 orang yang dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu kelompok eksperimental yang berjumlah 6 orang dan kelompok kontrol yang berjumlah 6 orang. Masing-masing kelompok melakukan latihan selama 4 minggu. Alat ukur yang digunakan adalah *Wolf Motor Function Test* (WMFT) pada awal intervensi dan pada akhir intervensi. Pada kelompok eksperimental menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rata-rata nilai *Wolf Motor Function Test* (WMFT) dari $37,50 \pm 1,871$ menjadi $42,83 \pm 2,229$ sebesar 14,21%. Sedangkan pada kelompok kontrol terjadi peningkatan rata-rata nilai *Wolf Motor Function Test* (WMFT) sebesar 8,47% dari $39,33 \pm 3,141$ menjadi $42,67 \pm 3,141$. Didapatkan nilai $p = 0,007$ dimana $p < 0,05$ (Nuryanto et al., 2019).

Demikian pula dengan hasil penelitian oleh Qurat UI, et al. Pada penelitian yang dilakukan kepada 50 partisipan; 25 pada grup intervensi dan 25 orang pada grup kontrol. Pemeriksaan dilakukan pada awal terapi dan 6 minggu setelah intervensi selesai. Terdapat peningkatan pada kemampuan fungsional tangan pada grup intervensi dengan rata-rata nilai FMA-UE dari $29,16 \pm 14,33$ menjadi $52,20 \pm 10,69$ dengan nilai $p = <0,001$ (Ain et al., 2021).

Hal ini juga sesuai dengan hasil penelitian Pawel K, et al yang dilakukan kepada 136 partisipan; 68 orang pada grup intervensi dan 68 orang pada grup kontrol. Pemeriksaan dilakukan pada awal terapi dan akhir terapi yaitu setelah 4 minggu dengan parameter FMA-UE. Pada grup intervensi menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rata-rata nilai FMA-UE dari $37,99 \pm 17,76$ menjadi $47,71 \pm 15,74$. Sedangkan pada pada grup kontrol terjadi peningkatan rata-rata nilai FMA-UE dari $43,15 \pm 17,21$ menjadi $46,29 \pm 17,25$. Didapatkan nilai $p < .001$ (Kiper et al., 2018).

Hasil tersebut didukung penelitian oleh Jeffrey MR, et al yang dilakukan kepada 21 partisipan; 10 orang pada grup intervensi dan 11 orang pada grup kontrol itu juga melaporkan adanya perubahan pada fungsi tangan yang dinilai dengan BBT dapat dilihat pada **Tabel 1**. Pemeriksaan dilakukan pada *pre-test*, *post-test* dan satu bulan setelah terapi (Rogers et al., 2019).

Tabel 1. Kesimpulan Evaluasi BBT

Kelompok	BBT Pre-test	BBT Post-test	BBT Follow-up	P value
Eksperimental	21.8 (12.8)	39.1 (14.5)	40.8 (15.5)	$p < 0.001$
Kontrol	21.5 (8.1)	29.8 (11.2)	30.9 (11.5)	$p < 0.001$

Pembahasan

Dapat disimpulkan bahwa dasar dari semua pemulihan *stroke* adalah neuroplastisitas. Neuroplastisitas adalah kemampuan jaringan saraf di otak untuk berubah melalui pertumbuhan dan reorganisasi. Perubahan ini berkisar dari jalur neuron individu yang membuat koneksi baru, hingga penyesuaian sistematis seperti pemetaan ulang kortikal.

Latihan VR memicu motivasi dan atensi pasien yang tinggi, sehingga memicu sekresi neuromodulator seperti dopamine dan asetilkolin yang terbukti dapat meningkatkan kecepatan potensial aksi pada synaps dan perubahan pemetaan ulang kortikal (Hasanah et al., 2019). Dari konsep neuroplastisitas tersebut diketahui bahwa semakin sering

melakukan suatu gerakan, semakin banyak aktivitas otak yang dikerahkan untuk gerakan tersebut, sehingga pertumbuhan jalur neuron baru akan meningkat.

Latihan VR juga memberikan rangsangan stimulasi seperti *audio* dan *visual* yang memungkinkan aktivasi sensori-motorik yang lebih rumit, yang dapat berdampak pada proses pemulihan. Secara khusus, melalui mekanisme resonansi sensorimotor, umpan balik sensorimotor yang diwujudkan memungkinkan integrasi teknik priming motorik dan prinsip-prinsip kognitif yang terkait dengan persepsi dan tindakan tubuh yang telah terbukti meningkatkan pemulihan fungsional dan meningkatkan aktivasi kortikal dari sisi ipsilesional setelah *stroke* (Perez-Marcos et al., 2017).

Sehingga pemberian latihan VR pada pasien *stroke*, memicu aktivasi sensori-motorik dengan rangsangan stimulasi *audio* dan *visual* yang dapat berdampak pada proses neuroplastisitas. Dan memotivasi pasien untuk melakukan repetisi latihan dalam jumlah yang banyak sehingga terjadi perubahan pemetaan ulang kortikal yang dapat meningkatkan proses neuroplastisitas.

SIMPULAN

Berdasarkan literature review dari 5 artikel penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian latihan virtual reality secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan fungsional ekstremitas atas pada pasien *stroke* secara intrinsik dan ekstrinsik dengan berbagai macam parameter, seperti *Fugl-Meyer assessment for upper extremities* (FMA-UE), *Wolf motor function test* (WMFT), dan *Block and Box Test* (BBT).

DAFTAR PUSTAKA

- Ain, Q. U., Khan, S., Ilyas, S., Yaseen, A., Tariq, 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. <https://doi.org/10.3390/healthcare9030242>
- Anne, W., & Allison, G. (2014). *Ross and Wilson Anatomy & Physiology in Health and Illness 12th Edition*.
- Bernard R, B. (2012). Hemorrhagic and Ischemic Stroke: Medical, Imaging, Surgical and Interventional Approaches. In *Journal of Vascular and Interventional Radiology* (Vol. 23, Issue 9). <https://doi.org/10.1016/j.jvir.2012.05.057>
- Denny, M. C., Ramadan, A. R., Sean I. Savitz, S. I., Grotta, J. C., Denny, M. C., Ramadan, A. R., Savitz, S. I., & Grotta, J. C. (2020). Acute Stroke Care, 3d edition. In *Acute Stroke Care, 3d edition*. <https://doi.org/10.33029/9704-5902-7-2021-voi-1-272>
- Department of Clinical Neuroscience Karolinska Institutet Stockholm Sweden. (2021). *LONG-TERM ASPECTS OF STROKE . SURVIVAL , HEALTH-RELATED QUALITY OF LIFE AND COSTS*.
- Fluet, G. G., Patel, J., Qiu, Q., Yarossi, M., Massood, S., Adamovich, S. V., Tunik, E., & Merians, A. S. (2017). Motor skill changes and neurophysiologic adaptation to recovery-oriented virtual rehabilitation of hand function in a person with subacute stroke: a case study. *Disability and Rehabilitation*, 39(15), 1524–1531. <https://doi.org/10.1080/09638288.2016.1226421>
- Hasanah, M., Gofir, A., & Setyopranoto, I. (2019). Neurorehabilitasi Motorik Pasca Stroke. *Post Stroke Neurorehabilitation*, 51–56.
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). Laporan Riskesdas 2018. *Laporan Nasional Riskesdas 2018*, 53(9), 154–165.
- Kiper, P., Szczudlik, A., Agostini, M., Opara, J., Nowobilski, R., Ventura, L., Tonin, P., & Turolla,

- A. (2018). Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Subacute and Chronic Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(5), 834-842.e4. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2018.01.023>
- Lee, H. S., Park, Y. J., & Park, S. W. (2019). The effects of virtual reality training on function in chronic stroke patients: A systematic review and meta-analysis. *BioMed Research International*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/7595639>
- Lohse, K. R., Hilderman, C. G. E., Cheung, K. L., Tatla, S., & Van Der Loos, H. F. M. (2014). Virtual reality therapy for adults post-stroke: A systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS ONE*, 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093318>
- Mekbib, D. B., Han, J., Zhang, L., Fang, S., Jiang, H., Zhu, J., Roe, A. W., & Xu, D. (2020). Virtual reality therapy for upper limb rehabilitation in patients with stroke: a meta-analysis of randomized clinical trials. *Brain Injury*, 34(4), 456-465. <https://doi.org/10.1080/02699052.2020.1725126>
- Murphy, S. J., & Werring, D. J. (2020). Stroke: causes and clinical features. *Medicine (United Kingdom)*, 48(9), 561-566. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2020.06.002>
- Mutiarasari, D. (2019). Ischemic Stroke: Symptoms, Risk Factors, and Prevention. *Medika Tadulako, Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 1(2), 36-44.
- Nuryanto, M. R., Purwa Samatra, D. P. G., Irfan, M., Dinata, I. M. K., Sagung Sawitri, A. A., & -, S. (2019). Pemberian Latihan Virtual Reality Lebih Baik Daripada Latihan Konvensional Terhadap Peningkatan Fungsional Tangan Pada Pasien Pasca Stroke. *Sport and Fitness Journal*, 7(1), 78-84. <https://doi.org/10.24843/spj.2019.v07.i01.p10>
- Pratama, AD. Pengaruh Pemberian Dual Task Training Terhadap Penurunan Risiko Jatuh Pada Kasus Stroke Iskemik, 3(2), 32-40. <https://doi.org/10.7454/jsht.v3i2.130>
- Perez-Marcos, D., Chevalley, O., Schmidlin, T., Garipelli, G., Serino, A., Vuadens, P., Tadi, T., Blanke, O., & Millán, J. D. R. (2017). Increasing upper limb training intensity in chronic stroke using embodied virtual reality: A pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 14(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s12984-017-0328-9>
- Rogers, J. M., Duckworth, J., Middleton, S., Steenbergen, B., & Wilson, P. H. (2019). Elements virtual rehabilitation improves motor, cognitive, and functional outcomes in adult stroke: Evidence from a randomized controlled pilot study. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 16(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s12984-019-0531-y>
- Sherwood, L. (2016). *HUMAN PHYSIOLOGY: From Cells to Systems, Ninth Edition*.
- Tjandrajani, A., Dewanti, A., Burhany, A. A., & Widjaja, J. A. (2016). Keluhan utama pada keterlambatan perkembangan umum di klinik khusus tumbu kembang rsab harapan kita. *Sari Pediatri*, 13(6), 373. <https://doi.org/10.14238/sp13.6.2012.373-7>
- Yani, S., & Wibisono, H. (2019). Pendekatan Intervensi Fisioterapi Dan Akupunktur Pada Penderita Pasca Stroke Terhadap Postural Dan Fungsi Motorik. *Jurnal Fisioterapi Dan Rehabilitasi*, 3(1), 12-19. <https://doi.org/10.33660/jfrwhs.v3i1.30>

© 2021 Aditya Denny Pratama dibawah Lisensi [Creative Commons 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)