

IMPLEMENTASI PICOBOT UNTUK LATIHAN PASCA STROKE PASIEN DENGAN KELAINAN GAIT SEPERTI FOOT DROP

Dimas Adiputra^{1*}, Aris Kusumawati², Nilla Rachmaningrum³,
Ario Veisa Rayanda Utomo⁴

¹Prodi Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia

^{1,2,3}Center of Excellence for Motion Technology for Safety Health and Wellness,
Universitas Telkom, Indonesia

^{2,4}Prodi Sistem Informasi, Universitas Telkom, Indonesia

³Prodi Teknik Telekomunikasi, Universitas Telkom, Indonesia

dimasze@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Abstrak: Stroke adalah juara penyebab utama disabilitas, di mana dalam jangka panjang dapat menyebabkan gangguan berjalan sehingga penyintas stroke memerlukan fisioterapi untuk pemulihan. Jumlah fisioterapis yang terbatas serta lamanya proses rehabilitasi sering menjadi tantangan dalam pelaksanaan fisioterapi konvensional. Kegiatan pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk mendiseminasikan produk riset berupa robot fisioterapi engkel, Picobot di RSUD Dr. Soetomo untuk mendukung aktifitas fisioterapi berjalan serta meningkatkan wawasan tenaga kesehatan dan pasien mengenai penggunaan teknologi robotik untuk fisioterapi. RSUD Dr. Soetomo adalah rumah sakit daerah di bawah naungan pemerintah provinsi Jawa Timur yang fokus dalam pelayanan kesehatan juga pengembangan keilmuan kesehatan melalui kerja sama penelitian dan pengabdian masyarakat dengan perguruan tinggi. Kegiatan ini dihadiri oleh 1 dokter rehabilitasi medik, 2 fisioterapis, 5 pasien serta undangan umum. Pelaksanaan dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu pra, inti dan pasca kegiatan, di mana Picobot didiseminasikan melalui edukasi dan pelatihan serta disurvei melalui kuesioner dan wawancara. Hasil survey menunjukkan bahwa Picobot dipersepsikan aman, mudah digunakan dan bermanfaat untuk terapi berjalan. Responden juga mengabarkan pengalaman terapi yang lebih menyenangkan dengan skor peningkatan lebih dari 60%. Picobot dapat diterapkan sebagai solusi untuk mendukung fisioterapi berkelanjutan, baik di komunitas maupun institusi kesehatan di Indonesia, seperti RSUD Dr. Soetomo.

Kata Kunci: Robot Fisioterapi; Pasca Stroke; Rehabilitasi Berjalan; Picobot.

Abstract: Stroke is the leading cause of disability, which in the long term can cause walking disorders, requiring stroke survivors to undergo physical therapy for recovery. The limited number of physical therapists and the length of the rehabilitation process often pose challenges in the implementation of conventional physical therapy. This community service activity aims to disseminate research products in the form of an ankle physical therapy robot, Picobot, at Dr. Soetomo Regional General Hospital to support walking physical therapy activities and increase the knowledge of health workers and patients regarding the use of robotic technology for physical therapy. Dr. Soetomo Regional General Hospital is a regional hospital under the auspices of the East Java provincial government that focuses on health services and the development of health science through research and community service collaborations with universities. This activity was attended by 1 medical rehabilitation doctor, 2 physiotherapists, 5 patients, and the general public. The implementation was divided into three stages, namely pre, core, and post-activity, where Picobot was disseminated through education and training and surveyed through questionnaires and interviews. The survey results show that Picobot is perceived as safe, easy to use, and useful for walking therapy. Respondents also reported a more enjoyable therapy experience with an improvement score of more than 60%. Picobot can be applied as a solution to support continuous physiotherapy, both in communities and health institutions in Indonesia, such as Dr. Soetomo General Hospital.

Keywords: Physiotherapy Robot; Post-Stroke; Walking Rehabilitation; Picobot.



Article History:

Received: 13-01-2026

Revised : 02-02-2026

Accepted: 03-02-2026

Online : 01-04-2026



This is an open access article under the
CC-BY-SA license

A. LATAR BELAKANG

Stroke adalah salah satu penyebab utama kecacatan di seluruh dunia, dan merupakan masalah kesehatan global yang secara signifikan memengaruhi kualitas hidup terkait kesehatan bagi mereka yang terkena (Widyasari et al., 2023). Salah satu dampak yang paling umum dari stroke adalah gangguan fungsi motorik, terutama kemampuan untuk berjalan (Daulima et al., 2025). Fisioterapi yang berkelanjutan untuk memulihkan kemampuan berjalan adalah kunci untuk pemulihan kemandirian pasien, tetapi proses ini seringkali memakan waktu sangat lama dan memerlukan intensitas pelatihan yang tinggi serta keterlibatan aktif dari fisioterapis dalam setiap sesi terapi (Lyu & Bidarra, 2023; Nedergård et al., 2023).

Di Indonesia, sebagian besar layanan fisioterapi masih menggunakan metode lama seperti fisioterapi manual, yang sangat bergantung pada kapasitas fisik dan jumlah fisioterapis yang dipekerjakan (Ayuningtyas et al., 2025). Ini menjadi masalah nyata bagi mitra acara, RSUD Dr. Soetomo Surabaya, sebagai rumah sakit rujukan nasional dengan jumlah pasien pasca-stroke yang tinggi. Waktu terapi yang terbatas, beban kerja fisioterapis, dan kebutuhan pasien akan latihan yang repetitif dan konsisten adalah alasan kuat untuk kebutuhan aktivitas layanan masyarakat yang menggunakan teknologi bantu untuk mendukung layanan rehabilitasi mobile (Nedergård et al., 2023; Szeto et al., 2023).

Penggunaan teknologi rehabilitasi robot telah terbukti membantu rehabilitasi dalam fisioterapi karena pelatihan/latihan yang lebih terstruktur, terkontrol, dan repetitif (Yang et al., 2023; Zhang et al., 2023). Fisioterapis robot dapat membantu klien dalam mempertahankan pola gerakan yang benar dan mengurangi ketergantungan penuh pada terapi manual (Almeida et al., 2025; Rivera & Sharifi, 2023; Wen et al., 2024). Di sisi lain, perangkat rehabilitasi robot yang tersedia secara komersial sering kali sangat mahal dan tidak terjangkau oleh fasilitas kesehatan di negara berkembang, termasuk Indonesia (Calafiore et al., 2022; Takahashi et al., 2023).

Tim penulis sebelumnya telah mengembangkan dan mengevaluasi beberapa sistem pergelangan kaki robotik untuk rehabilitasi pasien stroke, yang menunjukkan potensi untuk meningkatkan fungsi motorik dan kemudahan penggunaan (Adiputra et al., 2019, 2020, 2023; Adiputra et al., 2022). Temuan ini memberikan dasar yang kuat untuk menyatakan bahwa teknologi robotik lokal dapat dikembangkan secara lebih ekonomis, tanpa mengorbankan keamanan dan efektivitas terapi. Selain itu, pendekatan ini sejalan dengan kebijakan nasional yang mempromosikan kemandirian alat kesehatan dan penguatan inovasi teknologi domestik dalam layanan kesehatan (Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Melalui edukasi kepada dokter dan fisioterapis, kegiatan pengabdian Masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan wawasan tenaga kesehatan dan pasien mengenai penggunaan teknologi robotik untuk fisioterapi pasien pasca stroke. Diharapkan setelah kegiatan ini kualitas layanan fisioterapi di RSUD Dr. Soetomo dapat ditingkatkan karena adanya peningkatan kompetensi fisioterapis dalam mengintegrasikan Picobot ke dalam protocol fisioterapi standar. Dalam jangka panjang, hal ini akan mengurangi beban kerja fisioterapis, dan berfungsi sebagai model penerapan teknologi rehabilitasi yang berkelanjutan, serta dapat direplikasi di tempat lain di Indonesia.

B. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan menggunakan pendekatan implementatif dan partisipatif. Penyuluhan, pelatihan, sosialisasi, dan pendampingan penggunaan teknologi robotik Picobot dalam fisioterapi berjalan pasien pasca stroke adalah semua bagian dari kegiatan dosen. Kegiatan dievaluasi oleh dosen sebagai narasumber dan fasilitator teknis. Selama kegiatan, siswa berpartisipasi secara aktif sebagai tenaga pendamping lapangan dan membantu dalam penggunaan Picobot, dokumentasi kegiatan, dan proses pengumpulan data kuesioner dan observasi.

RSUD Dr. Soetomo Surabaya, sebuah rumah sakit rujukan nasional yang terletak di Kota Surabaya, Jawa Timur, berfungsi sebagai inspirasi dan mitra untuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini. Kegiatan ini melibatkan satu dokter spesialis rehabilitasi medik, dua fisioterapis, dan pasien pasca stroke yang mengikuti sesi fisioterapi berjalan. Lima pasien pasca stroke, didampingi oleh tim dosen dan mahasiswa Telkom University Surabaya, menggunakan Picobot selama kegiatan. Gambar 2 menunjukkan tiga tahapan utama dalam pelaksanaan kegiatan yaitu pra-kegiatan, kegiatan inti, dan pasca kegiatan.

1. Pra-Kegiatan

Tahap pra-kegiatan mencakup koordinasi dengan mitra serta pengajuan izin dan etika kegiatan. Kegiatan pengenalan dan edukasi Picobot ini memerlukan etika karena Picobot akan dicobakan kepada pasien di RSUD Dr. Soetomo. Bersamaan dengan proses perizinan, kinerja Picobot diperiksa kembali agar dapat digunakan kembali saat kegiatan inti. Gambar 1 menunjukkan Picobot yang akan didiseminasikan dalam kegiatan ini. Pada rangkaian pra-kegiatan, tim pengabdian juga menyusun materi edukasi dan pelatihan.



Gambar 1. Robot Fisioterapi Engkel Picobot

2. Kegiatan Inti

Tahap kegiatan inti terdiri dari sosialisasi dan pelatihan latihan pasca stroke, pelatihan penggunaan Picobot kepada fisioterapis, dan penggunaan Picobot dalam sesi fisioterapi. Sosialisasi yang disampaikan meliputi materi dengan tema pentingnya latihan pasca stroke untuk pemulihan pasien serta nilai tambah yang diberikan oleh teknologi robotik terhadap fisioterapi pasca stroke. Pelatihan penggunaan Picobot kepada fisioterapis dilakukan bersamaan dengan penggunaan Picobot dalam sesi fisioterapi ke pasien langsung. Pelatihan secara hands-on diharapkan dapat lebih meningkatkan pemahaman fisioterapis terhadap Picobot pada fisioterapi. Selama kegiatan, evaluasi dilakukan dengan melihat langsung bagaimana Picobot digunakan dan bagaimana dia berinteraksi dengan pasien dan fisioterapis.

3. Pasca Kegiatan

Setelah kegiatan, evaluasi dilakukan melalui wawancara singkat dan angket persepsi pengguna untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan, keamanan, dan manfaat Picobot untuk membantu rehabilitasi berjalan. Metode yang digunakan adalah survei adopsi teknologi UTAUT (Vijh et al., 2023; Zeebaree et al., 2022), dan kelayakan yang terdiri dari 65 pertanyaan terbagi menjadi isian singkat dan isian nilai dengan skala likert (1 – 5). Indikator keberhasilan dari survei ini adalah ketika responden menunjukkan pemahaman terhadap cara kerja Picobot, merasa aman untuk menggunakan dan memiliki intensi penggunaan dengan skor minimal 60%. Hasil monitoring dan evaluasi ini digunakan untuk menilai keberhasilan kegiatan dan untuk memperbaiki dan mengembangkan program pengabdian di masa mendatang, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Tahapan pelaksanaan kegiatan

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pra-Kegiatan

Pada tahap ini tim pengabdian melakukan persiapan terkait kegiatan sehingga hasil pada pra-kegiatan adalah diperolehnya izin kegiatan serta materi sosialisasi yang siap disampaikan. Picobot juga telah diuji ulang secara teknis dan siap digunakan pada kegiatan inti.

2. Kegiatan Inti: Diseminasi dan Pelatihan Penggunaan Picobot

Sebagai langkah awal, Picobot diberikan kepada mitra di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. Pada saat ini, tim pengabdian menyerahkan unit Picobot sambil mensosialisasikan ide rehabilitasi berjalan berbasis robotik kepada tenaga medis dan orang lain yang berpartisipasi dalam acara. Teori tentang bagaimana Picobot beroperasi dan bagaimana teknologi robotik membantu neuroplastisitas setelah stroke dibahas dalam materi. Salah satu tujuan dari proses sosialisasi ini adalah untuk meningkatkan pemahaman awal dan kesiapan mitra untuk mengadopsi teknologi asistif. Gambar 3 menunjukkan bagaimana kegiatan diseminasi dan penyebaran materi didokumentasikan.



Gambar 3. Penyampaian materi fisioterapi dengan Picobot.

Pelatihan operasi Picobot juga diberikan kepada fisioterapis mitra. Selama pelatihan, fisioterapis dididik untuk mengidentifikasi aplikasi pengendali, mengatur parameter latihan sesuai kondisi pasien, dan mengetahui bagaimana menggunakan alat dengan aman. Mereka juga dididik untuk memilih mode operasi Picobot, mulai dari latihan statis hingga

berjalan dinamis. Aktivitas ini memastikan bahwa mitra tidak hanya menerima alat tetapi juga memiliki kemampuan teknis yang diperlukan untuk mengoperasikannya secara mandiri. Gambar 4 menunjukkan bagaimana Picobot melatih dan mengatur.



Gambar 4. Praktik pengaturan Picobot

3. Kegiatan Inti: Implementasi Picobot pada Pasien Pasca Stroke

Selanjutnya, Picobot digunakan dalam sesi fisioterapi berjalan pasien yang telah mengalami stroke. Gambar 5 menunjukkan bagaimana penggunaan Picobot pada pasien pasca stroke. Setelah pasien menjalani fisioterapi konvensional sesuai prosedur rumah sakit, Picobot disesuaikan dengan kekuatan otot dan koordinasi gait pasien, sehingga pasien dapat merasakan langsung perbedaan antara terapi manual dan terapi berbantuan robot.



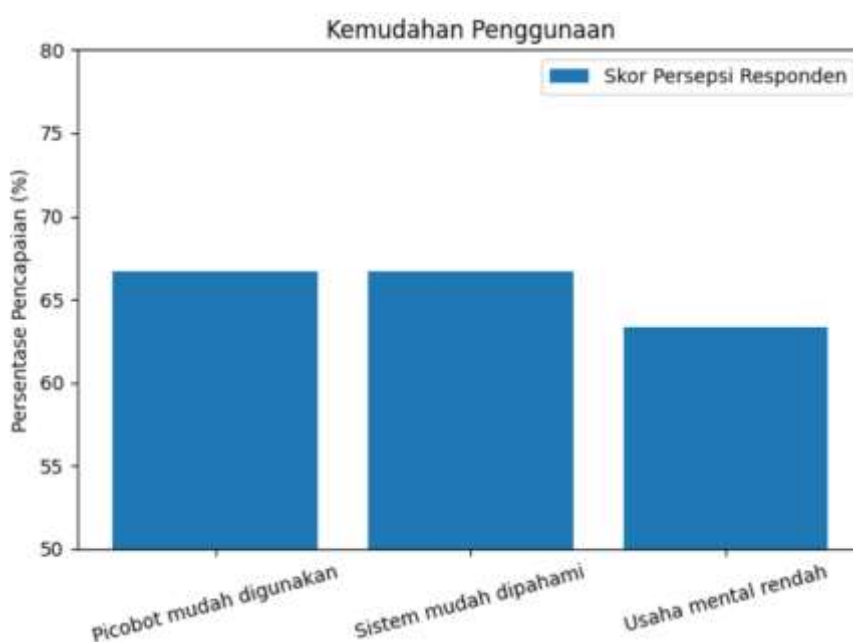
Gambar 5. Penggunaan Picobot pada pasien pasca stroke untuk latihan berjalan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa Picobot cocok untuk praktik klinis dan dapat diintegrasikan dengan alur fisioterapi yang sudah ada. Sementara pasien dapat mengikuti gerakan yang dipandu oleh robot tanpa merasa tidak nyaman, fisioterapis dapat memberi perhatian pada cara mengawasi dan memperbaiki postur mereka. Ini menunjukkan bahwa Picobot dapat meningkatkan efisiensi fisioterapi berjalan.

4. Pasca Kegiatan: Monitoring dan Evaluasi Kegiatan

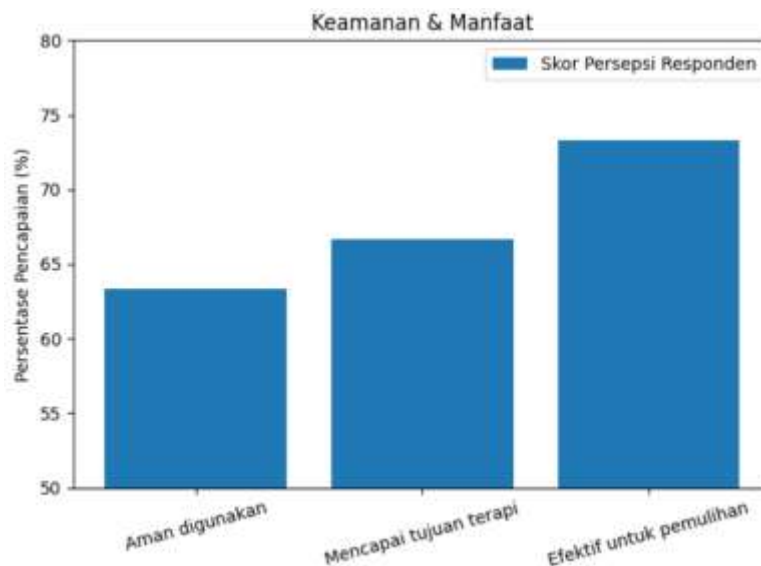
Berkat bantuan Picobot, kegiatan fisioterapi diawasi secara langsung. Tim pengabdian melacak interaksi pasien dengan alat, respons fisioterapis, dan aspek kenyamanan dan keselamatan. Setelah sesi terapi berbantuan Picobot selesai, angket persepsi pengguna digunakan untuk melakukan evaluasi pasca kegiatan. Kemudahan penggunaan, keamanan, manfaat terapi, kepuasan pengguna, dan keinginan untuk terus menggunakan dimasukkan ke dalam instrumen survei dengan skala Likert 1–5. Hasil survei menunjukkan bahwa responden secara umum mendukung penggunaan Picobot untuk membantu fisioterapi berjalan.

Hasil pemeriksaan tentang kemudahan penggunaan menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan relatif tinggi. Komentar "Picobot mudah digunakan" dan "Sistem Picobot mudah dipahami" masing-masing mencapai sekitar 65 hingga 67%, sementara "Menggunakan Picobot tidak memerlukan banyak usaha mental" mencapai 63%. Ini menunjukkan bahwa Picobot dapat diterima dengan baik oleh pengguna, termasuk mereka yang telah mengalami stroke. Gambar 6 menunjukkan hasil evaluasi aspek kemudahan penggunaan.



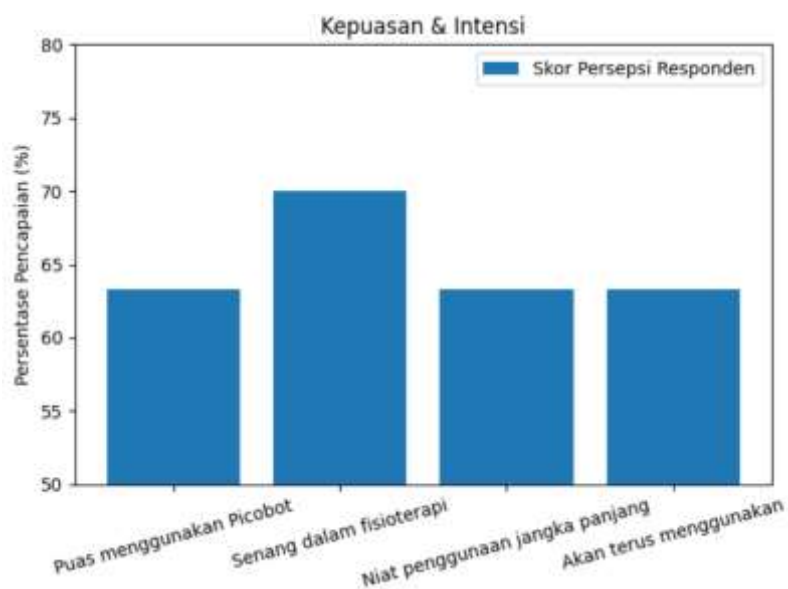
Gambar 6. Peningkatan aspek kemudahan penggunaan.

Dibandingkan dengan elemen lainnya, persentase pencapaian untuk keamanan dan manfaat terapi lebih tinggi. Komentar "Picobot aman digunakan" mendapatkan nilai sekitar 63%, "Picobot membantu mencapai tujuan terapi" mendapatkan nilai sekitar 67%, dan "Picobot efektif untuk pemulihan" mendapatkan nilai tertinggi sekitar 73%. Hasil menunjukkan bahwa pengguna benar-benar menikmati penggunaan Picobot untuk membantu proses rehabilitasi mereka dan memiliki keyakinan yang tinggi terhadap keselamatan alat. Gambar 7 menunjukkan hasilnya.



Gambar 7. Peningkatan aspek keamanan dan manfaat.

Pengalaman pengguna dengan Picobot dinilai positif berdasarkan evaluasi kepuasan dan intensitas penggunaan. Komentar "Saya puas menggunakan Picobot" dan "Saya senang menggunakan Picobot dalam fisioterapi" masing-masing mencapai sekitar 63% dan 70%, tetapi persentase pencapaian untuk tujuan penggunaan jangka panjang berkisar antara 60 dan 63%. Ini menunjukkan bahwa, meskipun Picobot diterima dengan baik pada awalnya, lebih baik menggunakannya lebih sering. Gambar 8 menunjukkan kumpulan elemen ini.



Gambar 8. Peningkatan aspek kepuasan dan intensi penggunaan.

Secara keseluruhan, hasil survei menunjukkan bahwa Picobot diterima dengan baik dalam hal kemudahan penggunaan, keamanan, dan manfaat terapi, dengan rata-rata mencapai lebih dari 60%. Aspek efektivitas terapi mendapatkan skor tertinggi, menunjukkan bahwa Picobot dapat berfungsi sebagai teknologi asistif dalam rehabilitasi berjalan pasien pasca stroke.

Sementara itu, aspek intensitas penggunaan jangka panjang Picobot masih moderat, menunjukkan bahwa itu harus menjadi bagian dari protokol rehabilitasi berjalan.

5. Kendala yang Dihadapi dan Solusi

Kegiatan tersebut menghadapi beberapa tantangan, salah satunya adalah waktu pelaksanaan yang hanya dilakukan dalam satu hari, yang menghalangi penilaian dampak klinis jangka panjang. Selain itu, beberapa pasien memerlukan adaptasi awal untuk terbiasa dengan pengalaman berbantuan robot, terutama pada sesi pertama. Disarankan agar pasien dan fisioterapis menggunakan Picobot dengan lebih baik dengan kegiatan lanjutan dan durasi pendampingan yang lebih lama. Selain itu, disarankan untuk memasukkan Picobot ke dalam program fisioterapi rutin agar adaptasi pasien lebih baik. Di masa mendatang, diharapkan modul penggunaan dan panduan latihan Picobot akan meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi program pengabdian.

D. SIMPULAN DAN SARAN

Di RSUD Dr. Soetomo Surabaya, program pengabdian kepada masyarakat penerapan robot fisioterapi pergelangan kaki Picobot berjalan dengan baik dan mencapai tujuan. Hasil survei adopsi teknologi menunjukkan bahwa Picobot dianggap aman dan mudah digunakan dan membantu pasien yang menjalani terapi berjalan setelah stroke dengan angka penerimaan di atas 60%. Dibandingkan dengan metode konvensional, responden menyatakan bahwa mereka lebih puas dan bahwa terapi itu lebih menyenangkan. Picobot mungkin menjadi teknologi asistif yang bagus untuk fisioterapi di rumah sakit. Hasil survei ini juga menunjukkan bahwa penggunaan teknologi robotika dalam rehabilitasi pasca stroke dapat membantu mengatasi keterbatasan sumber daya fisioterapis dan meningkatkan kualitas layanan rehabilitasi di Indonesia. Hal ini juga didukung oleh hasil survei niatan penggunaan Picobot jangka panjang dan seterusnya pada angka penerimaan 63%.

Hasil dari kegiatan menunjukkan bahwa Picobot harus dimasukkan secara terus-menerus ke dalam program fisioterapi tradisional, khususnya untuk pasien yang mengalami gangguan berjalan pasca stroke. Selain itu, fisioterapis harus dilatih secara khusus untuk menggunakan alat dengan lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan klinis pasien. Untuk pengembangan lebih lanjut, evaluasi jangka panjang harus dilakukan mengenai dampak penggunaan Picobot terhadap capaian fungsional pasien, seperti kemandirian aktivitas dan pola berjalan yang lebih baik. Selain itu, langkah strategis untuk mendorong adopsi teknologi robotika rehabilitasi di Indonesia dapat berupa pengembangan fitur pemantauan berbasis data dan perluasan implementasi ke fasilitas kesehatan lain.

Saran untuk kegiatan pengabdian yang berikutnya adalah dilakukan dalam durasi yang lebih panjang. Kegiatan ini menemui kendala di mana penilaian dampak klinis jangka panjang tidak dapat dievaluasi. Jika kegiatan dilakukan dalam durasi waktu yang lebih lama, maka dampak klinis tersebut dapat diukur juga. Selain itu pasien juga dapat mengenal Picobot lebih lama sehingga angka penerimaan bisa menjadi lebih tinggi. Di masa mendatang, diharapkan modul penggunaan dan panduan latihan Picobot akan meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi program pengabdian.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat (LPPM) Universitas Telkom yang telah mendanai kegiatan pengabdian ini sehingga terlaksana dengan baik. Tim penulis juga mengucapkan terima kasih kepada RSUD Dr. Soetomo atas kerja samanya dalam penyelenggaraan kegiatan ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Adiputra, D., Asfari, U., Ubaidillah, Abdul Rahman, M. A., & Harun, A. M. (2023). Immediate Effect Evaluation of a Robotic Ankle–Foot Orthosis with Customized Algorithm for a Foot Drop Patient: A Quantitative and Qualitative Case Report. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *20*(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20043745>
- Adiputra, D., Rahman, M. A. A., Ubaidillah, & Mazlan, S. A. (2020). Improving passive ankle foot orthosis system using estimated ankle velocity reference. *IEEE Access*, *8*, 194780–194794. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3033852>
- Adiputra, D., Abdul Rahman, M. A., Ubaidillah, Mazlan, S. A., Nazmi, N., Shabdin, M. K., ... & Mohammed Ariff, M. H. (2019). Control reference parameter for stance assistance using a passive controlled ankle foot orthosis—a preliminary study. *Applied Sciences*, *9*(20), 4416. <https://doi.org/10.3390/app9204416>
- Adiputra, Ph.D, D., Ubaidillah, U., Asfari, U., SulistiyoBudiWaspada, H., Humaidi, R., WahyuPrakoso, B., & NurHalisyah, A. (2022). Robot Ankle Foot Orthosis with Auto Flexion Mode for Foot Drop Training on Post-Stroke Patient in Indonesia. *Kinetik: Game Technology, Information System, Computer Network, Computing, Electronics, and Control*, *7*(4) <https://doi.org/10.22219/kinetik.v7i4.1533>
- Almeida, J. F., André, J., & Santos, C. P. (2025). Ankle Exoskeletons in Walking and Load-Carrying Tasks: Insights into Biomechanics and Human-Robot Interaction. *IRBM*, *46*(5), 100911. <https://doi.org/10.1016/j.irbm.2025.100911>
- Calafiore, D., Negrini, F., Tottoli, N., Ferraro, F., & Ozyemisci-Taskiran, O. (2021). Efficacy of robotic exoskeleton for gait rehabilitation in patients with subacute stroke: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, *58*(1), 1–8. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.21.06846-5>
- Diego Martin Rivera, & Mojtaba Sharifi. (2023). Design and fabrication of a lightweight and wearable semirigid robotic knee chain exoskeleton. *Journal of Engineering and Science in Medical Diagnostics and Therapy*, *7*(2), 021007.
- Direktorat Jenderal Kefarmasian dan Alat Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Pedoman Hilirisasi Penelitian Alat Kesehatan Nasional*.

- Lyu, S., & Bidarra, R. (2023, April). Procedural generation of challenges for personalized gait rehabilitation. In *Proceedings of the 18th International Conference on the Foundations of Digital Games* (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1145/3582437.3582468>
- Nedergård, H., Sandlund, M., Häger, C. K., & Palmcrantz, S. (2023). Users' experiences of intensive robotic-assisted gait training post-stroke—"a push forward or feeling pushed around?" *Disability and Rehabilitation*, *45*(23), 3861–3868. <https://doi.org/10.1080/09638288.2022.2140848>
- Shaula Vaganza Daulima, Imran Safei, Prema Hapsari Hidayati, Mochammad Erwin Rachman, & Andi Firman Mubarak. (2025). Efektivitas rehabilitasi medik terhadap fungsi motorik penderita pasca stroke iskemik. *Holistik Jurnal Kesehatan*, *19*(5), 968–975. <https://doi.org/10.33024>
- Szeto, S. G., Wan, H., Alavinia, M., Dukelow, S., & MacNeill, H. (2023). Effect of mobile application types on stroke rehabilitation: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *20*(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s12984-023-01124-9>
- Takahashi, K., Mizukami, M., Watanabe, H., Kuroda, M. M., Shimizu, Y., Nakajima, T., ... & Marushima, A. (2023). Feasibility and safety study of wearable cyborg Hybrid Assistive Limb for pediatric patients with cerebral palsy and spinal cord disorders. *Frontiers in Neurology*, *14*, 1255620. <https://doi.org/10.3389/fneur.2023.1255620>
- Tita Rachma Ayuningtyas, Suci Amanati, Boki Jaleha, & Maya Triyanita. (2025). Peningkatan Kemampuan Fungsional Pasien Stroke Kronis Melalui Digitalisasi Latihan Fisioterapi Pada Anggota Yayasan Stroke Indonesia Cabang Semarang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Medika*, *5*, 1–5. <https://doi.org/10.23917/jpmmedika.v2i1.370>
- Vijh, G., Sharma, R., & Agrawal, S. (2023). Blockchain-enabled intelligent solution using structured equation modelling based on the UTAUT framework. *SN Computer Science*, *4*(6), 738. <https://doi.org/10.1007/s42979-023-02150-z>
- Wen, S., Huang, R., Liu, L., Zheng, Y., & Yu, H. (2024). Robotic exoskeleton-assisted walking rehabilitation for stroke patients: a bibliometric and visual analysis. In *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology* (Vol. 12). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2024.1391322>
- Widyasari, V., Rahman, F. F., & Ningrum, V. (2023). The Incidence and Prevalence of Stroke by Cause in Indonesia Based on Global Burden of Disease Study 2019. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Cardiovascular Diseases (ICCVd 2021)* (pp. 435–446). Atlantis Press International BV. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-048-0_50
- Yang, F. A., Lin, C. L., Huang, W. C., Wang, H. Y., Peng, C. W., & Chen, H. C. (2023). Effect of Robot-Assisted Gait Training on Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *37*(4), 228–239. <https://doi.org/10.1177/15459683231167850>
- Zeebaree, M., Agoyi, M., & Aqel, M. (2022). Sustainable adoption of E-government from the UTAUT perspective. *Sustainability*, *14*(9), 5370. <https://doi.org/10.3390/su14095370>
- Zhang, H., Li, X., Gong, Y., Wu, J., Chen, J., Chen, W., ... & Shen, C. (2023). Three-dimensional gait analysis and seMG measures for robotic-assisted gait training in subacute stroke: a randomized controlled trial. *BioMed research international*, *2023*(1), 7563802. <https://doi.org/10.1155/2023/7563802>