



## **Aplikasi Mobile untuk Rehabilitasi Pasca Operasi pada Pasien Fraktur Ekstremitas yang Ditangani dengan ORIF: *Systematic Review***

Sahrudi<sup>1\*</sup>, Achmad Fauzi Kamal<sup>2</sup>, Masfuri<sup>3</sup>, Kasiyah Junus<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Doctor of Nursing Student, Faculty of Nursing, Universitas Indonesia, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Orthopedic and traumatology, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Medical Surgical Nursing, Universitas Indonesia, Indonesia

<sup>4</sup>Department of Computer Science, Universitas Indonesia, Indonesia

\*Corresponding Author: sahrudi.rudi@gmail.com

### **Abstrak**

Fraktur ekstremitas merupakan masalah Kesehatan yang signifikan. Studi ini bertujuan menganalisis efektivitas penggunaan aplikasi mobile dalam edukasi pasca operasi *Open Reduction and Internal Fixation* (ORIF) pada pasien dengan fraktur ekstremitas, dengan fokus pada peningkatan status fungsional dan pencegahan komplikasi pasca operasi. Studi sistematik review ini mencari artikel dari *database PubMed, Cochrane, ProQuest, EBSCOhost, dan ScienceDirect*. Dari 518 artikel yang ditemukan, 69 artikel memenuhi kriteria inklusi dan 10 artikel dianalisis lebih lanjut. Hasil review menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi mobile untuk edukasi pasca operasi ORIF dapat meningkatkan status fungsional dan mencegah komplikasi dibandingkan dengan perawatan standar. Beberapa studi menunjukkan bahwa aplikasi mobile dapat meningkatkan kepatuhan terhadap regimen pengobatan, mengurangi komplikasi, dan mempercepat proses penyembuhan. Pengembangan dan implementasi aplikasi mobile untuk edukasi pasca operasi ORIF memiliki potensi besar untuk meningkatkan status fungsional dan mencegah risiko komplikasi pada pasien. Evaluasi yang komprehensif terhadap desain aplikasi, efektivitas intervensi, kepatuhan pasien, kepuasan pengguna, analisis biaya-efektivitas, serta keberlanjutan dan skalabilitas program sangat penting untuk memastikan keberhasilan dan manfaat jangka panjang dari intervensi ini.

**Kata Kunci:** aplikasi mobile, fraktur ekstremitas, ORIF, status fungsional

## ***Mobile Applications for Post-Operative Rehabilitation in Patients with Extremity Fractures Treated with ORIF: A Systematic Review***

### **Abstract**

*Extremity fractures are a significant health problem. This study aimed to analyze the effectiveness of mobile applications in post-operative Open Reduction and Internal Fixation (ORIF) education for patients with extremity fractures, focusing on improving functional status and preventing post-operative complications. This systematic review study searched for Articles from the PubMed, Cochrane, ProQuest, EBSCOhost, and ScienceDirect databases. Of the 518 articles found, 69 met the inclusion criteria, and 10 were further analyzed. The results of the review indicated that the use of mobile applications for post-operative ORIF education can improve functional status and prevent complications compared to standard care. Several studies showed that mobile applications can enhance adherence to treatment regimens, reduce complications, and accelerate the healing process. The development and implementation of mobile applications for post-operative ORIF education hold significant potential for improving functional status and preventing the risk of complications in patients. A comprehensive evaluation of application design, intervention effectiveness, patient adherence, user satisfaction, cost-effectiveness analysis, as well as program sustainability and scalability is essential to ensure the long-term success and benefits of this intervention.*

**Keywords:** extremity fracture, functional status, mobile application, ORIF



## Pendahuluan

Fraktur ekstremitas merupakan retakan atau patahnya tulang yang terletak di anggota tubuh bagian atas atau bawah. Fraktur ini dapat terjadi di berbagai lokasi, seperti lengan, tangan, kaki, dan panggul. Fraktur ekstremitas dapat disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk trauma, stres mekanis, atau kondisi medis yang mendasari (Pedersen et al., 2015). Fraktur merupakan masalah kesehatan global yang signifikan, dengan fraktur pada ekstremitas, terutama patela, tibia, fibula, atau pergelangan kaki, menjadi jenis fraktur yang paling umum dan serius (Hoveidaei et al., 2024). Menurut data dari *Global Burden of Disease Study* pada tahun 2019, terdapat 178 juta kasus baru fraktur di seluruh dunia, serta 455 juta kasus yang meliputi gejala akut maupun jangka panjang akibat fraktur (Hoveidaei et al., 2024). Fraktur patela, yang menyumbang sekitar 1% dari semua cedera rangka, umum terjadi, terutama pada individu berusia 20 hingga 50 tahun (Mohammed, 2023).

Di Asia, fraktur ekstremitas juga merupakan masalah kesehatan yang signifikan. Menurut International Osteoporosis Foundation, lebih dari 50% dari seluruh fraktur pinggul osteoporotik diperkirakan akan terjadi di Asia pada tahun 2050 (Thio & Dwimartutie, 2022). Selain itu, fraktur ekstremitas akibat kecelakaan lalu lintas juga sangat umum terjadi. Di beberapa negara Asia seperti Indonesia, India, dan China, kecelakaan lalu lintas menjadi penyebab utama fraktur ekstremitas. Di Indonesia kecelakaan lalu lintas menyumbang 65,2% dari seluruh kasus fraktur terbuka (Ramadhani et al., 2019). Fraktur ekstremitas yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas memiliki prevalensi yang signifikan di Indonesia. Menurut sebuah studi di Rumah Sakit Dr. Soetomo, Surabaya, kecelakaan lalu lintas merupakan penyebab utama fraktur terbuka, di mana sekitar 65,2% dari semua kasus fraktur terbuka disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas. Selain itu, fraktur ekstremitas bawah akibat kecelakaan lalu lintas memiliki prevalensi tertinggi di antara jenis fraktur lainnya, mencapai 46,2% dari semua kasus fraktur di Indonesia (Bali et al., 2013; Kombate et al., 2017).

*Open Reduction and Internal Fixation* (ORIF) adalah prosedur bedah yang umum digunakan untuk menangani fraktur ekstremitas. Data dari berbagai studi menunjukkan bahwa ORIF sering digunakan untuk menangani fraktur yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas dan cedera

lainnya. Sebuah studi di Nigeria menunjukkan bahwa dari 306 fraktur yang tercatat, 184 (73,3%) disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas, dan sebagian besar pasien ini menjalani ORIF (Nicol et al., 2021). Prosedur ORIF melibatkan pembedahan untuk meluruskan kembali fragmen tulang yang patah dan memfiksasinya dengan perangkat internal seperti sekrup, pelat, atau batang logam agar tulang dapat menyatu dengan baik selama proses penyembuhan (Wu et al., 2023).

Periode pasca operasi ORIF merupakan fase kritis dalam proses penyembuhan tulang. Pasien membutuhkan edukasi dan pemantauan yang cermat terkait perawatan luka, manajemen nyeri, latihan rehabilitasi, dan deteksi dini komplikasi seperti infeksi atau penyembuhan yang tidak sempurna (Marni et al., 2020). Selain itu, manajemen nyeri pasca operasi juga merupakan hal yang krusial untuk kenyamanan pasien dan mempercepat proses pemulihan (Yuliana et al., 2022). Namun, keterbatasan sumber daya dan waktu tenaga kesehatan seringkali menjadi kendala dalam memberikan edukasi dan pemantauan yang memadai kepada pasien setelah kepulangan dari rumah sakit.

Perkembangan teknologi *mobile health* (mHealth) menawarkan solusi potensial untuk meningkatkan edukasi dan pemantauan pasca operasi ORIF. Aplikasi mobile dapat digunakan untuk memberikan instruksi perawatan diri, mengingatkan jadwal pengobatan, memantau gejala dan kemajuan penyembuhan, serta memfasilitasi komunikasi antara pasien dan penyedia layanan kesehatan (Naeemabadi et al., 2020).

## Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan tinjauan sistematis yang dilaporkan berdasarkan *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA). Peneliti menggunakan PICO (*Population, Intervention, Compare, dan Outcome*) untuk menjawab tujuan penelitian.

## Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Peneliti menjabarkan kriteria inklusi melalui PICO. Populasi (P): Pasien fraktur paska open reduksi internal fiksasi. Intervensi (I): Edukasi melalui pengembangan teknologi terkait perawatan pasca operasi orif. Compare (C): Perawatan standar. Outcome (O): meningkatkan status

fungsional dan menurunkan komplikasi paska operasi orif. Kriteria eksklusi dari sistematik review ini adalah studi kualitatif, artikel sistematik review, dan metaanalisis.

### Pencarian dan Kriteria Pemilihan Pencarian

Literatur secara sistematis dilakukan sesuai dengan item pelaporan menggunakan PRISMA dan Mendeley. Database yang digunakan meliputi: *Cochrane*, *EBSCO*, dan *Pubmed*, *ScienceDirect*, dan *ProQuest*. Artikel yang dimasukkan tidak ada batasan tahun penerbitan dalam kriteria inklusi artikel. Semua langkah dari pencarian artikel dari berbagai database, identifikasi, penilaian kualitas, dan ekstraksi data dilakukan secara independen.

Peneliti mencari studi bahasa inggris sesuai dengan istilah dan kata kunci (*Fixation*, *Internal Fracture*) AND (*Mobile Apps*) AND (*Standards of Care*) AND (*Status*, *Functional*) OR (*Complications*, *Postoperative*). Semua buku, tinjauan sistematis dan literatur, studi anonim, surat kepada editor, artikel, sejarah, short communication, artikel hanya menampilkan abstrak dikeluarkan dari hasil pencarian.

### Seleksi Data

Artikel yang relevan dengan topik penelitian diekspor dalam format yang dapat diimpor ke Mendeley, seperti .ris atau .nbib. Setelah referensi diimpor ke Mendeley, dibuat grup baru untuk mengelompokkan referensi berdasarkan topik penelitian. Penyaringan dimulai dengan mengidentifikasi dan menghapus referensi yang duplikat. Seleksi awal referensi dengan membaca judul dan abstrak dari setiap artikel untuk menentukan relevansinya. Untuk evaluasi lanjutan, peneliti mendownload dan membaca teks lengkap dari referensi yang relevan. Setelah membaca teks lengkap, peneliti memindahkan artikel sesuai ke dalam grup berbeda untuk memudahkan langkah selanjutnya. Peneliti membuat ringkasan dari setiap artikel yang sudah diseleksi ke dalam tabel ekstraksi data.

### Evaluasi Kualitas Metodologis

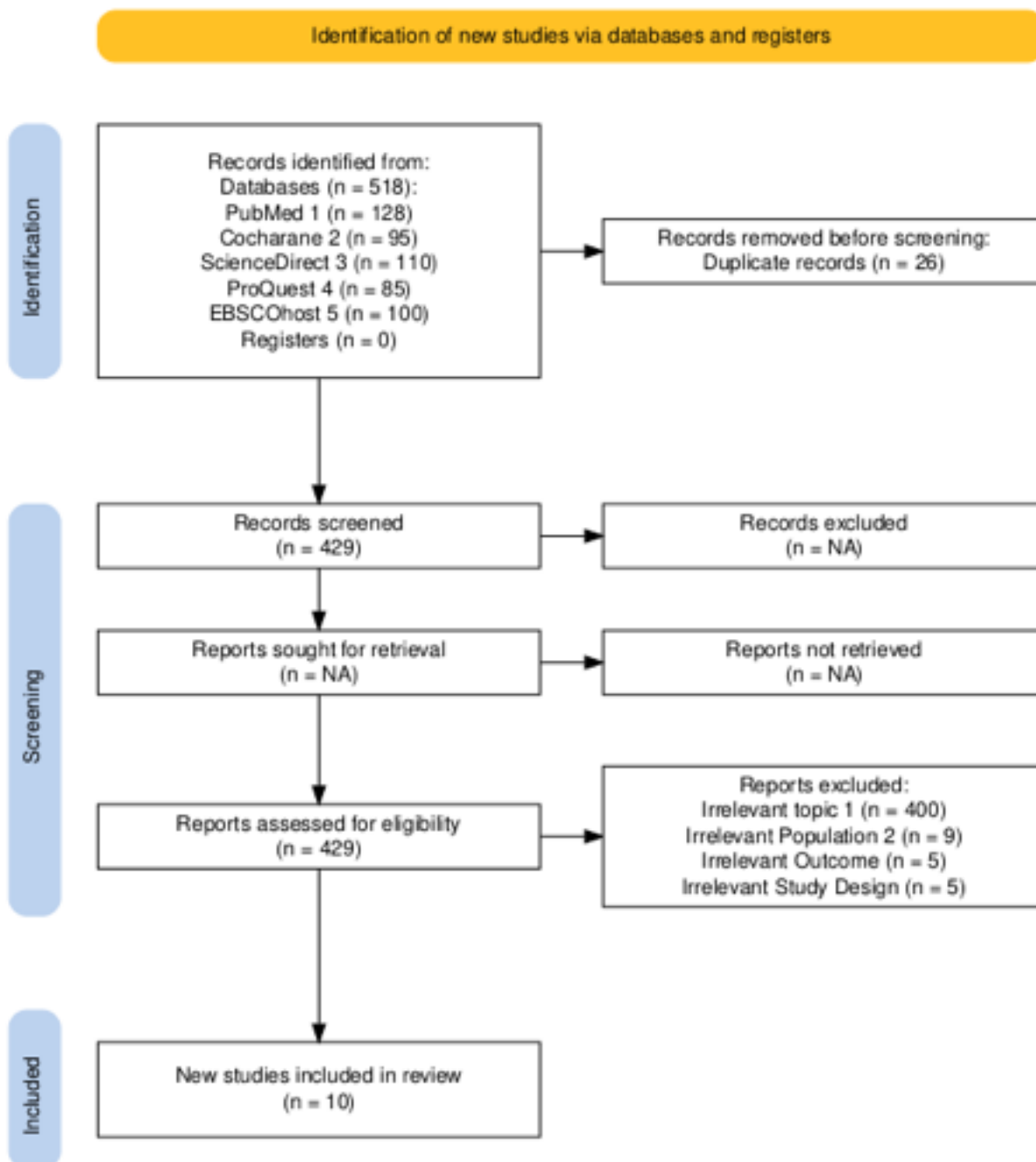
Peneliti melakukan penilaian dari studi yang didapatkan dengan pedoman Joanna Briggs Institute (JBI) dan untuk menilai bias dengan pedoman pada Quality Appraisal Skill Programme (CASP) tools (CASP, 2024). Pada penilaian ini, setiap item dinilai dengan yes, no, unclear, atau not applicable (NA). Hasil rerata didapatkan ada 1 artikel dengan kualitas High, 7 artikel dengan moderate, dan 2 artikel dengan kualitas low.

### Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mendapatkan 518 artikel dari berbagai 5 database. Setelah dilakukan penelusuran artikel lengkap, didapatkan 10 artikel yang terpilih. Diagram alir Preferred Reporting Items for Systematic Review (PRISMA) dibuat untuk menunjukkan alur studi melalui seleksi (gambar 1).

### Pembahasan

Temuan berbagai studi menunjukkan bahwa intervensi digital mulai dari aplikasi tablet/ponsel, telerehabilitasi video sinkron, hingga wearable, gamification, dan VR secara konsisten berkorelasi dengan perbaikan status fungsional (PRWE/QuickDASH, ROM, kekuatan) pada pasien pascaoperasi fraktur, terutama distal radius pasca volar-plate ORIF, tanpa efek samping / kejadian yang tidak diinginkan dibanding perawatan konvensional (Horoz et al., 2024; Pech-Arguóelles et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023). Bukti *wearable* memperlihatkan dua manfaat utama: (1) monitoring obyektif dosis dan kualitas latihan (sensor gerak/log/klasifikasi pola) serta (2) penguatan kepatuhan melalui umpan balik langsung; *smart-glove* pasca operasi DRF unggul pada MMWS/ROM/nyeri jangka pendek, sedangkan wristband sensor valid mengenali aksi latihan dan layak untuk pemantauan harian (Choi et al., 2024; Zha et al., 2023).



Gambar 1. PRISMA Flow (Haddaway et al., 2022)

Tabel 1. Tabel Karakteristik Artikel Penelitian

Database	Authors, Year	Title	Journal title	Aim	Design/ variabel /instrumen	Sample/ Location	Result
PubMed	(Kasnako va et al., 2022)	Randomized controlled trial of multidisciplinary rehabilitat	European Journal of Translational Myology	Menilai efektivitas program rehabilitasi berbantuan aplikasi mobile	RCT; variabel nyeri, edema, fungsi/kualitas hidup (HRQoL); pemantauan latihan lewat aplikasi.	60 pasien; Bulgaria	Nyeri & edema menurun; fungsi & HRQoL meningkat

Database	Authors, Year	Title	Journal title	Aim	Design/ variabel /instrumen	Sample/ Location	Result
PubMed	(Suero-Pineda et al., 2023)	Effectiveness of a tablet telerehabilitation application in patients with distal radius fracture.	Rehabilitaci3n (Madrid)	Mengevaluasi efektivitas aplikasi tablet ReHand pada pasien fraktur radius distal pasca-tindakan (umumnya ORIF pelat volar).	Uji pragmatis; PRWE/QuickDA SH, ROM, VAS nyeri, kekuatan genggam, jumlah sesi fisioterapi & kunjungan.	46 pasien; Andalusia –Spanyol.	dibanding kontrol  Sesi & kunjungan berkurang dengan luaran klinis ≥ kontrol
ScienceDirect	(Suero-Pineda et al., 2023)	Effectiveness of a Telerehabilitation Evidence-Based Tablet App for Rehabilitation in Traumatic Bone and Soft Tissue Injuries of the Hand, Wrist, and Fingers	Physical Medicine and Rehabilitation	Menguji apakah program tablet ReHand memperbaiki luaran klinis dan menurunkan utilisasi layanan dibanding program kertas.	Multicenter pragmatic; PRWE/QuickDA SH, VAS nyeri, ROM, kekuatan genggam; utilisasi layanan.	Layanan rehabilitasi di Andalusia –Spanyol (beberapa rumah sakit)	Fungsi meningkat, <b>penggunaan layanan menurun</b> dibanding kontrol
Cochrane	(Horoz et al., 2024)	Is home-based real-time video conferencing telerehabilitation as	<i>Turkish Journal of Physical Medicine &amp; Rehabilitation.</i>	Membandingkan telerehab video sinkron di rumah vs tatap muka pada pasien	Single-blind RCT; PRWE/QuickDA SH, ROM, edema, grip.	54; Turkiye.	ROM & edema <b>setara</b> ; fungsi/kekuatan sedikit lebih rendah namun tetap efektif

Database	Authors, Year	Title	Journal title	Aim	Design/ variabel /instrumen	Sample/ Location	Result
PubMed	(Pech-ArguÓelles et al., 2024)	effective as face-to-face rehabilitation in patients operated for distal radius fracture? Tele-rehabilitation program in patients with distal radius fracture: a controlled clinical trial.	Cirugía y Cirujanos	DRF pasca-operasi (umumnya ORIF pelat volar).  Menilai efektivitas telerehabilitasi dibanding terapi supervisi tatap muka pada pemulihan fungsional pasien fraktur radius distal.	Uji klinis terkontrol (acak); QuickDASH/PRWE, ROM, VAS nyeri.	91; Meksiko.	Pemulihan fungsional sebanding (telerehab ≈ supervisi); implikasi pengurangan kunjungan tatap muka
ScienceDirect	(Choi et al., 2024)	Clinical effect of rehabilitation after distal radius fracture surgery using a wearable device: A comparative prospective cohort study	Hand Surgery and Rehabilitation	Mengevaluasi manfaat wearable “smart-glove” pada pasien pasca operasi fraktur radius distal.	Kohort prospektif komparatif; MMWS, QuickDASH, ROM, VAS nyeri.	Pasien pasca-operasi DRF; Korea Selatan.	Pada 6 minggu kelompok smart-glove menunjukkan MMWS, ROM, dan nyeri lebih baik vs konvensional; efek berkurang di 12 minggu (keunggulan jangka pendek)
PubMed	(Zha et al., 2023)	Wearable rehabilitation wristband for distal radius fractures	Frontiers in Neuroscience	Mengembangkan & mengevaluasi wristband sensor untuk memantau	Studi pengembangan/validasi; pengenalan aksi latihan (algoritma klasifikasi), akurasi deteksi,	Uji teknis/validasi; Tiongkok	Wristband mengenali aksi latihan secara akurat, layak untuk pemantauan latihan harian

Database	Authors, Year	Title	Journal title	Aim	Design/ variabel /instrumen	Sample/ Location	Result
				latihan rehabilitasi DRF secara real-time.	ROM, log latihan.		& peningkatan kepatuhan
ProQuest	(Naqvi et al., 2022)	Gamification for Distal Radius Fracture Rehabilitation: A Randomized Controlled Pilot Study	Cureus	Menguji efek gamification terhadap pemulihan fungsional pasca-DRF.	RCT pilot; PRWE/QuickDASH, ROM, grip, VAS.	20–40; India	Fungsi, ROM & kekuatan meningkat; nyeri menurun vs kontrol.
PubMed	(Matera et al., 2016)	The New Smartphone Application for Wrist Rehabilitation	The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume)	Mengevaluasi aplikasi smartphone sebagai media latihan di rumah & pemantauan kepatuhan pada pasien pasca fraktur pergelangan tangan.	Studi komparatif; ROM pergelangan, adherence, kepuasan, VAS nyeri.	Sample; Location: 20 pasien; Italia.	Result: Adherence tinggi (~90%) dan ROM meningkat signifikan; aplikasi praktis sebagai alternatif rehabilitasi rumah.
EBSCOhost	(Li et al., 2025)	Real-time biofeedback monitoring rehabilitation of distal radius fracture	Journal of NeuroEngineering & Rehabilitation	Mengembangkan dan mengevaluasi sistem <b>biofeedback real-time</b> untuk memantau latihan rehabilitasi pergelangan tangan pada pasien/fraktur radius distal sehingga	Studi pengembangan + evaluasi eksperimental/feasibilitas; pengukuran kinematika gerak (fleksi/ekstensi, deviasi radial/ulnar, mengempal), EMG, estimasi gaya/torque muskuloskeletal, serta validasi prediksi machine-learning terhadap	Relawan dalam sesi latihan terstruktur (populasi target pasien DRF, terutama lansia); Tiongkok	Ditemukan variasi individu bermakna dalam pola gerak & aktivasi otot; model ML selaras kuat dengan simulasi sehingga memvalidasi prototipe untuk estimasi kemajuan penyembuhan

Database	Authors, Year	Title	Journal title	Aim	Design/ variabel /instrumen	Sample/ Location	Result
				kualitas eksekusi latihan meningkat dan risiko cedera sekunder menurun.	simulasi. Instrumen: sistem sensor gerak/EMG + modul biofeedback real-time.		secara real-time dan mendukung penyesuaian dosis latihan menurut fase penyembuhan.

Kombinasi wearable dengan aplikasi memungkinkan penyesuaian dosis latihan (*progression/hold*) berbasis data aktivitas di rumah (home-based metrics), yang secara teoritis mengurangi risiko overuse sambil mempertahankan *graded exposure* untuk mengatasi kinesiphobia Gerak (Choi et al., 2024; Horoz et al., 2024; Pech-ArguÓelles et al., 2024; Zha et al., 2023). Intervensi *gamification* dan VR menunjukkan peningkatan bermakna pada fungsi, ROM, serta kekuatan/*dexterity* dibanding kontrol, yang diduga dimediasi oleh motivasi dan keterlibatan pasien yang lebih tinggi selama latihan berulang (Matera et al., 2016; Naqvi et al., 2022).

Pendekatan imersif ini dapat menjadi adjuvan pada pasien dengan motivasi rendah atau kecemasan gerak, terutama pada fase transisi dari imobilisasi ke mobilisasi bertahap, dengan catatan standarisasi dosis dan protokol keselamatan tetap dijaga (Li et al., 2025; Naqvi et al., 2022; Suero-Pineda et al., 2023). Terkait keamanan dan komplikasi, sebagian besar studi menunjukkan profil keamanan sebagai outcome sekunder, namun tidak ditemukan peningkatan kejadian efek samping serius pada kelompok digital; uji telerehab video melaporkan keselamatan setara tatap muka dan studi ReHand tidak mengindikasikan lonjakan efek merugikan klinis (Horoz et al., 2024; Pech-ArguÓelles et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023).

Pada umumnya, studi pada fraktur pergelangan kaki berbasis aplikasi mobile memperkuat generalisasi bahwa *mHealth* dapat menurunkan nyeri/edema dan meningkatkan kualitas hidup, menyiratkan prinsip yang dapat diterapkan pada konteks pasca-ORIF ekstremitas lain bila protokol latihan dan edukasi disesuaikan (Kasnakova et al., 2022; Suero-Pineda et al., 2023). Hal ini menegaskan pentingnya edukasi terstruktur, pengingat, dan pelacakan progres di aplikasi sebagai komponen inti, sekaligus menyokong model *blended care* yang mengombinasikan

*asynchronous* (aplikasi) dan *synchronous* (video) sesuai kebutuhan pasien (Horoz et al., 2024; Kasnakova et al., 2022; Pech-ArguÓelles et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023).

Dari perspektif keperawatan, praktik yang dapat segera diadopsi mencakup: (i) penetapan ekspektasi konkret (berapa banyak/berapa sering/indikasi eskalasi), (ii) *graded exposure* dengan parameter jelas (reps/sets/frekuensi) pada aplikasi, (iii) *safety-netting* mengenai tanda bahaya luka/nyeri, dan (iv) monitoring kepatuhan berbasis *log/wearable* yang ditinjau pada *check-in* jarak jauh (Choi et al., 2024; Horoz et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023). Paket ini konsisten dengan bukti efisiensi layanan (penurunan kunjungan/sesi) sekaligus mempertahankan atau meningkatkan fungsi, dan secara praktis mendukung transisi rawat jalan pasca-ORIF di berbagai keterbatasan sistem (Horoz et al., 2024; Pech-ArguÓelles et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023).

Metodologis studi yang ditelaah berada pada tingkat sedang. Beberapa studi melibatkan jumlah sampel yang kecil dan menggunakan alat ukur yang beragam (PRWE atau QuickDASH), sebagaimana tampak pada rentang desain dan ukuran sampel di studi aplikasi tablet/telerehab serta wearable/VR (Horoz et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023; Zha et al., 2023). Namun, arah efeknya konsisten di berbagai platform, aplikasi tablet ReHand, telerehabilitasi video sinkron, *wearable*, hingga *gamification*/VR, sehingga mendukung relevansi klinis intervensi digital untuk pemulihan fungsional pasca-ORIF (Pech-ArguÓelles et al., 2024; Suero-Pineda et al., 2023; Zha et al., 2023).

Penelitian berikutnya, uji acak multisenter dengan pelaporan komplikasi (AE/SAE) yang terstandar dan analisis efektivitas biaya diperlukan agar kepastian bukti meningkat dan keputusan implementasi klinik lebih kuat (Li et al., 2025; Zha et al., 2023). Selain itu, integrasi

sensor/*biofeedback real-time* berpotensi membantu penentuan dosis latihan yang bertahap (*dose titration*) dan personalisasi program di dunia nyata, terutama ketika dikombinasikan dengan pemantauan jarak jauh dan keterlibatan pasien melalui aplikasi (Li et al., 2025; Naqvi et al., 2022)

## Simpulan

Pengembangan dan implementasi aplikasi mobile untuk edukasi pasca operasi ORIF memiliki potensi besar untuk meningkatkan status fungsional dan mencegah risiko komplikasi pada pasien. Evaluasi yang komprehensif terhadap desain aplikasi, efektivitas intervensi, kepatuhan pasien, kepuasan pengguna, analisis efektivitas biaya, serta keberlanjutan dan skalabilitas program sangat penting untuk memastikan keberhasilan dan manfaat jangka panjang dari intervensi ini.

## Referensi

- Bali, R., Sharma, P., Garg, A., & Dhillon, G. (2013). A Comprehensive Study on Maxillofacial Trauma Conducted in Yamunanagar, India. *Journal of Injury and Violence Research*, 5(2). <https://doi.org/10.5249/jivr.v5i2.331>
- Choi, S., Lee, J., Bae, K. J., Kim, D. K., Lee, Y. H., & Lee, Y. (2024). Clinical effect of rehabilitation after distal radius fracture surgery using a wearable device: A comparative prospective cohort study. *Hand Surgery and Rehabilitation*, 43(6), 101779. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2024.101779>
- Horoz, L., Çiğdem Karaçay, B., Ceylan, İ., & Fevzi Çakmak, M. (2024). Is home-based real-time video conferencing telerehabilitation as effective as conventional face-to-face rehabilitation in patients with operated for distal radius fracture? A single-blind, randomized prospective study. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70(4), 506–516. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2024.13739>
- Hoveidaei, A. H., Nakhostin-Ansari, A., Heckmann, N. D., Hosseini-Asl, S. H., Khonji, M. S., Razi, M., Mahdavian, B., Kistler, N. M., & Aiyer, A. A. (2024). Increasing Burden of Lower-Extremity Fractures in the Middle East and North Africa (MENA). *The Journal of Bone and Joint Surgery (American)*, 106(5), 414–424. <https://doi.org/10.2106/jbjs.23.00489>
- Kasnakova, P., Mihaylova, A., Djurdjev, B., & Tornyova, B. (2022). Randomized controlled trial of multidisciplinary rehabilitation therapy using mobile applications in cases of ankle fractures. *European Journal of Translational Myology*, 32(2). <https://doi.org/10.4081/ejtm.2022.10471>
- Kombate, N. K., Walla, A., Akloa, K., Amakoutou, K., Bakriga, B., Ayoub, G., Dellanh, Y. Y., Abalo, A., & Dossim, A. (2017). Epidemiology of Open Limb Fractures in a Country With Low-Income. *Open Journal of Orthopedics*, 07(11), 356–361. <https://doi.org/10.4236/ojo.2017.711036>
- Li, L., Liu, X., & Zhang, L. (2025). Real-time biofeedback monitoring rehabilitation of distal radius fracture. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 22(1), 211. <https://doi.org/10.1186/s12984-025-01746-1>
- Marni, H., Djanas, D., & Bachtiar, H. (2020). Pengaruh Pemberian Antibiotik Profilaksis Sefazolin, Seftriakson Dan Antibiotik Seftriakson Sebelum Dan Sesudah Operasi Terhadap Infeksi Luka Pasca Operasi. *Journal Obgin Emas*, 4(1), 112–124. <https://doi.org/10.25077/aoj.4.1.112-124.2020>
- Matera, G., Boonyasirikool, C., Saggini, R., Pozzi, A., & Pegoli, L. (2016). The New Smartphone Application for Wrist Rehabilitation. *The Journal of Hand Surgery (Asian-Pacific Volume)*, 21(01), 2–7. <https://doi.org/10.1142/S2424835516400014>
- Mohammed, Y. (2023). A Double Cerclage and Tension Band Wiring Technique Fixation for Comminuted Patellar Fractures. *Kirkuk Journal of Medical Sciences*, 11(1), 131–140. <https://doi.org/10.32894/kjms.2023.137538.1052>
- Naeemabadi, Mr., Fazlali, H., Najafi, S., Dinesen, B., & Hansen, J. (2020). Telerehabilitation for Patients With Knee Osteoarthritis: A Focused Review of Technologies and Teleservices. *JMIR Biomedical Engineering*, 5(1), e16991. <https://doi.org/10.2196/16991>
- Naqvi, W. M., Qureshi, M. I., Nimbalkar, G., & Umate, L. (2022). Gamification for Distal Radius Fracture Rehabilitation: A Randomized Controlled Pilot Study. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.29333>

- Nicol, G., Sanders, E. B., Kim, P. R., Beaulé, P. E., Gofton, W., & Grammatopoulos, G. (2021). Outcomes of Total Hip Arthroplasty After Acetabular Open Reduction and Internal Fixation in the Elderly—Acute vs Delayed Total Hip Arthroplasty. *The Journal of Arthroplasty*, 36(2), 605–611. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2020.08.022>
- Pech-Arguóelles, R. C., Miranda-Ortiz, Y. J., Velázquez-Hernández, H. E., Domínguez-Cordero, R., Ruiz-Pacheco, C., Figueroa-García, J., & Rojano-Mejía, D. (2024). Programa de telerrehabilitación en pacientes con fractura de radio distal: ensayo clínico controlado. *Cirugía y Cirujanos*, 92(1). <https://doi.org/10.24875/CIRU.22000328>
- Pedersen, M. E., DaCambra, M. P., Jibri, Z., Dhillon, S., Jen, H., & Jomha, N. M. (2015). Acute Osteochondral Fractures in the Lower Extremities - Approach to Identification and Treatment. *The Open Orthopaedics Journal*, 9(1), 463–474. <https://doi.org/10.2174/1874325001509010463>
- Ramadhani, R. P., Romadhona, N., Djojogugito, M. A., Hadiati, D. E., & Rukanta, D. (2019). Hubungan Jenis Kecelakaan Dengan Tipe Fraktur Pada Fraktur Tulang Panjang Ekstremitas Bawah. *Jurnal Integrasi Kesehatan & Sains*, 1(1), 32–35. <https://doi.org/10.29313/jiks.v1i1.4317>
- Suero-Pineda, A., Oliva-Pascual-Vaca, Á., Durán, M. R.-P., Sánchez-Laulhé, P. R., García-Frasquet, M. Á., & Blanquero, J. (2023). Effectiveness of a Telerehabilitation Evidence-Based Tablet App for Rehabilitation in Traumatic Bone and Soft Tissue Injuries of the Hand, Wrist, and Fingers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 104(6), 932–941. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2023.01.016>
- Thio, K. Y. W., & Dwimartutie, N. (2022). Vitamin D Dan Kalsium Untuk Pencegahan Fraktur Pada Usia Lanjut. *Cermin Dunia Kedokteran*, 49(7), 389. <https://doi.org/10.55175/cdk.v49i7.1937>
- Wu, J., Chen, Y., Zhu, Y., Wu, X., Ren, P., & Cao, F. (2023). Clinical Efficacy of Internal Fixation With Locking Compression Plates in the Treatment of Patients With Extremity Fractures and the Effect on the Recovery of Limb Function. *Medicine*, 102(48), e35884. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000035884>
- Yuliana, Y., Silitonga, Y. A. M., & Wahyuni, A. (2022). *Manajemen Nyeri Pasca Operasi: Tinjauan Pustaka*. 2(2), 27–37. <https://doi.org/10.36911/nutrient.v2i2.1352>
- Zha, Q., Xu, Z., Cai, X., Zhang, G., & Shen, X. (2023). Wearable rehabilitation wristband for distal radius fractures. *Frontiers in Neuroscience*, 17. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1238176>