

VIRTUAL REALITY UNTUK PENYINTAS STROKE: TINJAUAN SISTEMATIS REHABILITASI MOTORIK, KOGNITIF DAN PSIKOSOSIAL

Zetta Putra Renata^{1*}, Anis Hidayat¹, Atun Raudotul Ma'rifah¹, Dwi Novitasari²

¹Program Studi Keperawatan Program Sarjana, Fakultas Keperawatan, Universitas Harapan Bangsa

²Program Studi Keperawatan Anestesiologi Program Sarjana Terapan, Fakultas Keperawatan, Universitas Harapan Bangsa

Jl. Raden Patah No 100, Kedunglongsir, Ledug, Kembaran, Banyumas 53182, Indonesia

¹anisahidayat0@gmail.com

ABSTRAK

Stroke merupakan salah satu penyebab utama kecacatan jangka panjang di seluruh dunia yang menimbulkan gangguan motorik, kognitif, serta emosional. Proses rehabilitasi menjadi aspek penting dalam pemulihan pasien pasca-stroke untuk meningkatkan fungsi tubuh dan kualitas hidup. Dalam beberapa tahun terakhir, Virtual Reality (VR) berkembang sebagai inovasi pelengkap terapi konvensional. Teknologi ini menawarkan lingkungan interaktif yang spesifik terhadap tugas rehabilitasi, sehingga dapat merangsang neuroplastisitas dan meningkatkan motivasi pasien selama terapi. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa VR mampu memberikan pengalaman terapeutik yang menarik dan adaptif terhadap kebutuhan individu, baik untuk pemulihan fungsi motorik, keseimbangan, maupun aspek psikososial. Platform VR yang umum digunakan meliputi Wii Fit, Xbox Kinect, headset VR imersif, dan sistem yang terintegrasi dengan eksoskeleton. Berdasarkan hasil berbagai studi, intervensi berbasis VR terbukti meningkatkan fungsi motorik (Fugl-Meyer, ARAT), keseimbangan (BBS, TUG), serta kesejahteraan psikologis (penurunan depresi dan peningkatan motivasi). Namun demikian, efektivitas VR masih dipengaruhi oleh heterogenitas desain penelitian, ukuran sampel kecil, dan variasi dalam ukuran luaran. Meskipun demikian, sebagian besar pasien melaporkan tingkat kepuasan dan kenyamanan tinggi selama terapi. Oleh karena itu, diperlukan uji coba lebih lanjut dengan metode yang terstandar untuk memastikan efektivitas dan kelayakan penerapan VR dalam praktik keperawatan dan rehabilitasi stroke interdisipliner.

Kata kunci : Rehabilitasi Stroke, Tinjauan Sistematis, Virtual Reality

ABSTRACT

Background: Stroke is a leading cause of long-term disability worldwide, resulting in motor, cognitive, and emotional impairments. Rehabilitation is a crucial aspect of post-stroke recovery, improving function and quality of life. In recent years, virtual reality (VR) has emerged as a complementary innovation to conventional therapy. This technology offers an interactive environment specific to rehabilitation tasks, stimulating neuroplasticity and increasing patient motivation during therapy. Numerous studies have shown that VR can provide engaging and adaptive therapeutic experiences tailored to individual needs, both for the recovery of motor function, balance, and psychosocial aspects. Commonly used VR platforms include Wii Fit, Xbox Kinect, immersive VR headsets, and systems integrated with exoskeletons. Various studies have shown that VR-based interventions improve motor function (Fugl-Meyer, ARAT), balance (BBS, TUG), and psychological well-being (decreased depression and increased motivation). However, the effectiveness of VR is still affected by heterogeneity in study designs, small sample sizes, and variations in outcome measures. Despite this, most patients report high levels of satisfaction and comfort during therapy. Therefore, further trials using standardized methods are needed to ensure the effectiveness and feasibility of implementing VR in interdisciplinary stroke nursing and rehabilitation practice.

Keywords : Stroke Rehabilitation, Systematic Review, Virtual Reality

PENDAHULUAN

Stroke merupakan salah satu kondisi neurologis utama yang menyebabkan kecacatan jangka panjang di seluruh dunia. Gangguan ini berdampak pada fungsi motorik, kognitif, dan emosional yang secara signifikan menurunkan kualitas hidup penyintas stroke. Seiring bertambahnya usia populasi dan meningkatnya faktor risiko kardiovaskular global, beban stroke diproyeksikan meningkat dalam beberapa dekade mendatang (Feigin dkk., 2021). Kondisi tersebut menimbulkan kebutuhan besar akan strategi rehabilitasi yang efektif untuk memulihkan kemandirian dan fungsi pasien. Rehabilitasi konvensional seperti fisioterapi, terapi okupasi, dan pelatihan kognitif sering kali menghadapi keterbatasan dalam hal intensitas, motivasi pasien, serta ketersediaan fasilitas (Langhorne dkk., 2017). Oleh karena itu, pendekatan inovatif yang mampu meningkatkan keterlibatan dan hasil rehabilitasi menjadi penting untuk dikembangkan.

Salah satu inovasi yang menonjol adalah Virtual Reality (VR), yang menawarkan lingkungan interaktif dan imersif untuk latihan spesifik, memberikan umpan balik waktu nyata, serta mendukung neuroplastisitas otak. Berbagai studi melaporkan bahwa intervensi berbasis VR dapat meningkatkan fungsi motorik, keseimbangan, suasana hati, serta motivasi pasien (Voinescu dkk., 2021; Bian dkk., 2022). Selain itu, sistem VR dapat diintegrasikan dalam berbagai konteks pelayanan, termasuk rumah sakit, rawat jalan, maupun berbasis rumah, sehingga dapat diakses oleh tenaga keperawatan dalam mendukung rehabilitasi pasien. Sementara Tsiakiri dkk. membahas lanskap biomekanika dalam neurorehabilitasi stroke, terdapat dukungan terbatas dari kutipan ini khususnya terkait pengalaman personal yang disediakan oleh beragam teknologi VR (Tsiakiri dkk., 2024). Selain mendorong pemulihan motorik, VR telah menunjukkan potensi dalam meningkatkan kinerja kognitif, suasana hati, dan motivasi melalui gamifikasi dan pembelajaran berbasis tubuh. Yang terpenting, VR dapat diintegrasikan ke dalam perawatan di rumah sakit, rawat jalan, atau perawatan berbasis rumah, sehingga dapat diakses di berbagai konteks layanan kesehatan, terutama ketika diterapkan oleh tenaga keperawatan profesional. Sebuah tinjauan naratif oleh Naro dan Calabro menekankan adaptabilitas VR dalam berbagai pengaturan rehabilitasi dan peran penting tenaga keperawatan profesional dalam memfasilitasi intervensi VR untuk pemulihan pasien (Naro & Calabro, 2021).

Penelitian terbaru telah menunjukkan efektivitas VR dalam pemulihan motorik, dan regulasi emosi pada depresi pasca stroke (Bian dkk., 2022). Namun, sebagian besar tinjauan yang ada hanya berfokus pada luaran motorik atau jenis platform VR tertentu, dengan perhatian terbatas pada ranah kognitif dan psikososial. Lebih lanjut, hanya sedikit studi yang mengeksplorasi kelayakan VR di dunia nyata, keterlibatan pasien, atau implikasinya terhadap perawatan yang dipimpin oleh perawat. Oleh karena itu, sintesis komprehensif luaran rehabilitasi berbasis VR di seluruh spektrum pemulihan stroke sangat diperlukan.

Artikel ini berkontribusi dalam memberikan pemetaan awal atas manfaat, tantangan, dan potensi penerapan VR dalam rehabilitasi stroke. Selain itu, artikel ini juga menyoroti kesenjangan penelitian di konteks lokal, di mana belum banyak tinjauan yang membahas adopsi dan implementasi VR di lingkungan pendidikan serta praktik keperawatan di Indonesia. Oleh karena itu, tinjauan sistematis ini diharapkan dapat memperkuat dasar ilmiah bagi pengembangan intervensi berbasis VR dalam perawatan keperawatan dan layanan rehabilitasi interdisipliner. Bagaimana efektivitas, kelayakan, dan hasil yang berpusat pada pengguna dari intervensi berbasis Virtual Reality (VR) dalam rehabilitasi stroke, serta apa implikasinya terhadap integrasi ke dalam praktik keperawatan dan perawatan stroke interdisipliner?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain tinjauan sistematis dengan sintesis naratif yang disusun berdasarkan pedoman *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*. Fokus utama penelitian adalah menilai efektivitas intervensi berbasis Virtual Reality (VR) dalam rehabilitasi pasien pasca-stroke. Jenis studi yang disertakan meliputi uji coba terkontrol acak (*Randomized Controlled Trials/ RCTs*), studi kohort, uji coba percontohan (*pilot trials*), dan studi kelayakan (*feasibility studies*) yang dipublikasikan antara Januari 2015 hingga Juni 2025.

Pencarian literatur dilakukan komprehensif pada basis data internasional bereputasi, yaitu DOAJ, Springer Nature, ScienceDirect, Wiley Online Library, dan Taylor & Francis. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti “virtual reality”, “stroke rehabilitation”, “upper limb recovery”, “gait training”, “balance improvement”, dan “cognitive-emotional”

rehabilitation", dengan operator Boolean (AND, OR) serta penyesuaian istilah sesuai karakteristik setiap database.

Tabel 1. Format PICOS

Kriteria	Penyertaan	Pengecualian
Jenis-jenis studi	Artikel penelitian asli: RCT, kuasi-eksperimen, studi kohort, <i>pilot study</i> , studi kelayakan	Editorial, komentar, tinjauan, protokol, abstrak konferensi, artikel yang tidak ditinjau sejawat
Peserta	Pasien dewasa yang mengalami stroke dan menjalani rehabilitasi menggunakan teknologi VR	Individu dengan gangguan neurologis selain stroke; populasi anak-anak Intervensi
Intervensi	Penggunaan teknologi Virtual Reality (immersive atau non-immersive) untuk rehabilitasi motorik, kognitif, atau psikososial	Intervensi yang tidak melibatkan VR; intervensi yang tidak terkait dengan rehabilitasi; VR untuk kondisi lain
Kontrol	Terapi konvensional (misalnya, terapi fisik standar, terapi okupasi, terapi kognitif), atau tanpa intervensi	Kelompok kontrol non-rehabilitasi; intervensi placebo yang tidak melibatkan terapi standar
Hasil	Melaporkan hasil fungsional (motorik, kognitif, psikososial) atau indikator klinis terkait rehabilitasi stroke	Studi tanpa hasil terkait rehabilitasi atau kurangnya ukuran hasil yang jelas
Tahun	Diterbitkan pada tahun 2015-2025	Studi yang diterbitkan sebelum tahun 2015
Bahasa	Bahasa Inggris dan/ atau Indonesia	Artikel yang dipublikasikan dalam bahasa selain Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia, atau terjemahan yang tidak menyediakan teks asli dalam salah satu dari kedua Bahasa tersebut.

Variabel independen dalam penelitian ini adalah jenis dan modalitas VR yang digunakan, sedangkan variabel dependen mencakup luaran rehabilitasi pasien, antara lain: fungsi motorik (*Fugl-Meyer Assessment, Action Research Arm Test/ ARAT*), keseimbangan (*Berg Balance Scale/ BBS, Timed Up and Go/ TUG*), aspek kognitif-emosional (skor depresi, tingkat motivasi, kualitas hidup), serta aktivitas kortikal yang dinilai melalui neuroimaging dan EEG.

Proses seleksi artikel dilakukan oleh dua peneliti secara independen melalui tiga tahap: (1) penyaringan judul dan abstrak, (2) telaah teks lengkap, dan (3) ekstraksi data menggunakan formulir standar. Data yang diekstraksi mencakup identitas penelitian, jumlah dan karakteristik partisipan, jenis VR yang digunakan, durasi intervensi, serta luaran yang diukur.

Aspek etika diperhatikan dengan mengacu pada kaidah penulisan karya ilmiah di bidang kesehatan. Karena penelitian ini merupakan tinjauan sistematis berbasis literatur, maka tidak melibatkan interaksi langsung dengan manusia.

Namun, hanya studi primer yang melaporkan adanya *ethical clearance* dari komite etik penelitian dan *informed consent* dari partisipan yang disertakan dalam analisis, sehingga tetap sesuai dengan prinsip etika penelitian kesehatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi yang disertakan dalam tinjauan ini menggunakan beragam platform Virtual Reality (VR), antara lain Wii Fit, Xbox Kinect, headset VR imersif, dan sistem yang dibantu eksoskeleton. Intervensi tersebut ditujukan untuk pemulihan fungsi motorik anggota tubuh bagian atas maupun bawah, perbaikan gaya berjalan, peningkatan keseimbangan, serta rehabilitasi kognitif-emosional

Hasil dan pembahasan ditulis secara jelas dan memenuhi aspek scientific merit (what/how, why, what else). Bila subyek penelitian adalah manusia maka perlu ada info tentang *ethical clearance* dan *informed consent*. Hasil dan pembahasan mengandung paparan hasil analisis yang terkait dengan pertanyaan penelitian. Setiap hasil penelitian harus didiskusikan. Pembahasan berisi makna hasil dan perbandingan dengan teori dan / atau hasil penelitian serupa. Panjang hasil pemaparan dan pembahasan 40-60% dari panjang artikel.

Tabel 2. Tabel PICOS

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Penulis Yu-Wei Hsieh, et all	Studi retrospektif dimulai September 2020-	Usia minimal 42 - 66 tahun (rerata ± SD: 53,20 ± 6,73), 12 responden laki-laki, rentang waktu sejak pertama kali stroke berkisar	Uji kegunaan dan kelayakan klinis Sistem tangan cermin realitas virtual imersif.
Populasi: Individu dengan stroke unilateral	September 2021, tindak lanjut 6 bulan	sejak pertama kali stroke berkisar	Statistik yang tercantum disajikan sebagai rata-rata ± simpangan baku (SD)
Sampel: 15 Taiwan TW	Kelompok kontrol dengan model perawatan tradisional, mendapat instruksi pemulangan dan no kontak departemen untuk pertanyaan lanjut	antara 0,57 hingga 88,80 bulan (rerata ± SD: 21,37 ± 26,07).	atau frekuensi (persentase) sesuai jenis data. SUS, Skala Kegunaan Sistem; VRSQ, Kuesioner Penyakit Realitas Virtual. Skor SUS yang lebih tinggi menunjukkan kegunaan yang lebih baik. Skor yang lebih tinggi dari
	Kelompok intervensi: didukung model perawatan digital, ditingkatkan dengan teknologi internet seluler untuk meningkatkan	Sembilan peserta didiagnosis stroke iskemik, sementara 6 sisanya didiagnosis stroke hemoragik. Delapan peserta mengalami hemiparesis sisi kanan dan 7 mengalami	

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
<p>proses lanjut.</p> <p>Pendekatan terdiri dari elemen tim manajemen keperawatan digital, alur kerja manajemen kelompok, dan promosi kesehatan melalui internet seluler.</p> <p>Nilai rata-rata untuk setiap item Skala Kegunaan Sistem.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD).</p> <p>Skor transformasi setiap item berkisar antara 0 hingga 4. Untuk item bernomor ganjil, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih tinggi dengan pernyataan item tersebut, sedangkan untuk item bernomor genap, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih rendah dengan pernyataan item tersebut. Nilai rata-rata untuk setiap item kuesioner yang dirancang sendiri.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD). Skor setiap item berkisar</p>	<p>tingak sisi kiri.</p> <p>yang yang dirancang sendiri menunjukkan pengalaman pengguna yang lebih baik. Skor VRSQ yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keparahan penyakit mabuk perjalanan yang lebih tinggi.</p> <p>Nilai rata-rata untuk setiap item Skala Kegunaan Sistem.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD).</p> <p>Skor transformasi setiap item berkisar antara 0 hingga 4. Untuk item bernomor ganjil, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih tinggi dengan pernyataan item tersebut, sedangkan untuk item bernomor genap, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih rendah dengan pernyataan item tersebut. Nilai rata-rata untuk setiap item kuesioner yang dirancang sendiri.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD). Skor setiap item berkisar</p>	<p>kuesioner yang dirancang sendiri menunjukkan pengalaman pengguna yang lebih baik. Skor VRSQ yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keparahan penyakit mabuk perjalanan yang lebih tinggi.</p> <p>Nilai rata-rata untuk setiap item Skala Kegunaan Sistem.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD).</p> <p>Skor transformasi setiap item berkisar antara 0 hingga 4. Untuk item bernomor ganjil, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih tinggi dengan pernyataan item tersebut, sedangkan untuk item bernomor genap, skor yang lebih tinggi menunjukkan kesesuaian yang lebih rendah dengan pernyataan item tersebut. Nilai rata-rata untuk setiap item kuesioner yang dirancang sendiri.</p> <p>Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD). Skor setiap item berkisar</p>	

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
<p>Penulis: Hiroyuki Ase, et al</p> <p>Populasi: Pasien stroke kronis berusia ≥ 20 tahun, lebih dari 6 bulan pasca stroke, dengan disfungsi ekstremitas atas unilateral</p> <p>Sampel : 14 Jepang JP</p>	<p>Uji coba terkontrol, acak, dan tersamar tunggal; 30 menit/hari, 5 hari/minggu, selama 4 minggu.</p> <p>Perangkat ini terdiri dari pengukur regangan, dengan akselerometer, dan goniometer, yang mengukur gerakan lengan bawah, pergelangan tangan, dan jari.</p> <p>Dengan Sarung Tangan Pintar ini, peserta dapat menggerakkan tangan mereka di layar dan memainkan tugas-tugas yang mensimulasikan</p>	<p>Kelompok VR: 58,0 \pm 6,4 tahun, 6 laki-laki, 1 perempuan, jenis stroke 4 iskemik, 3 hemoragik.</p> <p>Kelompok kontrol : 51,4 \pm 6,7 tahun, 6 laki-laki, 1 perempuan, 1 iskemik, 6 hemoragik.</p> <p>Kelompok 10,0, pasca kontrol : 51,4 \pm 6,7 tahun, 6 laki-laki, 1 perempuan, 1 iskemik, 6 hemoragik.</p> <p>Dengan Sarung Tangan Pintar ini, peserta dapat menggerakkan tangan mereka di layar dan memainkan tugas-tugas yang mensimulasikan</p>	<p>dari 1 hingga 5. Skor yang lebih tinggi menunjukkan bahwa item 1 lebih perhatian, item 2 lebih patuh, item 3 dan 4 lebih tepat, item 5 lebih mudah, item 6 lebih jelas, item 7 lebih sensitif, item 8 lebih lancar, item 9 lebih menarik, dan item 10 lebih bersedia. Nilai rata-rata untuk setiap item Kuesioner Penyakit Realitas Virtual. Statistik yang tercantum adalah nilai rata-rata \pm simpangan baku (SD). Nilai setiap item berkisar antara 0 hingga 3. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat keparahan gejala yang lebih tinggi.</p> <p>Peningkatan signifikan dalam Penilaian Fugl-Meyer fungsi motorik ekstremitas atas (FMA) pra 50,3 \pm 10,0, pasca 60,4 \pm 4,6 (p = 0,027), Log Aktivitas Motor-14 sebelum 1,27\pm0,71 setelah 2,43\pm1,09 (p = 0,014), Tes Fungsi Tangan Jebson-Taylor sebelum 524,7\pm402,5 setelah 303,1\pm294,7 (p = 0,002)</p>

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
	aktivitas kehidupan sehari-hari (misalnya, memotong makanan dengan pisau, menangkap bola, menuangkan air dari botol ke dalam gelas, dll.				bentuk-bentuk tertentu, dan dalam 2D dan 3D, mereka menelusuri bentuk-bentuk yang ditampilkan. Program "teka-teki" memiliki tiga tingkat kesulitan dan opsi petunjuk.		
Penulis Marcela Dabrowská , et all	Uji coba terkontrol acak (RCT)	Kelompok eksperimen: 25 pasien monosentris prospektif berdasarkan enam bulan dirancang untuk menilai efek intervensi telenursing dalam mengurangi beban terkait perawatan dan meningkatkan alur klinis pada pasien yang menjalani terapi target (TT).	Kelompok eksperimen: 25 pasien (usia 59,4 ± 8,9 tahun) dalam kualitas hidup, fungsi kognitif, dan partisipasi sosial setelah pengobatan.	Penulis Lijing Chen, et all	Uji coba terkontrol acak, 4 minggu.	Intervensi kontrol (13,1) tahun.	45 pasien dengan hemiplegia akibat stroke yang memenuhi kriteria awalnya diskirining. Dari jumlah tersebut, 3 pasien menolak untuk berpartisipasi, sehingga tersisa 42 pasien yang menandatangani formulir persetujuan tindakan medis dan kemudian diacak ke dalam dua kelompok, masing-masing terdiri dari 21 pasien.
Populasi: Pasien pasca stroke iskemik, usia 40-79 tahun, kondisi stabil, Mini Mental State Examination n >25, visus utuh, fungsi genggama n ibu jari dan jari telunjuk tangan dan kaki yang terkena, mobilitas fungsional sesuai kategori ambulasi fungsional (FAC) 3-5 dan tidak ada penakit neurologis lainnya.	Penelitian dimulai pada 1 April 2024, dengan periode rekrutmen 12 bulan. Data dikumpulkan pada empat titik waktu: awal (T0), 30 hari (T1), 90 hari (T2), dan 180 hari (T3).	Pemeriksaan Status Mental Mini (MMSE) Kelompok eksperimen: pra 7,6 ± 2,1 pasca 28,2 ± 1,8 (p=<0,001). Indeks Barthel Kelompok eksperimen: (BI) pra 90 (75; 100) pasca 100 (90; 100) (p=<0,001). Indeks Barthel Diperluas (EBI)	Kelompok eksperimen: pra 90 (75; 90) pasca 90 (85; 90) (p=0,004)	Populasi: pasien yang menerima perawatan melalui telediagnostic e dan dampak klinis layanan telemedicin e terhadap pasien kanker payudara di negara berpengha silan rendah.	Tugas berjalan: Pasien yang mengikuti perintah suara sistem dan berjalan maju di jalur lurus lintasan melingkar klinis layanan robot rehabilitasi tungku bawah. Terdapat tiga mode latihan yang dapat dipilih: bantuan, perlawan dan mengikuti.	Intervensi : perempuan 6 (30,0), kontrol 5 (25,0)	Dua pasien keluar dari setiap kelompok, sehingga total 20 pasien per kelompok dan total 40 peserta menyelesaikan semua kunjungan pengumpulan sampel sebelum dan sesudah intervensi. Usia rata-rata 40 peserta adalah 55,3 (SD 12,5) tahun. Sekitar seperempat peserta adalah perempuan (n = 11, 27,5%), dan sebagian kecil peserta (n = 14, 35,0%) tinggal di daerah perkotaan.
Sampel: 50, 25 masing-masing kelompok Republik Ceko cz	telenursingUji coba terkontrol acak dengan kelompok paralel ini melibatkan pasien yang dirawat di sanatorium rehabilitasi Headset Meta Quest 2 (Meta Platforms, New York, NY, AS) digunakan untuk aplikasi realitas virtual dengan 4 program: melukis bebas, menelusuri 2D, melukis 3D, dan teka-teki. Dalam program "melukis bebas", mereka harus menggambar			Penulis Tiongkok CN	Tugas memancing: Saat mencapai tikungan lintasan melingkar, pasien berdiri dan menggunakan tangan yang sehat untuk memegang pengontrol sebagai tangan dalam adegan realitas virtual. Dalam adegan VR, pasien melihat danau dan ikan berenang bolak-		

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
			balik. Terdapat joran pancing di permukaan danau, yang perlu diangkat dengan tangan dan diamati oleh pelampung.	pasien stroke			kelompok eksperimen
			Rata-rata lama pendidikan peserta adalah 10,7 (SD 3,1) tahun, dan 62,5% peserta (n = 25) bekerja sebelum terkena stroke. Tidak ditemukan perbedaan signifikan pada seluruh karakteristik sosiodemografi dan klinis antara peserta dalam kelompok intervensi dan kontrol (Tabel 3). Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4, tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok dalam skor FMA-LE, BBS, FAC, MoCA, dan skor SS-QoL-12 pada awal penelitian. Efek awal dari pelatihan robotik berbasis realitas virtual (mean difference=6.5 , 95% CI: 5.6 hingga 7.3, p < 0.001) dan peserta kelompok kontrol (mean difference=3.3 , 95% CI: 2.7 hingga 4.0, p < 0.001) menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada motorik tungkai bawah.	Sampel: 30 (15 per kelompok) (23 intervensi, 25 kontrol)			
			Peningkatan signifikan dalam stabilitas batang tubuh, keseimbangan, dan kontrol postural untuk	Spanyol ES			
Penulis Seong Min Lee & Jong Eun Yim	Uji terkontrol (3 minggu)	coba acak	Pasien stroke subakut, usia rata-rata tidak ditentukan	Penulis Aguilera-Rubio, et all	Uji klinis acak, 8 minggu (16 sesi)	Penelitian ini melibatkan 36 pasien stroke kronis, tanpa batasan usia atau jenis kelamin tertentu. Semua pasien dinilai sebelum dan sesudah intervensi, serta 4 minggu kemudian untuk tindak lanjut.Limfoma ganas 8.7 Osteosarkom a 4.4 Liposarkoma 4.4 Tumor sel germlinal 4.4	Peningkatan kekuatan genggaman, ketangkasan, dan fungsi motorik diukur dengan Tes Blok dan Kotak, ARAT, dan kuesioner DASH.
Populasi : Klinik onkologi				Populasi: Pasien stroke kronis (lebih dari 6 bulan)			
				Sampel: 36	Tiongkok CN		
				Penulis J Kühne Escolà, et all	Studi kohort, pasien yang dirawat di Unit Stroke Rumah Sakit Universitas Essen, Maret-Mei 2022	326 pasien dirawat dengan dugaan stroke; 172 dimasukkan dalam analisis; 37 menerima terapi yang dipandu VR; distribusi usia dan jenis kelamin rata-rata tidak ditentukan atas	Terapi yang dipandu VR menggunakan perangkat lunak CUREO®; sesi 20 menit dengan 13 menit persiapan; modul meliputi pelatihan motorik, pelatihan kognitif dan sensorik, keterampilan motorik halus, neuroregulasi, dan praktik keterampilan sehari-hari
				Populasi: Pasien stroke dengan defisit sensorimotor, kognitif, atau persepsi pada ekstremitas atas			
				Sampel: 172			
				Inggris GB			
				Penulis Ta-Chung Chao, et all	Uji terkontrol acak (RCT), 3 minggu	Stroke iskemik akut pertama kali, usia 20-80, mRS 1-4	Penurunan depresi yang signifikan, tidak ada peningkatan kekuatan otot atau pemulihan fungsional
				Populasi: Pasien dengan stroke iskemik akut			
				Sampel: Pasien dengan stroke iskemik akut			

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Amerika serikat US							14,24 ± 11,59 detik, pasca 11,84 ± 9,89 detik (p = 0,013)
Penulis: A Noreen, et all	Uji terkontrol coba acak, tersamar	Peserta berusia 30–80 tahun dengan stroke kronis; tunggal, multi-pusat, dan berlengan paralel; 50 menit per sesi, 5 kali per minggu, selama 4 minggu	Ukuran keseimbangan dan mobilitas Tes jalan 10 menit, indeks gaya berjalan	Populasi: Pasien stroke kronis berusia 30–80 tahun		Tes Fungsi Motorik Serigala (WMFT) – Skala Kemampuan Fungsional (FAS): Pra 3,76 ± 0,76, pasca 3,99 ± 0,73 (p = 0,001)	
Sampel: 76 Italia IT		(A) VR + Swiss-ball + terapi konvensional, (B) Swiss-ball + terapi konvensional, (C) VR + terapi konvensional, (D) terapi konvensional	(A) VR + Swiss-ball + terapi konvensional, (B) Swiss-ball + terapi konvensional, (C) VR + terapi konvensional, (D) terapi konvensional			Log Aktivitas Motorik (MAL) – Jumlah Penggunaan (AOU): Sebelum 1,93 ± 0,94, sesudah 2,30 ± 1,00 (p = 0,001)	
Penulis: Xiao-Ping Cheng, et all	Uji klinis acak, 4 minggu	Usia, jenis kelamin, tingkat keparahan stoke	Peningkatan fungsi kognitif, bicara, dan keterampilan hidup sehari-hari; peningkatan aktivitas korteks frontal	Populasi: Pasien gangguan kognitif pasca stroke		Log Aktivitas Motorik (MAL) – Kualitas Gerakan (QOM): Sebelum 1,99 ± 0,92, sesudah 2,37 ± 1,01 (p = 0,001)	
Sampel : 200 Korea selatan KR				Penulis: Julian Specht, et all	Uji terkontrol coba acak, 18 sesi	Cedera akut, otak defisit kognitif	Peningkatan signifikan dalam fungsi eksekutif, perencanaan, memori, dan pemecahan masalah
Penulis: Marta Rodríguez-Hernández, et all	Uji terkontrol coba acak, 15 sesi, 3 minggu	Stroke subakut, Fugl-Meyer, Skala Ashworth, skor ARAT digunakan untuk seleksi	Peningkatan signifikan pada fungsi motorik tangan, tonus otot pergelangan tangan, dan pengurangan spastisitas Peningkatan signifikan dalam Penilaian Fugl-Meyer fungsi motorik ekstremitas atas (FMA-UE): Pra 34,30 ± 16,71, pasca 39,53 ± 17,28 (p = 0,002)	Populasi: Pasien stroke subakut			
Sampel: 46 pasien (43 selesai)				Sampel: 42 Tionkok CN			
Korea selatan KR				Penulis: Jia-Jia Wu, Mou-Xiong Zheng, et all	Uji terkontrol coba acak; 4 minggu; penilaian sebelum dan sesudah intervensi	Distribusi usia dan jenis kelamin tidak ditentukan; kriteria inklusi: sebelum dan sesudah intervensi menggunakan Skala Penilaian Depresi Hamilton (HDRS), Indeks Barthel yang dimodifikasi (MBI), dan pencitraan resonansi magnetik fungsional keadaan istirahat (rsfMRI)	Kelompok intervensi: realitas virtual imersif (IVR); kelompok kontrol: rehabilitasi realitas virtual 2D (VR 2D); kedua kelompok melanjutkan perawatan rehabilitasi biasa
				Populasi: Pasien depresi pasca stroke			
				Sampel: 44 India IN			

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Penulis: Sean Sanford, et all Populasi: Individu yang sehat (bukan populasi klinis) Sampel: Tidak ditentukan Kanada CA	Studi eksperimental; sesi 15 menit dengan empat kondisi umpan balik visual tambahan (kontinu sederhana, bandwidth sederhana, kontinu kompleks, bandwidth kompleks); penilaian pra-pelatihan dan pasca-pelatihan	Usia: 21,2 ± 2,0 tahun; 7 perempuan, 6 laki-laki; dominan tangan kanan; tidak ada gangguan klinis atau neuromuskular; tidak ada riwayat operasi ekstremitas atas atau tulang belakang/leher	Kinerja diukur dengan panjang lintasan gerak terkomputeris asi
Penulis Antonino Errante, et all Populasi: Pasien stroke kronis dengan defisit motorik anggota tubuh bagian atas	Uji coba terkontrol acak; tindak lanjut 6 bulan; sesi intervensi tidak ditentukan	Kriteria inklusi: pasien stroke kronis dengan defisit motorik anggota tubuh bagian atas; kriteria eksklusi: gangguan kognitif berat, gangguan neurologis lain, atau kontraindikasi untuk MR	Fungsi motorik anggota tubuh bagian atas
Sampel: Tidak ditentukan Australia AU			
Penulis Zhilan Liu, et all Populasi: Pasien stroke kronis dengan defisit motorik anggota tubuh bagian atas	Uji terkontrol acak, 6 minggu	Usia: 60-90, gangguan kognitif ringan, skor MoCA 18-26, skala motorik Fugl-Meyer > 85 untuk setidaknya satu anggota tubuh	Kelompok IVR menunjukkan perbaikan signifikan pada DSST ($Z = 2,203, p = 0,028$), namun tidak ada perbaikan signifikan pada MoCA, TMT-A, VFT, MBI.
Sampel: Tidak ditentukan Korea selatan KR			

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Penulis Ehab Mohamed Abd El-Kafy, et all	Uji coba terkontrol acak (RCT) selama 3 bulan, dengan 3 sesi per minggu secara tatap muka dan individual.	Kelompok kontrol (n = 20). Usia (tahun) $53,32 \pm 5,13$, Jenis Kelamin (jumlah; Laki-laki/Perempuan) 15/5, Tinggi Badan (cm) $167,75 \pm 5,69$, Berat Badan (kg) $86,86 \pm 4,47$.	Terdapat perbedaan yang signifikan (semua, $P < 0,01$) pada skor rata-rata ARAT, WMFT, dan WMFT-Waktu antara sebelum dan sesudah perawatan untuk setiap kelompok (kelompok eksperimen dan kontrol), tetapi tidak ada perbedaan signifikan yang terdeteksi antar kelompok pada awal penelitian.
Populasi: Pasien stroke kronis dengan gangguan anggota tubuh bagian atas	Setiap sesi berlangsung 2 jam dengan istirahat 15 menit di tengah.		Setelah perawatan selesai, perbedaan signifikan terdeteksi yang menguntungkan kelompok eksperimen dalam uji ini (semua, $P < 0,01$). Untuk HGS, terdapat perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah perawatan untuk setiap kelompok (semua, $P < 0,05$), tetapi tidak ada perbedaan yang terdeteksi antar kelompok pada awal penelitian.
Sampel: 40	Kelompok Eksperimen: Menjalani program perawatan tiga bagian, meliputi:	Kelompok eksperimen (n = 20), Usia (tahun) $54,46 \pm 4,27$, Jenis kelamin (jumlah; Laki-laki/Perempuan) 16/4, Tinggi (cm) $168,62 \pm 5,27$, Berat (kg) $87,41 \pm 4,26$	
Portugal PT	<p>1. Latihan neuromuskular dan proprioseptif penguatan, peregangan, dan latihan reaksi postural.</p> <p>2. Latihan fungsional lengan-tangan (ADL) — menjangkau, menggenggam, dan melepaskan objek.</p> <p>3. Pelatihan berbasis realitas virtual (VR) menggunakan Armeo Spring (Hocoma, Swiss) untuk mensimulasikan aktivitas motorik anggota gerak atas dengan umpan balik visual dan ruang kerja 3D.</p> <p>Kelompok Kontrol: Menjalani latihan fungsional konvensional (fisioterapi biasa) selama 2 jam dengan struktur dan durasi sama, fokus pada peningkatan fungsi gerak atas:</p> <p>1. Abduski & rotasi eksternal bahu,</p>		

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
	2. Ekstensi siku, 3. Supinasi lengan bawah, 4. Deviasi radial pergelangan tangan, 5. Ekstensi & abduksi ibu jari dan jari-jari.				selama 4 minggu dengan frekuensi 5 sesi per minggu, 30 menit per sesi, serta menerima rehabilitasi konvensional tambahan 1 jam per hari. Aktivitas otak diukur menggunakan EEG untuk menilai perubahan gelombang α dan β sebagai indikator neuroplastisitas.		daya spektroskopi dari semua pasangan elektroda simetris di hemisfer kanan dan kiri dihitung. Hasilnya, terdapat perbedaan signifikan nilai daya a di area P3, Pz C3, Cz, dan C4 sebelum dan sesudah intervensi pada kelompok VRBAT. Nilai daya a dan β pada kelompok NBAT menunjukkan perbedaan aktivitas yang signifikan di area Cz dan C4 (Gambar 6 dan 7). Nilai daya β kelompok VRBAT menunjukkan perbedaan signifikan antara area C3 dan P3.
Penulis: Song & Lee Populasi: Pasien stroke kronis Sampel: 12 Korea selatan KR	Penelitian oleh Song dan Lee (2023) Populasi: merupakan uji coba acak yang membandingkan <i>Virtual Reality-Based Bilateral Arm Training (VRBAT)</i> dengan <i>Non-Virtual Bilateral Arm Training (NBAT)</i> pada pasien stroke kronis. Kelompok VRBAT menjalani latihan berbasis VR yang meniru aktivitas kehidupan sehari-hari (seperti tugas rumah tangga dan belanja virtual) disertai elemen pelatihan kognitif dan persepsi visual yang dikembangkan oleh tim rehabilitasi multidisiplin. Kelompok NBAT melakukan latihan bilateral serupa di lingkungan nyata tanpa VR. Kedua kelompok menjalani intervensi	Kelompok VRBAT (n = 5) Jenis kelamin (laki-laki/perempuan n) 3/2, Sisi yang terkena (kiri/kanan) 2/3, Stroke emik 2/3, Usia (tahun) 64,20 ± 7,08, 51–62 2 (20%), 61–70 y 2 (20%), 71–80 1 (10%). Kelompok VRBAT dalam MFT, uji diskriminasi dua titik, uji stereognosis, maupun analisis EMG, dan hanya uji proprioseptif yang menunjukkan perbedaan signifikan. Uji Mann-Whitney U Antargrup. Aktivitas otak pada dua pita frekuensi, α (8-13 Hz) dan β (13-30 Hz), dipetakan dan diekstraksi dalam interval frekuensi antara 1 dan 64 Hz. Perbedaan	Uji Wilcoxon Signed-Rank, sebelum dan sesudah pelatihan, menunjukkan hasil analisis uji Mann-Whitney U untuk nilai selisih kelompok dari hasil yang dievaluasi. Tidak terdapat perbedaan signifikan antar kelompok. Uji terkontrol acak, intervensi 3 minggu, tindak lanjut 6 bulan. Pelatihan VR dalam waktu 1 bulan akan menerima setelah stroke awal pelatihan VR selama 3 minggu (5 hari/minggu). Pelatihan rehabilitasi gaya berjalan berbantuan VR. Proses spesifik pelatihan VR: pasien mengenakan kacamata virtual HTC Vive di lapangan terbuka dan secara bersamaan diperlengkapi dengan berbagai latihan seperti latihan sembilan grid, latihan jembatan papan tangan, latihan	Penulis: Huihui Cai, et al Populasi: Pasien stroke Sampel: 36 Korea selatan	Uji terkontrol acak, intervensi 3 minggu, tindak lanjut 6 bulan. Pelatihan VR dalam waktu 1 bulan akan menerima setelah stroke awal pelatihan VR selama 3 minggu (5 hari/minggu). Pelatihan rehabilitasi gaya berjalan berbantuan VR. Proses spesifik pelatihan VR: pasien mengenakan kacamata virtual HTC Vive di lapangan terbuka dan secara bersamaan diperlengkapi dengan berbagai latihan seperti latihan sembilan grid, latihan jembatan papan tangan, latihan	Usia 40–80 tahun, stroke iskemik pertama, disfungsi berjalan	Tes <i>Waktu Bangun & Jalan (TUGT)</i> digunakan untuk menilai kemampuan berjalan fungsional pasien secara cepat dan kuantitatif. Tes ini terbukti andal, efektif, dan mudah diterapkan dalam menilai fungsi keseimbangan, motorik, serta aktivitas kehidupan sehari-hari pasien pasca stroke. Selain mencatat waktu tempuh, gaya berjalan dan risiko jatuh juga dievaluasi menggunakan skala 1–5 (1 = normal hingga

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
	<p>menaiki tangga, dan latihan palang. Latihan VR bersifat imersif. Pasien ditempatkan dalam latihan virtual dan menerima skor yang sesuai setelah menyelesaikan tugas sesuai dengan persyaratan pelatihan di berbagai latihan. (2) 30 menit per hari selama 3 minggu (5 hari/minggu)</p> <p>pelatihan olahraga aktif rutin (menggambar tanpa senjata, latihan kekuatan otot, keseimbangan batang tubuh, transfer).</p> <p>Kelompok latihan non-VR.</p> <p>Kelompok latihan non-VR menerima (1) 30 menit per hari selama 3 minggu (5 hari/minggu)</p> <p>pelatihan rehabilitasi gaya berjalan fungsional (latihan keseimbangan berdiri, latihan yang meningkatkan pemisahan, latihan pusat gravitasi, latihan perubahan posisi tubuh, latihan pemisahan langkah, latihan berjalan dengan palang sejarak). (2) 30 menit per hari selama 3 minggu (5 hari/minggu)</p> <p>pelatihan olahraga aktif rutin (menggambar tanpa senjata, latihan kekuatan otot, keseimbangan batang tubuh, transfer).</p>		<p>5 = kelainan berat).</p>

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Penulis Yu-Hsin Chen,, et all	nelitian menggunakan uji coba terkontrol acak (usia), laki-laki tersamar ganda	sham iTBS+VCT 48,95±9,63 (usia), laki-laki 10 (90,9%)	Hasil utama adalah perbaikan fungsi motorik dan
Populasi: Pasien stroke dengan gangguan motorik anggota tubuh bagian atas	dengan 15 sesi selama 3 minggu. Setiap peserta menerima intervensi iTBS atau stimulasi semu, dikuti dengan Virtual Conventional Training (VCT)	Perempuan 1 (9,1%), iTBS+VCT 54,36±10,56 (usia), laki-laki 8 (66,7%), perempuan 4 (33,3%)	spastitis ekstremitas atas, yang diukur masing-masing dengan FMA-UE dan MAS-UE. FMA-UE merupakan skala berbasis kinerja, khususnya bagi pasien stroke, untuk menilai fungsi sensorimotor, termasuk fungsi motorik, fungsi sendi, sensasi, dan keseimbangan. Studi ini hanya mengevaluasi fungsi motorik UL dari FMA. MAS-UE, yang diberi skor 0 hingga 4 (0, 1, 1+, 2, 3, 4), digunakan untuk menilai spastitis dan resistensi UL selama gerakan sendi pasif. Otot-otot jari, pergelangan tangan, dan siku yang terpengaruh dievaluasi. Skor MAS-UE ini dijumlahkan untuk merepresentasi sikan spastitis UL, dengan 1+ dihitung sebagai 1,5.
Sampel: 23 pasien, diacak menjadi dua kelompok (iTBS + bersepeda vs sham + bersepeda VR)	Untuk mencegah pengaruh aktivitas fisik terhadap efek TBS, pasien diminta tidak menggerakkan ekstremitas atas yang terkena 5 menit sebelum, selama, dan sesudah stimulasi.	Polandia PL	Pemindahan dari ruang TBS ke ruang VCT dilakukan menggunakan kursi roda untuk menjaga konsistensi perlakuan.
Penulis Ana L. Faria, et all	Studi eksperimental percontohan; penilaian dilakukan pada awal, setelah pengobatan 1 bulan, dan tindak dengan lanjut 1 bulan	Kelompok VR, usia (57,1 ± 11,0), perempuan (4), laki-laki (8). sekolah (6,0 ± 2,8), bulan pasca stroke (24,9 ± 20,3), jenis (1/11/0), sisi lesi (8/4), GDS (11,2 ± 5,7)	Pada subbagian lengan dan tangan FM-UE, kedua kelompok menunjukkan perbaikan signifikan seiring waktu untuk domain tangan [VR: X 2 (2) = 8,4, p = 0,015; Kontrol: X 2 (2) = 7,7, p = 0,021].
Populasi: Pasien stroke kronis dengan gangguan motorik dan kognitif			
Sampel: 24			

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
Tiongkok CN		Kelompok kontrol, usia ($68,9 \pm 9,8$), perempuan (5), laki-laki (7), sekolah (5,7 ± 4,2), bulan pasca stroke (41,1 ± 41,0), jenis stroke (1/9/2), sisi lesi (7/5) GDS (11,2 ± 5,0)	tetapi hanya kelompok VR yang membaik secara signifikan di bagian lengan [VR: $\chi^2 (2) = 11,1$, $p = 0,004$; Kontrol: $\chi^2 (2) = 4,7$, $p = 0,097$]. Kelompok kontrol menunjukkan efek signifikan tambahan pada MAS [$\chi^2 (2) = 7,6$, $p = 0,022$], yang menunjukkan penurunan spastisitas.		dengan dua jari (ibu jari + telunjuk dan ibu jari + jari tengah) dan mengangkat kotak yang telah diberi beban ke ketinggian default. Peserta Studi. Kami merekrut 16 peserta dengan hemiparesis dan gangguan motorik akibat stroke.		
Penulis Shih-Ching Yeh, et all	Studi eksperimental: 30 menit/sesi, 3x/minggu, 8 minggu.	Usia (28-82), laki-laki (29), perempuan (6).	Tes awal versus tes akhir: FMA, tes awal 7,69 (5,97), tes akhir 10,31 (7,35). TEMPA, pretes -9,63 (2,75), postes -8,44 (3,29). WMFT, tes awal 9,13 (5,55), tes akhir 10,75 (4,77). BBT sebelum tes 13,00 (13,68), setelah tes 16,06 (15,06). Tes awal JAMAR 7,71 (6,48), tes akhir 10,36 (7,81). pra-tes versus tindak lanjut: FMA, pretest 7,69 (5,98), tindak lanjut 10,00 (7,29). TEMPA, prates-9,63 (2,75), tindak lanjut -8,81 (3,47). Tes awal WMFT 9,13 (5,55), tes lanjutan 9,68 (4,6). BBT, pretest 13,00 (13,68) tindak lanjut 15,44 (13,93). JAMAR, pretest 7,71 (6,48), follow up 9,59 (7,42)		Intervensi. Tugas penguatan cubitan dilakukan 20 kali menggunakan ibu jari dan masing-masing jari. Tugas cubitan dan angkat dilakukan 20 kali masing-masing menggunakan ibu jari dan jari telunjuk, serta ibu jari dan jari tengah. Saat melakukan tugas VR, peserta duduk dengan lengan bawah bertumpu pada meja yang dapat diatur ketinggiannya, bahu sedikit abduksi, siku fleksi 90°, dan lengan bawah dalam posisi netral.		
Populasi: Pasien stroke dengan kelumpuhan anggota tubuh bagian atas	Sistem Realitas Virtual yang Disempurnakan dengan Haptik. Dua tugas VR diimplementasikan			Sampel: 16		Pengukuran. Penilaian Fugl-Meyer (FMA) yang menampilkan bagian pergelangan tangan dan tangan digunakan untuk mengevaluasi gangguan motorik empat item yang memerlukan kontrol distal (angkat pensil, angkat klip kertas, tumpuk pemeriksa, dan putar kunci di gembok; maks = 20) dan Tes Evaluant les Membressuperieurs des	
Brazil BR	mesin gim 3D Unity™ (Unity Technologies@ US), sebuah perangkat canggih yang digunakan untuk mengembangkan gim 3D yang dapat digunakan di berbagai sistem operasi. Tugas pertama adalah tugas "penguatan cubitan", di mana peserta diminta untuk menggenggam kotak virtual menggunakan 2 jari, ibu jari + masing-masing jari. Peserta secara bertahap meningkatkan kekuatan cubitan mereka hingga mencapai pengaturan kekuatan default yang digunakan untuk simulasi. Tugas kedua adalah tugas "cubit dan angkat", di mana peserta diminta untuk menggenggam kotak virtual						

Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil	Penulis, Populasi, Sampel	Metode	Sosio-demografi	Hasil
	Personnes Agees (TEMPA) [26] yang menampilkan empat item yang juga melibatkan kontrol distal (prehension: memegang koin, mengambil, dan memindahkan benda kecil; ketepatan gerakan motorik halus: memegang koin, mengambil, dan memindahkan benda kecil; -12~0).				minggu dirancang berdasarkan komponen pembentukan dari uji coba EXCITE dan taksonomi aktivitas.	ini	
Penulis Soha Saleh, et all	Uji coba terkontrol acak percontohan, 8 sesi. Subjek di kedua kelompok dilatih 4 hari seminggu, 3 jam per hari, selama 2 minggu.	Data dari total 19 subjek, yang berpartisipasi dalam uji coba terkontrol non-acak sebelumnya (8) dan memenuhi syarat untuk mempelajari reorganisasi saraf yang terkait dengan setiap jenis terapi.	Hasil utama uji klinis JTHF ditunjukkan pada Tabel 2. Pada awal penelitian, tidak terdapat perbedaan statistik pada skor JTHFT untuk -0,41, $p = 0,68$. Kedua kelompok (Z = -0,41, $p = 0,68$) menunjukkan perbaikan skor JTHFT, dengan persentase perubahan yang mencapai signifikansi statistik pada RAVR ($Z = -2,8$, $p = 0,005$) tetapi tidak pada kelompok RTP. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar kelompok dalam perubahan skor JTHFT.		menyortir koin, menulis, membawa benda, memberi makan, dan menggunakan kalkulator), sementara yang lain memerlukan koordinasi tangan dan lengan bilateral (misalnya, memasak, berpakaian, dan membangun dengan benda-benda kecil dan besar). Pelatihan RTP dijelaskan lebih rinci dalam Ref.		
Populasi: Pasien stroke kronis							
Sampel: 19							
Mesir EG							
	Suatu algoritma digunakan untuk mengatur bantuan berdasarkan evaluasi kecepatan tangan atau gaya aktif secara real-time, yaitu, jika subjek tidak menghasilkan gerakan (berdasarkan kecepatan dan gaya yang terekam) di atas ambang batas yang telah ditentukan sebelumnya, atau tidak merespons dalam waktu 5 detik sejak isyarat gerakan dimulai, robot akan digerakkan untuk memberikan bantuan.	Kelompok RTP. Pelatihan 2					

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam fungsi motorik, yang diukur melalui *Fugl-Meyer Assessment* (FMA) dan *Action Research Arm Test* (ARAT). Peningkatan juga terlihat pada aspek keseimbangan dan mobilitas, dengan skor *Berg Balance Scale* (BBS) dan *Timed Up and Go* (TUG) yang membaik setelah intervensi. Dari sisi psikologis, pasien menunjukkan penurunan skor depresi, peningkatan motivasi, serta kepuasan tinggi terhadap penggunaan VR.

Selain luaran klinis, bukti objektif dari neuroimaging dan elektroensefalografi (EEG) menunjukkan adanya aktivasi kortikal, *neuroplasticity*, dan reorganisasi fungsional pada pasien yang menjalani terapi VR. Hal ini mendukung peran VR tidak hanya sebagai media latihan fisik, tetapi juga sebagai fasilitator stimulasi neurologis. Mayoritas partisipan juga melaporkan pengalaman positif terkait kenyamanan, kepuasan, dan persepsi kegunaan VR dalam proses rehabilitasi.

Temuan ini memperkuat teori *neuroplasticity*, yang menyatakan bahwa otak mampu melakukan

reorganisasi fungsional melalui stimulasi berulang dan multisensorik. Dengan menyediakan latihan yang bersifat *task-oriented* dan interaktif, VR mampu memfasilitasi pembentukan jalur saraf baru yang mendukung pemulihan motorik. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian serupa yang melaporkan pasien stroke dengan intervensi VR memiliki aktivitas kortikal lebih tinggi dibanding kelompok dengan terapi konvensional. Dari perspektif psikologis, keterlibatan pasien dalam lingkungan imersif VR mampu meningkatkan motivasi, kepatuhan, serta mengurangi gejala depresi. Teori *self-determination* menjelaskan bahwa pengalaman yang menyenangkan dan interaktif dapat memperkuat keterlibatan individu terhadap terapi. Hal ini sesuai dengan temuan studi lain yang menunjukkan bahwa VR dapat meningkatkan kualitas hidup dan kesehatan emosional pasien stroke.

Berdasarkan hasil perbandingan antar penelitian, sebagian besar studi seperti yang dilakukan oleh Hsieh et al. (2021), Ase et al. (2023), dan Song & Lee (2023) melaporkan peningkatan fungsi motorik yang signifikan pada pasien stroke yang menjalani terapi berbasis VR dibandingkan terapi konvensional. Studi dengan VR imersif dan berbasis sensor gerak menunjukkan hasil lebih kuat terhadap pemulihan motorik dan keseimbangan dibanding VR non-imersif seperti Wii Fit atau simulasi sederhana. Beberapa penelitian (misalnya Wu et al., 2023; Rodríguez-Hernández et al., 2024) menyoroti manfaat psikologis seperti peningkatan motivasi dan penurunan depresi. Namun, perbedaan hasil antar studi masih dipengaruhi oleh jenis VR, frekuensi latihan, dan kondisi pasien, sehingga dibutuhkan standar intervensi yang lebih seragam untuk memastikan konsistensi efektivitasnya.

Namun demikian, perlu dicatat beberapa keterbatasan. Ukuran sampel kecil, heterogenitas desain penelitian, dan variasi instrumen pengukuran membatasi generalisasi hasil ke populasi yang lebih luas. Perbedaan platform VR, frekuensi, intensitas intervensi juga menyulitkan penyusunan standar terapi yang seragam. Oleh karena itu, diperlukan uji coba acak terkontrol berskala besar dengan standarisasi luaran untuk memperoleh bukti yang lebih kuat.

Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa VR memiliki potensi besar sebagai terapi pendamping rehabilitasi konvensional. Dengan pengembangan lebih lanjut, VR dapat diintegrasikan ke dalam praktik klinis rutin, untuk mempercepat pemulihan motorik, meningkatkan keseimbangan, juga mendukung aspek psikologis pasien pasca stroke.

SIMPULAN

Tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa intervensi berbasis Virtual Reality (VR) memberikan dampak positif yang signifikan terhadap rehabilitasi pasien pasca stroke, terutama dalam meningkatkan fungsi motorik, keseimbangan, dan kesejahteraan psikologis. Bukti dari studi berbasis neuroimaging dan EEG mendukung peran VR dalam menstimulasi neuroplastisitas melalui peningkatan aktivitas kortikal dan reorganisasi fungsional. Selain itu, tingkat kepuasan dan motivasi pasien yang tinggi menegaskan kelayakan penggunaan VR sebagai pelengkap terapi konvensional. Meskipun demikian, keterbatasan metodologis berupa ukuran sampel kecil, heterogenitas desain, dan variasi instrumen pengukuran membatasi generalisasi hasil. Dengan demikian, VR berpotensi besar untuk diintegrasikan ke dalam praktik klinis rehabilitasi stroke, namun penelitian lanjutan dengan desain terstandar dan jumlah sampel yang lebih besar tetap diperlukan guna memperkuat bukti dan memastikan implementasi yang optimal.

SARAN

Berdasarkan hasil tinjauan ini, disarankan kepada tenaga kesehatan, khususnya perawat dan tim rehabilitasi interdisipliner, untuk mempertimbangkan penggunaan Virtual Reality (VR) sebagai pelengkap terapi konvensional dalam program rehabilitasi pasien pasca stroke. Pihak pengambil kebijakan di rumah sakit maupun lembaga kesehatan diharapkan dapat menyediakan sarana dan infrastruktur VR yang terstandar agar pemanfaatannya dapat diimplementasikan secara optimal. Bagi peneliti selanjutnya, diperlukan uji coba klinis berskala besar dengan desain terkontrol acak, jumlah sampel yang lebih memadai, serta standarisasi instrumen luaran, sehingga bukti efektivitas VR dalam rehabilitasi stroke dapat lebih kuat dan dapat digeneralisasikan. Selain itu, pasien dan keluarga diharapkan dapat dilibatkan secara aktif dalam penggunaan VR, agar motivasi dan kepatuhan terhadap program rehabilitasi semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminov, A., Rogers, JM, Middleton, S., Caeyenberghs, K., & Wilson, PH (2018). Apa Kata Uji Coba Terkendali Acak tentang Rehabilitasi Virtual pada Stroke? Tinjauan

- Literatur Sistematis dan Meta-Analisis Hasil Ekstremitas Atas dan Kognitif. *Jurnal Neuroengineering dan Rehabilitasi*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-018-0370-2>
- Bai, Y., Liu, F., & Zhang, H. (2022). Sistem Rehabilitasi Anggota Tubuh Berbasis Kecerdasan Buatan dengan Teknologi Realitas Virtual untuk Manajemen Kesehatan Jangka Panjang Pasien Stroke dalam Konteks Internet. *Metode Komputasi dan Matematika dalam Kedokteran*, 2022, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2022/2688003>
- Bargeri, S., Baggio, M., Guida, S., Castellini, G., & Gianola, S. (2024). Tren yang Berkembang dalam Rehabilitasi Realitas Virtual untuk Stroke dalam Publikasi Penelitian. *Arsip Fisioterapi*, 182–188. <https://doi.org/10.33393/aop.2024.3155>
- Bian, M., Shen, Y., Huang, Y., Wu, L., Wang, Y., He, S., Huang, D., & Mao, Y. (2022). Intervensi Berbasis Realitas Virtual Non-Immersif untuk Meningkatkan Fungsi Motorik dan Gaya Berjalan Ekstremitas Bawah pada Pasien Infark Serebral Subakut: Sebuah Uji Coba Terkendali Acak Pilot dengan Tindak Lanjut 1 Tahun. *Frontiers in Neurology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.985700>
- Casu, M., Farrauto, C., Farruggio, G., Bellissima, S., Battiato, S., & Caponnetto, P. (2024). Menjelajahi Potensi Terapi Realitas Virtual: Tinjauan Simulasi Efek Psikedelik untuk Mengobati Gangguan Psikologis. 6(2), 603–617. <https://doi.org/10.3390/psycholint6020036>
- Donati, D., Pinotti, E., Mantovani, M., Casarotti, S., Fini, A., Tedeschi, R., & Caselli, S. (2025). Peran Realitas Virtual Immersive dalam Rehabilitasi Ekstremitas Atas untuk Stroke Subakut: Sebuah Tinjauan. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 14(6), 1903
- Elhady, A., Ahmed, GM, Hassan, A., Ibrahim, SM, & Abdelmageed, SM (2025). Efikasi Sarung Tangan Latihan Robotik dalam Meningkatkan Fungsi dan Pergerakan Tangan pada Pasien Stroke. *Sport Tk-Revista Euroamericana De Ciencias Del Deporte*, 14, 40. <https://doi.org/10.6018/sportk.660321>
- Errante, A., Saviola, D., Cantoni, M., Iannuzzelli, K., Ziccarelli, S., Togni, F., Simonini, M., Malchiodi, C., Bertoni, D., Inzaghi, MG, Bozzetti, F., Menozzi, R., Quarenghi, A., Quarenghi, P., Bosone, D., Fogassi, L., Salvi, GP, & Tanti, A.De. (2022). Efektivitas Terapi Observasi Tindakan Berbasis Teknologi Virtual Reality dalam Rehabilitasi Motorik Pasien Stroke Paretik: Uji Klinis Acak. *Neurologi BMC*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12883-022-02640-2>
- Everard, G., Otmane-Tolba, Y., Rosselli, Z., Pellissier, T., Ajana, K., Dehem, S., Auvinet, E., Edwards, M., Lebleu, J., & Lejeune, T. (2022). Validitas Serentak Versi Realitas Virtual Imersif dari Tes Kotak dan Blok untuk Menilai Ketangkasan Manual pada Pasien Stroke. *Jurnal Neuroengineering dan Rehabilitasi*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12984-022-00981-0>
- Feigin, VL, Krishnamurthi, R., Barker-Collo, S., McPherson, K., Barber, PA, Parag, V., Arroll, B., Bennett, D., Tobias, M., Jones, A., Witt, E., Brown, P., Abbott, M., Bhattacharjee, R., Rush, E., Suh, FM, Theadom, A., Rathnasabapathy, Y., Ao, B. Te, ... Bonita, R. (2015). Tren 30 Tahun Angka dan Hasil Stroke di Auckland, Selandia Baru (1981-2012): Serangkaian Studi Berbasis Populasi Multietnis. *Plos One*, 10(8), e0134609. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134609>
- Feigin, VL, Stark, BA, Johnson, CO, Roth, GA, Bisignano, C., Abady, GG, Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abd-Allah, F., & Abedi, V. (2021). Beban stroke global, regional, dan nasional serta faktor risikonya, 1990–2019: analisis sistematis untuk Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, 20(10), 795–820.
- Hughes, S., Warren-Norton, K., Spadafora, P., & Tsotsos, L. (2017). Mendukung Penuaan Optimal Melalui Pemanfaatan Teknologi Realitas Virtual yang Inovatif. *Teknologi Multimoda dan Interaksi*, 1(4), 23. <https://doi.org/10.3390/mti1040023>
- Izza, S., Rahman, LOA, Firman, A., Rahman, FF, Gayatri, D., Yetti, K., Boro, MFV, & Tabara, SA (2022). Reaksi Mahasiswa Keperawatan dalam Pelaksanaan Pembelajaran Praktikum Keperawatan Menggunakan Simulasi Realitas Virtual. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universal*, 10(6), 563–568. <https://doi.org/10.13189/ujph.2022.100602>

- Kim, W., Cho, S., Ku, J., Kim, Y., Lee, K., Hwang, H.-J., & Paik, N. (2020). Aplikasi Klinis Realitas Virtual untuk Rehabilitasi Motorik Ekstremitas Atas pada Stroke: Tinjauan Teknologi dan Bukti Klinis. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 9(10), 3369. <https://doi.org/10.3390/jcm9103369>
- Kiper, P., Godart, N., Cavalier, M., Bérard, C., Cieślik, B., Federico, S., Kiper, A., Pellicciari, L., & Meroni, R. (2023). Efek Realitas Virtual Imersif pada Rehabilitasi Stroke Ekstremitas Atas: Tinjauan Sistematis dengan Meta-Analisis. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 13(1), 146. <https://doi.org/10.3390/jcm13010146>
- Kumar, A. (2023). Sejauh Mana Terapi Realitas Virtual Efisien sebagai Pengobatan Gangguan Kecemasan Sosial? *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 4(6), 18–31. <https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.0362>
- Langhorne, P., Baylan, S., & Trialists, ESD (2017). Layanan pemulangan dini dengan dukungan bagi penderita stroke akut. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7.
- Lee, H., Lim, J.-H., Jeon, B., & Song, C.-S. (2020). Rehabilitasi Realitas Virtual Non-Imersif yang Diterapkan pada Pendekatan Berorientasi Tugas untuk Pasien Stroke: Uji Coba Terkendali Acak. *Neurologi Restoratif dan Ilmu Saraf*, 38(2), 165–172. <https://doi.org/10.3233/rnn-190975>
- Lin, R., Chiang, S., Heitkemper, MM, Weng, S., Lin, C., Yang, F., & Lin, C. (2020). Efektivitas rehabilitasi dini yang dikombinasikan dengan pelatihan realitas virtual terhadap kekuatan otot, suasana hati, dan status fungsional pada pasien stroke akut: uji coba terkontrol acak. *Pandangan Dunia tentang Keperawatan Berbasis Bukti*, 17(2), 158–167.
- Ma, Z., Huang, K.-T., & Yao, L. (2021). Kelayakan Permainan Peran Komputer untuk Meningkatkan Empati pada Mahasiswa Keperawatan: Peran Imersif dan Perspektif. *Cyberpsychology Behavior and Social Networks*, 24(11), 750–755. <https://doi.org/10.1089/cyber.2020.0371>
- Matys-Popiełska, K., Popiełski, K., & Sibilska-Mroziewicz, A. (2024). Studi Kemungkinan Penggunaan Aplikasi Realitas Virtual dalam Rehabilitasi pada Pasien Lansia Pasca-Stroke.
- Sensors, 24(9), 2745. <https://doi.org/10.3390/s24092745>
- Naro, A., & Calabró, RS (2021). Apa yang Kita Ketahui tentang Penggunaan Realitas Virtual di Bidang Rehabilitasi? Tinjauan Singkat. *Electronics*, 10(9), 1042. <https://doi.org/10.3390/electronics10091042>
- Nasrallah, FA, Mohamed, AZ, Yap, HK, Lai, H. Sen, Yeow, C., & Lim, JH (2021). Efek Stimulasi Proprioseptif Menggunakan Sarung Tangan Robot Lunak terhadap Aktivasi Motorik dan Konektivitas Otak pada Penyintas Stroke. *Jurnal Rekayasa Saraf*, 18(6), 66049. <https://doi.org/10.1088/1741-2552/ac456c>
- ÖZEROL, Z., & Andič, S. (2023). Model Terapi Avatar dan Prinsip Etika dalam Penanganan Halusinasi Auditori pada Pasien Skizofrenia. *Psikiyatride Guncel Yaklasimlar - Pendekatan Terkini dalam Psikiatri*, 15(4), 665–676. <https://doi.org/10.18863/pgy.1215149>
- Potcovaru, C.-G., Cînteză, D., Săndulescu, MI, Poenaru, D., Chiriac, O., Lambru, C., Moldoveanu, A., Anghel, AM, & Berteanu, M. (2024). Dampak Virtual Reality sebagai Metode Rehabilitasi Menggunakan Sistem TRAVEE terhadap Hasil Fungsional dan Disabilitas pada Pasien Stroke: Studi Percontohan. *Biomedics*, 12(11), 2450. <https://doi.org/10.3390/biomedicines12112450>
- Quay, C., & Ramakrishnan, A. (2023). Pemanfaatan Realitas Virtual yang Inovatif untuk Memfasilitasi Empati terhadap Lansia dalam Pendidikan Keperawatan. *Perspektif Pendidikan Keperawatan*, 44(5), 300–302. <https://doi.org/10.1097/01.nep.000000000000174>
- Ren, Y., Wang, Q., Liu, H., Wang, G., & Lu, A. (2023). Pengaruh Pelatihan Rehabilitasi Berbasis Realitas Virtual Imersif dan Non-Imersif terhadap Kognisi, Fungsi Motorik, dan Fungsi Sehari-hari pada Pasien dengan Gangguan Kognitif Ringan atau Demensia: Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis. *Rehabilitasi Klinis*, 38(3), 305–321. <https://doi.org/10.1177/02692155231213476>
- Scalona, E., Taborri, J., Hayes, D., Prete, Z. Del, Rossi, S., & Palermo, E. (2019). Apakah Organisasi Neuromuskular Melempar Tidak Berubah dalam Realitas Virtual? Implikasinya

- terhadap Rehabilitasi Anggota Tubuh Bagian Atas. *Elektronik*, 8(12), 1495. <https://doi.org/10.3390/electronics8121495>
- Tsiakiri, A., Plakias, S., Karakitsiou, G., Nikova, A., Christidi, F., Kokkotis, C., Giarmatzis, G., Tsakni, GJ, Katsouri, I.-G., Dimitrios, S., Vadikolias, K., Aggelousis, N., & Vlotinou, P. (2024). Memetakan Lanskap Penelitian Biomekanik dalam Neurorehabilitasi Stroke: Perspektif Bibliometrik. *Biomechanik*, 4(4), 664–684. <https://doi.org/10.3390/biomechanics4040048>
- Varadhan, K. (2024). Mengembangkan Sarung Tangan Gaming Neuro-Rehabilitatif untuk Neuroplastisitas dalam Mempelajari Kembali Fungsi Neuron yang Hilang. *Jurnal Konvergensi Teknologi Asia*, 9(3), 87–91. <https://doi.org/10.33130/ajct.2023v09i03.014>
- Victor, BA, Arunachalam, R., Angel, S., & B., GK (2024). Meningkatkan Keseimbangan Dinamis dan Stabilitas Postur pada Pasien Stroke: Dampak Pelatihan Realitas Virtual Imersif. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.66299>
- Voinescu, A., Sui, J., & Fraser, DS (2021). Realitas Virtual dalam Neurorehabilitasi: Tinjauan Meta-Analisis Umum. *Jurnal Kedokteran Klinis*, 10(7), 1478. <https://doi.org/10.3390/jcm10071478>
- Vourvopoulos, A., Jorge, C., Abreu, R., Figueiredo, P., Fernandes, J.-C., & Badia, SB i. (2019). Korelasi Efikasi dan Pencitraan Otak pada Sistem VR Berbasis BCI Immersive Motor Imagery untuk Rehabilitasi Motorik Ekstremitas Atas: Laporan Kasus Klinis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00244>
- Wang, X., Qiu, JY, Zhou, Y., Liu, W., Zhang, S., Gong, Y., Jiang, W., Fang, L., Ji, C., Yao, X., Wang, W., Xu, S., Lu, Z., & Ding, Y. (2023). Pengaruh Pelatihan Adaptasi Gaya Berjalan di Atas Tanah dan Berbantuan Realitas Virtual terhadap Keseimbangan dan Kemampuan Berjalan pada Pasien Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 103(6), 480–487. <https://doi.org/10.1097/phm.00000000000002374>
- Yoon, H., Lee, E., Kim, C.-J., & Shin, Y. (2024). Pelatihan Keterampilan Prosedur Klinis Berbasis Simulasi Realitas Virtual untuk Mahasiswa Keperawatan: Sebuah Studi Kuasi-Eksperimental. *Kesehatan*, 12(11), 1109. <https://doi.org/10.3390/healthcare12111109>
- Zhang, J., Liu, M., Yue, J., Yang, J., Xiao, Y., Yang, J., & Cai, E. (2025). Efek Realitas Virtual dengan Modalitas Berbeda terhadap Pemulihan Ekstremitas Atas: Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis Jaringan untuk Mengoptimalkan Rehabilitasi Stroke. *Frontiers in Neurology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1544135>
- Zhou, Z., Hua, X., Wu, J., Xu, J., Ren, M., Shan, C., & Xu, J. (2022). Pelatihan Rehabilitasi Ekstremitas Bawah dengan Bantuan Motor Robot Gabungan dan Realitas Virtual Berbasis Sirkuit Neural (NeuCir-VR) pada Pasien Pasca Stroke: Protokol Studi untuk Uji Coba Terkendali Acak Satu Pusat. *BMJ Open*, 12(12), e064926. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2022-064926>