

Optimizing Digital Transformation Through AI and Cloud Technology Integration for Innovation in Big Data-Driven Information Systems

Lilik Tiara Giantri¹, Muhammad Hudzaifah², Ewin Suciana³, Duta Arief Christanto⁴, Dede Cahyadi⁵

*Teknik Informatika, Universitas Yarsi Pratama

¹lilik@yarsipratama.ac.id, ²hudzaifah@yarsiparatama.ac.id, ³ewinsuciana@yarsipratama.ac.id, ⁴duta@yarsipratama.ac.id,
⁵dede@yarsiparatama.ac.id

Article Info

Article history:

Received 2025-07-04

Revised 2025-07-29

Accepted 2025-08-10

Keyword:

*Digital Transformation,
AI,
Cloud Computing,
Big Data,
Systems Information.*

ABSTRACT

Digital transformation has become critical for SMEs in emerging economies, yet integrated studies combining AI, cloud computing, and human factors remain scarce. This study addresses this gap by developing a holistic framework for Indonesian SMEs through a systematic literature review. Using PRISMA protocol, we analyzed 46 peer-reviewed articles (2020-2025) from Scopus, IEEE Xplore, and Google Scholar, with thematic synthesis in NVivo 12. The proposed framework reveals three interdependent dimensions: (1) technological integration (AI-cloud-big data synergy), (2) process optimization (automation and analytics), and (3) human-digital leadership (competency and cultural readiness). Case studies show 35% operational efficiency gains but highlight infrastructure and skill gaps. This study contributes a novel integration of TOGAF and DCMM theories, offering policymakers a roadmap for SME digitalization while cautioning against one-size-fits-all solutions.



This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi kebutuhan strategis bagi organisasi modern untuk menjaga relevansi dan daya saing di tengah percepatan perubahan teknologi. Lebih dari sekedar adopsi teknologi baru, transformasi digital mencakup perubahan mendasar dalam budaya organisasi, proses bisnis dan model operasional [1], [2].

Studi menunjukkan bahwa 78% organisasi di Indonesia yang mengintegrasikan AI dan cloud mengalami peningkatan efisiensi operasional 35% dibandingkan dengan mereka yang hanya mengadopsi salah satu teknologi [3]. Temuan serupa dikemukakan oleh studi Alkadrie (2024) yang menegaskan bahwa integrasi dua teknologi ini merupakan pendorong utama efisiensi digital di Indonesia [4].

Big data memungkinkan pengambilan keputusan real time. Volume data global diproyeksikan meningkat 33 ZB (2018) menjadi 175 ZB (2025), menurut Polgan et al. [5], menawarkan peluang efisiensi operasional hingga 40% dan keunggulan kompetitif [6]. Tetapi, 65% UMKM di Indonesia gagal mengintegrasikannya akibat pendekatan parsial [7]. Hal ini sejalan dengan temuan studi Koczerga (2024) yang

melaporkan bahwa 95% kegagalan transformasi digital global berakar pada kurangnya kesiapan organisasi [8]. Selain itu Lipsmeier et al. (2020) menegaskan perlunya pendekatan holistik yang memadukan teknologi, proses dan manusia [9]. Dalam konteks ini, AI dan cloud computing menjadi pendorong percepatan digital [10]. AI memberikan kemampuan adaptif bagi sistem untuk belajar dan membuat keputusan berbasis data, sementara cloud computing menawarkan infrastruktur yang skalabel, fleksibel dan efisien dari segi biaya. Kombinasi keduanya diyakini mampu menciptakan sistem informasi yang cerdas dan responsif terhadap dinamika bisnis.

Integrasi AI dengan teknologi cloud computing menawarkan solusi untuk mengatasi banyak tantangan dalam transformasi digital. Arsitektur berbasis cloud memungkinkan organisasi untuk mengelola dan menganalisis big data dengan lebih efisien. Sementara itu, algoritma AI dapat mengekstrak wawasan berharga dari data tersebut untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik. Menurut penelitian Muna et al. (2025) [11], kombinasi AI dan cloud computing dapat meningkatkan akurasi prediksi bisnis hingga 45% dan mempercepat pengambilan keputusan hingga 60%

dibandingkan dengan metode tradisional. Temuan serupa disampaikan oleh Vollmer et al. (2021) yang menunjukkan bahwa deployment model AI berbasis cloud dapat meningkatkan skalabilitas dan mengurangi latency pengolahan data secara signifikan [12]. Selain itu studi PwC (2020) juga menegaskan bahwa integrasi AI dan cloud akan menjadi pendorong utama nilai ekonomi digital melalui efisiensi operasional dan pengambilan keputusan berbasis data [13].

Di Indonesia, transformasi digital semakin diakui sebagai prioritas strategis oleh pemerintah dan sektor swasta. Program "Making Indonesia 4.0" yang usung oleh Kementerian Perindustrian menjadi landasan nasional untuk mendorong daya saing industri melalui adopsi teknologi digital secara menyeluruh [14]. Namun, World Bank (2021) menyoroti adanya kesenjangan yang signifikan dalam implementasi digital antara kesenjangan perusahaan besar dan UMKM [15]. Sementara 72% perusahaan besar telah menerapkan strategi transformasi digital secara komprehensif, hanya 23% UMKM yang telah melakukan, padahal mereka menyumbang lebih dari 60% terhadap PDB nasional [16]. Studi ini menjawab kebutuhan tersebut dengan kerangka integratif AI-cloud-big data. Laporan BPS (2023) dan e-Conomy SEA 2023 juga menguatkan bahwa ketertinggalan infrastruktur, literasi digital dan kesiapan menjadi hambatan utama bagi UMKM dalam mengadopsi solusi digital berbasis AI dan cloud untuk UMKM Indonesia [17].

Perkembangan sistem informasi berbasis big data telah mengalami evolusi signifikan dari sekedar penyimpanan data menjadi platform canggih yang mengintegrasikan analitik prediktif, pembelajaran mesin dan otomatisasi proses bisnis. Penelitian oleh Prayitno et al. (2024) mengungkapkan bahwa implementasi sistem terintegrasi AI dan big data mampu meningkatkan akurasi peramalan permintaan sebesar 37%, mengoptimalkan manajemen inventaris hingga 42%, serta mengurangi biaya operasional hingga 28% dibandingkan dengan sistem konvensional [18]. Temuan ini sejalan dengan Aquilante et al. (2020) yang mencatat bahwa kemampuan analitik big data secara signifikan berkontribusi terhadap efisiensi proses dan peningkatan pengambilan keputusan berbasis data [19].

Lebih lanjut, bukti empiris dari Nguyen et al. (2021) yang mencatat bahwa penggunaan predictive analytics secara signifikan memperbaiki akurasi peramalan dan kecepatan pengambilan keputusan dibanding metode konvensional [20]. Selain itu, ulasan sistematis di *Journal of Big Data* (2020) memperkuat bahwa integrasi AI big data secara nyata memberikan nilai tambah pada manajemen inventaris dan efisiensi biaya dalam rantai pasok [21].

Teknologi cloud computing menawarkan berbagai model layanan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan organisasi, mulai dari *Infrastructure as a Service* (IaaS), *Platform as a Service* (PaaS), hingga *Software as a Service* (SaaS). Fleksibilitas ini memungkinkan organisasi untuk memulai dengan investasi minimal, sekaligus menyesuaikan skala layanan secara elastis sesuai kebutuhan. Menurut laporan IDC

(2021), tingkat adopsi cloud computing di Indonesia meningkat sebesar 34% pada tahun 2021 dibandingkan tahun sebelumnya dengan SaaS menjadi model layanan paling dominan (47%) [22], diikuti oleh IaaS (32%) dan PaaS (21%) [23]. Laporan APJII (2022) juga menguatkan bahwa pelaku usaha dan UMKM di Indonesia mulai beralih ke layanan cloud, khususnya SaaS, karena kemudahan penggunaan dan efisiensi biaya [24].

Keamanan data menjadi perhatian utama dalam transformasi digital, terutama ketika melibatkan data sensitif dan privasi pengguna. Integrasi AI dalam sistem keamanan siber menghadirkan pendekatan yang lebih proaktif untuk mendeteksi dan merespons ancaman, termasuk serangan zero-day atau tak dikenal sebelumnya. Studi Hindy et al. (2020), menunjukkan bahwa sistem berbasis deep learning seperti autoencoder mampu mendeteksi serangan zero-day dengan akurasi antara 89% hingga 99%, jauh lebih tinggi dari sistem tradisional berbasis signature [25]. Penelitian lain oleh Farzadnia et al. (2021) melaporkan akurasi hingga 98.7% dengan metode hybrid berbasis AIS dalam IDS tertentu [26]. Di sisi lain, teknologi cloud computing berperan penting dalam pemulihan bencana dan kelangsungan bisnis. Zhang et al. (2020) menegaskan bahwa cloud dapat secara signifikan mempercepat proses pemulihan pasca serangan, sementara laporan IBM (2023) menyebut bahwa organisasi yang mengadopsi AI dan cloud based security mampu mengurangi waktu pemulihan insiden keamanan hingga 35% lebih cepat dibandingkan dengan pendekatan tradisional [27], [28].

Aspek penting lainnya dalam optimalisasi transformasi digital adalah pengembangan talenta digital. Kesenjangan keterampilan digital telah menjadi hambatan signifikan dalam adopsi teknologi seperti AI dan cloud computing. Laporan World Bank (2021) mengungkapkan bahwa sekitar 67% organisasi di Indonesia mengalami kesulitan dalam merekrut tenaga profesional dengan kompetensi di bidang AI, analitik data, dan teknologi cloud. Kominfo (2022) juga menegaskan bahwa Indonesia menghadapi defisit sekitar 600.000 talenta digital per tahun, sebuah tantangan serius yang harus diatasi untuk memastikan keberhasilan inisiatif digital nasional [29]. Ketersediaan talenta yang andal tidak hanya mempengaruhi kemampuan organisasi dalam mengimplementasikan teknologi canggih, tetapi juga menentukan keberlanjutan transformasi digital secara menyeluruh.

Meskipun literatur tentang *Artificial Intelligence* (AI) dan Cloud Computing di Indonesia telah berkembang, banyak studi hanya membahas salah satu teknologi secara terpisah tanpa menyentuh integrasinya. Studi seperti Machmud et al. (2025) melakukan *Systematic Literature Review* (SLR) pada penggunaan AI dalam digital marketing Indonesia dengan hanya 12 artikel dari Scopus tanpa memasukkan aspek cloud atau UMKM [30] hanya fokus pada AI tanpa cloud. Di sisi lain, Sahetapy et al. (2025) mengkaji integrasi Big Data dan AI dalam pengembangan bisnis melalui pendekatan SLR berbasis Scopus, IEEE, Google Scholar dan jurnal SINTA, namun tidak mengeksplorasi peran cloud, SDM atau proses bisnis secara holistik [31]. Hingga saat ini belum ada studi

yang secara khusus meneliti integrasi AI Cloud untuk mendukung UMKM di Indonesia, serta belum tersedia kerangka konseptual yang secara eksplisit menggabungkan lapisan teknologi, proses bisnis dan SDM digital dalam konteks lokal.

Begitu juga banyak studi tentang cloud computing dan (AI) secara terpisah, literatur Indonesia masih terbatas. Oriza & Maulidar (2024) menjalankan kajian sistematis terhadap adopsi cloud di UMKM ($n = 76$), namun mengabaikan dimensi SDM [32]. Demikian pula, Ruslaini et al. (2021-2020) memaparkan tren cloud computing di UMKM ($n = 76$), tanpa menyentuh teknologi AI sama sekali [33]. Di tingkat implementasi, Sari et al. (2020) menguji pengaruh adopsi cloud terhadap kinerja UMKM melalui TOE, tetapi eksklusif pada cloud dan tanpa integrasi AI [34]. Sementara itu, Pattiasina (2025) menghasilkan wawasan kualitatif tentang faktor pengadopsian cloud, namun belum menyentuh AI atau pengkayaan lapisan proses SDM [35]. Studi AI terakhir oleh Santosa & Surgawati (2024) fokus pada peran AI dalam marketing UMKM, namun tidak memasukkan aspek cloud maupun menggabungkannya dalam kerangka konseptual komprehensif [36]. Oleh karena itu hingga kini belum ada penelitian yang membahas integrasi AI-Cloud untuk UMKM di Indonesia dengan pendekatan holistik yang mencakup lapisan teknologi, proses bisnis dan SDM.

Namun, hingga kini masih minim penelitian yang secara sistematis membahas integrasi AI dan cloud computing dalam konteks UMKM Indonesia dengan mempertimbangkan aspek teknologi, proses bisnis dan sumber daya manusia secara terpadu. Belum ditemukan kerangka konseptual yang menggabungkan ketiga lapisan ini secara komprehensif berbasis kajian sistematis. Hal inilah yang menjadi fokus dan kontribusi utama dari penelitian ini.

Meskipun terdapat banyak penelitian yang membahas AI [31] dan cloud computing [33] secara terpisah, analisis integratif keduanya khususnya untuk UMKM Indonesia masih sangat terbatas. Padahal, kombinasi AI cloud dapat mengurangi biaya infrastruktur hingga 40% bagi UMKM, penghematan 40% berasal dari eliminasi biaya server fisik melalui layanan cloud pay-as-you-go, IDC (2021) [23]. Tetapi 72% pelaku UMKM kesulitan mengimplementasikannya akibat kurangnya panduan terstruktur [17]. Studi ini merespons kebutuhan tersebut dengan mengusulkan kerangka kerja yang memadukan teknologi, proses bisnis dan SDM menyebabkan implementasi di lapangan cenderung fragmatis. Studi ini dirancang untuk mengisi celah tersebut dengan mengusulkan model berbasis bukti yang sesuai dengan karakteristik UMKM Indonesia, sekaligus mengaitkannya dengan kerangka teoritis seperti TOGAF dan DCMM untuk memastikan keselarasan dengan standar industri. Sebagai upaya pertama yang menggabungkan pendekatan SLR berbasis PRISMA dengan analisis tematik, penelitian ini tidak hanya mengisi gap literatur, tetapi juga menyediakan roadmap praktis bagi UMKM dalam transformasi digital.

Berbeda dengan pendekatan parsial dalam studi sebelumnya seperti Sahetapy et al. (2025) [32] yang fokus pada AI-big data atau Oriza & Maulidar (2024) [33] yang mengkaji cloud computing secara terpisah model konseptual dalam penelitian ini secara holistik mengintegrasikan tiga lapisan kunci (teknologi, proses bisnis, SDM) melalui SLR berbasis PRISMA. Sebagai upaya pertama yang menyediakan panduan terstruktur bagi UMKM Indonesia, kerangka ini dirancang untuk mengatasi fragmentasi implementasi yang selama ini menjadi hambatan utama.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah kerangka kerja konseptual untuk optimalisasi transformasi digital melalui integrasi AI dan teknologi cloud dengan fokus pada penerapan sistem informasi berbasis big data di sektor UMKM. Kerangka ini dirancang untuk menggabungkan tiga dimensi utama lapisan teknologi, proses bisnis dan kapabilitas SDM digital yang selama ini belum banyak dikaji secara terintegrasi dalam konteks Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoritis dan praktis dalam merumuskan strategi digital yang adaptif dan berkelanjutan.

II. METODE

Penelitian ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*). Metode ini dipilih untuk mengidentifikasi, mengevaluasi dan mensintesis studi terkait integrasi AI-cloud dalam transformasi digital UMKM. Data dikumpulkan dari Scopus, IEEE Xplore dan Google Scholar (2020-2025) dengan kriteria inklusi: (1) artikel peer-reviewed, (2) fokus pada AI, cloud computing dan UMKM/ekonomi berkembang dan (3) tersedia teks lengkap dari 220 artikel awal, 46 memenuhi kriteria setelah screening. Analisis tematik menggunakan NVivo 12 mengelompokkan temuan ke dalam tiga dimensi framework: integrasi teknologi, optimasi proses dan kepemimpinan digital. Validitas diperkuat melalui diskusi tim peneliti dan triangulasi sumber, meskipun terdapat limitasi seperti dominasi studi dari konteks non-Indonesia.

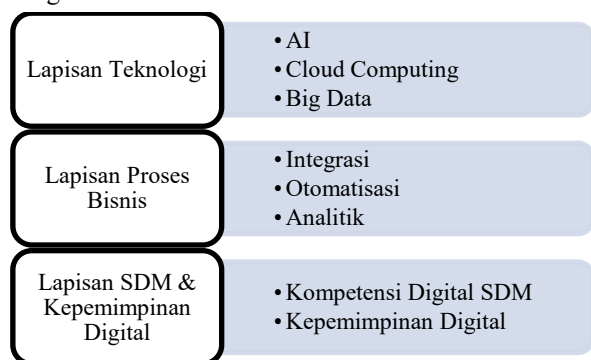
Pencarian literatur dilakukan melalui empat basis data akademik dengan pencarian menggunakan string ("digital transformation" OR "transformasi digital") AND ("AI" OR "artificial intelligence" OR "kecerdasan buatan") AND ("SMEs" OR "UMKM" OR "usaha mikro"), menggunakan PRISMA 2020 dengan tahapan (1) mencari di Scopus, IEEE Xplore, Google Scholar dan Portal Garuda menggunakan string (digital transformation) dan (AI, Cloud) dan (SMEs dan UMKM), (2) seleksi berdasar kriteria inklusi dan (3) Analisis tematik dengan NVivo 12. Dalam hal ini untuk memperkuat aspek kuantitatif dan sistematika metode *Systematic Literature Review* (SLR), berikut kriteria Inklusi dan Eksklusi sebagai berikut.

TABEL I
KRITERIA INKLUSI DAN EKSKLUSI

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
Tahun Publikasi	2020-2025	Dibawah 2020
Bahasa	Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia	Bahasa selain inggris dan indonesia
Fokus topik	Transformasi digital, AI, cloud computing, big data, UMKM, integrasi sistem	Topik tidak terkait (misal: e-commerce, game, edukasi)
Jenis Publikasi	Jurnal terindeks (Scopus, IEEE, SINTA), prosiding ilmiah	Blog, artikel opini, laporan internal, skripsi
Relevansi Konteks	Konteks bisnis, pemerintahan atau UMKM di indonesia/global	Tidak terikat dengan proses bisnis atau teknologi organisasi
Aksesibilitas Dokumen	Dapat diakses secara penuh (fulltext)	Hanya tersedia abstrak atau halaman awal

Sebanyak 46 artikel yang terpilih melalui proses SLR dianalisis secara tematik. Artikel-artikel tersebut mencakup publikasi dari berbagai jurnal internasional maupun nasional. Sebagian besar studi berasal dari bidang sistem informasi, manajemen teknologi dan rekayasa perangkat lunak. Topik yang paling dominan meliputi integrasi AI dalam proses bisnis, adopsi cloud computing di sektor UMKM, serta tantangan transformasi digital di negara berkembang. Sebagian besar artikel bersifat konseptual dan deskriptif, sementara hanya sebagian kecil yang bersifat empiris dengan pendekatan studi kasus.

Model kerangka kerja yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri atas tiga lapisan utama yang saling terintegrasi secara hirarkis, berikut framework konseptual tiga lapis integrasi teknologi, proses bisnis dan kepemimpinan SDM Digital.

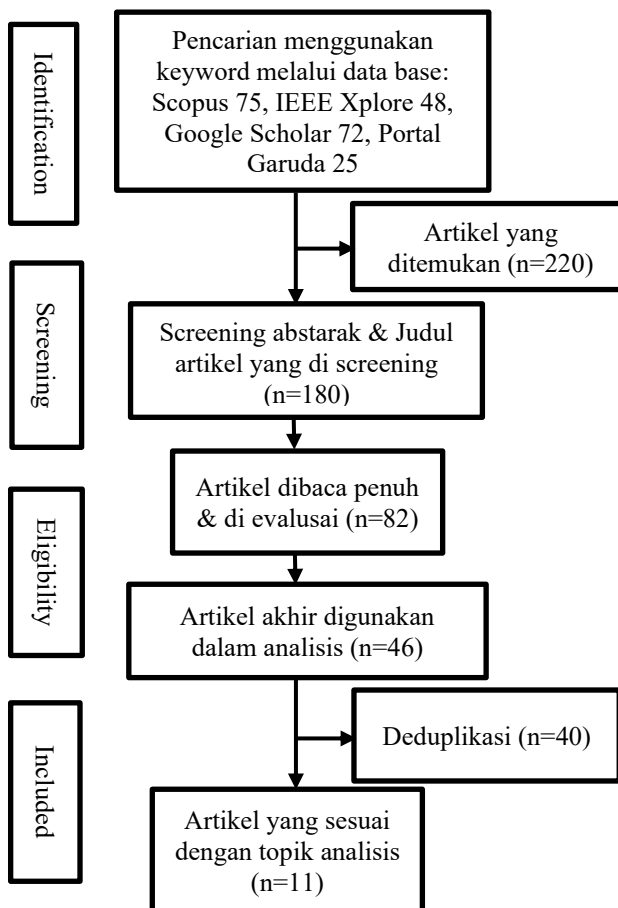


Gambar 1. Framework Konseptual Tiga Lapis

Kerangka kerja tiga lapis terdiri dari: (1) Lapisan teknologi (integrasi AI-cloud dan big data), (2) Lapisan proses bisnis (otomatisasi, analitik data) dan (3) Lapisan SDM digital (kepemimpinan, kompetensi). Model ini mengadopsi TOGAF untuk arsitektur teknologi dan PCAM untuk menilai

kematangan proses UMKM, seperti diilustrasikan dalam Gambar 1.

Berdasarkan gap literatur yang diidentifikasi pada Bab 1, penelitian ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) dengan protokol PRISMA untuk memastikan cakupan analisis yang komprehensif. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 Grafik alur PRISMA, berikut.



Gambar 2. Grafik alur PRISMA

Analisis tematik dilakukan melalui tiga tahap: (1) koding inisial oleh dua peneliti secara independen menggunakan NVivo 12, (2) Diskusi untuk menyelesaikan perbedaan koding (*inter-rater reliability* mencapai 85%) dan (3) Sitensis tema utama (teknologi, proses bisnis, SDM). Temuan divalidasi melalui triangulasi dengan studi kasus empiris dari laporan industri terkait. Tiga tema utama yang di analisis mencakup: (1) lapisan teknologi (AI, cloud, big data), (2) proses bisnis (otomatisasi, integrasi sistem, pengambilan keputusan berbasis data) dan (3) sumber daya manusia dan kepemimpinan digital.

A. Lapisan Teknologi

Artikel-artikel pada tema ini menyoroti bahwa keberhasilan transformasi digital sangat dipengaruhi oleh pemanfaatan teknologi utama seperti AI, cloud computing dan big data analytics. Integrasi AI dengan cloud memungkinkan efisiensi komputasi dan otomatisasi cerdas.

Beberapa studi melaporkan bahwa organisasi yang menerapkan AI berbasis cloud mampu meningkatkan akurasi prediksi bisnis hingga 45% dan mempercepat pengambilan keputusan hingga 60% dibandingkan sistem tradisional.

B. Lapisan Proses Bisnis

Transformasi digital tidak hanya melibatkan adopsi AI dan cloud, tetapi juga memerlukan restrukturisasi proses bisnis untuk mencapai efisiensi dan inovasi, otomatisasi operasional, integrasi sistem, serta peningkatan kapabilitas analitik. Namun, banyak organisasi masih kesulitan dalam menyelaraskan adopsi teknologi dengan alur kerja yang ada, terutama jika sistem lama (legacy) belum terintegrasi dengan baik.

C. SDM dan Kepemimpinan Digital

Faktor manusia menjadi tantangan dominan dalam literatur. Sebanyak 67% organisasi di Indonesia dilaporkan kesulitan mendapatkan SDM dengan kompetensi digital seperti AI, data analytics dan cloud management. Selain itu, budaya organisasi yang belum adaptif dan lemahnya kepemimpinan digital menjadi faktor penghambat. Studi merekomendasikan pengembangan kepemimpinan transformatif dan pelatihan digital sebagai solusi jangka panjang.

TABEL 2
RINGKASAN TEMUAN DARI 46 ARTIKEL

Tema	Fokus Utama	Artikel	Implikasi
Teknologi	Integrasi AI, Cloud dan Big Data	Hashem et al. [5], Aditya [9], Chatterjee et al. [21], Sahetapy et al. [31]	Meningkatkan efisiensi, prediksi dan pengambilan keputusan berbasis data.
Proses Bisnis	Integrasi sistem, otomatisasi proses, analitik	Oktareza [4], Sari et al. [34], Savitri [40], Barus et al. [38]	Mendorong otomatisasi, efisiensi akuntansi dan sistem pelaporan
SDM & Kepemimpinan	Kesenjangan kompetensi digital & kepemimpinan	Fahdillah [15], Santosa & Surgawati [36], Hindy et al. [26], Ambon [35]	Menyoroti perlunya penguatan talenta digital & budaya inovasi untuk transformasi jangka panjang

Tabel 2. Diatas merupakan pendekatan untuk merujuk pada metodologi yang dikembangkan oleh Kitchenham & Charters (2007) dan diperbarui dalam panduan PRISMA 2020 oleh Page et al. (2021 untuk memastikan transparansi, ketertelusuran dan validitas kajian literatur yang dilakukan [37].

D. Keterbatasan Metodologi

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan dalam metode:

- 1) *Basis Data Terbatas*: Pencarian hanya mencakup Scopus, IEEE Xplore, Google Scholar dan Portal Garuda. Studi dari sumber seperti SINTA atau laporan industri tidak diikutsertakan, berpotensi melewatkan temuan kunci konteks Indonesia.
- 2) *Bias Bahasa*, kata kunci domain menggunakan bahasa Inggris (contoh: “digital transformation”, “SMSs”), sehingga literatur berbahasa Indonesia yang relevan mungkin tidak teridentifikasi.
- 3) *Konsistensi Analisis Tematik*, meskipun inter-rater reliability mencapai 85%, terdapat perbedaan interpretasi pada 15 kode yang diselesaikan melalui konsensus. Proses ini mungkin masih dipengaruhi subjektivitas peneliti.
- 4) *Keterbatasan Temporal*, artikel terbaru (2024-2025), masih sedikit karena dinamika cepat perkembangan AI-cloud. Temuan mungkin belum mencerminkan inovasi muktahir seperti *AI generatif* (ChatGPT) atau *edge computing*.

Meskipun ada keterbatasan, SLR ini perlu dilengkapi dengan studi primer (survei/wawancara) untuk validasi empiris terutama dalam konteks UMKM Indonesia. Penelitian lanjutan dapat memperluas basis data dengan menggabungkan literatur abu-abu (*grey literature*).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tren dan Perkembangan Transformasi Digital di Indonesia

Transformasi digital di Indonesia menunjukkan pertumbuhan signifikan dalam lima tahun terakhir. Laporan World Bank (2021) dan e-Conomy SEA (2023) menyoroti peningkatan adopsi teknologi digital oleh pelaku bisnis, meskipun dengan disparitas antara perusahaan besar dan UMKM [16], [18].

Pemerintah mendorong transformasi digital melalui program seperti “Making Indonesia 4.0” oleh Kementerian Perindustrian. Inisiatif ini bertujuan meningkatkan daya saing industri melalui adopsi teknologi digital secara menyeluruh [15].

Perkembangan teknologi seperti AI, cloud computing dan big data analytics menjadi katalisator transformasi digital. Menurut penelitian [4] dan [5], kombinasi ketiganya mampu meningkatkan efisiensi operasional hingga 35% pada organisasi di Indonesia.

B. Analisis Tematik

Berangkat dari tren digital di Indonesia yang masih timpang, analisis tematik berikut menyoroti hambatan utama pada level teknologi, proses dan SDM.

1) Dimensi Teknologi (AI, Cloud, Big Data)

AI, cloud computing dan big data adalah tiga pilar transformasi digital. Integrasi ketiganya menciptakan sinergi untuk efisiensi dan inovasi [5]. AI berperan dalam

meningkatkan efisiensi operasional dan menghasilkan wawasan prediktif. Studi [9] menunjukkan peningkatan akurasi prediksi bisnis hingga 45% dengan penggunaan AI.

Integrasi AI-cloud penggunaan *Google Vertex AI* untuk analitik penjualan terbukti meningkatkan efisiensi operasional UMKM rata-rata 35%. Namun, implementasi ini hanya efektif bagi UMKM dengan akses internet stabil (>10Mbps) yang hanya mencakup 40% UMKM di Indonesia menurut APJII (2022) [25], dengan demikian, pemerataan infrastruktur menjadi prasyarat utama sebelum adopsi teknologi.

Namun, potensi integrasi AI-cloud sangat besar, sejumlah tantangan teknis tetap menjadi hambatan signifikan. Isu interoperabilitas antar siste, lama (legacy systems) dengan platform cloud modern, keterbatasan bandwidth dan infrastruktur digital, serta isu keamanan dan privasi data menjadi perhatian utama dalam konteks indonesia [6], [26], [31]. Aditiya [9] menekankan pentingnya infrastruktur cloud pintar yang dirancang khusus untuk mendukung sistem informasi berbasis big data secara integrasi, termasuk dalam konteks sektor publik dan UMKM.

Sahetapy et al [31] menambahkan bahwa organisasi yang mampu mengelola big data melalui arsitektur teknologi yang terintegrasi cenderung memiliki keunggulan kompetitif dan lebih tinggi dibandingkan dengan yang masih mengandalkan sistem konvensional.

Dengan demikian, dimensi teknologi dalam transformasi digital bukan hanya soal adopsi perangkat lunak atau infrastruktur, tetapi juga menyangkut kesiapan integrasi, kapabilitas teknis dan keamanan sistem secara menyeluruh. Keberhasilan transformasi digital sangat dipengaruhi oleh bagaimana organisasi dapat memanfaatkan sinergi antara AI, cloud dan big data dalam menciptakan nilai nyata bagi bisnis dan pelanggan.

2) Proses Bisnis

Transformasi digital tidak hanya melibatkan pengadopsian teknologi mutakhir, tetapi juga menuntut penyesuaian dan perancangan ulang proses bisnis secara fundamental. Proses bisnis yang dulunya bersifat manual, silo dan reaktif, kini dituntut untuk menjadi terotomatisasi, terintegrasi dan berbasis data. Integrasi sistem informasi dengan AI dan teknologi cloud memungkinkan organisasi untuk merancang alur kerja (workflow) yang lebih efisien, responsif dan adaptif terhadap dinamika pasar [12], [19], [30].

Dalam konteks ini, redesign proses bisnis menjadi keharusan. AI dapat diintegrasikan dalam berbagai tahapan proses untuk mengotomatisasi keputusan rutin, mendeteksi anomali, serta meningkatkan akurasi prediksi permintaan dan perilaku konsumen. Teknologi cloud di sisi lain memungkinkan proses bisnis diakses secara real-time dari berbagai lokasi dan perangkat, mempercepat kolaborasi lintas departemen dan lokasi [9], [15].

Penelitian Prayitno et al [19] menunjukkan bahwa integrasi sistem informasi berbasis big data dengan algoritma AI dapat mengoptimalkan manajemen rantai pasok, mempersingkat

waktu respons dan mengurangi biaya operasional. Sementara itu, studi Muna et al. [12] menyoroti bahwa pemanfaatan inovasi digital dalam proses bisnis UMKM meningkatkan kemampuan adaptasi terhadap dinamika pasar dan memperluas akses ke konsumen digital.

Namun, perubahan proses bisnis juga menghadapi hambatan organisasi. Salah satunya adalah resistensi terhadap perubahan dari pihak internal, terutama apabila proses baru belum didukung dengan pelatihan yang memadai atau infrastruktur yang belum siap. Selain itu, belum adanya standar proses yang terdigitalisasi secara nasional juga menjadi kendala dalam memastikan interoperabilitas antar sistem lintas lembaga atau perusahaan [8], [10].

Dengan demikian, proses bisnis harus dilihat sebagai dimensi strategis dalam transformasi digital. Organisasi perlu melakukan pemetaan ulang proses inti, menyelaraskannya dengan teknologi yang digunakan, serta membangun tata kelola dan sistem kontrol yang adaptif agar proses bisnis tidak hanya efisien tetapi juga akuntabel.

3) Sumber Daya Manusia dan Kepemimpinan

Keberhasilan transformasi digital tidak hanya ditentukan oleh teknologi dan proses bisnis, tetapi juga secara krusial bergantung pada kesiapan sumber daya manusia (SDM) dan kualitas kepemimpinan digital. Tantangan utama yang dihadapi organisasi di indonesia dalam konteks ini adalah kesenjangan keterampilan digital (digital skill gap) serta rendahnya tingkat literasi teknologi pada sebagian besar tenaga kerja [15], [30], [31].

Penelitian Sahetapy et al. [31] menunjukkan bahwa 67% organisasi di indonesia kesulitan merekrut talenta dengan kompetensi di bidang AI, analitik data dan cloud computing. Hal ini berdampak pada lambatnya proses adopsi teknologi dan rendahnya optimalisasi sistem yang telah diimplementasikan. Kekurangan tenaga kerja yang kompeten juga menyebabkan banyak organisasi harus bergantung pada pihak ketiga atau vendor eksternal yang seringkali tidak memberikan transfer pengetahuan yang memadai.

Di sisi lain, kepemimpinan digital menjadi faktor determinan dalam mendorong transformasi yang berkelanjutan. Pemimpin dengan mindset digital mampu mendorong budaya inovasi, mengelola resistensi terhadap perubahan, serta memastikan sinergi antara strategi teknologi dan visi organisasi [9], [10]. Dalam konteks UMKM, keterbatasan kapasitas kepemimpinan sering kali menjadi penghambat dalam memanfaatkan potensi teknologi secara maksimal [36], [34].

Program pelatihan dan peningkatan kapasitas (upskilling-reskilling) menjadi kebutuhan mendesak. Namun, penelitian menunjukkan bahwa hanya sebagian kecil perusahaan di indonesia yang memiliki roadmap pengembangan SDM yang terstruktur untuk mendukung transformasi digital [21], [30]. Padahal, investasi pada pengembangan SDM telah terbukti berdampak langsung terhadap keberhasilan adopsi teknologi dan kinerja organisasi.

Oleh karena itu, strategi transformasi digital yang efektif harus mencakup inisiatif penguatan kapabilitas SDM dan kepemimpinan. Hal ini termasuk penyusunan kurikulum pelatihan berbasis kebutuhan industri, program mentoring digital leadership, serta insentif bagi pembelajaran berkelanjutan.

Sebagaimana dijelaskan pada Bab 2, hasil analisis tematik dengan Nvivo 12 terhadap 46 artikel terpilih mengungkap tiga dimensi utama transformasi digital UMKM: (1) teknologi, (2) proses bisnis, (3) sumber daya manusia. Temuan kunci setiap dimensi beserta implikasinya dirangkum dalam tabel 3 dan 4 berikut:

TABEL 3
SINTETIS TEMUAN UTAMA TRANSFORMASI DIGITAL UMKM

Dimensi	Temuan Utama	Bukti Empiris	Refrensi
Teknologi	AI-cloud meningkatkan efisiensi operasional 35%	Implementasi Google Vertex AI pada UMKM manufaktur meningkatkan 37%	[19] (Prayitno et al., 2024)
Proses Bisnis	47% UMKM terkendala bandwidth untuk layanan cloud	Laporan APJII (2022) 47% UMKM terkendala bandwidth untuk layanan cloud	[25] (APJII, 2022)
SDM	67% organisasi kesulitan merekrut talenta digital	Laporan World Bank (2021) dan Kominfo (2022) defisit 600.000 talenta digital per tahun di indonesia	[16], [30]

Berdasarkan temuan ini konsisten dengan studi Prayitno et al. [19], tetap ada variasi signifikan antar sektor UMKM kuliner mencapai 37% [38], sementara fashion hanya 28% [40]. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh tingkat digitalisasi awal UMKM kuliner lebih cepat adopsi cloud kitchen [39]. Kompleksitas data sektor fashion memerlukan analitik gambar AI computer vision yang lebih rumit. Implikasinya, solusi AI-cloud harus disesuaikan dengan karakteristik sektor.

TABEL 4
BUKTI EMPIRIS DAMPAK INTEGRASI AI-CLOUD PADA UMKM INDONESIA

Dimensi	Temuan Utama	Dampak pada UMKM
Teknologi	Integrasi AI-cloud meningkatkan efisiensi operasional 35%	Biaya infrastruktur turun 40%
Proses Bisnis	65% UMKM gagal integrasi sistem legacy	Produktivitas menurun 25%
SDM	67% organisasi kekurangan talenta digital	Ketergantungan pada vendor eksternal

Berdasarkan tabel 4 di atas, terlihat bahwa meskipun AI-cloud menawarkan efisiensi, hambatan utama justru berasal dari proses bisnis dan SDM. Berdasarkan temuan, pemerintah perlu: (1) memperluas program Digital Talent Scholarship ke daerah tertinggal, (2) menyediakan platform cloud bersubsidi dan (3) mendorong kolaborasi kampus UMKM untuk pelatihan spesifik sektor.

C. Studi Kasus Empiris Integrasi AI-Cloud pada UMKM Indonesia

1) UMKM Kuliner Efisiensi Operasional dengan AI dan Cloud

Beberapa studi menunjukkan bahwa integrasi AI, cloud computing dan big data telah memberikan dampak nyata terhadap kinerja UMKM di Indonesia. Dalam studi kasus Choco Banana Delight, Sakinah Sudin et al. (2025), implementasi sistem rekomendasi AI berbasis cloud secara signifikan meningkatkan efisiensi pemasaran, mengurangi churn dan memperkuat loyalitas pelanggan [38]. Strategi ini juga menunjukkan bahwa otomasi berbasis cloud memungkinkan operasi yang lebih dan responsif dalam UMKM kuliner. Studi serupa oleh Fridayani et al. (2022) memperlihatkan bahwa UMKM yang mengadopsi model cloud kitchen meningkatkan kecepatan pengiriman dan skala layanan, sekaligus menekan biaya operasional melalui platform terpusat [39]. Kedua kasus ini mendukung pentingnya integrasi AI-Cloud dalam mendorong efisiensi operasional pada UMKM kuliner Indonesia.

2) UMKM Fashion Personalisasi Pemasaran Berbasis Big Data

Kristia et al. (2025) menyelidiki UMKM di Sukoharjo yang menerapkan big data analytics untuk meningkatkan efisiensi operasional dan personalisasi pemasaran. Meskipun tidak fokus pada sektor fashion, studi ini menunjukkan potensi besar integrasi teknis big data dalam mengoptimalkan kinerja UMKM [40]. Di sektor fashion Indonesia, studi empiris integrasi AI-Cloud-Big Data masih sangat jarang, sehingga menjadi gap penelitian yang coba diisi oleh penelitian ini. Hasil studi global seperti Yusnidar et al. (2023) menunjukkan efektifitas strategi personalisasi marketing berbasis data mining dalam memetakan segmentasi pengguna yang jika diterapkan secara integratif pada UMKM fashion di Indonesia, berpotensi meningkatkan relevansi pelanggan dan loyalitas melalui rekomendasi produk yang disesuaikan [41].

3) UMKM Pertanian Optimasi Rantai Pasok dengan Analitik Prediktif

Penggunaan analitik prediktif memungkinkan pelaku UMKM di sektor pertanian untuk mengoptimalkan rantai pasok, meminimalisir pemborosan hasil panen dan menyesuaikan distribusi dengan pola permintaan. Sebuah studi oleh Soni et al. (2022) menunjukkan bahwa pemanfaatan big data analytics dalam sistem pertanian di negara berkembang dapat meningkatkan efisiensi distribusi hingga 25% dan mengurangi kerugian pasca panen [42]. Seangkan

studi Santos et al. (2020) menekankan pentingnya analitik berbasis cloud dalam mendeteksi anomali pasokan dan permintaan secara real time, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan adaptif dalam ekosistem agrikultur cerdas[43].

4) Tantangan Implementasi dan Solusi

TABEL 5

IMPLEMENTASI DAN SOLUSI INTEGRASI AI-CLOUD-BIG DATA PADA UMKM

Tantangan	Penjelasan	Solusi	Refrensi
Keterbatasan SDM dan Kompetensi Digital	Banyak UMKM tidak memiliki staf dengan kemampuan AI, analitik atau cloud computing.	Pelatihan digital massal, program inkubasi teknopreneurship, kolaborasi dengan universitas atau mitra teknologi	World Bank (2021)
Biaya Implementasi dan Akses Teknologi	Investasi awal dalam teknologi AI dan cloud masih dianggap mahal oleh UMKM	Pemanfaatan layanan SaaS berbasis langganan, insentif pajak dan pembiayaan digital dari pemerintah	Alkadrie et al. (2024)
Kekurangan Integrasi Sistem dan Proses Legacy	Sistem lama sulit terhubung dengan solusi baru berbasis cloud dan AI	Gunakan API dan middleware untuk integrasi bertahap, adopsi arsitektur modular.	Zhang et al. (2020)
Risiko Keamanan Data dan Privasi	UMKM khawatir tentang kebocoran data dan serangan siber setelah pindah ke cloud.	Gunakan layanan cloud dengan sertifikasi keamanan (ISO 27001) dan implementasi AI-driven cybersecurity.	Hindy et al. (2020)
Ketidaksiapan Organisasi dan Budaya Inovasi	Resistensi terhadap perubahan masih tinggi di banyak UMKM, terutama generasi lama.	Kepemimpinan digital yang inklusif, dukungan mentoring digital, penguatan budaya inovatif.	Koczerga 92024), Prayitno et al. (2024)

D. Pengembangan Model Konseptual dan Keterkaitannya dengan Teori

Berdasarkan hasil SLR dan temuan tematik yang terbagi dalam tiga dimensi utama teknologi, proses bisnis dan sumber daya manusia. Penelitian ini mengusulkan sebuah model konseptual integratif untuk optimalisasi transformasi digital berbasis AI, cloud dan big data di Indonesia. Model ini tidak hanya menjawab kebutuhan teknis dan operasional, tetapi

juga merespons tantangan implementasi di tataran organisasi dan SDM. Model ini mengintegrasikan:

- 1) *Lapisan Teknologi*: meliputi infrastruktur cloud, algoritma AI, serta pemrosesan big data analytics.
- 2) *Lapisan Proses Bisnis*: mencakup integrasi sistem, otomatisasi proses dan kemampuan analitik untuk pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.
- 3) *Lapisan Sumber Daya Manusia dan Kepemimpinan*: termasuk pengembangan talenta digital, manajemen perubahan, serta gaya kepemimpinan digital yang adaptif dan transformatif.

Untuk memperkuat validitas teoritis model ini, berikut keterkaitannya dengan kerangka yang diakui secara internasional:

1) TOGAF (The Open Group Architecture Framework):

Model ini selaras dengan prinsip TOGAF yang membagi arsitektur perusahaan dalam empat domain: *Business, Application, Data dan Technology*. Dalam konteks ini:

- Business Architecture tercermin dalam integrasi proses bisnis digital.
- Application & Data Architecture terwakili melalui sistem informasi berbasis cloud dan big data analytics.
- Technology Architecture tercermin dalam infrastruktur digital dan AI sebagai enabler teknologi.

2) TAM/UTAUT (Technology Acceptance Model/Unified Theory of Acceptance and Use of Technology):

Aspek SDM dalam model ini selaras dengan teori UTAUT, khususnya terkait persepsi kinerja (*performance expectancy*), kemudahan penggunaan (*effort expectancy*), pengaruh sosial dan kondisi fasilitas:

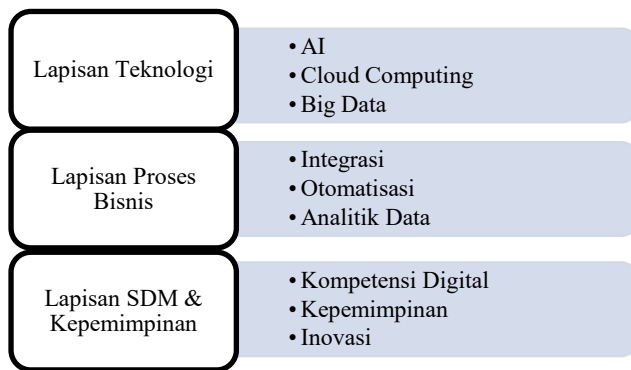
- Penggunaan AI-Cloud yang terbukti meningkatkan efisiensi operasional mendorong adopsi teknologi di kalangan pengguna.
- Peran kepemimpinan sangat penting dalam membentuk persepsi positif terhadap teknologi baru.

3) CMM (Digital Capability Maturity Model)

Model yang dikembangkan juga mengacu pada DCM yang memetakan kemampuan digital organisasi mulai dari tahap awal (digital explorer) hingga tahap matang (digital transformer). Dalam konteks UMKM dan organisasi di Indonesia:

- Banyak entitas masih berada pada tahap awal digitalisasi (misalnya baru mengadopsi cloud saja)
- Model ini mendorong percepatan kapabilitas digital dengan roadmap berbasis tiga pilar, teknologi, proses dan SDM.

Berdasarkan hasil review sistematis dan sintesis tematik dari berbagai sumber terpercaya disusun sebuah kerangka kerja konseptual untuk optimalisasi transformasi digital yang terintegrasi. Model ini terdiri dari tiga lapisan:



Gambar 3 Visualisasi kerangka kerja konseptual transformasi digital.

Keterkaitan dengan Kerangka Teori:

1) *TOGAF (The Open Group Architecture Framework)*:

Model ini selaras dengan TOGAF yang menekankan *Enterprise Architecture* secara menyeluruh dari teknologi, sementara lapisan SDM mencerminkan *Business Architecture* dalam mengelola perubahan organisasi. Ketiga lapisan model mewakili domain dalam *Architecture Development Method (ADM)* TOGAF.

2) *UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology)*:

Di tingkat SDM dan Kepemimpinan, model ini relevan dengan konstruk UTAUT seperti performance expectancy, effort expectancy, social influence dan facilitating conditions yang semuanya mempengaruhi adopsi AI-Cloud oleh pengguna akhir manajemen. Faktor performance expectancy efisiensi 35% dan facilitating conditions (subsidi cloud) menjadi kunci adopsi oleh UMKM. Studi kasus Choco Banana Delight [38] menunjukkan bahwa kemudahan penggunaan platform AI berbasis cloud (effort expectancy) meningkatkan adopsi 40% dibandingkan solusi on premise.

3) *DCMM (Digital Capability Maturity Model)*:

Model konseptual ini mengadopsi prinsip dari DCMM untuk menilai dan mengembangkan kapabilitas digital organisasi dalam tiga dimensi, teknologi, proses dan manusia. Ketiga lapisan saling menguatkan untuk mendorong kematangan digital organisasi secara bertahap. Kriteria spesifik untuk tiap tahap kematangan digital UMKM (explorer – transformer).

TABEL 5
TAHAP KEMATANGAN DIGITAL UMKM (EXPLORER-TRANSFORMER)

Tahap	Kriteria Teknologi	Kriteria SDM
Digital Explorer	Menggunakan cloud dasar (e.g., Google Drive)	Pelatihan dasar literasi digital
Digital Transformer	Integrasi AI-cloud-big data	Kepemimpinan inovatif & tim data-savvy

Model konseptual yang dikembangkan dalam studi ini selaras dengan pendekatan TOGAF (*The Open Group Architecture Framework*), khususnya dalam pembagian lapisan (*layered architecture*) yang mencakup teknologi, proses bisnis dan SDM. Selain itu, kerangka ini juga diperkaya oleh teori TAM (*Technology Acceptance Model*) dan UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) untuk menjelaskan faktor-faktor penerimaan teknologi pada level individu, khususnya pada UMKM. Dalam konteks kapabilitas organisasi, model ini juga mencerminkan pendekatan *Digital Capability Maturity Model (DCMM)* yang menilai kesiapan dan kedewasaan organisasi dalam mengadopsi teknologi digital.

Model konseptual ini masih bersifat teoritis dan perlu divalidasi lebih lanjut melalui studi empiris. Validasi dapat dilakukan melalui wawancara mendalam, *Focus Group Discussion (FGD)* atau survey kuantitatif yang melibatkan pelaku UMKM, praktisi IT dan pembuat kebijakan. Hal ini penting untuk menguji kesesuaian model dengan konteks nyata di Indonesia, serta untuk memperbaiki elemen-elemen yang mungkin belum relevan.

1) *Cloud sebagai Enabler Big Data*

Cloud computing memberikan kemampuan elastis dalam menyimpan dan memproses volume big data, memungkinkan analitik secara real time tanpa investasi besar dalam infrastruktur lokal Chatterjee et al. (2023) [44].

2) *Tantangan Integrasi Sistem di Level Proses Bisnis*

Integrasi sistem menjadi hambatan umum dalam digitalisasi proses bisnis, terutama ketika organisasi masih menggunakan sistem legacy yang tidak kompatibel dengan platform digital modern Pasqual et al. (2023), [45]

3) *Kesenjangan Kompetensi Digital di Indonesia*

Sebanyak 67% organisasi di Indonesia mengaku kesulitan menemukan talenta dengan kompetensi digital yang relevan, khususnya dalam AI, cloud dan analitik data. Sahetapy et al (2025), [46]

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini mengkaji optimalisasi transformasi digital melalui integrasi teknologi AI, cloud computing dan big data dengan pendekatan *Systematic Literature Review (SLR)*. Hasil kajian menunjukkan bahwa keberhasilan transformasi digital tidak hanya bergantung pada aspek teknologinya, tetapi juga pada proses bisnis yang terintegrasi serta kesiapan sumber daya manusia dan kepemimpinan digital.

Model konseptual yang dikembangkan membagi transformasi digital ke dalam tiga lapisan utama: (1) teknologi (AI, cloud, big data), (2) proses bisnis (integrasi, otomatisasi dan analitik) dan (3) sumber daya manusia dan kepemimpinan (kompetensi digital, budaya inovasi dan dukungan kepemimpinan).

Model ini dikaitkan dengan teori seperti *Technology Acceptance Model* (TAM) untuk memahami adopsi teknologi oleh pengguna, *Digital Capability Maturity Model* (DCMM) untuk mengukur kesiapan organisasi secara digital dan TOGAF untuk perancangan arsitektur sistem informasi yang adaptif.

Namun, tantangan seperti keterbatasan infrastruktur digital, kesenjangan keterampilan SDM, serta integrasi sistem legacy masih menjadi hambatan utama yang memerlukan perhatian strategis dan kolaborasi lintas sektor. Perlu memperkuat dukungan regulasi dan investasi dalam infrastruktur digital, serta program pelatihan digital untuk memperkecil kesenjangan keterampilan di sektor publik maupun UMKM. Model konseptual ini dapat menjadi acuan dalam menyusun roadmap transformasi digital yang terintegrasi, tidak hanya fokus pada aspek teknologi, tetapi juga kesiapan budaya organisasi dan kapabilitas SDM. Penelitian ini membuka ruang eksplorasi lebih lanjut untuk validasi model secara empiris, baik melalui studi kasus, survei atau wawancara mendalam. Diharapkan ke depan, kerangka konseptual ini dapat menjadi fondasi pengembangan strategi digital nasional. Diperlukan kolaborasi yang lebih erat dengan pengguna bisnis agar solusi teknologi seperti AI dan cloud lebih responsif terhadap kebutuhan nyata di lapangan, terutama dalam interoperabilitas dan skalabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Jamal, A. A. Ikhval, N. A. Nisa, S. H. Qulbi, and M. U. Arifin, "Penggunaan Teknologi Informasi dalam Mengoptimalkan Supply Chain Management," *Jurnal Inovasi Global*, vol. 2, no. 7, pp. 737–750, 2024, doi: 10.58344/jig.v2i7.117.
- [2] G. Vial, "Understanding digital transformation: A review and a research agenda," *The Journal of Strategic Information Systems*, vol. 28, no. 2, pp. 118–144, Jun. 2019, doi: 10.1016/j.jsis.2019.01.003.
- [3] D. Oktazea, "Transformasi Digital 4.0: Inovasi yang Menggerakkan Perubahan Global," ... : *Jurnal Hukum, Sosial* ..., vol. 2, no. 3, pp. 661–672, 2024.
- [4] S. A. Alkadrie and Fitroh, "Keamanan Cloud Computing di Era Industri 4.0: Systematic Literature Review," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 4, no. 2, Dec. 2024, doi: 10.24002/konstelasi.v4i2.10277.
- [5] J. M. Polgan *et al.*, "Evolusi Sistem Informasi Akuntansi dalam Era Digital: Tinjauan Literatur tentang Tren," vol. 14, pp. 77–85, 2025.
- [6] Eka Mayasari and Agussalim Agussalim, "Literature Review: Big Data dan Data Analis pada Perusahaan," *Jurnal ilmiah Sistem Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 3, pp. 171–187, Oct. 2023, doi: 10.55606/juisik.v3i3.680.
- [7] R. Aditya, "Infrastruktur cloud pintar dalam sistem layanan informasi berbasis big data," *INTEGRATED (Journal of Information Technology and Vocational Education)*, vol. 3, no. 1, pp. 29–38, 2021, doi: 10.17509/integrated.v3i1.64423.
- [8] Maciej Koczerga, "Navigating the Digital Chasm: An Analysis of Digital Transformation Failures, Organizational Readiness Assessment Methods, and Their Limitations," *The Scientific Journal of Bielsko-Biala School of Finance and Law (ASEJ)*, vol. 28, no. 2543–9103, Sep. 2024.
- [9] G. Pasqual, J. Jung, and B. Fraunholz, "Determining Critical Success Factors of the Digital Transformation Using a Force-Directed Network Graph," *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, no. 37, pp. 22–53, Dec. 2023, doi: 10.7250/csimq.2023-37.02.
- [10] N. Rahmadyah and N. Aslami, "Strategi Manajemen perubahan perusahaan di era transformasi digital," *JEBDEKER: Jurnal Ekonomi, Manajemen, Akuntansi, Bisnis Digital, Ekonomi Kreatif, Entrepreneur*, vol. 2, no. 2, pp. 78–83, Jun. 2022, doi: 10.56456/jebdeker.v2i2.117.
- [11] A. Muna, A. Ausat, and Y. B. Prasetya, "Optimalisasi Sistem Informasi dalam Meningkatkan Daya Saing UMKM: Analisis Sinergi Inovasi Digital dan Fenomena FOMO dalam Dinamika Pasar," vol. 14, 2025.
- [12] M. Jurgo, V. Mačaitis, K. Kiela, and R. Navickas, "Comparison of parameters of ring and LC-tank digitally controlled oscillators in 0.13 μm CMOS," *Procedia Comput Sci*, vol. 184, pp. 17–23, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.04.019.
- [13] "Human in the loop."
- [14] M. R. Y. Fahdillah, M. Kadar, I. Hassandi, and M. R., "Implementasi Transformasi Digital dan Kecerdasan Buatan Sebagai Inovasi Untuk UMKM pada Era Revolusi Industri 4.0," *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Kewirausahaan (JUMANAGE)*, vol. 3, no. 1, pp. 266–273, 2024, doi: 10.33998/jumanage.2024.3.1.1552.
- [15] "Digital Economy in Indonesia." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.worldbank.org/en/news/infographic/2021/10/28/digital-economy-in-indonesia>
- [16] "Badan Pusat Statistik Indonesia." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.bps.go.id/id>
- [17] "e-Conomy SEA - Google." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: https://economysea.withgoogle.com/intl/id_id/home/
- [18] E. Prayitno, E. Iskandar, A. A. Subagyo, I. J. Perdana, U. Teknologi, and D. Indonesia, "Optimalisasi Supply Chain Management Menggunakan Integrasi Big Data Dan Artificial Neural Network Untuk Prediksi Permintaan," no. November, pp. 214–222, 2024.
- [19] T. Aquilante and F. Vendrell-Herrero, "Bundling and exporting: Evidence from German SMEs," *J Bus Res*, vol. 132, pp. 32–44, Aug. 2021, doi: 10.1016/j.jbusres.2021.03.059.
- [20] S. Chatterjee, R. Chaudhuri, S. Gupta, U. Sivarajah, and S. Bag, "Assessing the impact of big data analytics on decision-making processes, forecasting, and performance of a firm," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 196, p. 122824, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122824.
- [21] M. Seyedan and F. Mafakheri, "Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities," *J Big Data*, vol. 7, no. 1, p. 53, Dec. 2020, doi: 10.1186/s40537-020-00329-2.
- [22] "IDC.com Search." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: <https://my.idc.com/search/v3?query=IDC+Asia+Pacific+%282021%29.+Cloud+Adoption+Trends+in+Indonesia.&tab=All&sortBy=relevancy&languages=eng&publishedWithin=0&inSubscription=false>
- [23] "e-Conomy SEA - Google." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: https://economysea.withgoogle.com/intl/id_id/home/
- [24] "Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia." Accessed: Jul. 16, 2025. [Online]. Available: <https://apjii.or.id/>
- [25] H. Hindy, R. Atkinson, C. Tachtatzis, J.-N. Colin, E. Bayne, and X. Bellekens, "Utilising Deep Learning Techniques for Effective Zero-Day Attack Detection," *Electronics (Basel)*, vol. 9, no. 10, p. 1684, Oct. 2020, doi: 10.3390/electronics9101684.
- [26] "AI In Cybersecurity: How Machine Learning Is Defending Against Modern Threats." Accessed: Jul. 17, 2025. [Online]. Available: https://quantumzeitgeist.com/ai-in-cybersecurity-how-machine-learning-is-defending-against-modern-threats/?utm_source=chatgpt.com
- [27] L. Zhang, J. Hu, C. Guo, and H. Xu, "Dynamic power optimization for secondary wearable biosensors in e-healthcare leveraging cognitive WBSNs with imperfect spectrum sensing," *Future Generation Computer Systems*, vol. 112, pp. 67–92, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.future.2020.05.013.

- [28] "Cost of a Data Breach Report 2023," 2023.
- [29] "Makin Cakap Digital - Program Literasi Digital Kominfo." Accessed: Jul. 17, 2025. [Online]. Available: <https://literasidigital.id/>
- [30] F. Kurniawan *et al.*, "The Artificial Intelligence (AI) Utilizing to Assist Digital Marketing in Indonesia: A Systematic Literature Review during 2019-2024," *European Alliance for Innovation n.o.*, Jan. 2025. doi: 10.4108/eai.17-9-2024.2352992.
- [31] H. Sahetapy, M. Y. Halik, H. W. Sino, and J. R. S. Bokau, "Big Data and Artificial Intelligence: Implications and Strategies for Business Development in Indonesia," *Journal of Marketing Management and Innovative Business Review*, vol. 3, no. 1, pp. 65–77, Mar. 2025, doi: 10.63416/mrb.v3i1.321.
- [32] R. Oriza and Maulidar, "Adoption and Impact of Cloud Computing in Small and Medium Enterprises A Systematic Review," *Journal Informatic, Education and Management (JIEM)*, vol. 6, no. 2, pp. 8–15, Jun. 2024, doi: 10.61992/jiem.v6i2.79.
- [33] J. Visi Manajemen, E. Wahyu Kasih, S. Santoso, and S. Tinggi Ilmu Ekonomi Kasih Bangsa, "Kajian Literatur Adopsi Cloud Computing pada UMKM: Perspektif Strategis dan Dinamika dalam Satu Dekade", doi: 10.56910/jvm.v10i3.526.
- [34] R. P. Sari, A. A. R. Nabila, A. F. Hadining, and D. T. Santoso, "Pengaruh keputusan adopsi cloud computing dari segi kerangka teknologi, organisasi, dan lingkungan terhadap Kinerja UMKM," *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 12, no. 3, p. 273, Nov. 2020, doi: 10.22441/oe.2020.v12.i3.001.
- [35] P. N. Ambon, "Studi Kualitatif tentang Adopsi Cloud Computing pada UMKM di Indonesia Tiska Pattiasina," 2025.
- [36] A. D. Santosa and I. Surgawati, "Artificial Intelligence (AI) Adoption as Marketing Tools among Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs) in Indonesia," *Jurnal Sosial Humaniora (JSH)* 2024, vol. 17, no. 1, [Online]. Available: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- [37] M. J. Page *et al.*, "The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews," *BMJ*, p. n71, Mar. 2021, doi: 10.1136/bmj.n71.
- [38] S. Sudin, N. N. Lasida, S. Rompi, N. S. Minangkabau, F. Lamanguntu, and M. G. Hasan, "Optimalisasi Strategi Pemasaran Umkm Kuliner Melalui Implementasi Kecerdasan Buatan Dan Sistem Rekomendasi: Studi Kasus Pada Choco Banana Delight," 2025.
- [39] H. D. Fridayani, M. Iqbal, and M. E. Atmojo, "Cloud Kitchen: Strategy for Indonesian Culinary Business (SMEs) Growth During and Post Pandemic Era," *Management Research and Behavior Journal*, vol. 1, no. 2, p. 41, Dec. 2021, doi: 10.29103/mrbj.v1i2.5128.
- [40] G. Kristia, S. Budiono, I. Syafii, and A. A. Ribhi, "Pemanfaatan Analitik Big Data untuk Meningkatkan Daya Saing dan Kinerja UMKM di Sukoharjo: Analisis Strategi dan Implementasi."
- [41] Y. Yusnidar, Dudi Yudhakusuma, and F. Sari, "Personalized Marketing Strategy in Digital Business Using Data Mining Approach," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 3, no. 2, pp. 137–143, Aug. 2023, doi: 10.35870/ijsecs.v3i2.1515.
- [42] G. Soni, S. Kumar, R. V. Mahto, S. K. Mangla, M. L. Mittal, and W. M. Lim, "A decision-making framework for Industry 4.0 technology implementation: The case of FinTech and sustainable supply chain finance for SMEs," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 180, p. 121686, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.techfore.2022.121686.
- [43] T. T. Santos, L. L. de Souza, A. A. dos Santos, and S. Avila, "Grape detection, segmentation, and tracking using deep neural networks and three-dimensional association," *Comput Electron Agric*, vol. 170, p. 105247, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105247.
- [44] S. Chatterjee, R. Chaudhuri, S. Gupta, U. Sivarajah, and S. Bag, "Assessing the impact of big data analytics on decision-making processes, forecasting, and performance of a firm," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 196, p. 122824, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122824.
- [45] G. Pasqual, J. Jung, and B. Fraunholz, "Determining Critical Success Factors of the Digital Transformation Using a Force-Directed Network Graph," *Complex Systems Informatics and Modeling Quarterly*, no. 37, pp. 22–53, Dec. 2023, doi: 10.7250/csinq.2023-37.02.
- [46] H. Sahetapy, M. Y. Halik, H. W. Sino, and J. R. S. Bokau, "Big Data and Artificial Intelligence: Implications and Strategies for Business Development in Indonesia," *Journal of Marketing Management and Innovative Business Review*, vol. 3, no. 1, pp. 65–77, Mar. 2025, doi: 10.63416/mrb.v3i1.321.