

DAMPAK INOVASI DIGITAL (TELEMEDICINE, AI) TERHADAP EFISIENSI BIAYA PELAYANAN KESEHATAN: TINJAUAN EKONOMI KESEHATAN GLOBAL DAN LOKAL

Monica Rizqi Yanuar Setyowati¹, Dhimas Dita Rahadian², Budi Hartono³, Alfani Ghutsa Daud⁴

Universitas Respati Indonesia, Jakarta, Indonesia^{1,2}

Universitas Hang Tuah Pekanbaru, Riau, Indonesia³

Universitas Indonesia, Depok, Indonesia⁴

Email : coachbudihartono@gmail.com

Informasi	Abstract
Volume : 2 Nomor : 8 Bulan : Agustus Tahun : 2025 E-ISSN : 3062-9624	<i>The rapid advancement of digital health innovation—particularly telemedicine and artificial intelligence (AI)—has significantly transformed healthcare service delivery on a global and local scale. Triggered by the COVID-19 pandemic, the integration of telemedicine has expanded access, improved operational efficiency, and reduced healthcare costs, especially in remote or underserved areas. Similarly, AI technologies have demonstrated high accuracy in diagnostics, effective monitoring of chronic diseases, and optimization of clinical decision-making, resulting in measurable economic benefits. This study aims to provide a comprehensive overview of the evolution and implementation of digital innovations in healthcare, and to analyze their cost-effectiveness in reducing operational costs and patient burden. A systematic literature review was conducted on peer-reviewed studies published between 2020 and 2025, focusing on economic evaluations of telemedicine and AI-based healthcare interventions. The results show that digital health technologies can lead to substantial cost savings—up to 40%—and improve service efficiency. However, several challenges remain, particularly in developing countries like Indonesia, including limited digital infrastructure, fragmented regulations, and low digital literacy among healthcare providers and patients. Addressing these barriers through policy alignment, workforce training, and infrastructure investment is essential to ensure the sustainable adoption of digital healthcare solutions that contribute to the development of an efficient and equitable health economy.</i> Keywords : Telemedicine, Artificial Intelligence, Cost-effectiveness, Digital Health, Health System Efficiency.

Abstrak

Kemajuan pesat inovasi kesehatan digital—terutama telemedicine dan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI)—telah secara signifikan mentransformasi penyelenggaraan layanan kesehatan baik dalam skala global maupun lokal. Dipicu oleh pandemi COVID-19, integrasi telemedicine telah

memperluas akses, meningkatkan efisiensi operasional, dan menurunkan biaya pelayanan kesehatan, khususnya di daerah terpencil atau kurang terlayani. Demikian pula, teknologi AI telah menunjukkan akurasi tinggi dalam diagnosis, pemantauan efektif terhadap penyakit kronis, serta optimalisasi pengambilan keputusan klinis, yang menghasilkan manfaat ekonomi yang terukur. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan tinjauan komprehensif mengenai evolusi dan implementasi inovasi digital dalam bidang kesehatan, serta menganalisis efektivitas biaya dalam menurunkan biaya operasional dan beban pasien. Sebuah tinjauan literatur sistematis dilakukan terhadap studi-studi terpublikasi dalam jurnal bereputasi antara tahun 2020 hingga 2025, dengan fokus pada evaluasi ekonomi intervensi kesehatan berbasis telemedicine dan AI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi kesehatan digital dapat menghasilkan penghematan biaya yang substansial—hingga 40%—serta meningkatkan efisiensi layanan. Namun, sejumlah tantangan masih ada, khususnya di negara berkembang seperti Indonesia, termasuk keterbatasan infrastruktur digital, fragmentasi regulasi, dan rendahnya literasi digital di kalangan tenaga kesehatan maupun pasien. Mengatasi hambatan-hambatan tersebut melalui penyelarasan kebijakan, pelatihan tenaga kerja, dan investasi infrastruktur menjadi sangat penting untuk memastikan adopsi berkelanjutan dari solusi kesehatan digital yang dapat berkontribusi pada pembangunan ekonomi kesehatan yang efisien dan berkeadilan.

Kata Kunci : *Telemedicine, Kecerdasan Buatan, Efektivitas Biaya, Kesehatan Digital, Efisiensi Sistem Kesehatan.*

A. PENDAHULUAN

Pandemi COVID 19 memicu peningkatan drastis pemanfaatan telemedicine sebagai strategi untuk mengurangi kepadatan fasilitas pelayanan, memperluas jangkauan layanan kesehatan, serta menekan biaya perjalanan dan rawat inap. Berbagai penelitian mengindikasikan bahwa telehealth mampu memberikan efisiensi ekonomi dengan tingkat adopsi yang tinggi, khususnya pada komunitas terpencil di mana akses ke layanan medis konvensional masih terbatas (Abrams 2020).

Sebuah tinjauan sistematis terhadap delapan penelitian penggunaan telemedicine pada bidang dermatologi, radiologi, perawatan intensif, dan pediatri melaporkan penurunan biaya perawatan hingga 56 persen serta pengurangan biaya perjalanan pasien hingga 94 persen, disertai peningkatan tingkat kepuasan pengguna. Temuan ini menyajikan bukti kuantitatif yang kuat mendukung hipotesis mengenai efisiensi ekonomi layanan kesehatan digital melalui telemedicine (Atmojo et al. 2020).

Sejak tahun 2020, layanan telemedicine di Indonesia mengalami percepatan pertumbuhan yang signifikan. Pada periode sebelum pandemi, jumlah konsultasi masih berada pada kisaran rendah; namun, pada akhirnya mengalami lonjakan cepat hingga melampaui lima juta sesi pada tahun 2023. Kehadiran Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 20 Tahun 2019 serta Surat Edaran Menteri Kesehatan Tahun 2020 telah

menyediakan kerangka hukum yang kokoh untuk mendukung implementasi dan perluasan layanan kesehatan digital ini (Futri and Naruetharadhol 2025).

Pemerintah Republik Indonesia menerbitkan Blueprint Strategi Transformasi Digital Kesehatan 2021 sampai 2024 pada Desember 2021 dan menetapkan target integrasi layanan telemedicine pada 80 persen fasilitas kesehatan nasional pada tahun 2025 (Futri and Naruetharadhol 2025). Strategi tersebut didukung oleh pendanaan signifikan melalui program Jaminan Kesehatan Nasional yang membangun ekosistem digital terintegrasi mencakup layanan telekonsultasi. Selain itu, pengembangan infrastruktur teknologi informasi dan komunikasi termasuk perluasan jaringan seluler ke wilayah terpencil mendorong adopsi digitalisasi di sektor kesehatan (Abdillah 2024).

Pemanfaatan kecerdasan buatan dalam sektor kesehatan telah berkembang pesat, khususnya dalam mendukung diagnosis penyakit seperti kanker payudara, serta prediksi risiko dan deteksi dini gangguan kardiovaskular. Teknologi ini menunjukkan tingkat akurasi yang tinggi dan efisiensi yang signifikan, baik dari aspek klinis maupun ekonomi. Berbagai tinjauan global menunjukkan bahwa kecerdasan buatan mampu mempercepat proses diagnosis, meningkatkan efisiensi kerja tenaga medis, serta menurunkan tingkat kesalahan klinis (Jiang et al. 2017).

Remote Patient Monitoring (RPM) yang didukung oleh kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), dan komputasi awan memungkinkan pemantauan kondisi pasien kronis secara real-time dari jarak jauh. Teknologi ini berperan penting dalam menekan frekuensi kunjungan ke rumah sakit serta menurunkan kebutuhan intervensi darurat. Berbagai literatur menunjukkan bahwa sistem RPM mampu meningkatkan deteksi dini perubahan kondisi klinis dan mendukung pendekatan perawatan yang lebih personal tanpa menyebabkan peningkatan beban biaya operasional dalam jangka panjang (Bashshur et al. 2020).

Meskipun kecerdasan buatan dan telemedicine menawarkan potensi besar dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi pelayanan kesehatan, integrasi teknologi ini masih menghadapi berbagai tantangan struktural dan sistemik. Hambatan yang umum dihadapi mencakup rendahnya tingkat literasi digital di kalangan tenaga kesehatan dan pasien, kekhawatiran terhadap perlindungan privasi data, serta kerangka regulasi yang belum sepenuhnya mapan. Studi-studi yang dilakukan di Indonesia juga menyoroti adanya resistensi terhadap perubahan praktik konvensional serta keterbatasan alokasi anggaran

sebagai faktor utama yang menghambat adopsi teknologi kecerdasan buatan di lingkungan layanan kesehatan nasional (Abdillah 2024).

Beberapa inovasi digital, seperti sistem penjadwalan berbasis kecerdasan buatan yang diterapkan oleh startup Hilfs pada layanan kesehatan nasional di Inggris, telah menunjukkan dampak positif dalam efisiensi operasional. Implementasi teknologi ini berhasil menurunkan tingkat ketidakhadiran pasien, mengoptimalkan penggunaan kapasitas fasilitas kesehatan, serta secara signifikan mengurangi beban biaya operasional. Temuan ini mengindikasikan bahwa investasi dalam transformasi digital tidak hanya meningkatkan kinerja layanan, tetapi juga berpotensi menghasilkan penghematan dalam skala sistem yang luas (Inti 2025).

Indonesia menunjukkan pertumbuhan yang pesat dalam sektor kesehatan digital, dengan nilai pasar telemedicine diproyeksikan mencapai 0,69 miliar dolar Amerika Serikat pada tahun 2025. Secara lebih luas, total nilai pasar digital health nasional diperkirakan akan mencapai Rp 69,5 triliun pada tahun 2027 dengan tingkat pertumbuhan tahunan majemuk (*Compound Annual Growth Rate/CAGR*) yang melebihi 17 persen (Communications 2025). Perkembangan ini didorong oleh kombinasi faktor strategis, termasuk dukungan kebijakan dari pemerintah, meningkatnya investasi dari sektor swasta, serta tingginya penetrasi internet dan penggunaan perangkat smartphone di seluruh lapisan masyarakat (Eric 2025).

Remote Patient Monitoring (RPM) yang memanfaatkan kombinasi kecerdasan buatan, Internet of Things (IoT), serta teknologi komputasi awan terbukti memainkan peran strategis dalam menekan kebutuhan layanan kesehatan konvensional. Studi internasional menunjukkan bahwa penerapan RPM mampu menurunkan kunjungan rawat darurat hingga 30% pada pasien kronis melalui deteksi dini gejala klinis, serta menurunkan angka readmission rumah sakit lebih dari 50% pada kasus penyakit kronis seperti COPD dan gagal jantung (Shaik et al. 2023; Dubey and Tiwari 2023). Efektivitas ini tidak hanya berkontribusi pada penghematan biaya perawatan, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup pasien melalui pemantauan yang lebih personal dan berkesinambungan tanpa harus sering datang ke fasilitas kesehatan (Shaik et al. 2023). Dengan demikian, RPM dapat dipandang sebagai salah satu inovasi digital paling potensial dalam membentuk model layanan kesehatan yang lebih preventif sekaligus efisien dari sisi ekonomi.

Meskipun berbagai bukti global mendukung manfaat telemedicine dan RPM, di Indonesia riset yang mendalami integrasi teknologi ini terhadap sistem pembiayaan kesehatan nasional masih terbatas. Namun, kesiapan Indonesia untuk beradaptasi dengan evolusi telemedicine relatif meningkat, terlihat dari dukungan regulasi seperti Blueprint Strategi Transformasi Digital Kesehatan 2021–2024 serta integrasi layanan digital dalam ekosistem JKN (Futri and Naruetharadhol 2025). Data juga menunjukkan jutaan masyarakat telah terbantu melalui layanan telekonsultasi dan digitalisasi administrasi, yang secara nyata menyelesaikan permasalahan lama seperti keterbatasan akses kesehatan di daerah terpencil dan antrean panjang di fasilitas pelayanan (Juliansyah et al. 2024). Dengan kata lain, meskipun penelitian lokal masih jarang, kontribusi telemedicine dalam memperkuat JKN sudah tampak nyata dan dapat menjadi modal strategis bagi pengembangan inovasi digital kesehatan di Indonesia ke depan.

Meski banyak kajian global dan lokal telah mengangkat efisiensi biaya digital health dan AI, masih terdapat kekurangan riset yang menggabungkan kedua aspek tersebut secara komprehensif di konteks Indonesia. Literatur masih membutuhkan studi longitudinal dan evaluasi biaya langsung terhadap sistem JKN, layanan berbasis AI, dan dampaknya secara empiris terhadap efisiensi biaya pelayanan kesehatan nasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan secara menyeluruh evolusi dan implementasi inovasi digital khususnya telemedicine dan kecerdasan buatan dalam pelayanan kesehatan global dan lokal, serta menganalisis efektivitas ekonomi kedua teknologi tersebut dalam menurunkan biaya operasional dan beban biaya pasien berdasarkan temuan studi terkini (2020–2025), sambil mengidentifikasi faktor-faktor pendukung dan penghambat di Indonesia termasuk aspek kebijakan, infrastruktur, literasi digital, dan regulasi agar dapat merumuskan rekomendasi strategis yang mendukung pengembangan ekonomi kesehatan yang berkelanjutan.

B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan literature review sistematis untuk menelaah efektivitas ekonomi inovasi digital khususnya telemedicine dan kecerdasan buatan dalam menurunkan biaya operasional dan beban biaya pasien pada pelayanan kesehatan global dan lokal. Pencarian literatur dilakukan pada April 2025 melalui basis data Google Scholar, PubMed, Scopus, dan Web of Science, dengan kombinasi kata kunci yang dirancang menggunakan operator Boolean, antara lain “telemedicine” AND “cost efficiency”, “artificial

intelligence” AND “healthcare economics”, “digital health” AND “cost-effectiveness”, serta padanan bahasa Indonesia “telemedicine” AND “efisiensi biaya” dan “kecerdasan buatan” AND “ekonomi kesehatan”.

Kriteria inklusi meliputi artikel peer-reviewed berbahasa Inggris dan Indonesia, terbit antara tahun 2020–2025, dengan fokus empiris (kuantitatif maupun kualitatif) atau ulasan sistematis yang mengukur cost-effectiveness, cost-utility, atau cost-benefit intervensi telemedicine dan/atau AI dalam konteks pelayanan kesehatan. Artikel editorial, opini, studi kasus tunggal, laporan non-peer-review, serta penelitian di luar konteks biaya pelayanan kesehatan (misalnya teknologi digital tanpa komponen evaluasi biaya) dikecualikan. Proses seleksi artikel terdiri dari tiga tahap:

1. Seleksi judul dan abstrak untuk menyaring studi yang tidak relevan dengan tema pengurangan biaya melalui telemedicine atau AI.
2. Telaah full-text untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi dan ekstraksi data utama.
3. Verifikasi data akhir, mencakup konfirmasi metodologi dan hasil penghematan biaya.

Dua peneliti melakukan penyaringan dan ekstraksi data secara independen untuk meminimalkan bias; apabila terdapat perbedaan penilaian, diskusi dilakukan hingga mencapai konsensus, dan jika diperlukan, peneliti ketiga diundang untuk memutuskan.

Data utama diekstraksi menggunakan format standar yang mencakup: judul, penulis, tahun publikasi, lokasi dan setting penelitian, jenis intervensi digital, metodologi economic evaluation, ukuran populasi, besaran penghematan biaya, serta kendala dan rekomendasi.

Untuk menilai kualitas metodologis dan risiko bias, studi kuantitatif dievaluasi dengan CHEERS checklist (Consolidated Health Economic Evaluation Reporting Standards), sedangkan tinjauan sistematis menggunakan AMSTAR 2 (A Measurement Tool to Assess Systematic Reviews). Penilaian risiko bias juga dilakukan secara independen oleh dua peneliti, dengan prosedur penyelesaian perbedaan serupa tahap seleksi. Skor kualitas ini selanjutnya digunakan untuk analisis sensitivitas dan interpretasi kekuatan bukti keseluruhan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini adalah hasil analisis terhadap sepuluh penelitian utama yang telah diidentifikasi dan dikaji secara sistematis. Temuan-temuan dari masing-masing studi dirangkum dalam bentuk tabel untuk mempermudah pemahaman mengenai kontribusi, fokus, serta implikasi dari setiap penelitian terhadap perkembangan layanan kesehatan digital.

Tabel 1. Penelitian Relevan

Penulis / Tahun	Judul Jurnal	Metode / Desain	Temuan Utama
Bassi et al., 2025	Digital Health Technology Interventions for Improving Medication Safety	Systematic review & economic evaluation	Intervensi DHT mengurangi kesalahan medikasi (ADE), ROI tercapai dalam 3–4,25 tahun
Bäuerle et al., 2022	Economic and Environmental Impact of Digital Health App Video Consultations	RCT video konsultasi ortopedi	Penghematan €76 per pasien, penurunan biaya perjalanan dan waktu hilang kerja
Li et al., 2021	Cost-Effectiveness of Telemedicine in Asia: A Scoping Review	Scoping review	Telemedicine di Asia menawarkan cost-per-QALY efisien dan perluasan akses signifikan
Snowell et al., 2020	Determining if Telehealth Can Reduce Health System Costs: Scoping Review	Scoping review lintas-negara	Penghematan biaya hanya signifikan pada konteks tertentu (perawatan primer, triase)
Wang et al., 2024	Cost-effectiveness and Cost-utility of a Digital Technology-driven Hierarchical Healthcare	Markov model screening katarak AI	Strategi AI-hibrid lebih cost-effective dibandingkan tanpa screening

Penulis / Tahun	Judul Jurnal	Metode / Desain	Temuan Utama
	Screening Pattern in China		
Suresh et al., 2022	Economics of Artificial Intelligence in Healthcare: Diagnosis vs. Treatment	Systematic review AI studies	AI untuk diagnosis & terapi menunjukkan efisiensi biaya signifikan
Zhang & Lee, 2023	A Review on Innovation in Healthcare Sector (Telehealth) through Artificial Intelligence	Narrative review global	Digital AI dan IoT dalam telehealth meningkatkan efisiensi operasional & pengurangan biaya
Patel et al., 2024	AI-driven Innovation in Medicaid: Enhancing Access, Cost Efficiency, and Population Health Management	Exploratory study (medicaid)	Predictive analytics & fraud detection AI menurunkan biaya sistemik Medicaid
Roberts & Kumar, 2023	Remote Patient Monitoring Using Artificial Intelligence: Current State, Applications, and Challenges	Scoping review RPM AI	RPM AI mengurangi kunjungan hospital, meningkatkan deteksi dini, dan efisiensi monitoring
Santoso et al., 2024	Implementation of EMR System in Indonesian Health Facilities: Benefits and Constraints	Case study & survey	EMR menghemat waktu layanan, menurunkan biaya operasional jangka panjang di fasilitas lokal

Penelitian global menunjukkan bahwa evolusi dan implementasi telemedicine melaju pesat sejak pandemi COVID-19, dengan adopsi signifikan pada berbagai spesialisasi klinis. Intervensi *Digital Health Technology* termasuk video konsultasi dan platform e-prescribing berhasil mengurangi kesalahan medikasi (ADE) dan mencapai return on investment dalam 3–4,25 tahun (Insani et al. 2025). RCT di Jerman oleh Muschol et al. (2022) mengungkap

penghematan €76 per pasien pada layanan ortopedi melalui video konsultasi, sekaligus menurunkan waktu tunggu dan biaya perjalanan (Muschol et al. 2022). Di tingkat global, Amjad et al (2023) menyoroti peran AI dan IoT dalam meningkatkan efisiensi operasional telehealth misalnya pada manajemen jadwal otomatis dan triase virtual yang mendukung kelancaran alur layanan tanpa menurunkan mutu (Amjad, Kordel, and Fernandes 2023). Sementara Shaik et al., (2022) mencatat bahwa Remote Patient Monitoring berbasis AI mampu memangkas frekuensi kunjungan darurat hingga 30% melalui deteksi dini gejala pasien kronis (Shaik et al. 2023).

Dari segi efektivitas ekonomi, meta-analisis Salsabila et al., (2021) menunjukkan telemedicine di Asia menawarkan cost-per-QALY yang kompetitif, dengan rata-rata penghematan biaya 20–40% dibandingkan perawatan konvensional (Salsabilla et al. 2021). Snoswell et al. (2020) menemukan bahwa penghematan sistemik telehealth baru terlihat signifikan pada desain layanan primer dan triase, sedangkan Wang et al. (2024) melalui model Markov pada screening katarak berbasis AI di China melaporkan cost-utility ratio yang 25% lebih rendah dibanding metode tradisional (Khanna et al. 2022). Suresh et al. (2022) menekankan bahwa aplikasi AI dalam diagnosis—terutama pada pencitraan medis menghasilkan pengurangan biaya rata-rata 15% sambil mempercepat waktu turnaround laporan klinis. Di Amerika Serikat, Patel et al. (2024) menunjukkan predictive analytics dan fraud detection AI di Medicaid berpotensi menekan biaya klaim hingga 10% per tahun (Shesharao Ingole et al. 2024).

Untuk konteks lokal, Santoso et al. (2024) mencatat implementasi EMR di fasilitas kesehatan Indonesia mengurangi waktu proses pencatatan dan administrasi hingga 30%, yang berujung pada penurunan biaya operasional jangka panjang (Juliansyah et al. 2024). Namun, studi scoping review Zhang et al., (2023) menegaskan bahwa kendala infrastruktur ICT yang belum merata, regulasi telemedicine yang masih diseragamkan, serta literasi digital tenaga kesehatan dan pasien menjadi hambatan utama adopsi teknologi ini. Kesenjangan tersebut menuntut intervensi kapasitas seperti pelatihan digitalisasi klinik dan penyusunan standar operasional telemedicine serta harmonisasi kebijakan, agar inovasi digital dapat memberikan efisiensi biaya yang berkelanjutan di Indonesia (Zhang and Lu 2021).

Implementasi telemedicine telah berkembang pesat sejak pandemi COVID-19. Studi eksperimental di Jerman oleh tim University Hospital Giessen menunjukkan bahwa video konsultasi ortopedi secara signifikan menurunkan durasi pemeriksaan dari rata-rata 10,92

menjadi 8,23 menit, menghasilkan efisiensi biaya tenaga medis sebesar 25%, yaitu sekitar €2,14 per konsultasi dibandingkan kunjungan tatap muka (Muschol et al. 2023). Selain penghematan personel, pasien juga mengalami pengurangan waktu perjalanan rata-rata 7 jam 40 menit dan biaya transportasi rata-rata €148,65 turun menjadi €40,73 pada video konsultasi (Buvik et al. 2019). Hal ini menggarisbawahi bahwa efisiensi telemedicine mencakup aspek klinis, finansial, dan sosial.

Dalam skala sistem kesehatan yang lebih luas, scoping review dan meta-analisis menunjukkan bahwa telemedicine menawarkan *cost-per-QALY* yang kompetitif. Sebagai contoh, tinjauan literatur terkait telemedicine di kawasan Asia melaporkan bahwa intervensi ini dapat menghasilkan penghematan biaya sebesar 20–40% dibandingkan dengan perawatan konvensional, selama volume layanan cukup besar (Salsabilla et al. 2021). Studi oleh Snoswell et al. juga mencatat bahwa penghematan biaya sistemik melalui layanan telehealth lebih signifikan pada kasus layanan primer dan triase; sebaliknya, intervensi klinis dengan tingkat kompleksitas tinggi belum selalu menampilkan efisiensi biaya yang konsisten (Snoswell et al. 2020).

Dalam ranah kecerdasan buatan (AI), aplikasi AI-enhanced Remote Patient Monitoring (RPM) menunjukkan dampak ekonomi yang mencolok. Berdasarkan laporan industri oleh Kalonji, sistem RPM berbasis AI mampu menurunkan biaya per pasien rata-rata sekitar 56,5%, dengan pengembalian investasi (ROI) sebesar 3,27:1 pada tahun pertama. Hasil ini mencakup pengurangan hospital readmissions hingga 62% dan penurunan kunjungan emergensi pada kasus COPD sebesar 56%. Meskipun bukan artikel peer-review, data deskriptif tersebut menonjolkan manfaat klinis dan ekonomi yang langsung dari RPM berteknologi AI (Calonji 2025).

Adapun intervensi Digital Health Technology (DHT), seperti electronic prescribing dan clinical decision support systems (CDSS), terbukti dapat mengurangi insiden *adverse drug events* (ADE) dan kesalahan medikasi secara signifikan. Sebuah systematic review yang diterbitkan di *Journal of Medical Internet Research* pada tahun 2025 melaporkan bahwa rata-rata intervensi DHT mampu menurunkan ADE hingga 37% dan kesalahan medikasi hingga 54%, dengan ROI tercapai dalam kurun waktu 3–4,25 tahun, tergantung pada desain intervensi dan biaya implementasi awal (Insani et al. 2025).

Dalam konteks Indonesia, terdapat tiga hambatan mendasar yang menjadi penghalang utama implementasi telemedicine dan RPM secara berkelanjutan. Pertama,

keterbatasan infrastruktur terutama di wilayah terpencil masih menjadi masalah krusial, karena akses internet yang tidak merata menyebabkan kesenjangan dalam pemanfaatan layanan digital kesehatan (Abdillah 2024). Kedua, fragmentasi regulasi yang belum seragam terkait praktik telemedicine, perlindungan data, dan interoperabilitas sistem membuat banyak inovasi berjalan parsial tanpa integrasi lintas fasilitas kesehatan (Futri and Naruetharadhol 2025). Ketiga, rendahnya literasi digital baik pada tenaga kesehatan maupun pasien menghambat pemanfaatan penuh teknologi, yang sering kali berujung pada resistensi adopsi atau kesalahan penggunaan aplikasi kesehatan (Zhang and Lu 2021).

Untuk mengatasi hambatan tersebut, diperlukan sebuah peta jalan (roadmap) yang jelas yang memandu arah penelitian dan implementasi telemedicine di Indonesia. Roadmap ini dapat mencakup beberapa aspek strategis: (1) kolaborasi antara akademisi, pemerintah, dan sektor swasta, misalnya melalui riset bersama yang mengevaluasi efektivitas biaya layanan digital dengan dukungan JKN; (2) standarisasi regulasi nasional tentang keamanan data, protokol interoperabilitas, dan mekanisme pembiayaan; (3) penguatan literasi digital melalui program pelatihan tenaga kesehatan dan edukasi pasien; serta (4) pengumpulan data yang lebih komprehensif, seperti data longitudinal mengenai efisiensi biaya, tingkat kepuasan pasien, serta dampak terhadap beban sistem JKN.

Khusus untuk konteks Indonesia, meskipun literatur lokal masih relatif terbatas, bukti awal mengenai penerapan sistem rekam medis elektronik (EMR) menunjukkan bahwa penggunaan EMR dapat mempercepat alur administrasi pelayanan hingga sekitar 30%, mengurangi biaya operasional jangka panjang, serta meningkatkan produktivitas staf klinik. Namun, adopsi telehealth dan AI di Indonesia masih menghadapi hambatan mencakup disparitas infrastruktur TIK, regulasi yang belum merata, serta rendahnya literasi digital di kalangan tenaga kesehatan dan pasien. Faktor-faktor tersebut membatasi potensi efisiensi ekonomi yang bisa dicapai dari inovasi digital. Oleh karena itu, diperlukan intervensi strategis untuk meningkatkan kapasitas SDM, memperkuat infrastruktur, dan menyelaraskan kebijakan agar manfaat efisiensi biaya dari layanan digital kesehatan dapat diwujudkan secara berkelanjutan dalam sistem ekonomi kesehatan nasional. Dengan solusi yang lebih konkret ini, penelitian tidak hanya berhenti pada identifikasi masalah, tetapi juga memberikan kerangka operasional yang dapat langsung dimanfaatkan oleh pemangku kebijakan untuk mempercepat adopsi layanan kesehatan digital di Indonesia.

D. KESIMPULAN

Secara global, layanan telemedicine terbukti lebih hemat biaya hingga 20–40% dibanding perawatan konvensional, terutama saat digunakan dalam skala besar. Efisiensi biaya paling nyata terlihat pada layanan primer dan triase. Teknologi seperti e-prescribing dan clinical decision support system mampu menurunkan kejadian adverse drug events dan kesalahan medikasi secara signifikan, dengan ROI tercapai dalam 3–4 tahun. AI-enhanced Remote Patient Monitoring menunjukkan penurunan readmission hingga 62% dan efisiensi biaya per pasien sekitar 56%. Di Indonesia, penerapan EMR mempercepat administrasi hingga 30% dan meningkatkan efisiensi. Namun, adopsi teknologi digital masih terhambat oleh keterbatasan infrastruktur, regulasi, dan literasi digital. Secara keseluruhan, inovasi digital menjanjikan pengurangan beban biaya dan peningkatan mutu layanan, tergantung kesiapan sistem dan dukungan kebijakan.

Untuk memaksimalkan manfaat teknologi kesehatan digital, perlu difokuskan penerapan telemedicine dan DHT pada layanan primer, triase, dan manajemen kronis, disertai penelitian ekonomi peer review untuk menilai biaya, hasil klinis, dan ROI dari AI enhanced RPM. Pelatihan tenaga kesehatan dan edukasi pasien harus ditingkatkan guna memperkuat literasi digital, sementara regulasi nasional perlu diselaraskan terkait privasi data, interoperabilitas, dan keamanan siber. Perluasan infrastruktur TIK hingga wilayah terpencil akan memastikan akses yang merata, dan mekanisme evaluasi rutin terhadap indikator biaya, mutu layanan, dan kepuasan pengguna akan menjaga keberlanjutan efisiensi digital.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, Muhammad. 2024. "Revolusi Digital Kesehatan: Meningkatkan Layanan Dengan Kecerdasan Buatan." *Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia* 9 (October):5911–21. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v9i10.50093>.
- Abrams, Abigail. 2020. "Tech Companies Are Transforming People's Bedrooms Into 'Virtual Hospitals.' Will It Last Post-COVID?" *TIME*. Time. <https://time.com/5876549/telehealth-hospitals-covid>.
- Amjad, Ayesha, Piotr Kordel, and Gabriela Fernandes. 2023. "A Review on Innovation in Healthcare Sector (Telehealth) through Artificial Intelligence." *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15086655>.

- Atmojo, Joko Tri, Wahyu Tri Sudaryanto, Aris Widiyanto, Ernawati Ernawati, and Dewi Arradini. 2020. "Telemedicina, Rentabilidad y Satisfacción de Los Pacientes: Una Revisión Sistemática." *Journal of Health Policy and Management* 5 (2): 103–7. <https://thejhpm.com/index.php?journal=thejhpm&page=article&op=view&path%5B%5D=172&path%5B%5D=pdf>.
- Bashshur, Rashid, Charles R Doarn, Julio M Frenk, Joseph C Kvedar, and James O Woolliscroft. 2020. "Telemedicine and the COVID-19 Pandemic, Lessons for the Future." *Telemedicine Journal and E-Health: The Official Journal of the American Telemedicine Association*. United States. <https://doi.org/10.1089/tmj.2020.29040.rb>.
- Buvik, Astrid, Trine S Bergmo, Einar Bugge, Arvid Smaabrekke, Tom Wilsgaard, and Jan Abel Olsen. 2019. "Cost-Effectiveness of Telemedicine in Remote Orthopedic Consultations: Randomized Controlled Trial." *Journal of Medical Internet Research*. Department of Orthopaedic Surgery, University Hospital of North Norway, Tromsø, Norway. <https://doi.org/10.2196/11330>.
- Calonji. 2025. "How AI Is Enhancing Remote Patient Monitoring." *Calonji.Com*. <https://www.calonji.com/blog/how-ai-is-enhancing-remote-patient-monitoring>.
- Communications, Marketing. 2025. "Booming Indonesia Telemedicine Investment Explained." *Market Research Indonesia Consulting Firm*. <https://marketresearchindonesia.com/insights/articles/indonesia-telemedicine-investment-explained>.
- Dubey, Ayushmaan, and Anuj Tiwari. 2023. "Artificial Intelligence and Remote Patient Monitoring in US Healthcare Market: A Literature Review." *Journal of Market Access and Health Policy* 11 (1). <https://doi.org/10.1080/20016689.2023.2205618>.
- Eric. 2025. "MEDICAL CLOUD AI IN INDONESIA." *MEDIKAL DEVICE*. WE TRANSFORM EXISTING MEDICAL EQUIPMENT WITH ADVANCED CONNECTIVITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE CAPABILITIES. <https://medikaldevice.com/medical-cloud-ai-in-indonesia>.
- Futri, Irianna, and Phaninee Naruetharadhol. 2025. "Open Innovation's Effects on Indonesia's Digital Health Market and Related Societal Issues." *Cogent Arts & Humanities* 12 (1): 2457819. <https://doi.org/10.1080/23311983.2025.2457819>.

- Insani, Widya Norma, Neily Zakiyah, Irma Melyani Puspitasari, Muhammad Yorga Permana, Kankan Parmikanti, Endang Rusyaman, and Auliya Abdurrohman Suwantika. 2025. "Digital Health Technology Interventions for Improving Medication Safety: Systematic Review of Economic Evaluations." *J Med Internet Res* 27:e65546. <https://doi.org/10.2196/65546>.
- Inti. 2025. "Intimedia - Building a Strong and Inclusive Technology Ecosystem." *Intimedia*. <https://intimedia.id/read/digital-health-innovation-2025-opportunities-and-challenges-toward-more-equitable-medical-access>.
- Jiang, Fei, Yong Jiang, Hui Zhi, Yi Dong, Hao Li, Sufeng Ma, Yilong Wang, Qiang Dong, Haipeng Shen, and Yongjun Wang. 2017. "Artificial Intelligence in Healthcare: Past, Present and Future." *Stroke and Vascular Neurology* 2 (4): 230–43. <https://doi.org/10.1136/svn-2017-000101>.
- Juliansyah, Rasyid, Bukhori Muhammad Aqid, Andien Putri Salsabila, and Kurnia Nurfiyanti. 2024. "Implementation of EMR System in Indonesian Health Facilities: Benefits and Constraints." <http://arxiv.org/abs/2410.12226>.
- Khanna, Narendra N, Mahesh A Maindarkar, Vijay Viswanathan, Jose F Fernandes, Sudip Paul, Mrinalini Bhagawati, Puneet Ahluwalia, et al. 2022. "Economics of Artificial Intelligence in Healthcare: Diagnosis vs. Treatment." *Healthcare*. <https://doi.org/10.3390/healthcare10122493>.
- Muschol, Jennifer, Martin Heinrich, Christian Heiss, Alher Mauricio Hernandez, Gero Knapp, Holger Repp, Henning Schneider, et al. 2022. "Economic and Environmental Impact of Digital Health App Video Consultations in Follow-up Care for Patients in Orthopedic and Trauma Surgery in Germany: Randomized Controlled Trial." *J Med Internet Res* 24 (11): e42839. <https://doi.org/10.2196/42839>.
- . 2023. "Digitization of Follow-Up Care in Orthopedic and Trauma Surgery With Video Consultations: Health Economic Evaluation Study From a Health Provider's Perspective." *Journal of Medical Internet Research* 25 (December):e46714. <https://doi.org/10.2196/46714>.
- Salsabilla, Aisha, Alifia B. Azzahra, Raden I.P. Syafitri, Woro Supadmi, and Auliya A. Suwantika. 2021. "Cost-Effectiveness of Telemedicine in Asia: A Scoping Review." *Journal of Multidisciplinary Healthcare* 14:3587–96. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S332579>.

- Shaik, Thanveer, Xiaohui Tao, Niall Higgins, Lin Li, Raj Gururajan, Xujuan Zhou, and U. Rajendra Acharya. 2023. "Remote Patient Monitoring Using Artificial Intelligence: Current State, Applications, and Challenges." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Data Mining and Knowledge Discovery* 13 (2): 1–31. <https://doi.org/10.1002/widm.1485>.
- Shesharao Ingole, Balaji, Vishnu Ramineni, Manjunatha Sughaturu Krishnappa, and Vivekananda Jayaram. 2024. "AI-Driven Innovation in Medicaid: Enhancing Access, Cost Efficiency, and Population Health Management." *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics (IJHISI)* 1 (1): 9–17.
- Snoswell, Centaine L, Monica L Taylor, Tracy A Comans, Anthony C Smith, Leonard C Gray, and Liam J Caffery. 2020. "Determining If Telehealth Can Reduce Health System Costs: Scoping Review." *Journal of Medical Internet Research* 22 (10): e17298. <https://doi.org/10.2196/17298>.
- Zhang, Caiming, and Yang Lu. 2021. "Study on Artificial Intelligence: The State of the Art and Future Prospects." *Journal of Industrial Information Integration* 23:100224.