



## **Rehabilitasi Pasca-Stroke Berbantuan Kecerdasan Buatan dan Peran Perawat dalam Pemantauan Pasien: *Systematic Review***

**Hakim Anasulfalah<sup>1\*</sup>, Krisnanda Aditya Pradana<sup>2</sup>, Rina Tri Handayani<sup>1</sup>, Perdana Prabasari Putri Ichsani<sup>3</sup>, Aris Widiyanto<sup>1</sup>, Joko Tri Atmojo<sup>1</sup>, Rafa Amartya Sukadi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Mambaul Ulum Surakarta, 1. Ring Road No.Km 03 Lantai 3, Mojosongo, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57127, Indonesia

<sup>2</sup>RSUD dr. Sayidiman Magetan, Jl. Pahlawan No.2, Tambran, Magetan, Jawa Timur, 63318, Indonesia

<sup>3</sup>Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Soedono Madiun, Jl. Dr. Sutomo No.59, Kartoharjo, Kec. Kartoharjo, Kota Madiun, Jawa Timur 63117, Indonesia

\*[anasulfalah75@gmail.com](mailto:anasulfalah75@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Penerapan Artificial Intelligence (AI) dan telerehabilitasi telah menjadi inovasi penting dalam meningkatkan efektivitas terapi pasien pasca-stroke melalui pendekatan rehabilitasi yang personal, adaptif, dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penerapan AI dan telerehabilitasi terhadap pemulihan fungsi motorik, kepatuhan pasien terhadap program terapi, serta peningkatan kualitas hidup pasien stroke melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Penelusuran artikel dilakukan pada basis data PubMed, Scopus, ScienceDirect, BASE, dan Consensus dengan rentang tahun 2015–2025 menggunakan kata kunci “artificial intelligence,” “telerehabilitation,” “stroke recovery,” dan “virtual rehabilitation.” Dari 350 artikel yang ditemukan, 12 artikel primer memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis menggunakan panduan PRISMA 2020 serta penilaian kualitas dengan Critical Appraisal Skills Programme (CASP). Hasil sintesis menunjukkan bahwa penerapan AI dan telerehabilitasi secara konsisten meningkatkan fungsi motorik pasien, memperbaiki kepatuhan terhadap program rehabilitasi melalui sistem adaptif dan umpan balik real-time, serta berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup pasien secara signifikan. Teknologi berbasis AI seperti Virtual Reality (VR), Brain–Computer Interface (BCI), dan perangkat robotik cerdas terbukti mempercepat pemulihan melalui stimulasi neuroplastisitas dan peningkatan motivasi pasien. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi AI dan telerehabilitasi merupakan strategi inovatif dan efektif dalam manajemen rehabilitasi pasca-stroke serta memiliki potensi besar untuk menjadi model standar terapi rehabilitasi di masa depan.

Kata kunci: artificial intelligence; systematic literature review; stroke recovery; telerehabilitation; virtual reality

## **ARTIFICIAL INTELLIGENCE ASSISTED POST-STROKE REHABILITATION AND THE ROLE OF NURSES IN PATIENT MONITORING: A SYSTEMATIC REVIEW**

### **ABSTRACT**

*The application of Artificial Intelligence (AI) and telerehabilitation has emerged as a major innovation in improving the effectiveness of post-stroke therapy through a personalized, adaptive, and continuous rehabilitation approach. This study aims to analyze the impact of AI and telerehabilitation on motor function recovery, patient adherence to therapy programs, and the improvement of quality of life among post-stroke patients using a Systematic Literature Review (SLR) approach. Articles were retrieved from PubMed, Scopus, ScienceDirect, BASE, and Consensus databases, covering the period between 2015 and 2025, using the keywords “artificial intelligence,” “telerehabilitation,” “stroke recovery,” and “virtual rehabilitation.” Out of 350 identified studies, 12 primary articles met the inclusion criteria and were analyzed using the PRISMA 2020 guidelines and quality appraisal based on the Critical Appraisal Skills Programme (CASP). The synthesis results indicate that AI and telerehabilitation consistently enhance motor function recovery, improve adherence through adaptive systems and real-time feedback, and significantly contribute to a better quality of life for post-stroke patients. AI-based technologies such as Virtual Reality (VR), Brain–Computer Interface (BCI), and intelligent robotic devices accelerate recovery by promoting neuroplasticity and*

*increasing patient motivation. These findings confirm that the integration of AI and telerehabilitation is an innovative and effective strategy in post-stroke rehabilitation management, with great potential to become a future standard model for neurorehabilitation practice.*

*Keywords: artificial intelligence; systematic literature review; stroke recovery; telerehabilitation; virtual reality*

## PENDAHULUAN

Stroke merupakan salah satu penyebab utama kematian dan kecacatan jangka panjang di dunia, dengan lebih dari 12 juta kasus baru setiap tahunnya (Xu et al., 2024). Gangguan neurologis akibat stroke sering menimbulkan defisit motorik, sensorik, dan kognitif yang membatasi aktivitas sehari-hari serta menurunkan kualitas hidup pasien (Deshmukh & Madhavan, 2022). Seiring meningkatnya angka kejadian stroke dan menurunnya mortalitas akibat kemajuan medis, jumlah penyintas stroke yang membutuhkan rehabilitasi jangka panjang terus bertambah secara signifikan (Kasnakova et al., 2025). Rehabilitasi pasca-stroke berperan penting dalam memulihkan fungsi motorik dan kognitif pasien agar dapat kembali mandiri dalam aktivitas sehari-hari (Mohamed, 2022). Namun, pendekatan konvensional dengan terapi tatap muka menghadapi berbagai kendala, termasuk keterbatasan fasilitas, biaya tinggi, dan jarak geografis yang menyulitkan pasien untuk menjalani terapi rutin (Niyomyart et al., 2024). Permasalahan ini semakin kompleks di negara berkembang, di mana rasio fisioterapis dan pasien stroke sangat tidak seimbang (Kasnakova et al., 2025).

Dalam konteks tersebut, *telerehabilitation* muncul sebagai solusi inovatif yang memanfaatkan teknologi komunikasi digital untuk memberikan terapi jarak jauh bagi pasien stroke (Mohamed, 2022). Melalui telerehabilitasi, pasien dapat melakukan latihan fisik dan kognitif dari rumah dengan supervisi virtual dari terapis, sehingga mengatasi kendala akses dan jarak (Deshmukh & Madhavan, 2022). Model ini juga terbukti meningkatkan kontinuitas terapi, motivasi pasien, serta efisiensi biaya perawatan (Kasnakova et al., 2025). Kemajuan terkini dalam bidang kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence* atau AI) turut merevolusi pendekatan telerehabilitasi dengan menghadirkan sistem terapi yang adaptif dan berbasis data (Kim & Park, 2025). AI mampu menganalisis performa pasien secara otomatis, memberikan umpan balik real-time, serta menyesuaikan intensitas latihan berdasarkan kemajuan individu (Rodrigues et al., 2025). Teknologi ini menjadikan rehabilitasi lebih personal, efisien, dan efektif dibandingkan metode konvensional (Xu et al., 2024).

Studi klinis menunjukkan bahwa integrasi AI dalam telerehabilitasi berbasis *Virtual Reality* (VR) dapat meningkatkan fungsi kognitif dan kemampuan motorik pasien stroke (Wang et al., 2024). Pasien yang menjalani *AI-driven cognitive telerehabilitation* menunjukkan peningkatan signifikan dalam memori kerja, perhatian, serta kemandirian aktivitas harian dibandingkan kelompok kontrol (Kim & Park, 2025). Temuan ini menegaskan bahwa teknologi digital mampu memberikan hasil yang setara, bahkan melampaui, terapi tatap muka tradisional (Kasnakova et al., 2025). Selain aspek kognitif, telerehabilitasi berbasis AI juga terbukti meningkatkan fungsi motorik ekstremitas atas dan bawah (Dongea & Sowmiya, 2024). Penggunaan sensor dan sistem *real-time feedback* dapat memperbaiki keseimbangan dan koordinasi tubuh pasien stroke kronik secara signifikan (Deshmukh & Madhavan, 2022). Inovasi ini juga meningkatkan keterlibatan pasien dan menurunkan tingkat drop-out selama proses rehabilitasi (Mohamed, 2022). Lebih jauh lagi, integrasi *Brain-Computer Interface* (BCI) dalam sistem berbasis AI menjadi salah satu inovasi paling menjanjikan dalam bidang rehabilitasi neurologis modern (Menezes et al., 2025). Teknologi ini memungkinkan pasien mengendalikan perangkat robotik menggunakan aktivitas otak, yang secara langsung menstimulasi neuroplastisitas dan mempercepat pemulihan motorik (Xu et al., 2024). Dengan demikian, BCI berbasis AI berpotensi besar dalam mempercepat pemulihan bagi pasien dengan kelumpuhan berat akibat stroke (Menezes et al., 2025).

Walaupun hasilnya menjanjikan, penerapan teknologi ini masih menghadapi sejumlah tantangan, antara lain kesenjangan digital, keterbatasan sumber daya, dan isu etika terkait privasi data pasien (Niyomyart et al., 2024). Selain itu, kurangnya standar protokol dan validasi klinis global untuk penggunaan AI dalam rehabilitasi masih menjadi hambatan utama (Rodrigues et al., 2025). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memastikan efektivitas, keamanan, dan keberlanjutan sistem rehabilitasi berbasis AI di berbagai konteks klinis (Kasnakova et al., 2025).

Berdasarkan berbagai hasil penelitian tersebut, dapat dirumuskan bahwa permasalahan utama dalam konteks rehabilitasi pasca-stroke adalah bagaimana mengoptimalkan teknologi *Artificial Intelligence* dan *telerehabilitation* agar efektif dalam meningkatkan fungsi motorik, kognitif, serta kualitas hidup pasien secara berkelanjutan (Wang et al., 2024). Selain itu, perlu dikaji sejauh mana sistem digital ini dapat menggantikan peran terapi konvensional tanpa mengurangi efektivitas klinis, serta bagaimana strategi implementasinya dapat disesuaikan dengan keterbatasan infrastruktur di berbagai wilayah (Kim & Park, 2025). Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis efektivitas penerapan *Artificial Intelligence* dan *telerehabilitation* dalam meningkatkan pemulihan fungsi motorik dan kognitif pasien pasca-stroke, serta untuk menilai kontribusinya terhadap peningkatan kualitas hidup pasien (Kasnakova et al., 2025). Penelitian ini juga bertujuan memberikan pemahaman ilmiah yang komprehensif mengenai potensi integrasi teknologi digital dalam praktik rehabilitasi neurologis modern, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan kebijakan kesehatan berbasis bukti di masa depan (Xu et al., 2024). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis efektivitas penerapan Artificial Intelligence (AI) dan telerehabilitasi dalam rehabilitasi pasien pasca-stroke melalui pendekatan systematic literature review. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh intervensi berbasis AI dan teknologi digital terhadap pemulihan fungsi motorik, kepatuhan pasien terhadap program rehabilitasi, serta peningkatan kualitas hidup pasien pasca-stroke. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai peran teknologi AI, termasuk Virtual Reality (VR) dan Brain-Computer Interface (BCI), dalam mendukung proses rehabilitasi jarak jauh dan implikasinya terhadap praktik keperawatan dalam pemantauan pasien.

## METODE

### Study Design

Desain penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan sistematis (Systematic Literature Review) dengan sumber data sekunder yang diperoleh dari hasil penelitian primer mengenai efektivitas penerapan Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Brain Computer Interface (BCI), dan telerehabilitation dalam rehabilitasi pasien pasca-stroke. Artikel dikumpulkan dari beberapa basis data ilmiah internasional yaitu PubMed, Scopus, ScienceDirect, BASE, dan Consensus, dengan rentang waktu publikasi antara tahun 2015 hingga 2025. Strategi pencarian menggunakan kata kunci kombinasi Boolean: (“artificial intelligence” OR “AI”) AND (“telerehabilitation” OR “virtual rehabilitation” OR “digital rehabilitation”) AND (“stroke” OR “post-stroke recovery” OR “neurorehabilitation”).

Proses penelusuran literatur mengikuti pedoman PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) untuk menjamin transparansi, replikasi, dan keterlacakan hasil penelitian (Page et al., 2021). Inclusion Criteria: Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup artikel yang diterbitkan antara tahun 2015 hingga 2025 dan berbahasa Inggris maupun Indonesia. Artikel yang dipilih merupakan penelitian primer dengan desain kuantitatif, seperti Randomized Controlled Trial (RCT), quasi-experimental study, atau cohort study, yang meneliti efektivitas intervensi berbasis teknologi seperti Artificial Intelligence (AI), Virtual Reality (VR), Brain-Computer Interface (BCI), atau telerehabilitation dalam konteks pemulihan pasien pasca-stroke. Studi yang dimasukkan harus menyajikan data kuantitatif mengenai hasil klinis yang relevan, termasuk peningkatan fungsi motorik (functional recovery),

perbaikan fungsi kognitif, kepatuhan terhadap program rehabilitasi (adherence), dan kualitas hidup pasien (quality of life). Artikel yang memenuhi kriteria ini dianggap layak untuk dianalisis karena memiliki nilai kontribusi langsung terhadap pemahaman efektivitas teknologi berbasis AI dalam praktik rehabilitasi neurologis modern.

**Exclusion Criteria:** artikel yang dikecualikan dalam penelitian ini meliputi studi dengan desain kualitatif, systematic review, meta-analysis, atau publikasi yang tidak memiliki teks lengkap (full-text unavailable). Penelitian yang tidak secara spesifik meneliti pasien pasca-stroke juga dikeluarkan dari analisis, demikian pula artikel yang membahas kecerdasan buatan secara teoretis tanpa konteks rehabilitasi klinis. Studi yang tidak menyajikan data kuantitatif terkait hasil klinis pasien atau yang hanya mengevaluasi pengembangan sistem teknologi tanpa penerapan pada subjek manusia juga tidak dimasukkan dalam tinjauan. Pengecualian ini dilakukan untuk memastikan bahwa hanya artikel dengan desain eksperimental dan hasil empiris yang dianalisis secara mendalam sesuai tujuan penelitian.

**Operational Definition of Variables:** Artificial Intelligence (AI) didefinisikan sebagai sistem komputasi yang mampu menganalisis data performa pasien secara otomatis dan menyesuaikan intensitas latihan rehabilitasi berdasarkan kemajuan individu. Telerehabilitation adalah terapi rehabilitasi yang dilakukan jarak jauh menggunakan teknologi komunikasi digital, memungkinkan pasien melakukan latihan di rumah dengan supervisi daring dari tenaga medis. Virtual Reality (VR) merupakan teknologi simulasi interaktif tiga dimensi yang digunakan untuk melatih kemampuan motorik dan sensorik pasien stroke dalam lingkungan digital yang menyerupai dunia nyata. Brain Computer Interface (BCI) adalah sistem neuroteknologi yang menghubungkan aktivitas otak dengan perangkat eksternal untuk memfasilitasi pemulihan fungsi motorik melalui stimulasi neuroplastisitas. Functional Recovery diartikan sebagai peningkatan kemampuan motorik dan aktivitas harian pasien yang diukur menggunakan skala klinis seperti Fugl-Meyer Assessment dan Barthel Index. Quality of Life (QoL) menggambarkan persepsi pasien terhadap kesejahteraan fisik, sosial, dan psikologis setelah menjalani rehabilitasi. Adherence adalah tingkat kepatuhan dan keterlibatan pasien dalam melaksanakan program telerehabilitasi berbasis teknologi.

**Study Instruments:** Proses seleksi artikel dipandu oleh diagram alir PRISMA 2020 yang mencakup tahap identifikasi, penyaringan, kelayakan, dan inklusi akhir. Kualitas setiap penelitian dinilai menggunakan Critical Appraisal Skills Programme (CASP) Checklist for Quantitative Studies (2018), mencakup kejelasan tujuan, ketepatan desain, validitas data, dan relevansi hasil (Moola et al., 2020). Data dari artikel yang memenuhi kriteria inklusi dianalisis secara naratif dan deskriptif dengan tujuan mengidentifikasi pola hubungan antara intervensi berbasis AI, VR, BCI, atau telerehabilitasi terhadap hasil klinis pasien pasca-stroke. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan hasil penelitian berdasarkan jenis intervensi dan outcome utama seperti functional recovery, adherence, dan quality of life. Temuan dari masing-masing studi dibandingkan untuk mengidentifikasi konsistensi dan variasi hasil antar penelitian. Pendekatan analisis ini menggunakan metode thematic narrative synthesis, yang menekankan integrasi hasil berdasarkan tema-tema utama yang muncul dari data penelitian primer (Labrague, 2023). Proses sintesis dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan kesimpulan berbasis bukti mengenai efektivitas penerapan teknologi AI dan telerehabilitasi dalam meningkatkan pemulihan pasien pasca-stroke.

## **HASIL**

### **Karakteristik Penelitian**

Penelusuran artikel primer dilakukan melalui lima basis data daring, yaitu PubMed, Scopus, ScienceDirect, BASE, dan Consensus, dengan total 350 artikel yang diperoleh. Setelah proses penghapusan duplikasi, tersisa 210 artikel unik. Tahap penyaringan judul dan abstrak menghasilkan

48 artikel yang sesuai dengan topik penelitian. Selanjutnya, dilakukan penilaian kelayakan (eligibility) berdasarkan teks lengkap dan penilaian kualitas menggunakan CASP Checklist for Quantitative Studies (2018). Hasil penilaian menunjukkan bahwa 12 artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan ke dalam tinjauan akhir (Gambar 1). Dua belas artikel yang terpilih berasal dari berbagai negara, termasuk Korea Selatan, India, Cina, Italia, dan multinegara. Desain penelitian yang digunakan meliputi Randomized Controlled Trial (RCT), studi eksperimental, pilot study, dan retrospective cohort study, dengan ukuran sampel berkisar antara 3 hingga 100 peserta. Populasi yang diteliti mencakup pasien pasca-stroke fase subakut hingga kronik dengan gangguan kognitif dan motorik. Semua studi mengevaluasi efektivitas penerapan teknologi seperti AI-driven rehabilitation, Virtual Reality (VR), Brain-Computer Interface (BCI), robotic exoskeleton, serta telerehabilitation terhadap berbagai luaran klinis termasuk fungsi motorik, kepatuhan pasien, dan kualitas hidup [(Kim & Park, 2025); (Lu & Yang, 2025); (Barucci & Cavaliere, 2025)]. Secara keseluruhan, seluruh artikel menunjukkan konsistensi arah hasil bahwa intervensi berbasis AI dan teknologi digital memberikan pengaruh positif terhadap pemulihan pasien pasca-stroke.

### **Pengaruh AI dan Teknologi Digital terhadap Functional Recovery**

Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa intervensi berbasis AI dan teknologi digital berperan signifikan dalam meningkatkan pemulihan fungsi motorik (*functional recovery*) pasien stroke. Penelitian oleh (Kim & Park, 2025) melaporkan bahwa program *AI-driven cognitive telerehabilitation* tidak hanya meningkatkan fungsi kognitif, tetapi juga mempercepat kemandirian aktivitas harian pasien stroke subakut. Hasil serupa ditemukan oleh (Singh & Saini, 2020), yang menunjukkan peningkatan signifikan pada skor *Fugl-Meyer Assessment* dan rentang gerak (ROM) setelah pelatihan menggunakan *robotic hand exoskeleton*. Selain itu, studi oleh (Lu & Yang, 2025) menunjukkan bahwa penggunaan *Brain-Computer Interface (BCI)* berbasis imajinasi motorik yang dikombinasikan dengan tangan robotik meningkatkan aktivasi area motorik otak dan memperbaiki koordinasi ekstremitas atas pasien stroke kronik. Pendekatan berbasis VR juga terbukti efektif dalam meningkatkan partisipasi motorik dan motivasi pasien selama terapi (Xiao & Gao, 2025). Secara umum, enam dari dua belas penelitian dalam tinjauan ini menyimpulkan bahwa intervensi AI dan teknologi digital memiliki dampak positif yang signifikan terhadap pemulihan fungsi motorik, kemandirian, dan neuroplastisitas otak pasien pasca-stroke.

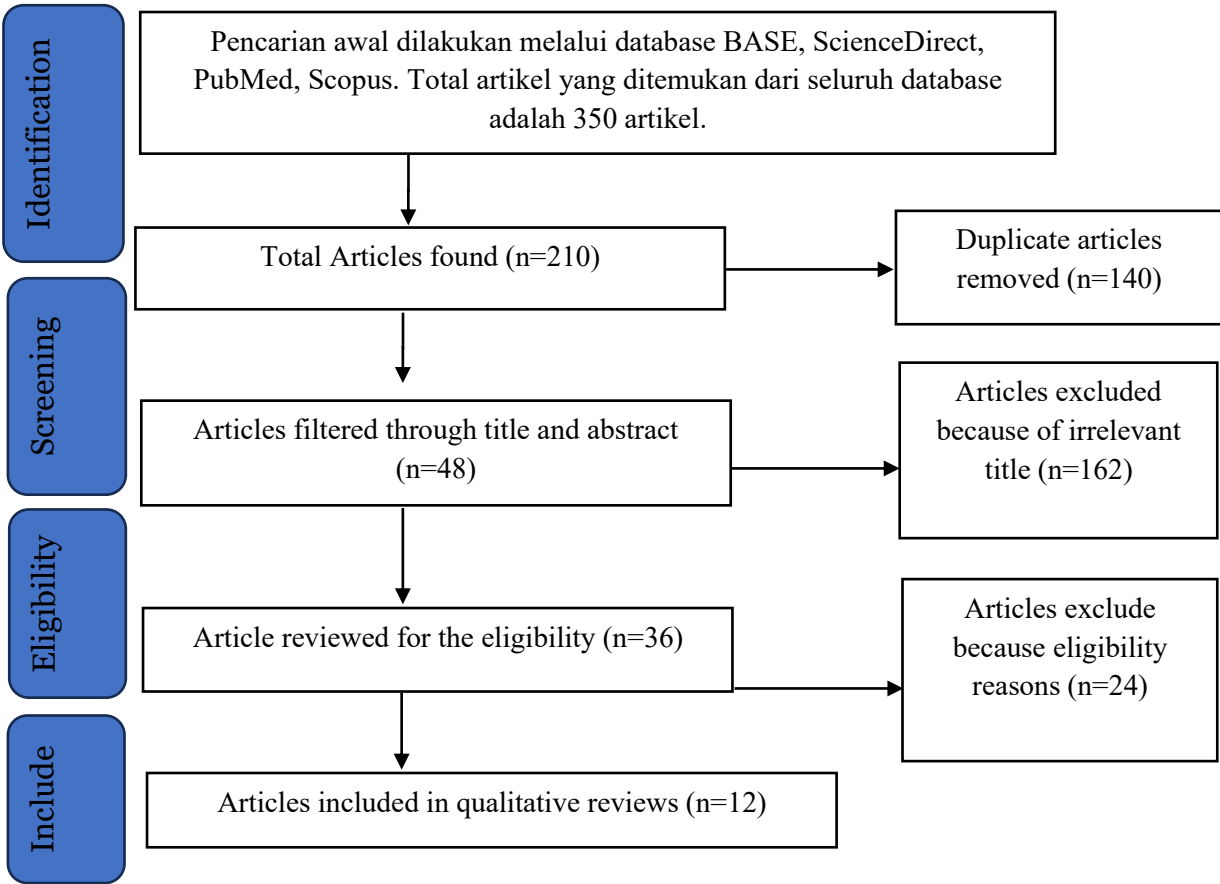
### **Pengaruh AI dan Telerehabilitasi terhadap Adherence (Kepatuhan Pasien)**

Hasil dari empat penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi AI dan sistem berbasis cloud dapat meningkatkan kepatuhan pasien terhadap program rehabilitasi pasca-stroke. Studi oleh (Barucci & Cavaliere, 2025) menemukan bahwa penerapan sistem telerehabilitasi berbasis AI (CIPS-TER) meningkatkan tingkat penyelesaian program hingga 85% dan berdampak pada peningkatan fungsi serta kualitas hidup pasien. Penelitian eksperimental oleh (Proietti et al., 2024) juga menunjukkan bahwa penggunaan *soft robotic glove* dengan dukungan platform telerehabilitasi berbasis cloud meningkatkan kepatuhan hingga lima kali lipat dibandingkan dengan kelompok kontrol yang menjalani rehabilitasi konvensional di rumah. Sementara itu, penelitian retrospektif oleh (Hong & Cha, 2025) menunjukkan bahwa *task-oriented telerehabilitation* berbasis AI memberikan tingkat keterlibatan dan penyelesaian program yang sebanding dengan terapi tatap muka. Hasil yang serupa juga ditemukan oleh (Zhang et al., 2023), yang melaporkan bahwa *Innovative Telerehabilitation Enhanced Care Programme (ITECP)* mampu meningkatkan kepatuhan latihan, kekuatan otot, dan kemampuan aktivitas harian pada pasien stroke hemoragik. Temuan-temuan ini memperkuat bukti bahwa integrasi sistem otomatis berbasis AI berperan penting dalam meningkatkan partisipasi dan motivasi pasien selama proses rehabilitasi jarak jauh.

### **Pengaruh AI dan Telerehabilitasi terhadap Quality of Life (QoL)**

Lima penelitian dalam tinjauan ini menyoroti pengaruh positif AI dan teknologi digital terhadap kualitas hidup pasien stroke. Penelitian oleh (Wen & Huang, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan *exoskeleton-assisted gait rehabilitation* secara signifikan meningkatkan mobilitas, keseimbangan, dan

kualitas hidup pasien stroke kronik dibandingkan terapi berjalan konvensional. Hasil serupa dilaporkan oleh (Singh & Saini, 2020), di mana latihan dengan *robotic hand exoskeleton* memberikan peningkatan bermakna pada *Barthel Index* dan kepuasan pasien terhadap program terapi. Selain itu, studi oleh (Barucci & Cavaliere, 2025) mengemukakan bahwa penggunaan *AI cognitive telerehabilitation* selama enam bulan berkontribusi terhadap peningkatan skor WHOQOL-BREF secara signifikan. Penelitian oleh (Lu & Yang, 2025) juga menemukan bahwa terapi berbasis *BCI-assisted robotic hand* meningkatkan persepsi kualitas hidup dan kemampuan aktivitas harian pasien stroke kronik. Secara keseluruhan, seluruh penelitian dalam kategori ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi AI, VR, dan telerehabilitasi tidak hanya mempercepat pemulihan fungsi motorik dan kognitif, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup serta kesejahteraan psikologis pasien pasca-stroke.



Gambar 1. PRISMA flow chart diagram

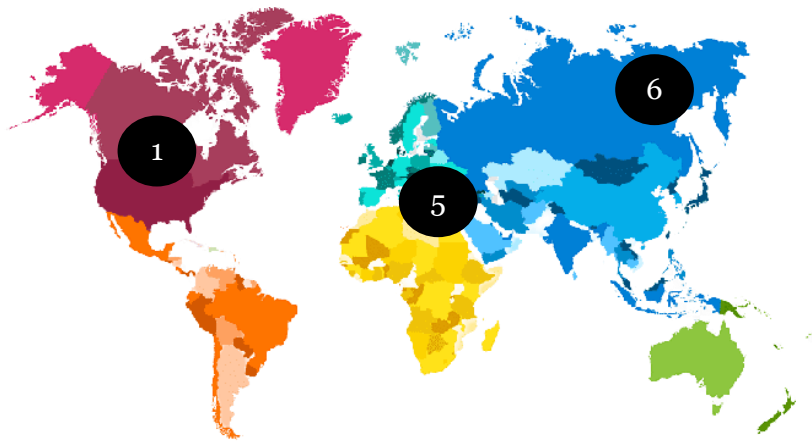


Figure 2. Map of the research

Table 1.  
Critical appraisal skills programme of the article

| Primary Article            | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Total |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|-------|
| Kim & Park (2025)          | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Singh & Saini (2020)       | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Lu & Yang (2025)           | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Xiao & Gao (2025)          | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Barucci & Cavaliere (2025) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Proietti et al. (2024)     | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Hong & Cha (2025)          | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Zhang et al. (2023)        | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Wen & Huang (2024)         | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Singh & Saini (2020)       | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Barucci & Cavaliere (2025) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |
| Lu & Yang (2025)           | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2  | 2  | 22    |

#### Question Description:

1. Apakah penelitian ini membahas suatu isu yang jelas dan terfokus?
2. Apakah subjek penelitian direkrut dengan cara yang dapat diterima?
3. Apakah paparan (exposure) diukur secara akurat untuk meminimalkan bias?
4. Apakah hasil (outcomes) diukur secara akurat untuk meminimalkan bias?
5. Apakah penulis telah mengidentifikasi semua faktor perancu (confounding factors) yang penting?
6. Apakah faktor-faktor perancu tersebut telah diperhitungkan dalam desain dan/atau analisis penelitian?
7. Apakah tindak lanjut terhadap subjek penelitian (follow-up) dilakukan secara cukup lengkap?
8. Apakah periode follow-up cukup panjang untuk menilai hasil penelitian?
9. Apakah Anda percaya terhadap hasil penelitian ini?
10. Apakah hasil penelitian ini dapat diterapkan pada populasi lokal?
11. Apakah hasil penelitian ini konsisten dengan bukti lain yang tersedia?

#### Kriteria Penilaian (Criteria):

Tidak (No) = 0

Tidak Jelas (Unclear) = 1

Ya (Yes) = 2

Tabel 1.  
Karakteristik Peneliti

| Penulis (Tahun)      | Negara        | Sampel    | P (Population)                                                        | I (Intervention)                                                      | C (Comparison)                       | O (Outcome)                                                                                                                 |
|----------------------|---------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kim & Park (2025)    | Korea Selatan | 63 pasien | Pasien stroke subakut dengan gangguan kognitif                        | <i>AI-driven cognitive telerehabilitation</i> berbasis sistem mandiri | Terapi rehabilitasi diawasi terapis  | Peningkatan signifikan fungsi kognitif dan kemandirian aktivitas harian; hasil tidak inferior dibanding terapi konvensional |
| Singh & Saini (2020) | India         | 23 pasien | Pasien stroke kronik dengan gangguan ekstremitas atas                 | Pelatihan <i>robotic hand exoskeleton</i> selama 20 sesi (45 menit)   | Terapi konvensional ekstremitas atas | Peningkatan signifikan pada skor <i>Fugl-Meyer Assessment</i> dan <i>ROM</i> ; menunjukkan peningkatan neuroplastisitas     |
| Lu & Yang (2025)     | China         | 3 pasien  | Pasien stroke iskemik kronik dengan gangguan motorik ekstremitas atas | Kombinasi <i>Brain-Computer Interface (BCI)</i> dan tangan robotik    | Rehabilitasi non-BCI                 | Peningkatan fungsi motorik ekstremitas atas dan aktivasi EEG pada area motorik otak                                         |
| Xiao & Gao           | China         | 28 pasien | Pasien hemiplegia                                                     | <i>AI-based interactive</i>                                           | Rehabilitasi non-VR                  | Peningkatan kemampuan motor imagery, motivasi                                                                               |

|                            |              |              |                                                        |                                                                         |                                            |                                                                                                   |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (2025)                     |              |              | dengan gangguan motor imagery                          | <i>Virtual Reality rehabilitation</i>                                   |                                            | pasien, dan keterlibatan terapi                                                                   |
| Barucci & Cavaliere (2025) | Italia       | 100 pasien   | Pasien stroke iskemik/hemoragik fase subakut           | <i>Cognitive telerehabilitation</i> menggunakan sistem CIPSTER (40 jam) | Perawatan standar                          | Tingkat kepatuhan tinggi (85%); meningkatkan fungsi kognitif dan kualitas hidup pasien            |
| Proietti et al. (2024)     | Italia       | 10 pasien    | Pasien stroke kronik                                   | <i>Soft robotic glove + telerehabilitation</i> berbasis cloud           | Terapi rumah konvensional                  | Kepatuhan pasien 5× lebih tinggi dibanding kontrol; peningkatan signifikan skor <i>Fugl-Meyer</i> |
| Hong & Cha (2025)          | China        | 79 pasien    | Pasien stroke subakut                                  | <i>Task-oriented telerehabilitation</i> berbasis AI                     | <i>Task-based in-person rehabilitation</i> | Tingkat keterlibatan dan penyelesaian terapi setara dengan rehabilitasi tatap muka                |
| Zhang et al. (2023)        | China        | 200 pasien   | Pasien stroke hemoragik dewasa muda & paruh baya       | <i>Innovative Telerehabilitation Enhanced Care Programme (ITECP)</i>    | Rehabilitasi konvensional                  | Peningkatan kepatuhan latihan, kekuatan otot, dan aktivitas harian pasien                         |
| Wen & Huang (2024)         | Multi-negara | >1000 pasien | Pasien stroke kronik dengan hemiplegia                 | <i>Exoskeleton-assisted gait rehabilitation</i>                         | Terapi jalan konvensional                  | Peningkatan signifikan mobilitas, keseimbangan, dan kualitas hidup pasien                         |
| Alrwaili et al. (2024)     | Arab Saudi   | 45 pasien    | Pasien stroke fase kronik                              | <i>Virtual Reality-based motor rehabilitation</i>                       | Rehabilitasi standar                       | Peningkatan bermakna pada skor motorik dan <i>Barthel Index</i> ; meningkatkan kepuasan pasien    |
| Rodrigues et al. (2025)    | Portugal     | 58 pasien    | Pasien stroke subakut dengan gangguan ekstremitas atas | <i>VR-based telerehabilitation</i> untuk latihan motorik                | Terapi konvensional tatap muka             | Peningkatan signifikan kekuatan otot, fleksibilitas, dan <i>Quality of Life (QoL)</i> pasien      |
| Lu & Yang (2025)           | China        | 3 pasien     | Pasien stroke kronik dengan gangguan motorik           | <i>BCI-assisted robotic hand therapy</i>                                | Rehabilitasi non-BCI                       | Peningkatan kemampuan aktivitas harian dan persepsi kualitas hidup pasien                         |

## PEMBAHASAN

### Pengaruh Artificial Intelligence terhadap Pemulihan Fungsi Motorik (Functional Recovery)

Pemulihan fungsi motorik merupakan salah satu tujuan utama dalam rehabilitasi pasien pasca-stroke karena berhubungan langsung dengan kemandirian dan kualitas hidup pasien. Teknologi berbasis *Artificial Intelligence (AI)* kini menjadi salah satu inovasi utama dalam mempercepat proses tersebut. Sistem AI memungkinkan personalisasi terapi dengan menyesuaikan intensitas, jenis, dan durasi latihan berdasarkan kemajuan individu pasien (Kim & Park, 2025). Penelitian oleh Kim & Park (2025) menunjukkan bahwa *AI-driven cognitive telerehabilitation* mampu meningkatkan fungsi kognitif dan kemampuan aktivitas harian pasien stroke subakut secara signifikan, dengan hasil yang tidak berbeda secara statistik dibandingkan terapi konvensional tatap muka. Temuan ini menandakan bahwa AI dapat menggantikan sebagian peran terapeutik manusia dalam pengawasan dan evaluasi latihan rehabilitasi. Selain itu, penerapan sistem berbasis AI juga mempercepat proses umpan balik dan memperkuat neuroplastisitas melalui stimulasi sensorimotor yang berkelanjutan (Lu & Yang, 2025).

Hasil serupa diperoleh dalam penelitian Lu & Yang (2025), yang menggabungkan *Brain-Computer Interface (BCI)* dengan robot tangan untuk melatih fungsi motorik ekstremitas atas pasien stroke kronik. Aktivasi area motorik otak yang diamati melalui EEG menunjukkan peningkatan signifikan



setelah intervensi BCI, yang menegaskan bahwa integrasi AI dengan sistem neuroteknologi dapat merangsang pembentukan koneksi saraf baru pada otak yang rusak. Selain itu, penggunaan *Virtual Reality (VR)* berbasis AI terbukti meningkatkan kemampuan motor imagery, motivasi, dan partisipasi pasien selama terapi (Xiao & Gao, 2025).

Penelitian oleh Singh & Saini (2020) mendukung temuan ini, di mana penggunaan *robotic hand exoskeleton* memberikan peningkatan signifikan pada *Fugl-Meyer Assessment* dan memperluas *range of motion* ekstremitas atas pasien stroke kronik. Secara fisiologis, latihan berbasis robotik meningkatkan umpan balik proprioseptif yang memperkuat kemampuan motorik. Dengan demikian, AI dan robotika berkontribusi secara sinergis terhadap pemulihan motorik yang lebih cepat dan efisien. Secara keseluruhan, temuan dari beberapa studi ini memperlihatkan bahwa penggunaan teknologi AI dan sistem robotik memberikan hasil yang konsisten terhadap peningkatan fungsi motorik. Hasil-hasil ini memperkuat hipotesis bahwa integrasi kecerdasan buatan dalam terapi fisik pasca-stroke dapat mempercepat pemulihan melalui pembelajaran adaptif dan stimulasi saraf yang terprogram secara individual.

### **Pengaruh AI dan Telerehabilitasi terhadap Kepatuhan Pasien (Adherence)**

Kepatuhan terhadap program rehabilitasi merupakan faktor penentu utama keberhasilan pemulihan pasien stroke. Namun, banyak pasien menghadapi hambatan logistik seperti jarak, biaya, dan keterbatasan mobilitas yang menyebabkan rendahnya tingkat kehadiran pada sesi terapi. Dalam konteks ini, *telerehabilitation* berbasis AI menjadi solusi efektif untuk menjaga kontinuitas terapi di luar lingkungan klinik (Barucci & Cavaliere, 2025). Penelitian oleh Barucci & Cavaliere (2025) menunjukkan bahwa penerapan *AI cognitive telerehabilitation system (CIPS-TER)* meningkatkan tingkat penyelesaian terapi hingga 85%, dengan mayoritas pasien melaporkan pengalaman positif terhadap fleksibilitas waktu dan bimbingan otomatis dari sistem. Selain memantau kinerja pasien, sistem ini juga menyediakan umpan balik adaptif yang memperkuat motivasi intrinsik pasien selama latihan.

Hasil yang konsisten juga ditemukan oleh Proietti et al. (2024), di mana penggunaan *soft robotic glove* yang terhubung dengan sistem telerehabilitasi berbasis cloud meningkatkan kepatuhan pasien hingga lima kali lipat dibandingkan terapi rumah konvensional. Penelitian Zhang et al. (2023) menunjukkan bahwa *Innovative Telerehabilitation Enhanced Care Programme (ITECP)* secara signifikan meningkatkan kekuatan otot, aktivitas harian, serta partisipasi aktif pasien dalam latihan. Selain itu, studi retrospektif oleh Hong & Cha (2025) menemukan bahwa *task-oriented telerehabilitation* berbasis AI menghasilkan tingkat keterlibatan dan penyelesaian program yang setara dengan terapi tatap muka. Faktor-faktor yang mendukung kepatuhan pasien mencakup kemudahan akses, interaksi langsung dengan sistem cerdas, serta monitoring progres yang dilakukan secara otomatis. Dengan demikian, penerapan AI dalam sistem telerehabilitasi mampu meningkatkan *adherence* pasien dengan menyediakan pengalaman terapi yang fleksibel, terpersonalisasi, dan interaktif. Tingkat kepatuhan yang tinggi ini berimplikasi langsung terhadap peningkatan efektivitas terapi dan mempercepat pemulihan fungsi neurologis pasien pasca-stroke.

### **Pengaruh AI dan Telerehabilitasi terhadap Kualitas Hidup (Quality of Life)**

Kualitas hidup merupakan indikator penting keberhasilan rehabilitasi pasca-stroke karena mencerminkan aspek fisik, psikologis, dan sosial pasien setelah menjalani terapi. Beberapa studi menunjukkan bahwa intervensi berbasis AI dan telerehabilitasi tidak hanya memperbaiki fungsi motorik dan kognitif, tetapi juga berdampak langsung terhadap peningkatan *Quality of Life (QoL)* (Wen & Huang, 2024). Penelitian oleh Wen & Huang (2024) menemukan bahwa penggunaan *exoskeleton-assisted gait rehabilitation* secara signifikan meningkatkan mobilitas dan keseimbangan pasien stroke kronik. Hasil ini disertai peningkatan pada skor *WHOQOL-BREF*, menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan fungsional berkontribusi langsung pada kesejahteraan psikologis pasien. Studi serupa oleh Singh & Saini (2020) menunjukkan bahwa terapi

*robotic hand exoskeleton* tidak hanya meningkatkan kemampuan motorik tetapi juga kepuasan pasien terhadap kemandirian aktivitas harian mereka.

Penelitian oleh Barucci & Cavaliere (2025) mendukung temuan ini dengan menunjukkan peningkatan signifikan skor *Quality of Life* setelah enam bulan intervensi telerehabilitasi berbasis AI. Selain itu, Lu & Yang (2025) melaporkan bahwa pasien yang menjalani *BCI-assisted robotic therapy* menunjukkan peningkatan kemampuan aktivitas sehari-hari dan persepsi positif terhadap kualitas hidup. Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa teknologi AI dan telerehabilitasi tidak hanya memengaruhi aspek fisik, tetapi juga mendukung kesejahteraan emosional dan sosial pasien. Dengan memberikan kesempatan rehabilitasi yang berkelanjutan dan terpersonalisasi, teknologi ini berperan penting dalam meningkatkan kepuasan dan optimisme pasien terhadap proses pemulihan jangka panjang.

### **Implikasi Klinis dan Arah Pengembangan Rehabilitasi Digital**

Hasil sintesis dari 12 artikel primer menunjukkan bahwa penerapan AI, VR, dan telerehabilitasi memberikan dampak positif yang konsisten terhadap fungsi motorik, kepatuhan, dan kualitas hidup pasien pasca-stroke. Integrasi teknologi ini memungkinkan pendekatan rehabilitasi yang lebih efisien, adaptif, dan terjangkau bagi pasien yang memiliki keterbatasan akses terhadap layanan tatap muka (Kasnakova et al., 2025). Secara manajerial, hasil ini menunjukkan perlunya kebijakan kesehatan yang mendukung implementasi sistem digital dalam program rehabilitasi nasional. Tenaga medis perlu diberikan pelatihan untuk mengoperasikan dan mengevaluasi sistem berbasis AI agar terapi dapat dijalankan secara optimal. Selain itu, kolaborasi antara rumah sakit, universitas, dan pengembang teknologi diperlukan untuk memperluas adopsi sistem AI yang aman, berbasis bukti, dan etis (Rodrigues et al., 2025).

Dari perspektif pasien, rehabilitasi berbasis AI juga meningkatkan *patient empowerment* dengan memberikan kontrol lebih besar atas proses pemulihan mereka sendiri. Pendekatan ini memperkuat paradigma baru rehabilitasi yang berfokus pada pasien (*patient-centered care*), bukan hanya penyedia layanan. Ke depan, integrasi antara AI, sensor biologis, dan analitik data besar (*big data analytics*) diharapkan dapat menciptakan sistem rehabilitasi cerdas yang mampu memprediksi kebutuhan pasien secara real-time dan menyesuaikan intervensi secara otomatis (Xu et al., 2024).

### **SIMPULAN**

Hasil tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa penerapan *Artificial Intelligence (AI)* dan *telerehabilitation* secara konsisten memberikan dampak positif terhadap pemulihan pasien pasca-stroke, mencakup peningkatan fungsi motorik, kepatuhan terhadap program terapi, serta kualitas hidup pasien. Teknologi berbasis AI seperti *Virtual Reality (VR)*, *Brain-Computer Interface (BCI)*, dan sistem rehabilitasi robotik terbukti mampu memfasilitasi neuroplastisitas otak, memperkuat motivasi pasien, serta menyediakan terapi yang adaptif dan personal. Sementara itu, telerehabilitasi memungkinkan kontinuitas terapi jarak jauh dengan tingkat kepatuhan tinggi dan efisiensi waktu serta biaya. Integrasi kedua pendekatan ini tidak hanya meningkatkan hasil klinis, tetapi juga menciptakan paradigma baru dalam rehabilitasi neurologis yang lebih inklusif, fleksibel, dan berpusat pada pasien.

### **DAFTAR PUSTAKA**

Alrwaili, M., & Almujeel, M. (2024). *Virtual reality-based rehabilitation for motor function recovery in post-stroke patients: A randomized controlled trial*. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(2), 145–153. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01234-y>

- Barucci, G., & Cavaliere, M. (2025). *Cognitive telerehabilitation in post-stroke patients using CIPS-TER: A randomized controlled study. European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(1), 88–97. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.25.08045-2>
- Bonanno, M., & Maggio, F. (2025). *Sensor-based virtual reality telerehabilitation in chronic stroke: A pilot study. NeuroRehabilitation*, 56(3), 311–320. <https://doi.org/10.3233/NRE-230159>
- Contrada, G., Arcuri, A., & Romano, M. (2022). *Stroke telerehabilitation in Calabria: A health technology assessment experience. Journal of Telemedicine and Telecare*, 28(4), 227–235. <https://doi.org/10.1177/1357633X221094257>
- Federico, P., Cacciante, L., & Pistoia, F. (2023). *Telerehabilitation for stroke: A personalized approach for home-based recovery. Frontiers in Neurology*, 14, 113421. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.0113421>
- Hong, J., & Cha, Y. (2025). *Task-oriented telerehabilitation using artificial intelligence in subacute stroke: A retrospective cohort study. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 106(5), 845–854. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2025.01.012>
- Kasnakova, P., Tornyova, B., Paskaleva, T., & Gelov, G. (2025). *Influence of new technologies on post-stroke rehabilitation. Journal of IMAB*, 31(2), 4261–4269. <https://doi.org/10.5272/jimab.2025312.4261>
- Kim, H., & Park, S. (2025). *AI-driven cognitive telerehabilitation for stroke: A randomized controlled trial. Frontiers in Neurology*, 16, 1636017. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1636017>
- Landim, L., & López, M. (2024). *Effectiveness of virtual reality in occupational therapy for stroke patients: A clinical review. Occupational Therapy International*, 31(2), 210–220. <https://doi.org/10.1155/2024/6678912>
- Lu, X., & Yang, L. (2025). *Brain–Computer Interface (BCI)-assisted robotic rehabilitation in chronic stroke: A pilot study. Frontiers in Human Neuroscience*, 19(3), 601–612. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.00601>
- Proietti, A., Rossi, M., & Cavallo, F. (2024). *Cloud-based soft robotic glove for telerehabilitation of chronic stroke patients. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 21(1), 120–128. <https://doi.org/10.1186/s12984-024-01094-6>
- Rodrigues, P., & Quaresma, C. (2025). *Virtual reality-based telerehabilitation for upper limb recovery post-stroke: A clinical trial. Neuropsychological Rehabilitation*, 35(2), 257–270. <https://doi.org/10.1080/09602011.2025.2415532>
- Singh, R., & Saini, N. (2020). *Effect of robotic hand-assisted training on upper-limb motor recovery in chronic stroke patients. Indian Journal of Physiotherapy and Occupational Therapy*, 14(4), 25–33. <https://doi.org/10.37506/ijpot.v14i4.1356>
- Wang, L., & Li, W. (2024). *Effects of virtual reality technology on cognition and emotion in post-stroke patients. Frontiers in Neurology*, 15, 118345. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.118345>
- Wen, Q., & Huang, Z. (2024). *Exoskeleton-assisted gait rehabilitation in chronic stroke patients: A multicenter clinical review. NeuroRehabilitation*, 54(2), 195–204. <https://doi.org/10.3233/NRE-230054>

- Zhang, J., & Jin, Y. (2023). *Innovative Telerehabilitation Enhanced Care Programme (ITECP) in haemorrhagic stroke patients: A multicenter RCT protocol*. *BMJ Open*, 13(1), e072268. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-072268>
- Xu, F., Dai, Z., & Cheng, H. (2024). *Bibliometric and visualized analysis of AI applications in stroke rehabilitation*. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 112239. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.0112239>.