



NUSANTARA INNOVATION JOURNAL

TRANSFORMASI *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* DALAM SISTEM PELAYANAN KESEHATAN PRIMER-SEKUNDER DAERAH: KAJIAN PEMODELAN VALUE ORGANISASI, SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN DAN SISTEM KESEHATAN DAERAH

Rafialdo Arifian^{1*}

¹Departemen Kebijakan dan Manajemen Kesehatan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) transformation in primary and secondary health care systems in regions presents significant potential for enhancing efficiency, accessibility, and quality of services. This study examines the strategic transformation of artificial intelligence (AI) in primary and secondary health care systems in various regions through a multidisciplinary approach that encompasses organizational values, health human resources, and regional health policies and systems. A systematic literature review method, guided by the PRISMA approach and thematic-inductive analysis, is employed to assess the impact of AI on institutional readiness, health worker capacity, and policy formulation from the district/city to provincial levels. Literature from 2018 to 2024 is analyzed using VOSviewer software to visualize the relationships between concepts and develop an integrative conceptual framework. The study's results indicate that effective AI transformation requires strategic leadership, organizational digital maturity, and a roadmap aligned with the institution's vision. In primary care (Puskesmas), AI contributes to improved early detection, supports clinical decisions, and automates administrative services. In secondary care (RSUD), AI facilitates medical imaging diagnosis, optimizes referral systems, and manages chronic diseases. Nevertheless, challenges such as limited digital infrastructure, a shortage of skilled human resources, and institutional resistance pose significant obstacles. Successful adoption necessitates leadership capable of managing change, fostering cross-sector collaboration, and formulating contextual policies. Regarding human resources, digital literacy and technology acceptance are crucial factors. Structured training tailored to local needs, ongoing education, and digital competency certification are essential for cultivating adaptive human resources. Meanwhile, policy interventions should ensure the provision of infrastructure, data interoperability, and sustainable financing schemes, including public-private partnerships. AI is more than just a technological tool; it serves as a strategic lever to create more equitable, efficient, and data-driven health services at the local level. A holistic and adaptive approach is essential for the success of this transformation.

Kata Kunci: Artificial Intelligence, Digital Health Transformation, Health Centers, Health Workers, Regional Health Systems

ABSTRAK

Transformasi Artificial Intelligence (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder daerah menawarkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, aksesibilitas, dan kualitas layanan. Studi ini mengeksplorasi transformasi strategis kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam sistem pelayanan

RIWAYAT ARTIKEL

Tanggal Masuk:
15-04-2025
Tanggal Diterima:
03-06-2025
Tersedia Online:
22-06-2025

*Korespondensi:
Rafialdo Arifin
E-mail:
rafialdoarifian2017@mail.ugm.ac.id

kesehatan primer dan sekunder di daerah melalui pendekatan multidisipliner yang mencakup nilai organisasi, sumber daya manusia kesehatan, serta kebijakan dan sistem kesehatan daerah. Kajian ini menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis berbasis pendekatan PRISMA dan analisis tematik-induktif untuk memetakan pengaruh AI terhadap kesiapan institusi, kapasitas tenaga kesehatan, dan perumusan kebijakan di tingkat kabupaten/kota hingga provinsi. Literatur dari tahun 2018 hingga 2024 dianalisis menggunakan perangkat lunak VOSviewer untuk memvisualisasikan hubungan antar konsep dan menghasilkan kerangka konseptual integratif. Hasil kajian menunjukkan bahwa transformasi AI yang berhasil memerlukan kepemimpinan strategis, kematangan digital organisasi, serta peta jalan yang sejalan dengan visi institusi. Pada layanan primer (Puskesmas), AI berperan dalam meningkatkan deteksi dini, mendukung keputusan klinis, dan mengotomatisasi layanan administratif. Di layanan sekunder (RSUD), AI mendukung diagnosis pencitraan medis, optimalisasi sistem rujukan, serta pengelolaan penyakit kronis. Namun, tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital, kurangnya SDM terampil, dan resistensi institusional menjadi hambatan utama. Adopsi efektif memerlukan kepemimpinan yang mampu mengelola perubahan, membangun kolaborasi lintas sektor, dan menyusun kebijakan kontekstual. Dari sisi sumber daya manusia, literasi digital dan penerimaan teknologi menjadi faktor kunci. Diperlukan pelatihan terstruktur berbasis kebutuhan lokal, pendidikan berkelanjutan, serta sertifikasi kompetensi digital untuk membangun SDM yang adaptif. Sementara itu, intervensi kebijakan harus memastikan ketersediaan infrastruktur, interoperabilitas data, dan skema pembiayaan berkelanjutan, termasuk kemitraan publik-swasta. AI bukan hanya alat teknologi, tetapi pengungkit strategis untuk menciptakan layanan kesehatan yang lebih adil, efisien, dan berbasis data di tingkat daerah. Pendekatan holistik dan adaptif menjadi kunci untuk keberhasilan transformasi ini.

Kata Kunci: Kecerdasan Buatan, Transformasi Kesehatan Digital, Puskesmas, Tenaga Kesehatan, Sistem Kesehatan Daerah
JEL : I11, O33, I18, M15, J24

Pendahuluan

Kesehatan merupakan salah satu pilar utama dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Sistem pelayanan kesehatan yang kuat dan efektif menjadi kunci dalam mewujudkan akses kesehatan yang merata dan berkeadilan. Pada tingkat daerah, penguatan sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder, khususnya dibawah otoritas pemerintah daerah memegang peranan penting dalam memastikan kebutuhan kesehatan masyarakat terpenuhi secara optimal (Siddiqi dkk., 2020). Pelayanan kesehatan primer dalam hal ini Puskesmas berfungsi sebagai garda terdepan dalam pencegahan, deteksi dini, dan penanganan awal berbagai penyakit (Lastri dkk., 2022). Sementara itu, pelayanan kesehatan sekunder dalam hal ini Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) menyediakan layanan rujukan yang lebih kompleks bagi kasus yang memerlukan penanganan lanjutan (Plummer & Boyle, 2017). Sinergi yang baik antara kedua level ini sangat dibutuhkan agar pelayanan kesehatan dapat berjalan secara holistik dan berkesinambungan. Penguatan sistem pelayanan kesehatan daerah menjadi krusial untuk memastikan bahwa setiap individu memperoleh layanan kesehatan yang berkualitas sesuai kebutuhan (Clifford & Zaman, 2016). Hal ini pada akhirnya akan berkontribusi pada peningkatan derajat kesehatan masyarakat secara keseluruhan.

Kondisi sektor pelayanan kesehatan di Provinsi Kalimantan Timur sebagai salah satu provinsi strategis Indonesia pada tahun 2024–2025 menunjukkan komitmen kuat pemerintah daerah dalam memperkuat sistem kesehatan. Alokasi anggaran sebesar 10% dari total APBD (sekitar Rp2,6 triliun) menjadi dasar untuk memperluas layanan kesehatan, khususnya di tingkat desa melalui optimalisasi Puskesmas. Pemerintah juga meluncurkan Program Pemeriksaan Kesehatan Gratis (PKG) yang menysasar seluruh siklus hidup masyarakat dan akan

diperluas ke lingkungan pendidikan pada tahap kedua. Namun demikian, tantangan signifikan masih dihadapi, termasuk rendahnya cakupan jaminan kesehatan (BPJS) di kalangan warga dan perlunya peningkatan fasilitas rawat inap di daerah terpencil. Infrastruktur kesehatan seperti RSUD, puskesmas, dan posyandu tersebar merata di kabupaten/kota, namun disparitas layanan masih ada. Permasalahan koordinasi lintas pemerintahan serta kebutuhan harmonisasi kebijakan antara pusat, provinsi, dan kabupaten/kota juga menjadi isu strategis. Pemerintah daerah mendorong penggunaan aplikasi digital seperti SATUSEHAT Mobile untuk meningkatkan akses dan pelaporan layanan. Transformasi digital dan kebijakan berbasis bukti menjadi penting untuk menjawab dinamika sektor kesehatan yang terus berkembang di Kalimantan Timur.

Institusi pelayanan kesehatan baik pemerintah maupun swasta sedang mengalami transformasi yang didorong oleh berbagai faktor sosial-teknis yang belum pernah terjadi sebelumnya, seperti inovasi sosial digital dan kemunculan ekosistem layanan kesehatan (Lee dkk., 2023), pengobatan yang dipersonalisasi (Hsu, 2022), resep daring berbasis NFT (Musamih dkk., 2024), serta kecerdasan buatan (AI) (Khan & Alotaibi, 2020). Perkembangan AI menjadi salah satu topik paling besar yang berhasil secara kilat mentransformasi berbagai industri dan bidang bisnis dengan dampak yang unik. Dalam layanan kesehatan, AI diharapkan memberikan dampak signifikan pada cara penyedia layanan kesehatan memberikan perawatan dan cara pasien menerimanya, serta meningkatkan akses dan kualitas sambil menekan biaya (Swan dkk., 2024). Teknologi AI berperan penting dalam sistem layanan kesehatan di masa depan untuk menghemat sumber daya, meningkatkan kualitas perawatan, dan memperkuat keamanan pasien (Hofmann dkk., 2024). Alat AI membantu para profesional kesehatan dalam menjalankan tugas-tugas krusial, seperti deteksi penyakit, perumusan rekomendasi, dan pengambilan keputusan klinis (Chatterjee dkk., 2022). Aplikasi AI secara bertahap merambah berbagai bidang, termasuk diagnosis (Jussupow dkk., 2021), pencitraan medis (Tripathi & Musiolik, 2022), kardiologi (Mahmud dkk., 2024), oftalmologi (S. Liu & Xu, 2024), ortopedi (Clement & Simpson, 2023), pemetaan genom (Kulkov, 2023), prosedur bedah (Cobianchi dkk., 2022), dan pemantauan pasien secara berkelanjutan (D. S. Liu dkk., 2022).

Meskipun memiliki potensi manfaat besar, penerapan AI dalam layanan kesehatan merupakan proses yang kompleks. Hal ini disebabkan oleh sifat sistem layanan kesehatan yang heterogen, serta tantangan dalam integrasi skala besar yang melibatkan implikasi etis, hukum, dan kepercayaan (Zahlan dkk., 2023). Adopsi teknologi juga menghadirkan tantangan terkait preferensi dan penerimaan manusia, seperti potensi konflik dengan latar belakang sosio-demografis pasien (Dicunzo dkk., 2023), keterjelasan dan interpretabilitas AI (Kannelønning, 2024), serta pentingnya mempertimbangkan berbagai perspektif, termasuk sudut pandang dokter dan pasien (Roppelt dkk., 2024). Belum lagi penerapan pada level institusi pelayanan kesehatan daerah memerlukan peninjauan hukum dan norma kebijakan daerah berbasis kondisi lokal (Tursunbayeva & Renkema, 2023). Faktanya, AI menciptakan serangkaian isu baru yang perlu diidentifikasi dan diatasi, tetapi kebijakan dan pedoman yang ada baik level nasional maupun daerah saat ini masih tertinggal.

AI berpotensi menjadi pengungkit transformasi sistem dalam layanan kesehatan yang akan menghasilkan perawatan bernilai tinggi (Lapina, 2022). Namun, penilaian terhadap nilai tersebut sebaiknya tidak hanya berfokus pada logika teknis, melainkan melalui analisis holistik dengan pendekatan ekosistem dalam transformasi layanan kesehatan (Rahman, 2024). Investigasi integratif terhadap faktor-faktor adopsi teknologi seharusnya mendukung diskusi akademis dan aksi praktisi dalam mengadopsi AI. Literatur yang ada saat ini lebih banyak berfokus pada penggunaan spesifik AI untuk tujuan medis. Hingga saat ini belum ada studi integratif yang mengumpulkan berbagai dimensi dan menyediakan kerangka kerja terbaru

untuk mendukung intervensi kebijakan serta membimbing implementasi AI institusi pelayanan kesehatan daerah masih diperlukan. Khususnya, diperlukan analisis literatur yang ada tentang desain adopsi AI dalam institusi pelayanan kesehatan daerah dengan pendekatan lintas disiplin dan multi-dimensi. Hal ini terkhusus pada bagaimana praktik AI menyentuh sisi *value* organisasi (terkhusus SOTK), sumber daya manusia dan organisasi, dan kebijakan publik serta dampak tidak langsung pada sistem kesehatan daerah. Studi ini menjadi sangat mendesak bagi RSUD dan Puskesmas di Kalimantan Timur karena daerah ini tengah menjalani transformasi sistem kesehatan dengan tantangan disparitas layanan, keterbatasan SDM, serta kebutuhan digitalisasi. Adopsi AI berpotensi menjadi solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi, kualitas layanan, dan pengambilan keputusan berbasis data. Namun, tanpa pemahaman mendalam tentang dampaknya terhadap struktur organisasi, kapasitas SDM, dan kebijakan lokal, implementasi bisa tidak optimal. Studi ini memberikan kerangka konseptual yang dibutuhkan institusi daerah untuk merancang strategi adopsi AI yang adaptif, kontekstual, dan berkelanjutan.

Berdasarkan latar belakang dan kesenjangan urgensi, studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan AI dalam sistem kesehatan daerah dengan pendekatan lintas disiplin. Studi ini berfokus pada bagaimana AI memengaruhi nilai organisasi (SOTK), pengelolaan sumber daya manusia kesehatan, serta kebijakan publik yang berdampak pada sistem kesehatan daerah. Kontribusi utama studi ini adalah memberikan kerangka konseptual yang membantu pemangku kepentingan memahami faktor-faktor kritis dalam adopsi AI, mendorong kebijakan berbasis bukti, dan memastikan kesiapan institusi dalam menghadapi transformasi teknologi secara holistik.

Literature Review

Peran Kecerdasan Buatan (AI) dalam Transformasi Manajemen Pelayanan Kesehatan

Kecerdasan Buatan (AI) telah membawa perubahan signifikan dalam manajemen pelayanan kesehatan dengan meningkatkan akurasi diagnosis, efisiensi operasional, serta mendukung penelitian medis. AI memungkinkan pemrosesan data dalam jumlah besar untuk mengidentifikasi pola dan memprediksi hasil kesehatan dengan lebih akurat (Secinaro dkk., 2021). Model pembelajaran mesin berperan dalam deteksi dini penyakit dan mendukung pengobatan yang dipersonalisasi sesuai dengan kebutuhan pasien (Hee Lee & Yoon, 2021; Jabarulla & Lee, 2021). Dalam bidang urologi, misalnya, AI telah meningkatkan efektivitas diagnosis dan perawatan penyakit kompleks melalui pendekatan berbasis data (Non dkk., 2025). Selain itu, AI memainkan peran penting dalam otomatisasi tugas administratif, seperti dokumentasi medis dan manajemen rantai pasokan, yang berkontribusi dalam mengurangi beban kerja tenaga medis serta meningkatkan efisiensi operasional rumah sakit (Hameed dkk., 2023; Zaman dkk., 2023). Teknologi AI, seperti CatBoost dan XGBoost, juga digunakan untuk mendeteksi aktivitas penipuan dalam operasional rumah sakit, sehingga berkontribusi terhadap transparansi keuangan (Y.-C. Wang dkk., 2023). AI juga mempercepat proses penelitian medis dengan menganalisis data klinis dalam jumlah besar dan mengidentifikasi tren signifikan (Jain dkk., 2025). *Generative AI* dimanfaatkan untuk menciptakan data sintetis yang bermanfaat dalam pelatihan model prediksi, sehingga meningkatkan akurasi hasil penelitian (Darwiesh dkk., 2023).

Selain itu, AI digunakan dalam penelitian klinis untuk menemukan hubungan baru antara data medis dan respons pasien terhadap pengobatan tertentu (Petersson dkk., 2022). Lebih jauh, AI memberikan rekomendasi real-time dalam proses pengambilan keputusan medis, terutama dalam prosedur bedah yang kompleks (Katirai dkk., 2023). Di unit gawat darurat, AI telah membantu mempercepat dan meningkatkan akurasi diagnosis kondisi akut,

seperti apendisitis (Palmer, 1990). Dengan demikian, AI tidak hanya membantu dokter dalam mendiagnosis penyakit, tetapi juga dalam menentukan terapi yang paling efektif bagi pasien. Dalam skala yang lebih luas, AI berperan dalam memprediksi wabah penyakit dan mendukung kebijakan kesehatan masyarakat (Adel dkk., 2024). Model AI dapat digunakan untuk memantau penyebaran penyakit menular dan memberikan rekomendasi bagi otoritas kesehatan dalam mengambil tindakan pencegahan yang tepat (Samadhiya dkk., 2023). Selain itu, AI membantu tenaga medis dalam layanan kesehatan jarak jauh, terutama di daerah dengan akses terbatas terhadap fasilitas medis (Santamato dkk., 2024).

Meskipun AI menawarkan berbagai manfaat, terdapat tantangan yang harus diatasi, termasuk kualitas data, privasi pasien, dan transparansi algoritma (Xie dkk., 2021). Risiko bias dalam algoritma AI juga dapat menyebabkan ketidakadilan dalam diagnosis dan pengobatan (Choi, 2020). Oleh karena itu, diperlukan regulasi yang kuat untuk memastikan implementasi AI di sektor kesehatan dilakukan secara etis dan bertanggung jawab. Secara keseluruhan, AI telah menjadi katalis dalam transformasi manajemen pelayanan kesehatan dengan meningkatkan akurasi diagnosis, efisiensi operasional, serta mendukung penelitian medis. Namun, tantangan seperti privasi data dan bias algoritma harus diperhatikan agar implementasi AI dapat berjalan secara optimal dan etis. Dengan pengembangan kebijakan yang tepat, AI memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan secara global.

Tinjauan Kebijakan Nasional dan Daerah terkait Transformasi Digital Pelayanan Publik

Transformasi digital dalam pelayanan publik merupakan agenda strategis nasional yang bertujuan meningkatkan efisiensi, transparansi, dan aksesibilitas layanan. Pemerintah Indonesia telah menetapkan berbagai kebijakan untuk mewujudkan sistem pelayanan publik yang berbasis digital, baik di tingkat nasional maupun daerah (Irfan & Anirwan, 2023). Secara nasional, kebijakan utama yang menjadi landasan transformasi digital pelayanan publik adalah Peraturan Presiden No. 95 Tahun 2018 tentang Sistem Pemerintahan Berbasis Elektronik (SPBE). Regulasi ini menekankan pentingnya integrasi sistem pemerintahan berbasis elektronik guna menciptakan tata kelola yang lebih efisien dan transparan. Dalam perkembangannya, Peraturan Presiden No. 132 Tahun 2022 tentang Arsitektur SPBE Nasional memperkuat arah kebijakan dengan mengatur tata kelola teknologi informasi dalam pemerintahan secara lebih komprehensif. Peraturan Presiden No. 82 Tahun 2023 menjadi tonggak baru dalam percepatan transformasi digital. Regulasi ini mengamanatkan integrasi layanan digital nasional melalui aplikasi prioritas dalam berbagai sektor seperti pendidikan, kesehatan, administrasi kependudukan, serta bantuan sosial. Selain itu, Undang-Undang No. 25 Tahun 2009 tentang Pelayanan Publik juga memberikan dasar hukum untuk pemanfaatan sistem informasi elektronik dalam meningkatkan kualitas pelayanan publik. Dalam mendukung implementasi kebijakan tersebut, pemerintah meluncurkan berbagai inisiatif strategis. Salah satunya adalah program *Government Technology* (GovTech) Indonesia, yang bertujuan mengintegrasikan ribuan aplikasi pelayanan publik ke dalam satu portal terpadu (Sisilianingsih dkk., 2024). Inovasi lainnya adalah Sistem Informasi Pelayanan Publik Nasional (SIPPN), yang kini dikenal sebagai Cari Yanlik, serta Mal Pelayanan Publik Digital (MPPD), yang menghubungkan berbagai layanan publik dalam satu platform (Yulanda & Adnan, 2023). Selain itu, Portal Pelayanan Publik Terpadu dikembangkan untuk mengurangi tumpang tindih aplikasi pemerintah dan meningkatkan efisiensi anggaran (Atmaja, 2024). Di tingkat daerah, implementasi transformasi digital menghadapi tantangan yang lebih kompleks. Salah satu tantangan utama adalah kesenjangan infrastruktur dan kompetensi digital antarwilayah. Oleh karena itu, pemerintah daerah didorong untuk mengadopsi aplikasi SPBE prioritas sesuai dengan arahan Perpres No. 82 Tahun 2023 (Cahyarini, 2021; Marliani & Assyahri, 2024).

Strategi utama dalam percepatan transformasi digital meliputi integrasi layanan untuk menghindari duplikasi sistem, penerapan pendekatan agile agar kebijakan lebih adaptif terhadap perubahan teknologi, serta peningkatan kolaborasi lintas instansi guna memastikan interoperabilitas data yang optimal (Natika, 2024). Selain itu, peningkatan literasi digital dan pembangunan infrastruktur teknologi menjadi aspek krusial dalam memastikan keberhasilan implementasi kebijakan ini (Alfi dkk., 2023). Dampak positif dari transformasi digital dalam pelayanan publik sudah mulai terlihat, di antaranya adalah peningkatan efisiensi birokrasi, pengurangan biaya operasional pemerintah, serta peningkatan transparansi dan akuntabilitas. Selain itu, digitalisasi layanan publik juga berkontribusi pada daya tarik investasi, dengan menawarkan sistem pelayanan yang lebih cepat dan modern (Judijanto, 2025). Pada akhirnya, upaya ini diharapkan dapat mendorong pencapaian visi Indonesia sebagai negara dengan pelayanan publik berbasis digital yang inklusif, efisien, dan berkelas dunia menuju Indonesia Emas 2045.

Metode Penelitian

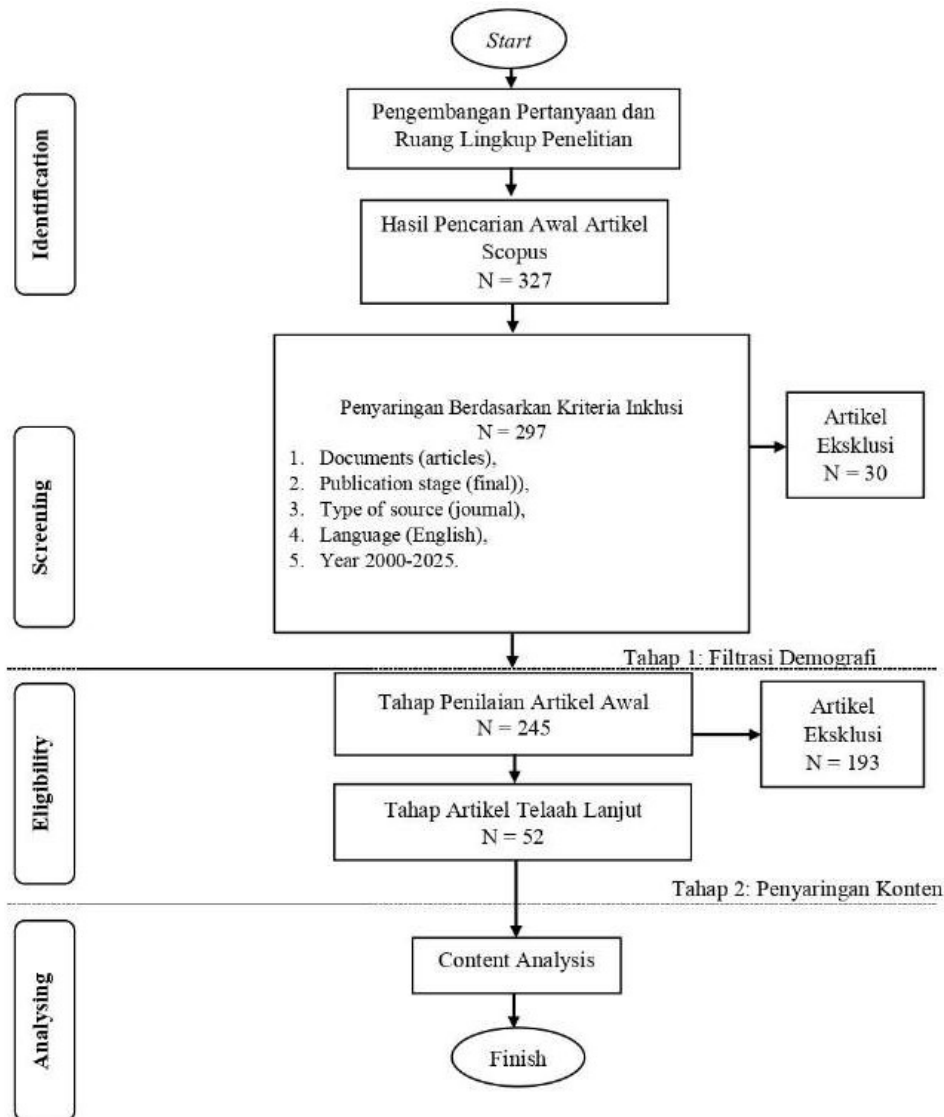
Kajian ini menyajikan sebuah tinjauan literatur sistematis yang bertujuan mengeksplorasi integrasi teknologi Artificial Intelligence (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder di tingkat daerah. Pendekatan metodologis yang digunakan merujuk pada tiga fase sistematis yang dikembangkan oleh Premi dkk. (2021), yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan pelaporan, serta didukung oleh sepuluh langkah prosedural (Guarcello & de Vargas, 2020). Kerangka ini selaras dengan praktik tinjauan sistematis berbasis PRISMA yang banyak digunakan untuk memetakan topik-topik teknologi yang sedang berkembang dan bersifat multidisipliner. Secara khusus, kajian ini bertujuan mengidentifikasi dan mengklasifikasikan faktor-faktor yang mempengaruhi transformasi layanan kesehatan berbasis AI di level lokal, dengan fokus pada nilai organisasi, keterlibatan tenaga kesehatan, dan kesiapan sistem kesehatan daerah terhadap adopsi teknologi digital.

Proses pencarian literatur dimulai dengan perumusan kata kunci utama berdasarkan tujuan penelitian, antara lain: *"Artificial Intelligence"*, *"healthcare transformation"*, *"primary and secondary healthcare"*, *"health system"*, *"health workforce"*, *"organizational value"*, dan *"digital health adoption"*. Pencarian dilakukan melalui dua database utama, yakni Scopus® dan PubMed, dengan cakupan publikasi antara tahun 2018 hingga 2024 dalam bahasa Inggris dan Indonesia. Hanya artikel jurnal ilmiah dan ulasan sistematis yang disertakan, sementara editorial, prosiding konferensi, dan buku dikecualikan untuk memastikan konsistensi serta kualitas referensi yang tinggi.

Dari hasil penelusuran awal, diperoleh 327 dokumen yang kemudian disaring berdasarkan relevansi terhadap fokus kajian, yakni integrasi AI dalam sistem kesehatan lintas level di konteks lokal atau regional. Artikel yang hanya menyoroti aspek klinis mikro seperti kardiologi, onkologi, atau oftalmologi, serta studi berbasis negara tunggal seperti Swedia atau Arab Saudi, dieliminasi. Kajian yang berfokus pada level regional seperti Afrika atau Asia Tenggara tetap dipertahankan. Setelah melalui proses penyaringan berlapis berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi—yang mencakup keberadaan aktor lokal (seperti puskesmas dan rumah sakit daerah), bentuk intervensi teknologi, serta *outcome* sistemik seperti efisiensi layanan, mutu, dan pengaruh terhadap tenaga kesehatan—terpilih 52 artikel utama yang digunakan sebagai dasar analisis.

Setiap artikel dianalisis secara mendalam dengan menerapkan protokol ekstraksi data yang mencakup identifikasi konsep-konsep utama, metode penelitian, konteks implementasi, serta bentuk kontribusi terhadap pemahaman adopsi AI dalam layanan kesehatan. Lebih dari 300 istilah konseptual berhasil dikumpulkan dan dikonsolidasikan ke dalam tiga domain

utama, yaitu aspek organisasi (seperti nilai-nilai digital dan dukungan kepemimpinan), aspek sumber daya manusia kesehatan (yang mencakup literasi digital, pelatihan AI, dan penerimaan teknologi), serta aspek sistem kesehatan daerah (termasuk kebijakan, pendanaan, dan infrastruktur digital). Untuk memetakan keterkaitan antara konsep-konsep tersebut, digunakan perangkat lunak VOSviewer yang memungkinkan visualisasi relasi tematik dan pembentukan kluster literatur (Arruda dkk., 2022).



Gambar 1: Alur Penyaringan PRISMA

Analisis dilanjutkan dengan pendekatan tematik-induktif untuk menelusuri hubungan antara kondisi internal organisasi, kesiapan SDM kesehatan, dan kapasitas adaptif sistem terhadap teknologi baru. Hasil analisis disempurnakan melalui validasi akademik terhadap rancangan klasifikasi tematik, dengan melibatkan masukan dari beberapa pakar. Proses ini menghasilkan kerangka konseptual integratif yang menggambarkan pola adopsi AI dalam sistem pelayanan kesehatan lintas level secara kontekstual. Temuan ini tidak hanya menjawab pertanyaan penelitian secara komprehensif, tetapi juga memberikan dasar konseptual untuk perumusan kebijakan dan strategi implementasi AI yang adaptif terhadap konteks lokal, memperkuat nilai organisasi, serta mendukung transformasi sistem kesehatan primer dan sekunder secara berkelanjutan.

Hasil Kajian

Transformasi digital dalam pelayanan kesehatan, terutama melalui integrasi *Artificial Intelligence* (AI), telah menjadi fokus strategis bagi organisasi layanan kesehatan di berbagai belahan dunia. Dalam konteks ini, pemahaman mengenai nilai strategis dari AI dan peran kepemimpinan menjadi krusial untuk memastikan keberhasilan implementasi dan dampak yang berkelanjutan. Seperti yang telah dikaji sebelumnya, AI memiliki kontribusi pada tata kelola organisasi terutama otomatisasi berbagai tugas administratif dan klinis, sehingga mempercepat alur kerja dan mengurangi kelelahan pada tenaga kesehatan (Bellucci & Michele, 2023; Goirand dkk., 2021). Selain itu, desain otomatisasi rantai sumber daya rumah sakit berbasis AI yang lebih optimal dan pengurangan prosedur yang tidak diperlukan, rumah sakit dapat menghemat anggaran secara signifikan (Gupta & Srivastava, 2024).

Transformasi digital tidak hanya berbicara tentang teknologi, tetapi juga tentang perubahan budaya dan struktur organisasi. Dalam konteks ini, kepemimpinan memegang peran sentral. Para pemimpin dituntut untuk mengintegrasikan pendekatan teknologi, strategi, operasional, dan organisasi secara menyeluruh dalam proses adopsi AI (Stoumpos dkk., 2023). Kepemimpinan yang efektif membutuhkan kompetensi teknis sekaligus kecakapan interpersonal. Pemimpin harus mampu memahami teknologi AI, merumuskan strategi yang

adaptif, dan mendorong kolaborasi lintas fungsi di dalam organisasi (Huber & Gärtner, 2018). Dalam menghadapi resistensi terhadap perubahan, pendekatan *change management* menjadi penting. Misalnya, program percontohan (*pilot project*) dapat dimanfaatkan untuk menguji validitas teknologi baru serta membangun kepercayaan sebelum implementasi skala besar dilakukan (Kraus dkk., 2021). Strategi transformasi digital yang baik harus disusun berdasarkan peta jalan (*roadmap*) yang sesuai dengan visi dan misi institusi. Ini mencakup evaluasi skalabilitas dan kompatibilitas sistem AI yang dipilih, serta kepatuhan terhadap regulasi dan standar etika yang berlaku (Denicolai & Previtali, 2023; Schmitter dkk., 2024).

Investasi dalam pengembangan kepemimpinan dan SDM juga merupakan kunci sukses. Pelatihan yang terarah, pengembangan lintas fungsi, serta perekrutan talenta baru yang memiliki kombinasi keahlian teknis dan kapasitas adaptif sangat diperlukan (Dal Mas dkk., 2023). Transformasi digital yang sukses dalam sektor kesehatan juga ditentukan oleh adanya kolaborasi lintas disiplin antara bidang medis, rekayasa, data science, dan manajemen (Gastaldi dkk., 2018). Kolaborasi ini memungkinkan proses transfer teknologi yang lebih efisien dan pengembangan solusi yang tepat guna, terutama dalam penguatan kapasitas prediktif dan preventif dari AI.

Dalam transformasi AI pada sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder di daerah, tantangan organisasi seperti nilai strategis dan peran kepemimpinan menjadi semakin nyata dan penting untuk diperhatikan. Fasilitas kesehatan di daerah umumnya menghadapi berbagai keterbatasan, baik dari sisi infrastruktur teknologi, keterjangkauan akses, maupun ketersediaan tenaga ahli. Oleh karena itu, penerapan AI perlu dilakukan dengan pendekatan yang adaptif dan sesuai dengan kebutuhan lokal. Pada layanan kesehatan primer Puskesmas, pemanfaatan AI bisa difokuskan untuk meningkatkan akses layanan, mempercepat deteksi dini penyakit, serta memberikan dukungan keputusan klinis berbasis data yang sederhana namun efektif. Sementara itu, pada layanan sekunder-RSUD, AI berperan besar dalam memperkuat sistem rujukan, mempercepat diagnosis berbasis pencitraan medis, dan membantu pengelolaan kasus penyakit kronis secara lebih efisien.

Para pemimpin institusi layanan kesehatan daerah baik primer maupun sekunder beserta dinas kesehatan Kabupaten/Kota/Provinsi perlu memiliki kepekaan terhadap kondisi dan tantangan lokal. Mereka juga harus mampu membangun kolaborasi antara pemerintah daerah, fasilitas kesehatan, dan mitra teknologi. Kepemimpinan yang kuat bukan hanya mendorong adopsi teknologi, tetapi juga memastikan keberlanjutan program melalui pelatihan SDM yang berkelanjutan dan kebijakan yang mendukung inovasi. Jika dikelola dengan baik, inisiatif AI yang berhasil di daerah dapat menjadi inspirasi dan model bagi transformasi layanan kesehatan secara nasional. Transformasi digital, dalam hal ini, bukan sekadar soal teknologi, tetapi tentang bagaimana kita menghadirkan layanan kesehatan yang lebih adil, cepat, dan bermakna bagi seluruh masyarakat, terutama mereka yang berada di garis terdepan.

Aspek Sumber Daya Manusia Kesehatan: Literasi Digital, Kompetensi, dan Penerimaan Teknologi

Perkembangan teknologi digital dalam bidang kesehatan memerlukan sumber daya manusia (SDM) kesehatan yang adaptif, cakap, dan siap menerima perubahan. Tiga aspek utama yang menjadi perhatian dalam menghadapi era digital ini adalah literasi digital, kompetensi digital, dan penerimaan terhadap teknologi.

Literasi digital telah menjadi kompetensi esensial bagi tenaga kesehatan, mencakup kemampuan teknis, metodologis, sosial, hingga personal dalam penggunaan teknologi digital (Bhattacharyya dkk., 2021). Dalam praktiknya, literasi digital tidak hanya terkait

penggunaan alat, tetapi juga mencakup pemahaman kritis terhadap informasi digital dan pemanfaatan teknologi untuk pengambilan keputusan klinis. Meski demikian, berbagai studi menunjukkan bahwa tingkat kompetensi digital tenaga kesehatan masih berada pada level menengah (Kwiatkowska & Skórzewska-Amberg, 2019). Kekurangan umum ditemukan pada pemanfaatan sistem pendukung keputusan klinis dan rekam medis elektronik (Iyamu dkk., 2021). Oleh karena itu, penguatan kapasitas melalui pendidikan digital menjadi kebutuhan mendesak, termasuk pelatihan dalam teknologi *e-Health*, manajemen data, aspek etika, dan kerangka hukum (Gotsadze dkk., 2024). Ejaz dkk. (2022) menekankan pentingnya integrasi pengetahuan teknologi, kemampuan berpikir kritis, serta pengambilan keputusan dalam kurikulum pendidikan profesi kesehatan (Ejaz dkk., 2022). Hal ini mendukung pernyataan Bywall dkk. (2024) bahwa literasi digital yang efektif melibatkan berbagai literasi seperti literasi informasi, media, dan sains yang saling berkaitan (Bywall dkk., 2024).

Penerimaan terhadap teknologi digital dalam layanan kesehatan sangat dipengaruhi oleh literasi digital, ketersediaan infrastruktur, serta persepsi budaya dan sosial (Levin-Zamir, 2023). Tenaga kesehatan dengan tingkat literasi digital tinggi cenderung menunjukkan sikap positif terhadap adopsi teknologi serta memiliki pemahaman etis yang lebih baik dalam penggunaannya (Azzopardi-Muscat & Sørensen, 2019). Namun, terdapat tantangan signifikan yang menghambat adopsi teknologi secara merata. Keterbatasan konektivitas internet, perbedaan tingkat keterampilan digital, hingga resistensi budaya menjadi hambatan utama (Chung dkk., 2024). Populasi lansia dan kelompok minoritas etnis menghadapi hambatan lebih besar, seperti kendala bahasa dan kurangnya pelatihan teknologi, yang berdampak pada penerimaan layanan kesehatan digital (Androulakis, 2019). Studi Mackert dkk. (2016) menyoroti rendahnya literasi digital di kalangan tenaga kesehatan, khususnya dalam aspek pengelolaan dan analisis data kesehatan digital negara berkembang (Mackert dkk., 2016). Hal serupa ditemukan oleh Ji dkk. (2024) di China, yang menunjukkan hubungan antara literasi digital yang rendah dengan tingkat pendidikan dan fungsi kognitif pada lansia (Ji dkk., 2024).

Untuk meningkatkan literasi digital dan kompetensi SDM kesehatan, diperlukan pendekatan sistemik melalui pelatihan yang terstruktur dan kebijakan pendukung. Inisiatif pendidikan digital harus disesuaikan dengan kebutuhan lokal, mempertimbangkan konteks sosial dan tingkat kemampuan individu (Bhattacharyya dkk., 2020). Sertifikasi kompetensi digital juga menjadi penting sebagai alat ukur dan pengakuan formal terhadap kemampuan tenaga kesehatan (Kauppinen dkk., 2024). Dari sisi kebijakan, dukungan terhadap infrastruktur seperti akses internet yang andal dan pengembangan aplikasi kesehatan yang ramah pengguna menjadi prioritas (Back dkk., 2022). Meurs dkk. (2022) menekankan pentingnya adanya sistem pendukung di level praktik seperti pelatihan berkelanjutan dan insentif finansial untuk mendorong adopsi teknologi *eHealth* secara berkelanjutan (Houngbo dkk., 2017). Selain itu, pendekatan strategis diperlukan untuk menjembatani kesenjangan digital di kalangan pasien dan penyedia layanan kesehatan. Kemp dkk. (2021) menyarankan pentingnya memperhatikan keragaman kebutuhan pengguna teknologi, khususnya pada kelompok rentan, agar implementasi teknologi kesehatan dapat dilakukan secara inklusif dan efektif (Ivanova dkk., 2023).

Transformasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer-sekunder di daerah memberikan peluang besar untuk meningkatkan efisiensi, aksesibilitas, dan kualitas layanan. Namun, implementasi AI tidak dapat dilepaskan dari kesiapan sumber daya manusia kesehatan. Seperti diuraikan sebelumnya, literasi digital, kompetensi digital, dan penerimaan teknologi menjadi prasyarat penting dalam ekosistem ini. Dalam skala daerah, khususnya wilayah dengan keterbatasan infrastruktur dan SDM, pemanfaatan AI memerlukan pendekatan adaptif dan kontekstual. AI dalam sistem primer, misalnya melalui

decision support system dan chatbot diagnostik, dapat membantu tenaga kesehatan non-dokter untuk menyaring dan merujuk pasien secara lebih akurat. Di sisi sekunder, AI dapat dimanfaatkan untuk interpretasi pencitraan medis, analitik data populasi, hingga manajemen penyakit kronis. Namun, rendahnya literasi digital dan resistensi terhadap teknologi dapat menghambat potensi ini. Maka, dibutuhkan strategi pelatihan berbasis kebutuhan lokal, peningkatan kompetensi AI klinis, serta kebijakan etis dan legal yang jelas. Integrasi AI harus dilakukan secara bertahap, dengan pelibatan tenaga kesehatan dalam proses desain dan evaluasi teknologi, guna memastikan kesesuaian budaya serta membangun rasa kepemilikan terhadap inovasi digital dalam sistem pelayanan kesehatan daerah.

Aspek Sistem Kesehatan Daerah: Kebijakan, Infrastruktur Digital, dan Pendanaan Berkelanjutan

Sistem kesehatan daerah memegang peran penting dalam memastikan layanan kesehatan yang merata dan berkualitas bagi masyarakat. Tiga pilar utama yang menopang kekuatan dan ketahanan sistem ini adalah kebijakan yang efektif, infrastruktur digital yang adaptif, serta mekanisme pendanaan yang berkelanjutan.

Kebijakan kesehatan daerah menjadi fondasi utama dalam perumusan strategi pelayanan kesehatan publik. Pengalaman dari negara-negara Afrika menunjukkan bahwa meskipun *regional economic communities* (RECs) telah mengintegrasikan isu kesehatan dalam kebijakan publiknya, implementasinya masih menghadapi tantangan berupa kekurangan sumber daya dan fragmentasi antarwilayah (Yeates & Surender, 2021). Hal serupa terjadi di negara-negara lain, di mana efektivitas kebijakan sangat bergantung pada sinergi antar pemangku kepentingan dan dukungan politik.

Contoh sukses hadir dari negara bagian Washington, AS, melalui *Community Transformation Grant* yang menggarisbawahi pentingnya keterlibatan stakeholder, kepemimpinan yang kuat, serta hubungan kolaboratif dalam keberhasilan model kesehatan regional (Walkinshaw dkk., 2015). Dalam konteks modernisasi sistem kesehatan, reformasi di Tajikistan menjadi contoh bagaimana kebijakan dapat diarahkan pada pemerataan akses layanan melalui paket manfaat dasar dan sistem ko-pembayaran formal (Khodjamurodov & Rechel, 2010). Pendekatan ini menandai pergeseran paradigma dari layanan berbasis rumah sakit menuju perawatan primer dan kesehatan masyarakat.

Kemajuan teknologi digital telah merevolusi sistem kesehatan, terutama di wilayah dengan geografi dan distribusi penduduk yang menantang. Negara-negara di kawasan Timur Tengah dan Afrika Utara (MENA), misalnya, telah mengadopsi berbagai teknologi seperti *electronic health records* (EHR), telemedisin, dan pemantauan pasien virtual (Ghazal dkk., 2022). Inisiatif ini mempercepat diagnosis, memperluas jangkauan layanan, dan meningkatkan efisiensi pelayanan. Inisiatif serupa juga terlihat di Jerman melalui Medical Informatics Initiative yang mengintegrasikan data lintas institusi untuk mendukung pelayanan dan riset kesehatan di tingkat regional (Krefting dkk., 2024). Namun, perlu dicatat bahwa keberhasilan integrasi digital tidak lepas dari tantangan mendasar, seperti keterbatasan pendanaan, infrastruktur teknologi yang belum merata, serta kebutuhan pelatihan sumber daya manusia. Pandemi COVID-19 mempercepat adopsi layanan telehealth secara luas di Eropa, meliputi teleradiologi, telepsikiatri, hingga konsultasi jarak jauh. Sayangnya, keberlangsungan penggunaan teknologi ini masih terhambat oleh kurangnya pendanaan dan kesiapan infrastruktur (Gullslett dkk., 2024). Oleh karena itu, digitalisasi harus dibarengi dengan kebijakan pendukung dan alokasi sumber daya yang tepat.

Pendanaan yang berkelanjutan merupakan komponen vital dalam menjamin keberlangsungan sistem kesehatan daerah. Selama pandemi, banyak negara melakukan

inovasi kebijakan pembiayaan, seperti penggunaan dana di luar anggaran reguler, alokasi ulang anggaran, hingga keterlibatan sektor swasta untuk mempercepat respons dan melindungi kelompok rentan (De Foo dkk., 2023). Studi di Nias Barat mengungkap bahwa pembiayaan kesehatan masih sangat bergantung pada dana pemerintah, baik melalui dana alokasi umum maupun khusus. Efektivitas pembiayaan sangat bergantung pada kemampuan pemerintah daerah dalam mengelola, mengalokasikan, dan menggunakan dana secara efisien (Daeli dkk., 2023). Hal ini menuntut adanya transparansi, akuntabilitas, dan mekanisme monitoring yang jelas. Selain itu, perluasan cakupan asuransi kesehatan juga merupakan strategi penting dalam memperkuat basis keuangan sistem kesehatan. Namun, agar efektif, perlu dukungan kebijakan yang kuat, regulasi yang tepat, serta sistem tata kelola yang akuntabel (Achoki & Lesego, 2017).

Integrasi ketiga aspek—kebijakan, digitalisasi, dan pembiayaan—merupakan kunci dalam membangun sistem kesehatan daerah yang tangguh dan berkelanjutan. Tanpa kebijakan yang inklusif dan berbasis bukti, infrastruktur digital yang mampu meningkatkan efisiensi, serta pembiayaan yang stabil dan transparan, maka peningkatan kualitas layanan kesehatan hanya akan menjadi retorika. Transformasi *Artificial Intelligence* (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer (Puskesmas) dan sekunder (RSUD) di tingkat daerah merupakan langkah strategis yang sejalan dengan integrasi kebijakan, digitalisasi, dan pendanaan berkelanjutan sebagaimana diuraikan sebelumnya. AI bukan sekadar teknologi tambahan, melainkan instrumen strategis dalam menyempurnakan ekosistem layanan kesehatan yang terintegrasi. Dalam konteks kebijakan, penguatan regulasi dan pedoman teknis berbasis data menjadi syarat mutlak agar pemanfaatan AI tidak sekadar *pilot project*, melainkan bagian dari sistem yang terstandarisasi secara nasional dan dapat diadaptasi secara lokal sesuai karakteristik daerah. Di sinilah sinergi antara Dinas Kesehatan, pengelola fasilitas layanan, dan pengembang teknologi menjadi penting. Dari sisi infrastruktur digital, kesiapan interoperabilitas data antara Puskesmas dan RSUD menjadi kunci. Implementasi AI akan efektif hanya jika didukung sistem informasi yang terintegrasi, sehingga algoritma dapat menganalisis riwayat pasien secara longitudinal, merekomendasikan rujukan yang tepat, hingga memprediksi risiko penyakit berbasis populasi. Hal ini menuntut dukungan teknis terhadap sistem rekam medis elektronik, jaringan internet yang stabil, serta kapasitas SDM dalam memahami dan mengoperasikan sistem berbasis AI.

Sementara itu, dalam hal pembiayaan, adopsi AI membutuhkan model pendanaan baru yang mencakup pembiayaan perangkat lunak, pelatihan, dan pemeliharaan sistem. Skema ini harus masuk dalam perencanaan keuangan daerah dan didorong melalui kemitraan publik-swasta, agar transformasi digital berbasis AI tidak hanya bertumpu pada belanja operasional, tetapi menjadi investasi strategis jangka panjang bagi efektivitas dan efisiensi layanan kesehatan daerah.

Konvergensi AI dan Kesehatan Publik: Integrasi Teknologi pada Layanan Primer dan Sekunder

Konvergensi antara kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*/AI) dan kesehatan publik merepresentasikan transformasi besar dalam sistem pelayanan kesehatan, khususnya di level primer seperti Puskesmas dan sekunder seperti RSUD. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi layanan, tetapi juga berperan penting dalam personalisasi perawatan, pemantauan kesehatan populasi, serta optimalisasi sumber daya.

Pada tingkat layanan primer (Puskesmas), teknologi AI memperkuat akurasi diagnosis dan efektivitas pengobatan, mengurangi kemungkinan pemeriksaan atau pengobatan berlebihan (Terry dkk., 2022). Aplikasi AI dalam bentuk sistem pendukung keputusan klinis

mampu membantu tenaga kesehatan dalam mengambil keputusan medis yang lebih cepat dan tepat, terutama di daerah dengan keterbatasan dokter umum atau spesialis (Rahimi dkk., 2021). Penggunaan mobile health (mHealth) yang didukung AI telah terbukti meningkatkan pencatatan medis, penyampaian layanan, dan kepuasan pasien di negara berkembang, termasuk konteks layanan dasar seperti Puskesmas (Klecza dkk., 2018). Di sisi lain, inovasi seperti *Electronic Health Records* (EHR) dan pendekatan *precision medicine* memungkinkan keterlibatan pasien secara aktif dalam pengelolaan kesehatannya, memberikan pendekatan yang lebih terpersonalisasi (Wani & Malhotra, 2018). Selain itu, AI juga berperan dalam mengurangi beban administratif tenaga kesehatan dengan mengotomatisasi tugas-tugas rutin, sehingga waktu konsultasi bisa difokuskan pada aspek klinis dan humanis dalam layanan kesehatan masyarakat (Jain dkk., 2021).

Layanan sekunder seperti RSUD diuntungkan oleh kemampuan AI dalam pengawasan penyakit dan deteksi dini melalui integrasi big data dari berbagai sumber, termasuk media sosial dan data meteorologi (L. Wang & Qin, 2022). Model prediktif yang dikembangkan dengan algoritma AI mampu mendeteksi potensi wabah atau risiko penyakit kronis, memberikan peluang untuk intervensi dini (Farooqui dkk., 2024). AI juga membantu dalam pengelolaan logistik rumah sakit, distribusi sumber daya, dan pengurangan risiko paparan penyakit menular terhadap tenaga medis (Moulaei dkk., 2025). Di tengah kompleksitas RSUD sebagai rujukan layanan lanjutan, AI memainkan peran penting dalam analisis kebijakan kesehatan, simulasi dampak kebijakan, dan pengambilan keputusan klinis berbasis bukti. Namun demikian, penerapan AI di layanan sekunder menuntut kerangka tata kelola data dan etika yang kuat. Aspek seperti transparansi algoritma, mitigasi bias, dan akses setara terhadap teknologi menjadi perhatian utama (Carse dkk., 2024). Kepercayaan terhadap sistem AI harus dibangun melalui keterlibatan pengguna (tenaga medis dan pasien) dalam pengembangan dan penerapannya (Raghunathan dkk., 2025). Meskipun potensinya besar, integrasi AI dalam layanan publik masih menghadapi tantangan, terutama terkait kualitas dan keamanan data. Standarisasi data medis, interoperabilitas antar sistem, serta perlindungan privasi menjadi krusial untuk keberlanjutan sistem digital di sektor kesehatan (Cheng dkk., 2022; Wamala-Andersson dkk., 2023). Kesenjangan akses terhadap teknologi di daerah terpencil dan kelompok rentan juga menjadi tantangan besar. Tanpa intervensi yang inklusif, digitalisasi layanan kesehatan berpotensi memperlebar kesenjangan ketimbang mempersempitnya (López dkk., 2022; Pires dkk., 2024). Integrasi AI pada Puskesmas dan RSUD dapat menjadi bagian dari strategi transformasi digital nasional bidang kesehatan, sebagaimana tercantum dalam agenda reformasi sistem kesehatan pasca-pandemi.

Analisis Praktis: Implikasi Kajian Transformasi AI dalam Layanan Kesehatan Primer dan Sekunder di Kalimantan Timur

Studi mengenai transformasi Artificial Intelligence (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder memiliki urgensi tinggi untuk diimplementasikan di Kalimantan Timur. Dengan alokasi anggaran kesehatan sebesar 10% dari APBD 2024 (sekitar Rp 2,6 triliun), Kalimantan Timur menunjukkan komitmen politik yang kuat untuk memperbaiki layanan kesehatan, terutama di tingkat desa dan daerah terpencil. Namun, tantangan struktural seperti ketimpangan akses, keterbatasan SDM terlatih, dan kebutuhan akan harmonisasi kebijakan lintas level pemerintahan menuntut pendekatan baru yang sistemik—dan di sinilah AI berperan.

Secara praktis, penerapan AI dalam Puskesmas (layanan primer) dapat membantu mengatasi keterbatasan jumlah tenaga medis dan mempercepat deteksi penyakit. AI dalam bentuk *clinical decision support system* (CDSS) atau chatbot medis dapat digunakan oleh

tenaga kesehatan non- spesialis untuk menyaring dan merujuk pasien dengan lebih akurat. Hal ini relevan dalam konteks Kalimantan Timur yang memiliki tantangan geografis dan logistik, di mana jarak antar fasilitas kesehatan seringkali menjadi penghalang akses layanan. Pada level *RSUD* (layanan sekunder), pemanfaatan AI untuk pencitraan medis, manajemen penyakit kronis, dan prediksi kebutuhan rawat inap akan sangat membantu optimalisasi beban kerja dan distribusi sumber daya. Misalnya, integrasi data melalui *electronic health records* (EHR) dan *big data analytics* akan memungkinkan rumah sakit untuk lebih cepat memprioritaskan penanganan pasien berdasarkan risiko, serta mengelola logistik dengan lebih efisien.

Namun, studi ini menekankan bahwa transformasi teknologi tidak akan berhasil tanpa kesiapan organisasi. Hasil kajian menunjukkan pentingnya kepemimpinan yang visioner, budaya inovatif, serta kesiapan struktur organisasi (SOTK) dalam menerima perubahan. RSUD dan Puskesmas di Kalimantan Timur perlu mengembangkan peta jalan transformasi digital yang mempertimbangkan nilai lokal, kapasitas internal, dan kolaborasi eksternal—termasuk dengan mitra teknologi. Dalam hal SDM, literasi digital dan kompetensi teknologi tenaga kesehatan merupakan tantangan nyata. Fakta bahwa sebagian besar tenaga kesehatan masih memiliki kompetensi digital tingkat menengah menunjukkan perlunya program pelatihan terstruktur dan berkelanjutan. Oleh karena itu, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur perlu mengalokasikan sebagian dari dana kesehatannya untuk program peningkatan kapasitas SDM berbasis AI, seperti pelatihan CDSS, etika teknologi, dan pengelolaan data. Dari sisi kebijakan, harmonisasi antara pemerintah pusat dan daerah masih menjadi hambatan yang perlu diatasi agar penerapan AI tidak berhenti pada proyek percontohan, tetapi menjadi bagian dari sistem yang terintegrasi. Pendekatan berbasis ekosistem dan data menjadi krusial agar semua level pemerintahan dan fasilitas pelayanan kesehatan memiliki peran yang sinergis dalam implementasi kebijakan digital kesehatan.

Dengan segala tantangan dan peluangnya, Kalimantan Timur memiliki potensi besar menjadi model integrasi AI dalam pelayanan kesehatan daerah. Transformasi ini tidak hanya berdampak pada peningkatan layanan, tetapi juga memperkuat ketahanan sistem kesehatan secara menyeluruh di era digital.

Kesimpulan

Studi ini menyimpulkan bahwa integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam sistem pelayanan kesehatan primer dan sekunder di daerah membawa potensi besar dalam meningkatkan efisiensi, akurasi, dan akses layanan. Namun, keberhasilannya sangat bergantung pada kesiapan organisasi, sumber daya manusia (SDM) kesehatan, dan sistem kesehatan daerah secara keseluruhan. Dari aspek organisasi, transformasi digital berbasis AI menuntut kepemimpinan yang visioner, strategi berbasis peta jalan yang adaptif, serta kolaborasi lintas sektor. Nilai strategis AI dalam mengotomatisasi proses administratif dan klinis perlu diimbangi dengan tata kelola data, etika penggunaan, dan regulasi yang jelas. Penerapan AI harus kontekstual terhadap keterbatasan daerah, terutama di Puskesmas dan RSUD. Dari sisi SDM kesehatan, literasi dan kompetensi digital menjadi prasyarat utama. Tenaga kesehatan harus dibekali pelatihan berkelanjutan, pemahaman teknologi klinis, dan sensitivitas etika. Rendahnya literasi digital dan resistensi terhadap teknologi di beberapa daerah menjadi tantangan yang harus dijawab melalui pelibatan aktif dan strategi pelatihan berbasis kebutuhan lokal. Sementara itu, sistem kesehatan daerah memerlukan kebijakan yang progresif, infrastruktur digital yang memadai, dan mekanisme pendanaan yang berkelanjutan. Interoperabilitas data, integrasi rekam medis elektronik, dan skema pembiayaan publik-swasta menjadi kunci dalam menjaga keberlangsungan inovasi AI. Dengan pendekatan holistik dan adaptif, transformasi AI dapat menjadi pilar strategis dalam memperkuat layanan kesehatan daerah yang lebih inklusif, responsif, dan berkelanjutan.

Berdasarkan hasil kajian, terdapat beberapa rekomendasi strategis bagi Puskesmas, RSUD, dan Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota/Provinsi. Transformasi AI dalam sistem kesehatan daerah harus dimulai dari penguatan nilai strategis organisasi yang menyadari bahwa AI bukan sekadar alat, melainkan bagian integral dari peningkatan mutu layanan. Puskesmas sebagai ujung tombak layanan primer perlu mengadopsi AI dalam bentuk sederhana namun berdampak, seperti sistem pendukung keputusan klinis dan chatbot medis untuk triase awal dan edukasi masyarakat. Langkah ini akan membantu mengatasi keterbatasan tenaga medis, meningkatkan kecepatan diagnosis, dan memperluas jangkauan layanan tanpa harus menambah beban administratif secara signifikan. RSUD sebagai layanan sekunder disarankan memanfaatkan AI dalam analisis pencitraan medis, prediksi kondisi pasien kronis, dan optimalisasi manajemen sumber daya serta sistem rujukan berbasis data. Kedua unit layanan ini perlu disinergikan oleh Dinas Kesehatan melalui kebijakan yang mendorong integrasi sistem informasi antar fasilitas, interoperabilitas data, serta penyusunan roadmap transformasi digital daerah. Kepemimpinan di setiap tingkat institusi menjadi krusial dalam mengarahkan adopsi AI. Diperlukan pemimpin yang tidak hanya memahami potensi teknologi, tetapi juga mampu mengelola perubahan, membangun kolaborasi lintas fungsi, dan menciptakan budaya inovasi. Program pelatihan kepemimpinan digital dan fasilitasi pilot project yang disesuaikan dengan tantangan lokal merupakan pendekatan strategis untuk mengurangi resistensi terhadap perubahan. Untuk memastikan keberhasilan jangka panjang, dinas kesehatan harus mengadopsi pendekatan bertahap dan inklusif dalam penerapan teknologi, dengan melibatkan tenaga kesehatan sejak awal dalam desain dan evaluasi sistem AI. Pada aspek SDM kesehatan, peningkatan literasi digital dan kompetensi teknologi harus menjadi agenda prioritas. Pelatihan berkelanjutan yang disesuaikan dengan kebutuhan lokal perlu dikembangkan untuk semua lapisan tenaga kesehatan.

Pendekatan pelatihan harus berbasis kasus nyata, fokus pada pemanfaatan AI dalam praktik sehari-hari, serta diberikan dukungan teknis secara berkala. Sertifikasi kompetensi digital dapat dijadikan insentif profesional dan alat ukur keberhasilan pelatihan. Dinas kesehatan sebaiknya juga menjalin kerja sama dengan institusi pendidikan dan mitra teknologi untuk mempercepat pengembangan kurikulum AI dalam pendidikan profesi kesehatan serta skema rekrutmen tenaga ahli digital. Dari aspek sistem kesehatan daerah, keberhasilan transformasi AI sangat ditentukan oleh regulasi yang adaptif, infrastruktur digital yang memadai, dan pendanaan yang berkelanjutan. Dinas Kesehatan harus mendorong penyusunan kebijakan lokal tentang pemanfaatan AI yang mencakup aspek keamanan data, etika penggunaan, dan standarisasi sistem. Pembangunan infrastruktur digital seperti jaringan internet, sistem rekam medis elektronik, dan pusat data lokal harus direncanakan terintegrasi. Untuk menjamin keberlanjutan, pembiayaan transformasi digital perlu dimasukkan dalam Rencana Strategis Daerah dan dibiayai melalui alokasi khusus APBD, kemitraan publik-swasta, dan dana inovasi dari pusat. Dengan demikian, transformasi AI di layanan primer dan sekunder tidak hanya menjadi proyek jangka pendek, tetapi terintegrasi dalam sistem kesehatan daerah sebagai investasi strategis demi tercapainya layanan kesehatan yang lebih adil, efisien, dan berbasis data.

Daftar Pustaka

- Achoki, T., & Lesego, A. (2017). The imperative for systems thinking to promote access to medicines, efficient delivery, and cost-effectiveness when implementing health financing reforms: a qualitative study. *International Journal for Equity in Health*, 16(1), 53. <https://doi.org/10.1186/s12939-017-0550-x>
- Adel, H. M., Khaled, M., Yehya, M. A., Elsayed, R., Ali, R. S., & Ahmed, F. E. (2024). Nexus among artificial intelligence implementation, healthcare social innovation, and green image

- of hospitals' operations management in Egypt. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2024.100156>
- Alfi, M., Yundari, N. P., & Tsaqif, A. (2023). Analisis Risiko Keamanan Siber dalam Transformasi Digital Pelayanan Publik di Indonesia. *Jurnal Kajian Stratejik Ketahanan Nasional*, 6(2), 5.
- Androulakis, I. P. (2019). The quest for digital health: From diseases to patients. *Computers and Chemical Engineering*, 127, 247–253. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2019.05.030>
- Arruda, H., Silva, E. R., Lessa, M., Proença Jr., D., & Bartholo, R. (2022). VOSviewer and Bibliometrix. *Journal of the Medical Library Association*, 110(3), 392–395. <https://doi.org/10.5195/jmla.2022.1434>
- Atmaja, S. (2024). Pemanfaatan artificial intelligence (AI) dalam transformasi digital untuk pelayanan publik. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis*, 6(1), 9–21.
- Azzopardi-Muscat, N., & Sørensen, K. (2019). Towards an equitable digital public health era: promoting equity through a health literacy perspective. *European Journal of Public Health*, 29(Supplement_3), 13–17. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckz166>
- Back, D. A., Scherer, J., Osterhoff, G., Rigamonti, L., & Pörringer, D. (2022). Digital implications for human resource management in surgical departments. *European Surgery - Acta Chirurgica Austriaca*, 54(1), 17–23. <https://doi.org/10.1007/s10353-021-00709-9>
- Bellucci, B., & Michele, E. (2023). Focusing on the integration of AI in healthcare sector of USA: Focusing on the roles of AI adoption and innovative capabilities. *Journal of Commercial Biotechnology*, 28(5), 205–216. <https://doi.org/10.5912/jcb2142>
- Bhattacharyya, D. S., Dutta, G. K., Nowrin, I., Shafique, S., Islam, M. Z., Riazul Islam, B. M., & Anwar, I. (2021). Implementing a digital human resources management tool in the government health sector in Bangladesh: a policy content analysis. *BMC Health Services Research*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-021-07304-4>
- Bhattacharyya, D. S., Shafique, S., Akhter, S., Rahman, A., Islam, M. Z., Rahman, N., & Anwar, I. (2020). Challenges and facilitators of implementation of an information communication and technology (ICT)-based human resources management tool in the government health sector in Bangladesh: Protocol for an exploratory qualitative research study. *BMJ Open*, 10(12). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-043939>
- Bhuyan, S. S., Sateesh, V., Mukul, N., Galvankar, A., Mahmood, A., Nauman, M., Rai, A., Bordoloi, K., Basu, U., & Samuel, J. (2025). Generative Artificial Intelligence Use in Healthcare: Opportunities for Clinical Excellence and Administrative Efficiency. *Journal of Medical Systems*, 49(1). <https://doi.org/10.1007/s10916-024-02136-1>
- Bywall, K. S., Norgren, T., Avagnina, B., Gonzalez, M. P., & Andersson, S. W. (2024). Calling for allied efforts to strengthen digital health literacy in Sweden: perspectives of policy makers. *BMC Public Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-024-20174-9>
- Cahyarini, F. D. (2021). Implementasi digital leadership dalam pengembangan kompetensi digital pada pelayanan publik. *Jurnal Studi Komunikasi Dan Media*, 25(1), 47–60.
- Carse, J., Süveges, T., Chin, G., Muthiah, S., Morton, C., Proby, C., Trucco, E., Fleming, C., & McKenna, S. (2024). Classifying real-world macroscopic images in the primary-

- secondary care interface using transfer learning: implications for development of artificial intelligence solutions using nondermoscopic images. *Clinical and Experimental Dermatology*, 49(7), 699–706. <https://doi.org/10.1093/ced/llad400>
- Chatterjee, S., Chaudhuri, R., Thrassou, A., & Vrontis, D. (2022). Technology disruption in healthcare: artificial intelligence application, challenges, and policy recommendations in India. *International Journal of Internet Marketing and Advertising*, 17(3–4), 394–414. <https://doi.org/10.1504/IJIMA.2022.126716>
- Cheng, M., Li, X., & Xu, J. (2022). Promoting Healthcare Workers' Adoption Intention of Artificial- Intelligence-Assisted Diagnosis and Treatment: The Chain Mediation of Social Influence and Human–Computer Trust. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(20). <https://doi.org/10.3390/ijerph192013311>
- Choi, K.-S. (2020). Integrating artificial intelligence into healthcare research. *Journal of Nursing*, 67(5), 12–18. [https://doi.org/10.6224/JN.202010_67\(5\).03](https://doi.org/10.6224/JN.202010_67(5).03)
- Chung, Y., Shin, H., Kim, H., & Kim, J.-S. (2024). The Role of Health Empowerment on Digital Health Technology Literacy by Generation. *American Journal of Health Behavior*, 48(4), 91–102. <https://doi.org/10.5993/AJHB.48.4.8>
- Clement, N. D., & Simpson, A. H. R. W. (2023). Artificial intelligence in orthopaedics. *Bone and Joint Research*, 12(8), 494–496. <https://doi.org/10.1302/2046-3758.128.BJR2023-0199>
- Clifford, K. L., & Zaman, M. H. (2016). Engineering, global health, and inclusive innovation: Focus on partnership, system strengthening, and local impact for SDGs. *Global Health Action*, 9(1). <https://doi.org/10.3402/gha.v9.30175>
- Cobianchi, L., Verde, J. M., Loftus, T. J., Piccolo, D., Dal Mas, F., Mascagni, P., Garcia Vazquez, A., Ansaloni, L., Marseglia, G. R., Massaro, M., Gallix, B., Padoy, N., Peter, A., & Kaafarani, H. M. (2022). Artificial Intelligence and Surgery: Ethical Dilemmas and Open Issues. *Journal of the American College of Surgeons*, 235(2), 268–275. <https://doi.org/10.1097/XCS.0000000000000242>
- Daeli, S. M. S., Girsang, E., & Ramadhani, S. L. (2023). *Evaluation of government sourcing health financing with district health account (DHA) approach in the health office of West Nias*. 080015. <https://doi.org/10.1063/5.0144396>
- Dal Mas, F., Massaro, M., Rippa, P., & Secundo, G. (2023). The challenges of digital transformation in healthcare: An interdisciplinary literature review, framework, and future research agenda. *Technovation*, 123. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102716>
- Darwiesh, A., El-Baz, A. H., Abualkishik, A. Z., & Elhoseny, M. (2023). Artificial Intelligence Model for Risk Management in Healthcare Institutions: Towards Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010420>
- De Foo, C., Verma, M., Tan, S. Y., Hamer, J., van der Mark, N., Pholpark, A., Hanvoravongchai, P., Cheh, P. L. J., Marthias, T., Mahendradhata, Y., Putri, L. P., Hafidz, F., Giang, K. B., Khuc, T. H. H., Van Minh, H., Wu, S., Caamal-Olvera, C. G., Orive, G., Wang, H., ... Legido-Quigley, H. (2023). Health financing policies during the COVID-19 pandemic and implications for universal health care: a case study of 15 countries. *The Lancet Global Health*, 11(12), e1964–e1977. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(23\)00448-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00448-5)
- Denicolai, S., & Previtali, P. (2023). Innovation strategy and digital transformation execution

- in healthcare: The role of the general manager. *Technovation*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102555>
- Dicuonzo, G., Donofrio, F., Fusco, A., & Shini, M. (2023). Healthcare system: Moving forward with artificial intelligence. *Technovation*, 120. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2022.102510>
- Ejaz, H., McGrath, H., Wong, B. L. H., Guise, A., Vercauteren, T., & Shapey, J. (2022). Artificial intelligence and medical education: A global mixed-methods study of medical students' perspectives. *Digital Health*, 8. <https://doi.org/10.1177/20552076221089099>
- Farooqui, M. O., Qureshi, T., Kisswani, N., & Mishra, D. K. (2024). Artificial Intelligence: Legal and Ethical Perspectives in the Health Care Sector. *Science of Law*, 2024(4), 8–14. <https://doi.org/10.55284/sol.v2024i4.152>
- Gastaldi, L., Appio, F. P., Corso, M., & Pistorio, A. (2018). Managing the exploration-exploitation paradox in healthcare: Three complementary paths to leverage on the digital transformation. *Business Process Management Journal*, 24(5), 1200–1234. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-04-2017-0092>
- Ghazal, H., Alshammari, A., Taweel, A., ElBokl, A., Nejari, C., Alhuwail, D., Al-Thani, D., Al-Jafar, E., Wahba, H., Alrishidi, M., Hamdi, M., Househ, M., El-Hassan, O., Alnafrani, S., Kalhori, S. R. N., Emara, T., Alam, T., El Otmani Dehbi, Z., & Al-Shorbaji, N. (2022). Middle East and North African Health Informatics Association (MENAHA). *Yearbook of Medical Informatics*, 31(01), 354–364. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1742495>
- Goirand, M., Austin, E., & Clay-Williams, R. (2021). Implementing Ethics in Healthcare AI-Based Applications: A Scoping Review. *Science and Engineering Ethics*, 27(5). <https://doi.org/10.1007/s11948-021-00336-3>
- Gotsadze, G., Zoidze, A., Gabunia, T., & Chin, B. (2024). Advancing governance for digital transformation in health: insights from Georgia's experience. *BMJ Global Health*, 9(10). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2024-015589>
- Guarcello, C., & de Vargas, E. R. (2020). Service Innovation in Healthcare: A Systematic Literature Review. *Latin American Business Review*, 21(4), 353–369. <https://doi.org/10.1080/10978526.2020.1802286>
- Gullslett, M. K., Ronchi, E., Lundberg, L., Larbi, D., Lind, K. F., Tayefi, M., Ngo, P. D., Sy, T. R., Adib, K., & Hamilton, C. (2024). Telehealth development in the WHO European region: Results from a quantitative survey and insights from Norway. *International Journal of Medical Informatics*, 191, 105558. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2024.105558>
- Gupta, A. K., & Srivastava, M. K. (2024). Framework for AI Adoption in Healthcare Sector: Integrated DELPHI, ISM-MICMAC Approach. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 8116–8131. <https://doi.org/10.1109/TEM.2024.3386580>
- Hameed, B. M. Z., Naik, N., Ibrahim, S., Tatkar, N. S., Shah, M. J., Prasad, D., Hegde, P., Chlosta, P., Rai, B. P., & Somani, B. K. (2023). Breaking Barriers: Unveiling Factors Influencing the Adoption of Artificial Intelligence by Healthcare Providers. *Big Data and Cognitive Computing*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/bdcc7020105>
- Hee Lee, D., & Yoon, S. N. (2021). Application of artificial intelligence-based technologies in the healthcare industry: Opportunities and challenges. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(1), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijerph18010271>

- Hofmann, P., Lämmermann, L., & Urbach, N. (2024). Managing artificial intelligence applications in healthcare: Promoting information processing among stakeholders. *International Journal of Information Management*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102728>
- Houfani, D., Slatnia, S., Kazar, O., Saouli, H., & Merizig, A. (2022). Artificial intelligence in healthcare: a review on predicting clinical needs. *International Journal of Healthcare Management*, 15(3), 267–275. <https://doi.org/10.1080/20479700.2021.1886478>
- Houngbo, P. T., Zweekhorst, M., Bunders, J., Coleman, H. L. S., Medenou, D., Dakpanon, L., & De Cock Buning, T. (2017). The root causes of ineffective and inefficient healthcare technology management in Benin public health sector. *Health Policy and Technology*, 6(4), 446–456. <https://doi.org/10.1016/j.hlpt.2017.06.004>
- Hsu, J. (2022). Personalized Digital Health Beyond the Pandemic. *Journal for Nurse Practitioners*, 18(7), 709–714. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2022.04.022>
- Huber, C., & Gärtner, C. (2018). Digital transformations in healthcare professionals' work: Dynamics of autonomy, control and accountability. *Management Revue*, 29(2), 139–161. <https://doi.org/10.5771/0935-9915-2018-2-139>
- Irfan, B., & Anirwan, A. (2023). Pelayanan Publik Era Digital: Studi Literatur. *Indonesian Journal of Intellectual Publication*, 4(1), 23–31.
- Ivanova, A. A., Zavaleva, E. V, Shuvalov, S. S., & Andruzskaya, A. G. (2023). Health human resources. *Medical Technologies. Assessment and Choice*, 45(2), 59–66. <https://doi.org/10.17116/medtech20234502159>
- Iyamu, I., Xu, A. X. T., Gómez-Ramírez, O., Ablona, A., Chang, H.-J., Mckee, G., & Gilbert, M. (2021). Defining digital public health and the role of digitization, digitalization, and digital transformation: Scoping review. *JMIR Public Health and Surveillance*, 7(11). <https://doi.org/10.2196/30399>
- Jabarulla, M. Y., & Lee, H.-N. (2021). A blockchain and artificial intelligence-based, patient-centric healthcare system for combating the covid-19 pandemic: Opportunities and applications. *Healthcare (Switzerland)*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/healthcare9081019>
- Jain, A., Vishwakarma, A., & Bhakta, D. (2025). Assessing the impact of artificial intelligence and circular economy on the healthcare sector: An empirical evidence from the Indian context. *Journal of Cleaner Production*, 486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.144315>
- Jain, A., Way, D., Gupta, V., Gao, Y., De Oliveira Marinho, G., Hartford, J., Sayres, R., Kanada, K., Eng, C., Nagpal, K., Desalvo, K. B., Corrado, G. S., Peng, L., Webster, D. R., Dunn, R. C., Coz, D., Huang, S. J., Liu, Y., Bui, P., & Liu, Y. (2021). Development and Assessment of an Artificial Intelligence-Based Tool for Skin Condition Diagnosis by Primary Care Physicians and Nurse Practitioners in Tele dermatology Practices. *JAMA Network Open*, 4(4). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.7249>
- Ji, H., Dong, J., Pan, W., & Yu, Y. (2024). Associations between digital literacy, health literacy, and digital health behaviors among rural residents: evidence from Zhejiang, China. *International Journal for Equity in Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12939-024-02150-2>

- Judijanto, L. (2025). TRANSFORMASI DIGITAL DALAM PELAYANAN PUBLIK: IMPLIKASI DAN TANTANGAN HUKUM ADMINISTRASI NEGARA. *ADMIN: Jurnal Administrasi Negara*, 3(2), 1– 7.
- Jussupow, E., Spohrer, K., Heinzl, A., & Gawlitza, J. (2021). Augmenting medical diagnosis decisions? An investigation into physicians' decision-making process with artificial intelligence. *Information Systems Research*, 32(3), 713–735. <https://doi.org/10.1287/ISRE.2020.0980>
- Kannelønning, M. S. (2024). Navigating uncertainties of introducing artificial intelligence (AI) in healthcare: The role of a Norwegian network of professionals. *Technology in Society*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102432>
- Katirai, A., Yamamoto, B. A., Kogetsu, A., & Kato, K. (2023). Perspectives on artificial intelligence in healthcare from a Patient and Public Involvement Panel in Japan: an exploratory study. *Frontiers in Digital Health*, 5. <https://doi.org/10.3389/fdgth.2023.1229308>
- Kauppinen, K., Keikhosrokiani, P., & Khan, S. (2024). Human-Centered Design and Benefit Realization Management in Digital Health Care Solution Development: Protocol for a Systematic Review. *JMIR Research Protocols*, 13. <https://doi.org/10.2196/56125>
- khan, Z. F., & Alotaibi, S. R. (2020). Applications of Artificial Intelligence and Big Data Analytics in m-Health: A Healthcare System Perspective. *Journal of Healthcare Engineering*, 2020(1), 8894694. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2020/8894694>
- Khodjamurodov, G., & Rechel, B. (2010). Health systems in transition. *Health*, 12(2).
- Klecza, B., Musiega, A., Rabut, G., Wekesa, P., Mwaniki, P., Marx, M., & Kumar, P. (2018). Rubber stamp templates for improving clinical documentation: A paper-based, m-Health approach for quality improvement in low-resource settings. *International Journal of Medical Informatics*, 114, 121–129. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2017.10.014>
- Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. C. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557– 567. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.10.030>
- Kulkov, I. (2023). Next-generation business models for artificial intelligence start-ups in the healthcare industry. *International Journal of Entrepreneurial Behaviour and Research*, 29(4), 860–885. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-04-2021-0304>
- Kwiatkowska, E. M., & Skórzewska-Amberg, M. (2019). Digitalisation of Healthcare and the Problem of Digital Exclusion. *Journal of Management and Business Administration. Central Europe*, 27(2), 48–63. <https://doi.org/10.7206/jmba.ce.2450-7814.252>
- Lapina, M. A. (2022). Organizational, legal and Financial Aspects of Digitalization and Implementation of Artificial Intelligence Technologies in Healthcare. *Finance: Theory and Practice*, 26(3), 169–185. <https://doi.org/10.26794/2587-5671-2022-26-3-169-185>
- Lastri, S., Fahlevi, H., & Diantimala, Y. (2022). Mediation role of management commitment on improving fraud prevention in primary healthcare: Empirical evidence from Indonesia. *Problems and Perspectives in Management*, 20(1), 488–500. [https://doi.org/10.21511/ppm.20\(1\).2022.39](https://doi.org/10.21511/ppm.20(1).2022.39)
- Lee, C.-H., Wang, D., Lyu, S., Evans, R. D., & Li, L. (2023). A digital transformation-enabled framework and strategies for public health risk response and governance: China's

- experience. *Industrial Management and Data Systems*, 123(1), 133–154. <https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2022-0008>
- Levin-Zamir, D. (2023). Digital health literacy and health technology in health systems and beyond: The importance of measurement, planned action, and policy for readiness and sustainability1. *Information Services and Use*, 43(2), 143–150. <https://doi.org/10.3233/ISU-230192>
- Liu, D. S., Sawyer, J., Luna, A., Aoun, J., Wang, J., Boachie, L., Halabi, S., & Joe, B. (2022). Perceptions of US Medical Students on Artificial Intelligence in Medicine: Mixed Methods Survey Study. *JMIR Medical Education*, 8(4). <https://doi.org/10.2196/38325>
- Liu, S., & Xu, M. (2024). The application of artificial intelligence in ophthalmology teaching. *Journal of Chinese Physician*, 26(5), 663-666and672. <https://doi.org/10.3760/cma.j.cn431274-20240322-00485>
- López, D. M., Rico-Olarte, C., Blobel, B., & Hullin, C. (2022). Challenges and solutions for transforming health ecosystems in low- and middle-income countries through artificial intelligence. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.958097>
- Mackert, M., Mabry-Flynn, A., Champlin, S., Donovan, E. E., & Pounders, K. (2016). Health literacy and health information technology adoption: The potential for a new digital divide. *Journal of Medical Internet Research*, 18(10), e6349. <https://doi.org/10.2196/jmir.6349>
- Mahmud, A., Dwivedi, G., & Chow, B. J. W. (2024). Exploring the Integration of Artificial Intelligence in Cardiovascular Medical Education: Unveiling Opportunities and Advancements. *Canadian Journal of Cardiology*, 40(10), 1946–1949. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.06.014>
- Marliani, L., & Assyahri, W. (2024). Dampak Sistem Keuangan Desa (Siskuesdes) Terhadap Transformasi Digital dalam meningkatkan Pelayanan Publik Pengelolaan Keuangan Desa. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 2(2), 233–243.
- Meurs, M., Keuper, J., Sankatsing, V., Batenburg, R., & Van Tuyl, L. (2022). “Get Used to the Fact that Some of the Care Is Really Going to Take Place in a Different Way”: general practitioners’ experiences with e-health during the COVID-19 pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 19(9), 5120. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095120>
- Moulaei, K., Akhlaghpour, S., & Fatehi, F. (2025). Patient consent for the secondary use of health data in artificial intelligence (AI) models: A scoping review. *International Journal of Medical Informatics*, 198. <https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2025.105872>
- Musamih, A., Yaqoob, I., Salah, K., Jayaraman, R., Omar, M., & Ellahham, S. (2024). Using NFTs for Product Management, Digital Certification, Trading, and Delivery in the Healthcare Supply Chain. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 4480–4501. <https://doi.org/10.1109/TEM.2022.3215793>
- Natika, L. (2024). Transformasi pelayanan publik Di era digital: Menuju pelayanan masa depan Yang lebih Baik. *The World of Public Administration Journal*, 6(1), 1–11.
- Non, L. R., Marra, A. R., & Ince, D. (2025). Rise of the Machines - Artificial Intelligence in Healthcare Epidemiology. *Current Infectious Disease Reports*, 27(1). <https://doi.org/10.1007/s11908-024-00854-8>

- Palmer, D. (1990). Artificial intelligence in healthcare management *Healthcare Informatics : The Business Magazine for Information and Communication Systems*, 7(3), 54. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0025390566&partnerID=40&m-d5=fed9bb81c72a3c7ad0673a2c8db069bc>
- Petersson, L., Larsson, I., Nygren, J. M., Nilsen, P., Neher, M., Reed, J. E., Tyskbo, D., & Svedberg, P. (2022). Challenges to implementing artificial intelligence in healthcare: a qualitative interview study with healthcare leaders in Sweden. *BMC Health Services Research*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08215-8>
- Pires, L. B., Lima, I. L. P., Alves, T. O. S., de Menezes Araújo, D., Santos, J., & da Silva, F. J. C. P. (2024). Health technologies for tackling client absenteeism in primary and secondary care services. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 30(8), 1717–1727. <https://doi.org/10.1111/jep.14066>
- Plummer, V., & Boyle, M. (2017). Healthcare System in Indonesia. *Hospital Topics*, 95(4), 82–89. <https://doi.org/10.1080/00185868.2017.1333806>
- Raghunathan, K., Morris, M. E., Wani, T. A., Edvardsson, K., Peiris, C., Fowler-Davis, S., McKercher, J. P., Bourke, S., Danish, S., Johnston, J., Moyo, N., Gilmartin-Thomas, J., Heng, H. W. F., Ho, K., Joyce-Mccoach, J., & Thwaites, C. (2025). Using artificial intelligence to improve healthcare delivery in select allied health disciplines: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 15(3). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-098290>
- Rahimi, S. A., Légaré, F., Sharma, G., Archambault, P., Zomahoun, H. T. V., Chandavong, S., Rheault, N., Wong, S. T., Langlois, L., Couturier, Y., Salmeron, J. L., Gagnon, M.-P., & Légaré, J. (2021). Application of artificial intelligence in community-based primary health care: Systematic scoping review and critical appraisal. *Journal of Medical Internet Research*, 23(9). <https://doi.org/10.2196/29839>
- Rahman, A. (2024). Ethical Implications of Bioethics in the Integration of Artificial Intelligence within the Healthcare Sector of the USA. *Journal of Commercial Biotechnology*, 29(3), 71–84. <https://doi.org/10.5912/jcb2382>
- Roppelt, J. S., Kanbach, D. K., & Kraus, S. (2024). Artificial intelligence in healthcare institutions: A systematic literature review on influencing factors. *Technology in Society*, 76. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102443>
- Samadhiya, A., Yadav, S., Kumar, A., Majumdar, A., Luthra, S., Garza-Reyes, J. A., & Upadhyay, A. (2023). The influence of artificial intelligence techniques on disruption management: Does supply chain dynamism matter? *Technology in Society*, 75. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102394>
- Sangaiah, A. K., Javadpour, A., Ja'fari, F., Pinto, P., & Chuang, H.-M. (2024). Privacy-Aware and AI Techniques for Healthcare Based on K-Anonymity Model in Internet of Things. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 71, 12448–12462. <https://doi.org/10.1109/TEM.2023.3271591>
- Santamato, V., Tricase, C., Faccilongo, N., Iacoviello, M., & Marengo, A. (2024). Exploring the Impact of Artificial Intelligence on Healthcare Management: A Combined Systematic Review and Machine-Learning Approach. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/app142210144>
- Schmitter, P., Shahgholian, A., & Tucker, M. (2024). Towards an understanding of the digital transformation of facility management in healthcare: perspectives from practice.

- Digital Transformation and Society*, 3(4), 395–409. <https://doi.org/10.1108/DTS-10-2023-0098>
- Secinaro, S., Calandra, D., Secinaro, A., Muthurangu, V., & Biancone, P. (2021). The role of artificial intelligence in healthcare: a structured literature review. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(1). <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01488-9>
- Siddiqi, S., Aftab, W., Siddiqui, F. J., Huicho, L., Mogilevskii, R., Friberg, P., Lindgren-Garcia, J., Causevic, S., Khamis, A., Shah, M. M., & Bhutta, Z. A. (2020). Global strategies and local implementation of health and health-related SDGs: Lessons from consultation in countries across five regions. *BMJ Global Health*, 5(9). <https://doi.org/10.1136/bmjgh-2020-002859>
- Sisilianingsih, S., Purwandari, B., Eitiveni, I., & Purwaningsih, M. (2024). Analisis faktor transformasi digital pelayanan publik pemerintah di era pandemi. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 10(4), 883–892.
- Stoumpos, A. I., Kitsios, F., & Talias, M. A. (2023). Digital Transformation in Healthcare: Technology Acceptance and Its Applications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph20043407>
- Swan, E. L., Peltier, J. W., & Dahl, A. J. (2024). Artificial intelligence in healthcare: the value co- creation process and influence of other digital health transformations. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 18(1), 109–126. <https://doi.org/10.1108/JRIM-09-2022-0293>
- Terry, A., Lizotte, D., Brown, J., Ryan, B., Kueper, J., Meredith, L., Dang, J., Stewart, M., Zwarenstein, M., Leger, D., McKay, S., & Beleno, R. (2022). Is primary health care ready for artificial intelligence? Stakeholder perspectives: Worth the risk as long as you do it well. *Annals of Family Medicine*, 20. <https://doi.org/10.1370/afm.20.s1.2905>
- Tripathi, S., & Musiolik, T. H. (2022). Fairness and ethics in artificial intelligence-based medical imaging. In *Research Anthology on Improving Medical Imaging Techniques for Analysis and Intervention* (pp. 79–90). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-7544-7.ch005>
- Tursunbayeva, A., & Renkema, M. (2023). Artificial intelligence in health-care: implications for the job design of healthcare professionals. *Asia Pacific Journal of Human Resources*, 61(4), 845–887. <https://doi.org/10.1111/1744-7941.12325>
- Walkinshaw, L. P., Mason, C., Allen, C. L., Vu, T., Nandi, P., Santiago, P. M., & Hannon, P. A. (2015). Process evaluation of a regional public health model to reduce chronic disease through policy and systems changes, Washington State, 2010-2014. *Preventing Chronic Disease*, 12, E37. <https://doi.org/10.5888/pcd12.140446>
- Wamala-Andersson, S., Richardson, M. X., Stridsberg, S. L., Ryan, J., Sukums, F., & Goh, Y.-S. (2023). Artificial Intelligence and Precision Health Through Lenses of Ethics and Social Determinants of Health: Protocol for a State-of-the-Art Literature Review. *JMIR Research Protocols*, 12. <https://doi.org/10.2196/40565>
- Wang, L., & Qin, J. (2022). Robotic and artificial intelligence in health care during the COVID-19 pandemic. *Journal of Commercial Biotechnology*, 27(3), 169–179. <https://doi.org/10.5912/JCB1107>
- Wang, Y.-C., Chen, T.-C. T., & Chiu, M.-C. (2023). An improved explainable artificial intelligence

- tool in healthcare for hospital recommendation. *Healthcare Analytics*, 3. <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100147>
- Wani, D., & Malhotra, M. (2018). Does the meaningful use of electronic health records improve patient outcomes? *Journal of Operations Management*, 60, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2018.06.003>
- Xie, Y., Lu, L., Gao, F., He, S.-J., Zhao, H.-J., Fang, Y., Yang, J.-M., An, Y., Ye, Z.-W., & Dong, Z. (2021). Integration of Artificial Intelligence, Blockchain, and Wearable Technology for Chronic Disease Management: A New Paradigm in Smart Healthcare. *Current Medical Science*, 41(6), 1123–1133. <https://doi.org/10.1007/s11596-021-2485-0>
- Yeates, N., & Surender, R. (2021). Southern social world-regionalisms: The place of health in nine African regional economic communities. *Global Social Policy*, 21(2), 191–214. <https://doi.org/10.1177/1468018120961850>
- Yulanda, A., & Adnan, M. F. (2023). Transformasi Digital: Meningkatkan Efisiensi Pelayanan Publik Ditinjau dari Perspektif Administrasi Publik. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*, 1(3), 103– 110.
- Zahlan, A., Ranjan, R. P., & Hayes, D. (2023). Artificial intelligence innovation in healthcare: Literature review, exploratory analysis, and future research. *Technology in Society*, 74. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102321>
- Zaman, T. U., Alharbi, E. K., Bawazeer, A. S., Algethami, G. A., Almehmadi, L. A., Alshareef, T. M., Alotaibi, Y. A., & Karar, H. M. O. (2023). Artificial intelligence: the major role it played in the management of healthcare during COVID-19 pandemic. *IAES International Journal of Artificial Intelligence*, 12(2), 505–513. <https://doi.org/10.11591/ijai.v12.i2.pp505-513>