



RANTAI DIGITAL, KEUNTUNGAN OPERASIONAL: Tinjauan Sistematis tentang Tantangan Digitalisasi Rantai Pasokan dan Implikasi Efisiensi Operasional

Munawaroh¹, Muhammad Rahman Afifi^{2*}, Jaja Zaenal Abidin³, Susi Sujayanti⁴

^{1,2,3,4}Magister Manajemen, Universitas Bina Bangsa

Correspondensi: mr.afifi1010@gmail.com⁴

Abstract

Digital transformation is fundamentally reshaping supply chain management, promising increased operational efficiency while also presenting implementation challenges that organizations must strategically address. This systematic literature review synthesizes empirical evidence examining the impact of supply chain digitalization on operational efficiency and identifies critical implementation barriers. Following an established review protocol, a comprehensive search across academic databases yielded 24 peer-reviewed publications (2019-2025) that were thematically analyzed. Findings indicate that digitalization technologies including the Internet of Things, artificial intelligence, enterprise resource planning systems, and big data analytics significantly improve operational efficiency through process automation, real-time visibility, predictive analytics, and enhanced stakeholder collaboration. However, organizations face significant challenges, including significant infrastructure investments, workforce capability gaps, vendor dependency risks, data security concerns, scalability complexities, and integration difficulties. The thematic synthesis identified six key challenge categories requiring proactive mitigation strategies. This research provides a systematic evidence synthesis that advances the understanding of supply chain digitalization while providing practical guidance for successful implementation. Organizations must conduct a comprehensive readiness assessment, develop a phased implementation roadmap, invest in workforce development, build a robust cybersecurity framework, and design a flexible and scalable architecture to maximize the benefits of digitalization while minimizing risks. Limitations of this study include the literature review methodology and temporal scope, which indicate the need for longitudinal empirical investigations to more deeply understand implementation dynamics.

Keywords: Supply Chain Digitalization, Operational Efficiency, Digital Transformation Challenges, Industry 4.0, Systematic Literature Review

Abstrak

Transformasi digital secara fundamental membentuk kembali manajemen rantai pasokan, menjanjikan peningkatan efisiensi operasional sekaligus menghadirkan tantangan implementasi yang harus dihadapi organisasi secara strategis. Tinjauan literatur sistematis ini mensintesis bukti empiris yang meneliti dampak digitalisasi rantai pasokan terhadap efisiensi operasional dan mengidentifikasi hambatan implementasi yang kritis. Mengikuti protokol tinjauan yang telah ditetapkan, pencarian komprehensif di seluruh basis data akademis menghasilkan 24 publikasi yang ditinjau sejawat (2019-2025) yang dianalisis secara tematik. Temuan menunjukkan bahwa teknologi digitalisasi termasuk Internet of Things, kecerdasan buatan, sistem perencanaan sumber daya perusahaan, dan analitik big data secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional melalui otomatisasi proses, visibilitas waktu nyata, analitik prediktif, dan peningkatan kolaborasi pemangku kepentingan. Namun, organisasi menghadapi tantangan besar termasuk investasi infrastruktur yang signifikan, kesenjangan kemampuan tenaga kerja, risiko ketergantungan vendor, masalah keamanan data, kompleksitas skalabilitas, dan kesulitan integrasi. Sintesis tematik mengidentifikasi enam kategori tantangan utama yang membutuhkan strategi mitigasi proaktif. Penelitian ini memberikan sintesis bukti sistematis yang memajukan pemahaman digitalisasi rantai pasokan sekaligus memberikan panduan praktis untuk keberhasilan implementasi. Organisasi harus melakukan penilaian kesiapan yang komprehensif, mengembangkan peta jalan implementasi bertahap, berinvestasi dalam pengembangan tenaga kerja, membangun kerangka kerja keamanan siber yang kuat, dan merancang arsitektur yang fleksibel dan terukur untuk memaksimalkan manfaat digitalisasi sekaligus meminimalkan risiko. Keterbatasan penelitian ini meliputi metodologi tinjauan literatur dan cakupan temporal yang menunjukkan perlunya investigasi empiris longitudinal untuk pemahaman dinamika implementasi yang lebih mendalam.

Kata kunci: Digitalisasi Rantai Pasokan, Efisiensi Operasional, Tantangan Transformasi Digital, Industri 4.0, Tinjauan Literatur Sistematis

PENDAHULUAN

Lingkungan bisnis kontemporer yang ditandai dengan persaingan global yang semakin ketat, perubahan teknologi yang semakin cepat, dan meningkatnya ekspektasi pelanggan memaksa organisasi untuk secara fundamental mengubah pendekatan operasional. Manajemen rantai pasokan

yang mencakup perencanaan, pengadaan, produksi, pengiriman, dan aktivitas pengembalian merupakan kemampuan organisasi yang sangat penting yang secara langsung memengaruhi daya saing, profitabilitas, dan keberlanjutan (Chopra & Meindl, 2021). Model rantai pasokan tradisional yang menekankan minimalisasi biaya dan optimalisasi efisiensi semakin terbukti tidak memadai dalam menghadapi volatilitas, ketidakpastian, kompleksitas, dan ambiguitas yang mendefinisikan pasar modern. Transformasi digital muncul sebagai keharusan strategis yang memungkinkan organisasi untuk membayangkan kembali arsitektur, proses, dan kemampuan rantai pasokan dengan memanfaatkan teknologi canggih untuk menciptakan nilai yang belum pernah terjadi sebelumnya (Büyüközkan & Göçer, 2018).

Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan integrasi sistem siber-fisik, proliferasi Internet of Things (IoT), kemajuan kecerdasan buatan, dan pematangan analitik big data secara fundamental mengubah kemungkinan manajemen rantai pasokan (Hofmann & Rüsçh, 2017). Teknologi ini memungkinkan visibilitas real-time di seluruh jaringan global, analitik prediktif yang mengantisipasi gangguan, pengambilan keputusan otonom yang mengoptimalkan pertimbangan kompleks, dan platform kolaboratif yang menghubungkan berbagai pemangku kepentingan secara lancar. Digitalisasi menjanjikan manfaat transformatif termasuk pengurangan biaya, kompresi waktu siklus, peningkatan kualitas, peningkatan fleksibilitas, dan kemajuan keberlanjutan secara kolektif meningkatkan efisiensi operasional ke tingkat yang belum pernah terjadi sebelumnya (Büyüközkan & Göçer, 2018). Bukti empiris semakin mendokumentasikan peningkatan kinerja yang signifikan di antara organisasi yang matang secara digital yang menunjukkan keunggulan kompetitif melalui responsivitas, ketahanan, dan optimalisasi sumber daya yang unggul.

Namun, implementasi digitalisasi rantai pasokan menghadirkan tantangan besar yang sering diremehkan oleh organisasi yang mengejar inisiatif transformasi. Persyaratan infrastruktur teknologi menuntut investasi modal yang signifikan yang berpotensi membebani sumber daya keuangan, khususnya untuk usaha kecil dan menengah. Kesenjangan kemampuan tenaga kerja muncul karena teknologi membutuhkan kompetensi khusus yang melebihi keahlian karyawan yang ada. Ketergantungan vendor menciptakan kerentanan strategis ketika organisasi sangat bergantung pada penyedia teknologi eksternal untuk pemeliharaan dan evolusi sistem penting. Kekhawatiran tentang keamanan dan privasi data meningkat seiring dengan peningkatan permukaan serangan siber dan persyaratan kepatuhan peraturan melalui digitalisasi. Kompleksitas integrasi berlipat ganda ketika sistem digital baru harus berinteraksi dengan infrastruktur lama dan sistem mitra yang beragam. Tantangan skalabilitas muncul ketika implementasi percontohan yang sukses terbukti sulit direplikasi di seluruh operasi global dengan tingkat kematangan dan kondisi kontekstual yang berbeda (Ivanov dkk., 2021).

Meskipun literatur tentang digitalisasi semakin berkembang, sintesis sistematis yang mengkaji manfaat dan tantangan secara komprehensif masih terbatas. Sebagian besar studi menekankan pada

kemampuan teknologi atau hambatan implementasi tanpa perspektif terintegrasi yang penting untuk pengambilan keputusan yang efektif. Lebih lanjut, kategorisasi tantangan dan panduan strategi mitigasi terbukti tidak memadai untuk mendukung para praktisi dalam menavigasi perjalanan digitalisasi yang kompleks. Tinjauan literatur sistematis ini mengatasi kesenjangan tersebut dengan mensintesis bukti empiris mengenai efek efisiensi operasional digitalisasi rantai pasokan sambil secara sistematis mengidentifikasi dan mengkategorikan tantangan implementasi. Penelitian ini memberikan landasan berbasis bukti yang komprehensif yang memajukan pemahaman teoritis dan panduan praktis bagi organisasi yang mengejar transformasi rantai pasokan digital, khususnya relevan untuk konteks pasar negara berkembang di mana kendala infrastruktur dan kemampuan dapat memperparah tantangan.

TINJAUAN PUSTAKA

Manajemen Rantai Pasokan dan Efisiensi Operasional

Manajemen rantai pasokan mencakup aktivitas terintegrasi yang mengubah bahan baku menjadi produk jadi yang dikirimkan kepada pelanggan akhir, mengoordinasikan aliran informasi, material, dan keuangan di seluruh batas organisasi (Chopra & Meindl, 2021). Manajemen rantai pasokan yang efektif membutuhkan keseimbangan antara tujuan yang saling bertentangan, termasuk minimalisasi biaya, maksimalisasi daya tanggap, peningkatan fleksibilitas, dan peningkatan keberlanjutan pertukaran yang memerlukan pilihan strategis yang selaras dengan posisi kompetitif. Efisiensi operasional dalam rantai pasokan mencerminkan efektivitas pemanfaatan sumber daya untuk mencapai hasil yang diinginkan dengan input minimum, yang mencakup dimensi produktivitas (rasio output-input), waktu siklus (durasi proses), kualitas (tingkat cacat), dan fleksibilitas (kapasitas adaptasi) (Christopher, 2016).

Pendekatan peningkatan efisiensi tradisional menekankan prinsip lean yang menghilangkan pemborosan, metodologi six sigma yang mengurangi variabilitas, sistem just-in-time yang meminimalkan inventaris, dan manajemen kualitas total yang memastikan konsistensi. Meskipun pendekatan ini memberikan keuntungan yang signifikan, mereka menghadapi keterbatasan dalam mengatasi tantangan kontemporer termasuk volatilitas permintaan, gangguan pasokan, persyaratan kustomisasi, dan tekanan keberlanjutan. Teknologi digital menawarkan mekanisme pelengkap yang meningkatkan efisiensi melalui otomatisasi yang menggantikan proses manual, visibilitas waktu nyata yang memungkinkan respons proaktif, analitik prediktif yang mengoptimalkan keputusan, dan kolaborasi platform yang mengurangi biaya koordinasi (Ivanov dkk., 2021). Integrasi antara metodologi keunggulan operasional tradisional dan kemampuan digital menciptakan efek sinergis yang melampaui masing-masing pendekatan secara independen.

Transformasi Digital dan Industri 4.0

Transformasi digital mewakili perubahan organisasi yang mendalam dengan memanfaatkan teknologi digital yang secara fundamental mengubah model bisnis, proses, dan proposisi nilai (Vial, 2019). Tidak seperti adopsi teknologi bertahap yang meningkatkan operasi yang ada, transformasi membayangkan desain organisasi, struktur pengambilan keputusan, dan hubungan pemangku kepentingan yang menciptakan mekanisme penciptaan nilai baru. Paradigma Industri 4.0 menekankan integrasi sistem siber-fisik di mana aset fisik menyematkan sensor, aktuator, dan konektivitas yang memungkinkan operasi otonom dan optimasi waktu nyata. Teknologi pendukung utama meliputi Internet of Things yang menyediakan penginderaan dan konektivitas di mana-mana, kecerdasan buatan yang memungkinkan pengambilan keputusan cerdas, komputasi awan yang menawarkan infrastruktur yang dapat diskalakan, blockchain yang memastikan transparansi dan kepercayaan, dan analitik canggih yang mengekstrak wawasan dari kumpulan data besar (Hofmann & Rüsçh, 2017).

Keberhasilan transformasi digital membutuhkan lebih dari sekadar penerapan teknologi faktor organisasi termasuk komitmen kepemimpinan, kemampuan manajemen perubahan, kompetensi tenaga kerja, dan kesiapan budaya sangat memengaruhi hasilnya. Davenport dan Westerman (2018) menekankan transformasi sebagai proses sosio-teknis yang membutuhkan keselarasan antara investasi teknologi, struktur organisasi, perancangan ulang proses, dan pengembangan sumber daya manusia. Model Penerimaan Teknologi dan teori Difusi Inovasi menjelaskan dinamika adopsi yang menyoroti kegunaan yang dirasakan, kemudahan penggunaan, dan kompatibilitas sebagai penentu utama. Resistensi muncul ketika transformasi mengancam struktur kekuasaan yang ada, menantang rutinitas yang sudah mapan, atau melampaui kapasitas penyerapan perubahan organisasi menunjukkan pendekatan bertahap yang membangun momentum melalui kemenangan awal sambil mengembangkan kemampuan yang diperlukan secara bertahap.

Teknologi Rantai Pasokan Digital

Internet of Things (IoT) memungkinkan pelacakan aset secara real-time, pemantauan kondisi, dan visibilitas proses melalui jaringan sensor yang menghasilkan aliran data berkelanjutan. Aplikasinya meliputi manajemen inventaris dengan pelacakan RFID, pemeliharaan prediktif peralatan, pemantauan rantai dingin untuk memastikan kualitas produk, dan optimasi transportasi melalui integrasi GPS. Kecerdasan buatan mencakup algoritma pembelajaran mesin yang mengidentifikasi pola, memprediksi hasil, dan mengoptimalkan keputusan. Aplikasi rantai pasokan meliputi peramalan permintaan untuk meningkatkan akurasi, penetapan harga dinamis untuk mengoptimalkan pendapatan, optimasi rute untuk mengurangi biaya logistik, dan prediksi kualitas untuk mencegah cacat. Sistem Perencanaan Sumber Daya Perusahaan (ERP) mengintegrasikan proses bisnis di berbagai fungsi, menyediakan platform data terpadu yang mendukung pengambilan

keputusan terkoordinasi. ERP berbasis cloud modern memungkinkan kolaborasi real-time di seluruh operasi global sekaligus mengurangi kebutuhan infrastruktur TI.

Analisis big data memproses kumpulan data besar untuk mengidentifikasi wawasan yang tidak terlihat melalui analisis tradisional. Aplikasinya meliputi analisis perilaku pelanggan yang memberikan informasi untuk pengembangan produk, pemantauan kinerja pemasok yang memungkinkan manajemen risiko proaktif, dan optimasi jaringan yang mengidentifikasi peluang efisiensi. Teknologi blockchain menyediakan buku besar terdistribusi yang memastikan transparansi dan keterlacakan transaksi sangat berharga untuk verifikasi keaslian, dokumentasi kepatuhan peraturan, dan koordinasi multi-pihak di mana keterbatasan kepercayaan menghambat kolaborasi. Teknologi-teknologi ini sering kali berpadu secara sinergis sensor IoT menghasilkan data, analisis big data mengekstrak wawasan, AI mengoptimalkan keputusan, sistem ERP mengoordinasikan eksekusi, dan blockchain memastikan transparansi menciptakan ekosistem rantai pasokan digital yang terintegrasi.

METODOLOGI PENELITIAN

Protokol Tinjauan Sistematis

Penelitian ini menggunakan metodologi tinjauan literatur sistematis yang memungkinkan sintesis bukti yang ketat, transparan, dan dapat direplikasi (Tranfield, Denyer, & Smart, 2003). Tinjauan sistematis mengikuti protokol eksplisit yang meminimalkan bias sekaligus memaksimalkan kelengkapan sangat berharga untuk domain yang sedang berkembang di mana literatur yang terfragmentasi memerlukan integrasi. Desain tinjauan membahas dua pertanyaan utama: (RQ1) Bagaimana digitalisasi rantai pasokan memengaruhi efisiensi operasional? (RQ2) Tantangan apa yang menghambat keberhasilan implementasi digitalisasi? Protokol menentukan strategi pencarian, kriteria inklusi-eksklusi, prosedur penilaian kualitas, dan pendekatan sintesis yang ditetapkan sebelum pelaksanaan pencarian literatur.

Strategi Pencarian dan Pemilihan Studi

Pencarian komprehensif dilakukan di seluruh basis data Scopus, Web of Science, dan Google Scholar menggunakan kombinasi Boolean: ('rantai pasokan' ATAU 'logistik' ATAU 'operasi') DAN ('digital' ATAU 'Industri 4.0' ATAU 'cerdas') DAN ('efisiensi' ATAU 'kinerja' ATAU 'optimasi') DAN ('tantangan' ATAU 'hambatan' ATAU 'implementasi'). Pencarian dibatasi pada artikel jurnal yang ditinjau sejawat dan prosiding konferensi yang diterbitkan tahun 2019-2025 untuk memastikan relevansi kontemporer yang mencerminkan kematangan teknologi terkini dan percepatan adopsi. Inklusi bahasa mencakup publikasi berbahasa Inggris mengingat norma komunikasi ilmiah internasional. Pencarian awal menghasilkan 187 artikel yang berpotensi relevan. Penyaringan judul dan abstrak menghilangkan 98 artikel yang gagal memenuhi kriteria relevansi dasar (konteks yang

salah, fokus konseptual tanpa bukti empiris, penekanan hanya pada teknologi tanpa implikasi operasional). Tinjauan teks lengkap dari 89 artikel yang tersisa menilai keselarasan rinci dengan pertanyaan penelitian, dengan mengecualikan 65 artikel karena: pemeriksaan digitalisasi yang tidak memadai (n=28), pengukuran efisiensi yang tidak memadai (n=21), diskusi tantangan yang terbatas (n=12), atau keterbatasan metodologis (n=4). Korpus akhir terdiri dari 24 artikel berkualitas tinggi yang mewakili beragam industri, geografi, dan pendekatan penelitian.

Ekstraksi dan Sintesis Data

Ekstraksi terstruktur mencakup: karakteristik studi (penulis, tahun, negara, industri), teknologi digitalisasi yang diteliti, dimensi efisiensi operasional yang diukur, manfaat yang dilaporkan, tantangan implementasi yang diidentifikasi, dan metodologi yang digunakan. Analisis tematik yang mengikuti prosedur pengkodean iteratif mengorganisir temuan ke dalam tema-tema yang koheren (Braun & Clarke, 2006). Pengkodean awal mengidentifikasi manfaat digitalisasi yang terpisah dan tantangan spesifik. Pengkodean terfokus mengelompokkan manfaat terkait ke dalam dimensi efisiensi (biaya, waktu, kualitas, fleksibilitas) dan tantangan ke dalam kategori (teknologis, organisasi, manusia, strategis). Penyempurnaan tematik mensintesis pola, hubungan, dan kontradiksi di seluruh studi yang menghasilkan pemahaman terintegrasi. Sintesis menggunakan pendekatan naratif yang menggambarkan temuan konvergen, hasil divergen, dan kontingensi kontekstual daripada meta-analisis kuantitatif mengingat metodologi dan ukuran hasil yang heterogen. Pendekatan ini memungkinkan interpretasi komprehensif sambil mempertahankan sensitivitas terhadap nuansa kontekstual yang memengaruhi efek digitalisasi.

TEMUAN DAN PEMBAHASAN

Manfaat Digitalisasi: Peningkatan Efisiensi Operasional

Sintesis literatur mengungkapkan bahwa digitalisasi secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional di berbagai dimensi. Pengurangan biaya muncul melalui otomatisasi yang menggantikan tenaga kerja manual, pemeliharaan prediktif yang mengurangi waktu henti peralatan, optimasi inventaris yang meminimalkan biaya penyimpanan, dan optimasi rute transportasi yang mengurangi biaya logistik. Studi mendokumentasikan pengurangan biaya operasional sebesar 15-30% di antara organisasi yang matang secara digital dibandingkan dengan operasi tradisional. Kompresi waktu terwujud melalui aliran informasi yang lebih cepat yang memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat, pemrosesan otomatis yang menghilangkan penundaan manual, koordinasi waktu nyata yang mengurangi waktu tunggu, dan alur kerja paralel yang menggantikan proses sekuensial. Pengurangan waktu tunggu sebesar 20-40% secara konsisten muncul di berbagai konteks manufaktur, distribusi, dan jasa.

Peningkatan kualitas dihasilkan dari prediksi cacat yang mencegah masalah, standardisasi proses yang memastikan konsistensi, pemantauan waktu nyata yang memungkinkan koreksi segera, dan peningkatan berkelanjutan berbasis data yang mengidentifikasi peluang optimasi. Tingkat cacat menurun 25-50% sementara skor kepuasan pelanggan meningkat secara proporsional. Peningkatan fleksibilitas memungkinkan kustomisasi produk yang cepat melalui desain modular dan manufaktur fleksibel, penyerapan volatilitas permintaan melalui analitik prediktif dan alokasi dinamis, mitigasi gangguan pasokan melalui visibilitas dan sumber alternatif, dan inovasi kolaboratif yang dipercepat melalui integrasi platform. Organisasi menunjukkan pengenalan produk baru 30-60% lebih cepat dan pemulihan gangguan yang lebih unggul dibandingkan dengan pesaing tradisional. Peningkatan efisiensi ini secara langsung diterjemahkan menjadi keunggulan kompetitif kepemimpinan biaya melalui ekonomi yang unggul, diferensiasi melalui kustomisasi dan kualitas, dan keunggulan operasional melalui fleksibilitas dan keandalan.

Tantangan Implementasi: Kategorisasi Sistematis

Terlepas dari manfaat yang besar, organisasi menghadapi tantangan implementasi yang signifikan yang memerlukan mitigasi strategis. Analisis tematik mengidentifikasi enam kategori tantangan utama:

Tantangan Perencanaan dan Pemilihan Teknologi: Organisasi kesulitan mengidentifikasi teknologi yang tepat yang sesuai dengan kebutuhan spesifik dibandingkan dengan mengadopsi solusi trendi yang kurang sesuai secara strategis. Kompleksitas lanskap teknologi dengan pilihan yang berkembang pesat menciptakan kelumpuhan analisis yang menunda pengambilan keputusan atau mendorong komitmen prematur terhadap teknologi yang belum matang. Kerangka kerja penilaian yang mengevaluasi keselarasan teknologi-konteks masih belum berkembang, sehingga organisasi bergantung pada klaim pemasaran vendor. Ketidaksesuaian antara teknologi yang dipilih dan persyaratan aktual menghasilkan pembengkakan biaya, penundaan implementasi, dan kekurangan kinerja berpotensi menghancurkan nilai daripada menciptakannya.

Persyaratan Investasi Infrastruktur: Teknologi digital menuntut investasi infrastruktur yang substansial yang melebihi kapasitas keuangan banyak organisasi. Biaya perangkat keras termasuk sensor, server, dan peralatan jaringan, ditambah dengan biaya lisensi perangkat lunak dan langganan layanan cloud, menciptakan pengeluaran awal yang signifikan. Peningkatan atau penggantian sistem lama terbukti mahal ketika infrastruktur yang ada terbukti tidak kompatibel dengan teknologi baru. Perhitungan total biaya kepemilikan harus mencakup pemeliharaan berkelanjutan, peningkatan, dan penggantian pada akhirnya menciptakan komitmen keuangan multi-tahun yang bersaing dengan investasi alternatif. Usaha kecil dan menengah khususnya kesulitan mengakses modal yang dibutuhkan sementara jangka waktu pengembalian yang tidak pasti mempersulit pembenaran.

Kesenjangan Kemampuan Tenaga Kerja: Rantai pasokan digital membutuhkan kompetensi yang melebihi kemampuan tenaga kerja sebagian besar organisasi saat ini. Keterampilan analitik data yang memungkinkan ekstraksi wawasan, kemampuan pemrograman untuk kustomisasi dan integrasi, pemikiran sistem yang memahami saling ketergantungan, dan kapasitas manajemen perubahan yang memfasilitasi adopsi semuanya terbukti langka. Para profesional rantai pasokan tradisional memiliki keahlian domain tetapi kemampuan teknis yang terbatas, sementara para profesional TI memahami teknologi tetapi kurang memahami konteks rantai pasokan menciptakan tantangan kolaborasi. Organisasi menghadapi pilihan membangun versus membeli: mengembangkan kemampuan internal melalui pelatihan terbukti memakan waktu, sementara merekrut talenta eksternal terbukti mahal dan sulit dipertahankan. Kesenjangan kemampuan menunda implementasi, membatasi optimasi, dan mencegah realisasi nilai penuh.

Risiko Ketergantungan Vendor: Ketergantungan pada vendor teknologi khusus untuk implementasi, pemeliharaan, dan evolusi menciptakan kerentanan strategis. Ketergantungan pada vendor mengurangi fleksibilitas ketika sistem proprietary menghambat migrasi ke penyedia alternatif atau membatasi kustomisasi. Gangguan layanan terjadi ketika vendor mengalami kesulitan operasional, menggeser prioritas strategis, atau menghentikan operasi sepenuhnya berpotensi meninggalkan organisasi dengan sistem penting yang tidak didukung. Kekuatan penetapan harga memungkinkan vendor untuk menaikkan biaya setelah organisasi menjadi bergantung mengikis penghematan biaya yang diantisipasi. Asimetri pengetahuan menguntungkan vendor yang memiliki keahlian teknis sementara klien kesulitan mengevaluasi kinerja dan mengidentifikasi peluang peningkatan.

Kekhawatiran Keamanan dan Privasi Data: Digitalisasi meningkatkan potensi serangan siber karena konektivitas memperluas titik masuk potensial, sementara data berharga menarik pelaku jahat. Pelanggaran mengancam keunggulan kompetitif melalui pencurian kekayaan intelektual, mengganggu operasional melalui serangan ransomware, dan merusak reputasi melalui paparan data pelanggan. Persyaratan kepatuhan regulasi semakin intensif seiring dengan semakin banyaknya undang-undang perlindungan data secara global dengan sanksi yang besar untuk pelanggaran. Kekhawatiran privasi muncul ketika visibilitas rantai pasokan memungkinkan pelacakan perilaku individu membutuhkan tata kelola yang cermat untuk menyeimbangkan manfaat operasional dengan perlindungan privasi. Investasi keamanan bersaing dengan investasi produktivitas, menciptakan pertimbangan yang menantang.

Kompleksitas Integrasi dan Skalabilitas: Sistem digital baru harus berinteraksi dengan infrastruktur lama yang ada, sistem mitra, dan beragam standar teknologi menciptakan tantangan integrasi teknis. Inkonsistensi format data memerlukan lapisan penerjemahan, perbedaan protokol memerlukan pengembangan middleware, dan asinkronisasi waktu membutuhkan mekanisme penyangga semuanya meningkatkan kompleksitas dan biaya. Keberhasilan proyek percontohan

terbukti sulit direplikasi ketika implementasi diperluas ke berbagai operasi dengan kematangan infrastruktur, kemampuan tenaga kerja, dan budaya organisasi yang berbeda. Persyaratan koordinasi berlipat ganda ketika implementasi global mencakup zona waktu, bahasa, dan rezim peraturan. Keterbatasan skalabilitas muncul ketika sistem yang dirancang untuk konteks tertentu terbukti tidak fleksibel dalam mengakomodasi pertumbuhan atau adaptasi.

Implikasi Strategis dan Pendekatan Mitigasi

Pengenalan tantangan memerlukan strategi mitigasi proaktif yang memaksimalkan probabilitas keberhasilan digitalisasi. Organisasi harus melakukan penilaian kesiapan komprehensif yang mengevaluasi infrastruktur teknologi, kemampuan tenaga kerja, sumber daya keuangan, dan budaya organisasi sebelum berkomitmen pada inisiatif digitalisasi tertentu. Penilaian harus secara jujur mengidentifikasi kesenjangan yang membutuhkan perbaikan daripada mengasumsikan kesiapan atau meremehkan persyaratan. Peta jalan implementasi bertahap yang memecah transformasi menjadi peningkatan yang dapat dikelola memungkinkan pembelajaran, adaptasi, dan pengembangan kemampuan sambil menunjukkan nilai yang membenarkan investasi berkelanjutan. Kemenangan cepat yang membangun momentum dan kepercayaan pemangku kepentingan terbukti sangat berharga. Investasi pengembangan tenaga kerja melalui program pelatihan, inisiatif perekrutan, dan sistem manajemen pengetahuan mengatasi kesenjangan kemampuan mengakui modal manusia sebagai faktor keberhasilan kritis, bukan sekadar pertimbangan tambahan. Kriteria pemilihan mitra teknologi harus menekankan kelangsungan jangka panjang, keselarasan budaya, komitmen transfer pengetahuan, dan fleksibilitas keluar di luar pertimbangan biaya langsung. Kerangka kerja keamanan siber yang menanamkan keamanan dalam desain, alih-alih menambahkan perlindungan di kemudian hari, mengurangi kerentanan, sementara program kepatuhan memastikan kepatuhan terhadap peraturan. Desain arsitektur yang menekankan modularitas, adopsi standar, dan fleksibilitas antarmuka memfasilitasi integrasi sekaligus memungkinkan evolusi di masa depan menghindari sistem rapuh yang menolak perubahan. Organisasi yang berhasil menavigasi digitalisasi menyeimbangkan antusiasme teknologi dengan pengakuan tantangan pragmatis, berinvestasi dalam kemampuan dasar yang memungkinkan transformasi berkelanjutan daripada mengejar solusi cepat yang menghasilkan keuntungan jangka pendek tetapi masalah jangka panjang.

KESIMPULAN

Tinjauan literatur sistematis ini menetapkan beberapa kesimpulan utama mengenai digitalisasi rantai pasokan. Pertama, teknologi digital secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional di berbagai dimensi biaya, waktu, kualitas, dan fleksibilitas dengan implementasi yang matang menunjukkan peningkatan 15-40% tergantung pada metrik dan konteks spesifik. Manfaat diperoleh dari otomatisasi, visibilitas waktu nyata, analitik prediktif, dan pemberdayaan kolaborasi yang

menciptakan efek sinergis yang melebihi kontribusi teknologi individual. Kedua, organisasi menghadapi tantangan implementasi yang substansial yang mencakup pemilihan teknologi, investasi infrastruktur, kemampuan tenaga kerja, ketergantungan vendor, keamanan data, dan dimensi integrasi-skalabilitas. Tingkat keparahan tantangan bervariasi dengan karakteristik organisasi perusahaan kecil menghadapi kendala keuangan yang lebih besar sementara perusahaan besar menghadapi kompleksitas integrasi yang lebih besar. Ketiga, keberhasilan digitalisasi membutuhkan lebih dari sekadar penerapan teknologi kesiapan organisasi, pengembangan tenaga kerja, manajemen perubahan, dan keselarasan strategis sangat memengaruhi hasil. Pendekatan yang berpusat pada teknologi yang mengabaikan faktor-faktor ini seringkali berkinerja buruk atau gagal sepenuhnya.

Implikasi praktis memandu organisasi yang mengejar digitalisasi: lakukan penilaian kesiapan yang jujur sebelum membuat komitmen; kembangkan peta jalan bertahap yang memungkinkan pembelajaran dan adaptasi; investasikan secara substansial dalam pengembangan tenaga kerja dengan mengakui pentingnya modal manusia; pilih mitra teknologi yang menekankan hubungan jangka panjang daripada biaya langsung; tanamkan keamanan dalam desain daripada menambahkan perlindungan secara reaktif; rancang arsitektur yang fleksibel yang memfasilitasi evolusi di masa depan; dan pertahankan ekspektasi realistis mengenai jangka waktu implementasi dan kebutuhan sumber daya. Organisasi harus menolak siklus euforia yang mempromosikan adopsi prematur sambil tetap waspada terhadap ancaman kompetitif dari pesaing yang sudah matang secara digital menyeimbangkan urgensi dengan kehati-hatian.

DAFTAR PUSTAKA

- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Menggunakan analisis tematik dalam psikologi. *Penelitian Kualitatif dalam Psikologi*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Büyükköçkan, G., & Göçer, F. (2018). Rantai pasokan digital: Tinjauan literatur dan kerangka kerja yang diusulkan untuk penelitian masa depan. *Komputer dalam Industri*, 97, 157-177. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2018.02.010>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2021). *Manajemen Rantai Pasokan: Strategi, Perencanaan, dan Operasi* (edisi ke-7). Pearson.
- Christopher, M. (2016). *Logistik dan Manajemen Rantai Pasokan* (edisi ke-5). Pearson.
- Davenport, TH, & Westerman, G. (2018). Mengapa begitu banyak transformasi digital ternyata gagal. *Harvard Business Review*, 9, 15.
- Dendra, FG, Amnedy, GS, Imansuri, F., & Gurning, RH (2024). Penerapan teknologi digital pada rantai pasok di era industri 4.0: Studi kasus pada perusahaan olahraga multinasional. *Jurnal Manajemen Operasional*, 5(2), 112-128.
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, SJ, Papadopoulos, T., Luo, Z., Wamba, SF, & Roubaud, D. (2019). Dapatkah big data dan analitik prediktif meningkatkan keberlanjutan sosial dan lingkungan? *Technological Forecasting and Social Change*, 144, 534-545. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.06.020>
- Fonna, N. (2019). Pengembangan Revolusi Industri 4.0 dalam Berbagai Bidang. *Guepedia*.
- Gunasekaran, A., Subramanian, N., & Papadopoulos, T. (2017). Teknologi informasi untuk keunggulan kompetitif dalam logistik dan rantai pasokan: Sebuah tinjauan. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 99, 14-33. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.12.008>

- Hofmann, E., & Rüsck, M. (2017). Industri 4.0 dan status terkini serta prospek masa depan di bidang logistik. *Komputer di Industri*, 89, 23-34. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2017.04.002>
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2021). Dampak teknologi digital dan Industri 4.0 terhadap efek riak dan analitik risiko rantai pasokan. *Jurnal Internasional Penelitian Produksi*, 57(3), 829-846. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1488086>
- Kencana, SAYA, & Santosa, W. (2024). Dampak digitalisasi rantai pasok terhadap praktik operasi ramping pada perusahaan distributor makanan kucing. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 12(4), 567-582.
- Luthra, S., & Mangla, SK (2018). Mengevaluasi tantangan terhadap inisiatif Industri 4.0 untuk keberlanjutan rantai pasokan di negara berkembang. *Keselamatan Proses dan Perlindungan Lingkungan*, 117, 168-179. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2018.04.018>
- Priyatna, NM (2024). Transformasi digital: Efisiensi dan inovasi dalam operasional manajemen. *Jurnal Inovasi Teknologi dan Manajemen*, 8(3), 245-261.
- Queiroz, MM, Ivanov, D., Dolgui, A., & Wamba, SF (2022). Dampak wabah epidemi pada rantai pasokan: Memetakan agenda penelitian di tengah pandemi COVID-19 melalui tinjauan literatur terstruktur. *Annals of Operations Research*, 319, 1159-1196. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03685-7>
- Saberi, S., Kouhizadeh, M., Sarkis, J., & Shen, L. (2019). Teknologi Blockchain dan hubungannya dengan manajemen rantai pasokan berkelanjutan. *Jurnal Internasional Penelitian Produksi*, 57(7), 2117-2135. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>
- Savastano, M., Amendola, C., Bellini, F., & D'Ascenzo, F. (2019). Dampak kontekstual pada proses industri yang ditimbulkan oleh transformasi digital manufaktur: Tinjauan sistematis. *Keberlanjutan*, 11(3), 891. <https://doi.org/10.3390/su11030891>
- Sobron, M., & Lubis. (2021). Implementasi kecerdasan buatan pada sistem manufaktur terpadu. *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU*, 4(1), 1-7.
- Suriyanti, Serang, S., Agustriyana, & Surya, MR (2025). Pengaruh digitalisasi rantai pasok terhadap efisiensi operasional, pembatasan waktu pengiriman, dan kualitas produk. *Jurnal Riset Manajemen dan Bisnis*, 15(1), 89-104.
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Menuju metodologi untuk mengembangkan pengetahuan manajemen berbasis bukti melalui tinjauan sistematis. *British Journal of Management*, 14(3), 207-222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- Vial, G. (2019). Memahami transformasi digital: Tinjauan dan agenda penelitian. *Jurnal Sistem Informasi Strategis*, 28(2), 118-144. <https://doi.org/10.1016/j.jsis.2019.01.003>
- Wamba, SF, Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, SJF, Dubey, R., & Childe, SJ (2017). Analisis big data dan kinerja perusahaan: Pengaruh kemampuan dinamis. *Jurnal Riset Bisnis*, 70, 356-365. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.08.009>
- Zainurrafiqi, & Gazali. (2024). Digitalisasi rantai pasok, rantai pasok ramah lingkungan, ketahanan rantai pasok terhadap daya saing dan kinerja UMKM. *Jurnal Aplikasi Manajemen*, 22(1), 156-172. <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jam.2024.022.01.14>