

Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi dan Bisnis
VOL 4, No. 2, May 2025, pp. 103 - 114
p-ISSN: 2809-1655 (media cetak)
e-ISSN: 2809-1981 (media online)
Link Publikasi: https://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/JIMEB/issue/view/145
DOI: https://doi.org/10.51903/e5v7qt70

Strategic Integration of Artificial Intelligence in Manufacturing Processes: Enhancing Sustainability and Efficiency

Andi Gofur*[1], Eko Satrio[2], Fajar Adji Wicaksono[3]
[1] Universitas Wijaya Kusuma
Jl. Raya Beji Karangsalam No.25, Dusun III, Karangsalam Kidul, Kec. Kedungbanteng, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah 53152, Indonesia
Email*: andigrhofur01@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received : March 2025
Revised : April 2025
Accepted : May 2025
Published : May 2025

ABSTRACT

Digital transformation drives manufacturing companies to adopt artificial intelligence (AI) as a strategy to improve operational efficiency and competitiveness. However, the effectiveness of AI integration is influenced not only by technological readiness but also by internal organizational capabilities and external environmental pressures. This study aims to analyze how technological, organizational, and environmental factors contribute to the successful implementation of AI in the manufacturing sector, emphasizing the unique dynamics in developing countries such as Indonesia. This study uses a mixed methods approach with a sequential explanatory design. Quantitative data were collected through surveys of 85 respondents from various manufacturing companies in Indonesia, including operational managers, information technology managers, and professionals related to AI implementation. Analysis was conducted using PLS-SEM to test the relationships between variables. Subsequently, qualitative data were obtained through in-depth interviews with 10 key informants who have direct experience in AI planning and integration in their companies. The results show that organizational factors, especially managerial support and human resource competence, play the most significant role in driving the success of AI integration. Aspects of transformational leadership and work culture readiness also emerge as determining factors for the sustainability of adoption. This study expands the application of TOE and RBV theories in the context of developing countries and provides practical implications for the industry in formulating more adaptive and contextual technology adoption strategies.

Keywords: *Artificial Intelligence, Manufacturing, Strategic Integration, Sustainability, Operational Efficiency.*

CC BY SA
OPEN ACCESS

.

Abstrak

Received March 2025; Revised April 2025; Accepted May 2025; Published May 2025

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

Transformasi digital mendorong perusahaan manufaktur untuk mengadopsi kecerdasan buatan (AI) sebagai strategi meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing. Namun, efektivitas integrasi AI tidak hanya dipengaruhi oleh kesiapan teknologi, tetapi juga oleh kapabilitas internal organisasi dan tekanan lingkungan eksternal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana faktor teknologi, organisasi, dan lingkungan berkontribusi terhadap keberhasilan implementasi AI dalam sektor manufaktur, dengan menekankan dinamika yang khas di negara berkembang seperti Indonesia. Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan desain eksplanatori sekuensial. Data kuantitatif dikumpulkan melalui survei terhadap 85 responden dari berbagai perusahaan manufaktur di Indonesia, meliputi manajer operasional, manajer teknologi informasi, dan profesional terkait implementasi AI. Analisis dilakukan menggunakan PLS-SEM untuk menguji hubungan antar variabel. Selanjutnya, data kualitatif diperoleh melalui wawancara mendalam dengan 10 informan kunci, yang memiliki pengalaman langsung dalam perencanaan dan integrasi AI di perusahaannya. Hasil menunjukkan bahwa faktor organisasi, khususnya dukungan manajerial dan kompetensi SDM, berperan paling signifikan dalam mendorong keberhasilan integrasi AI. Aspek kepemimpinan transformasional dan kesiapan budaya kerja juga muncul sebagai faktor penentu keberlanjutan adopsi. Penelitian ini memperluas penerapan teori TOE dan RBV dalam konteks negara berkembang, serta memberikan implikasi praktis bagi industri dalam menyusun strategi adopsi teknologi yang lebih adaptif dan kontekstual.

Kata Kunci: *Kecerdasan Buatan, Manufaktur, Integrasi Strategis, Keberlanjutan, Efisiensi Operasional*.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) telah membawa perubahan signifikan di sektor manufaktur, terutama dalam meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung pencapaian tujuan keberlanjutan (Chen et al., 2024). Namun, penerapan AI di negara berkembang seperti Indonesia masih menghadapi berbagai kendala, khususnya dari sisi kurangnya pendekatan strategis yang terintegrasi secara menyeluruh dalam manajemen proses manufaktur (Raja et al., 2024). Berbagai data menunjukkan bahwa banyak perusahaan manufaktur di Indonesia belum sepenuhnya memanfaatkan AI secara efektif untuk meningkatkan produktivitas dan mencapai target keberlanjutan (Purnamasari et al., 2024). Fenomena ini menunjukkan kebutuhan yang mendesak untuk meneliti dan mengembangkan strategi integrasi AI yang tepat agar manfaat teknologi ini dapat dimaksimalkan dalam konteks manufaktur di negara berkembang (Aijaz et al., 2025). Dengan demikian, fokus penelitian ini adalah pada strategi integrasi AI dalam proses manufaktur di Indonesia, yang merupakan area kajian penting dan masih minim eksplorasi dalam literatur saat ini (Aqmala et al., 2025).

Literatur saat ini banyak membahas potensi kecerdasan buatan (AI) dalam memperbaiki proses manufaktur melalui otomatisasi, pengurangan kesalahan, dan pengoptimalan sumber daya (Sumarlin & Qosidah, 2024). Namun, sebagian besar studi cenderung berfokus pada aspek teknis dan evaluasi kinerja sistem AI, sementara kajian mengenai pendekatan manajemen strategis dalam mengelola integrasi teknologi ini masih terbatas (Wibowo, 2024). Teori manajemen strategis seperti Resource-Based View (RBV) dan kerangka Technology-Organization-Environment (TOE) menjadi landasan penting untuk memahami bagaimana organisasi dapat memposisikan AI bukan sekadar alat teknis, tetapi sebagai sumber daya strategis yang dapat meningkatkan keunggulan kompetitif (Susanto et al., 2024). Dengan menggabungkan perspektif teknologi dan manajemen, penelitian ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif tentang integrasi AI secara efektif dan berkelanjutan dalam proses manufaktur (Saleh & AlShafeey, 2025).

Studi benchmarking dari negara maju seperti Jerman dan Jepang menunjukkan bahwa keberhasilan integrasi AI sangat bergantung pada perencanaan strategis yang matang, pengembangan kapabilitas sumber daya manusia, serta dukungan infrastruktur teknologi yang memadai (Radu, 2021). Namun, kajian serupa dalam konteks negara berkembang masih sangat minim, sehingga penelitian ini berupaya mengisi kekosongan tersebut dengan menyesuaikan konteks dan tantangan yang dihadapi oleh industri manufaktur di Indonesia (Febriani et al., 2025). Kondisi infrastruktur teknologi yang belum merata dan tingkat kesiapan SDM yang bervariasi menjadi hambatan utama dalam proses adopsi AI di negara berkembang (Khoa et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini juga menyoroti pentingnya pendekatan strategis yang adaptif agar implementasi AI dapat memberikan hasil optimal dalam lingkungan yang dinamis dan sumber daya terbatas (Lin et al., 2025).

p-ISSN: 2803-1507 e-ISSN: 2803-1531

Perkembangan AI yang cepat memerlukan organisasi untuk tidak hanya berfokus pada adopsi teknologi, tetapi juga pada transformasi budaya dan perubahan proses bisnis secara menyeluruh (Mitrache et al., 2024). Kesiapan organisasi dalam hal kepemimpinan dan manajemen perubahan menjadi faktor krusial dalam keberhasilan integrasi AI (Alfadhli et al., 2025). Selain itu, literatur juga menekankan pentingnya kolaborasi lintas fungsi, terutama antara tim teknologi dan manajemen, agar strategi AI dapat diimplementasikan secara holistik (Pesqueira et al., 2025).

Selain perencanaan dan kapabilitas internal, aspek eksternal seperti regulasi dan kondisi pasar juga berperan penting dalam proses integrasi AI (Sjödin et al., 2021). Dalam konteks negara berkembang, regulasi yang belum memadai dan ketidakpastian pasar seringkali menjadi penghambat adopsi teknologi baru (Costa et al., 2023). Oleh sebab itu, strategi integrasi AI harus mempertimbangkan faktor lingkungan eksternal agar dapat lebih adaptif dan berkelanjutan (Bolón-Canedo et al., 2024). Terakhir, meskipun banyak organisasi besar di negara maju telah berhasil menerapkan AI secara strategis, tantangan yang dihadapi UMKM dan industri manufaktur kecil di negara berkembang seperti Indonesia masih besar (Alam et al., 2025) dan (Xuan, 2024). Penelitian ini akan berkontribusi untuk memperluas pemahaman mengenai bagaimana strategi integrasi AI dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan kapasitas industri manufaktur di Indonesia, sehingga membuka peluang peningkatan daya saing dan keberlanjutan secara lebih luas.

Penelitian ini berfokus pada ruang lingkup integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam proses manufaktur, khususnya dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia, dengan pendekatan yang menggabungkan aspek strategis, teknis, dan lingkungan operasional (Taghizadeh-Hesary, 2025). Dalam literatur saat ini, terdapat gap yang signifikan terkait minimnya kajian tentang strategi manajerial yang mengatur implementasi AI secara menyeluruh, terutama dalam kaitannya dengan pencapaian tujuan keberlanjutan (Regona et al., 2024). Penelitian ini mengajukan pertanyaan utama: bagaimana strategi integrasi AI dapat diterapkan untuk meningkatkan keberlanjutan dan efisiensi dalam proses manufaktur? Selain itu, faktor strategis apa saja yang menjadi penentu keberhasilan maupun hambatan dalam penerapan AI di industri manufaktur Indonesia? Pertanyaan-pertanyaan tersebut penting untuk mengisi kekosongan pemahaman mengenai dinamika integrasi AI dari perspektif manajemen strategis dan konteks lokal yang unik.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang mendalam mengenai pendekatan strategis dalam mengintegrasikan kecerdasan buatan (AI) pada proses manufaktur, sekaligus mengevaluasi kontribusi AI terhadap pencapaian tujuan keberlanjutan. Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang memengaruhi keberhasilan dan tantangan dalam implementasi AI di sektor manufaktur, khususnya dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia. Pendekatan ini diharapkan mampu mengisi kekosongan literatur yang selama ini lebih banyak berfokus pada aspek teknis AI tanpa mengkaji secara komprehensif dimensi manajerial dan keberlanjutan. Kontribusi utama dari penelitian ini terletak pada originalitasnya yang menempatkan fokus pada strategi manajerial integrasi AI di sektor manufaktur dalam konteks negara berkembang, sebuah area yang masih kurang mendapatkan perhatian dalam studi sebelumnya. Selain itu, penelitian ini menghadirkan novelty dengan memasukkan aspek keberlanjutan sebagai tujuan utama dalam integrasi AI, sehingga memberikan nilai tambah praktis bagi pelaku industri manufaktur di Indonesia yang menghadapi tantangan spesifik terkait sumber daya dan infrastruktur. Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya memperkaya kajian akademis di bidang manajemen teknologi dan strategi bisnis, tetapi juga menyediakan rekomendasi strategis yang aplikatif untuk mendukung adopsi AI yang lebih efektif dan berkelanjutan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian dan Pendekatan Analisis

Penelitian ini menggunakan pendekatan mixed methods dengan desain eksplanatori sekuensial. Proses penelitian diawali dengan analisis kuantitatif untuk menguji hubungan antar variabel seperti kesiapan organisasi, dukungan teknologi, dan tekanan eksternal dalam konteks implementasi AI di sektor manufaktur. Hasil dari analisis ini kemudian diperdalam melalui wawancara kualitatif guna memahami dinamika strategis dan tantangan yang dihadapi secara lebih menyeluruh. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggabungkan kekuatan data numerik dengan pemahaman konteks yang lebih kaya, sehingga menghasilkan strategi integrasi AI yang tidak hanya kuat secara analitis tetapi juga relevan secara praktis dalam konteks industri di negara berkembang seperti Indonesia.

B. Populasi dan Sampel Penelitian

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

Populasi dalam penelitian ini terdiri atas perusahaan manufaktur di Indonesia yang telah atau sedang dalam tahap implementasi teknologi kecerdasan buatan (AI). Teknik purposive sampling digunakan untuk memilih responden yang relevan, yaitu mereka yang memiliki peran dalam transformasi digital, kesiapan infrastruktur, dan pengambilan keputusan strategis. Tercatat 85 responden mengisi kuesioner kuantitatif, terdiri dari manajer operasional (35%), manajer teknologi informasi (30%), serta profesional lainnya (20%). Selain itu, wawancara mendalam dilakukan terhadap 10 informan kunci yang memiliki pengalaman langsung dalam integrasi AI. Komposisi ini dipilih untuk menangkap variasi pengalaman dan strategi dari berbagai level organisasi.

C. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Informasi

Penelitian ini menggunakan kombinasi data primer dan sekunder. Data primer dikumpulkan melalui survei yang ditujukan kepada profesional di bidang operasional dan teknologi, serta wawancara mendalam kepada informan strategis. Survei diarahkan untuk mengukur persepsi dan pengalaman dalam penerapan AI, sedangkan wawancara bertujuan menggali aspek kontekstual dan strategis dari proses integrasi tersebut. Data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan, laporan tahunan, dan publikasi industri yang relevan. Strategi ini memungkinkan triangulasi data untuk meningkatkan validitas dan kekayaan informasi, sekaligus mendukung pemahaman yang lebih utuh terhadap fenomena yang diteliti.

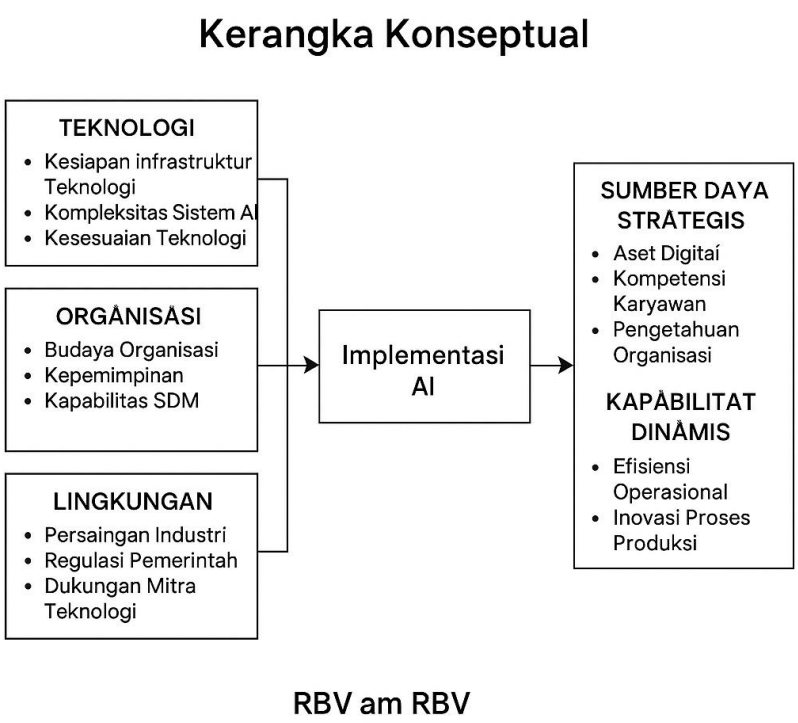
D. Software dan Tools Analisis yang Digunakan

Pengolahan data kuantitatif dilakukan dengan bantuan SPSS untuk analisis deskriptif dan inferensial, sedangkan SmartPLS digunakan untuk analisis model SEM berbasis partial least squares. Analisis data kualitatif menggunakan NVivo sebagai perangkat bantu pengkodean dan identifikasi tema. Untuk memperkuat presentasi visual, Tableau digunakan dalam membuat grafik dan dashboard interaktif. Selain itu, Python turut dimanfaatkan untuk pemrosesan data lanjutan seperti segmentasi atau analisis sentimen jika dibutuhkan. Penggunaan beragam perangkat ini memungkinkan analisis dilakukan secara komprehensif, efisien, dan mendalam.

E. Landasan Teoretis dan Pengembangan Kerangka Konseptual

Kerangka teoretis dalam penelitian ini merujuk pada dua perspektif utama, yaitu Technology-Organization-Environment (TOE) dan Resource-Based View (RBV). TOE membantu menjelaskan bagaimana interaksi antara kesiapan teknologi, kapabilitas organisasi, dan tekanan lingkungan eksternal memengaruhi proses adopsi teknologi. Sementara itu, RBV memberikan pemahaman bahwa keberhasilan jangka panjang ditentukan oleh kemampuan internal organisasi dalam mengelola sumber dayanya. Dengan menggabungkan kedua pendekatan ini, kerangka konseptual yang dikembangkan menempatkan AI sebagai strategi organisasi yang memerlukan dukungan menyeluruh dari struktur, budaya, dan lingkungan bisnis perusahaan. Pada Gambar 1, menggambarkan kerangka konseptual yang dikembangkan berdasarkan teori Technology-Organization-Environment (TOE) dan Resource-Based View (RBV). Model ini menunjukkan bagaimana faktor teknologi, organisasi, lingkungan eksternal, serta sumber daya internal perusahaan saling berinteraksi dalam mempengaruhi keberhasilan implementasi AI secara strategis di sektor manufaktur.

p-ISSN: 2803-1507 e-ISSN: 2803-1531



Gambar 1. Kerangka Konseptual Integrasi AI dalam Proses Manufaktur

F. Proses Implementasi dan Evaluasi Solusi Strategis

Implementasi model integrasi AI dilakukan melalui beberapa tahapan yang mencakup identifikasi kebutuhan spesifik perusahaan, simulasi penerapan konsep secara terbatas, hingga uji coba langsung pada unit operasional. Evaluasi dilakukan melalui kombinasi analisis kuantitatif dan kualitatif—meliputi survei terhadap kinerja dan efisiensi operasional, serta wawancara mendalam untuk mengidentifikasi persepsi dan tantangan dari berbagai pihak yang terlibat. Fokus evaluasi tidak hanya pada hasil implementasi, tetapi juga pada faktor-faktor pendukung dan penghambat yang dapat digunakan sebagai dasar perbaikan berkelanjutan. Dengan demikian, pendekatan ini memastikan bahwa strategi yang dihasilkan bersifat praktis, kontekstual, dan adaptif terhadap dinamika sektor manufaktur di negara berkembang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendekatan mixed methods atau metode campuran dipilih dalam penelitian ini untuk menggabungkan keunggulan data kuantitatif yang terukur dan valid dengan kedalaman wawasan dari data kualitatif yang kaya konteks. Desain eksplanatori sekuensial digunakan sebagai kerangka utama, di mana tahap pertama berfokus pada analisis kuantitatif untuk menguji hubungan antarvariabel penting seperti kesiapan organisasi, dukungan teknologi, dan tekanan eksternal dalam proses implementasi kecerdasan buatan (AI) di sektor manufaktur. Selanjutnya, pada tahap kedua, dilakukan wawancara mendalam yang bertujuan menggali lebih dalam aspek strategis, tantangan operasional, serta faktor-faktor non-teknis yang berperan dalam integrasi AI. Pemilihan pendekatan ini didasari oleh kebutuhan untuk memperoleh gambaran yang menyeluruh dan komprehensif, sehingga strategi integrasi AI yang dikembangkan tidak hanya valid secara statistik, tetapi juga aplikatif dan relevan dengan kondisi di negara berkembang. Untuk memahami secara ringkas aspek-aspek utama dalam desain penelitian ini, berikut disajikan Tabel 1 yang merangkum jenis pendekatan, desain penelitian, tahap-tahap yang dilalui, serta alasan pemilihan pendekatan tersebut.

Tabel 1. Ringkasan Desain Penelitian dan Pendekatan Mixed Methods

Aspek	Penjelasan	Aspek	Penjelasan
Jenis Pendekatan	Mixed Methods (Metode Campuran)		
Desain Penelitian	Eksplanatori Sekuensial		

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

Tahap Pertama (Kuantitatif)	Menguji hubungan antarvariabel seperti kesiapan organisasi, dukungan teknologi, dan tekanan eksternal dalam implementasi AI di sektor manufaktur.
Tahap Kedua (Kualitatif)	Wawancara mendalam untuk menggali konteks strategis, tantangan lapangan, dan faktor non-teknis yang memengaruhi integrasi AI.
Alasan Pemilihan Pendekatan	Menggabungkan presisi data kuantitatif dengan pemahaman kontekstual yang kaya guna menyusun strategi integrasi AI yang valid dan aplikatif di konteks negara berkembang

Setelah melihat ringkasan pada Tabel 1, dapat dipahami bahwa pendekatan mixed methods memberikan kerangka kerja yang kuat untuk menggabungkan kekuatan kedua metode penelitian. Dengan memulai dari analisis kuantitatif yang sistematis, penelitian ini mampu mengidentifikasi pola dan hubungan yang signifikan antarvariabel, sementara tahap kualitatif melengkapi dengan wawasan mendalam yang menjelaskan konteks dan dinamika di lapangan. Pendekatan ini sangat penting untuk memastikan bahwa temuan tidak hanya valid secara statistik, tetapi juga relevan dan dapat diterapkan dalam praktik, terutama dalam konteks kompleks seperti implementasi AI di sektor manufaktur di negara berkembang. Dengan demikian, strategi yang dihasilkan diharapkan dapat lebih adaptif dan efektif dalam menghadapi tantangan nyata di lapangan.

Untuk memperoleh pemahaman yang komprehensif mengenai penerapan AI di sektor manufaktur, penting untuk menjelaskan secara rinci populasi dan sampel yang menjadi fokus penelitian ini. Pemilihan responden dan informan dilakukan secara cermat dengan mempertimbangkan peran strategis serta keterlibatan mereka dalam transformasi digital. Tabel 2 berikut menyajikan gambaran lengkap mengenai karakteristik populasi, metode pengambilan sampel, serta komposisi responden dan informan yang terlibat dalam penelitian ini.

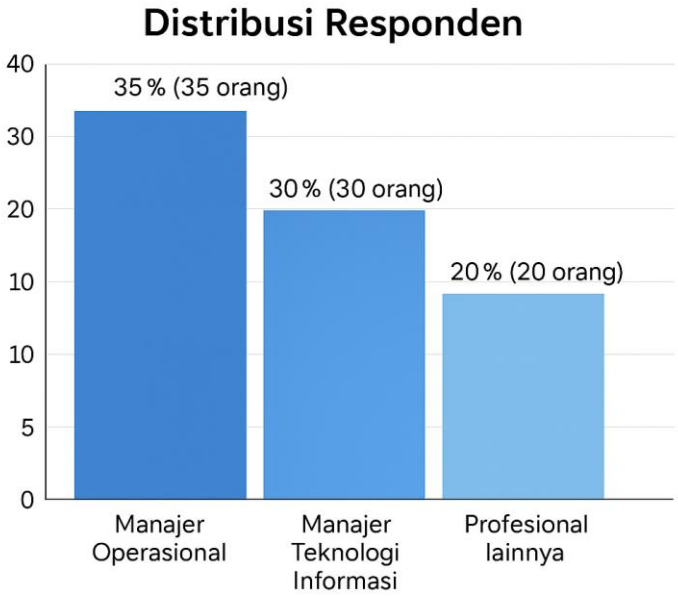
Tabel 2. Rincian Populasi dan Sampel Penelitian dalam Studi Integrasi AI di Sektor Manufaktur Indonesia

Aspek	Penjelasan
Populasi Penelitian	Perusahaan manufaktur di Indonesia (skala besar, menengah, dan kecil) yang telah atau sedang merencanakan penerapan teknologi AI dalam operasionalnya.
Metode Penentuan Sampel	Purposive Sampling partisipan dipilih berdasarkan kriteria relevan: keterlibatan dalam transformasi digital, kesiapan infrastruktur teknologi, dan posisi strategis.
Jumlah Responden Kuantitatif	85 responden
Distribusi Responden	• Manajer Operasional: 35% (35 orang) • Manajer Teknologi Informasi: 30% (30 orang) • Profesional lainnya: 20% (20 orang)
Jumlah Informan Kualitatif	10 orang dipilih sebagai informan kunci untuk wawancara mendalam berdasarkan pengalaman langsung dalam perencanaan dan integrasi AI di perusahaan.
Tujuan Komposisi Sampel	Memberikan gambaran representatif atas variasi praktik dan tantangan di berbagai level organisasi dalam penerapan AI di sektor manufaktur Indonesia.

Dari rincian yang disajikan pada Tabel 2, terlihat bahwa sampel penelitian mencerminkan berbagai lapisan organisasi di perusahaan manufaktur, mulai dari manajer operasional hingga profesional yang terlibat langsung dalam inovasi dan teknologi. Pendekatan purposive sampling memastikan bahwa partisipan yang dipilih memiliki relevansi tinggi terhadap topik penelitian, sehingga data yang dikumpulkan dapat menggambarkan kondisi nyata dan tantangan yang dihadapi dalam integrasi AI. Dengan komposisi sampel yang beragam, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang representatif dan aplikatif untuk mendukung pengembangan strategi implementasi AI yang efektif di sektor manufaktur Indonesia. Untuk memberikan gambaran visual yang lebih jelas mengenai distribusi responden dalam penelitian ini, berikut

p-ISSN: 2803-1507 e-ISSN: 2803-1531

disajikan diagram batang yang menggambarkan komposisi responden kuantitatif berdasarkan peran atau jabatan mereka dalam organisasi manufaktur.



Gambar 2. Distribusi Responden Berdasarkan Jabatan dalam Organisasi Manufaktur

Dalam sebuah penelitian yang menggunakan pendekatan mixed methods, sangat penting untuk menguraikan sumber data dan teknik pengumpulan informasi yang digunakan agar dapat memahami bagaimana data dikumpulkan dan dianalisis secara menyeluruh. Tabel 3 berikut menyajikan detail mengenai jenis data yang digunakan, sumber data primer dan sekunder, serta teknik yang diterapkan dalam proses pengumpulan informasi. Selain itu, tabel ini juga menyoroti metode triangulasi yang diadopsi untuk meningkatkan validitas hasil penelitian.

Tabel 3. Sumber Data dan Teknik Pengumpulan Informasi dalam Penelitian Integrasi AI di Sektor Manufaktur

Komponen	Jenis/Metode	Deskripsi Rinci
Jenis Data	Data Primer dan Sekunder	Data primer dikumpulkan langsung dari responden melalui survei dan wawancara; data sekunder diperoleh dari dokumen internal dan publikasi eksternal terkait AI.
Sumber Data Primer	Survei Kuantitatif dan Wawancara Kualitatif	Survei dilakukan terhadap 100 profesional; wawancara mendalam dilakukan dengan 10 informan kunci yang terlibat dalam strategi penerapan AI.
Tujuan Pengumpulan Data Primer	Pengukuran dan Eksplorasi Konteks	Survei untuk mengetahui strategi, kendala, dan persepsi dalam adopsi AI; wawancara menggali pengalaman praktis dan dinamika organisasi terkait implementasi AI.
Sumber Data Sekunder	Dokumen Internal dan Publikasi Eksternal	Meliputi laporan tahunan, dokumen strategi perusahaan, serta jurnal dan white papers terkait transformasi digital dan AI di sektor manufaktur.
Teknik Pengumpulan Data	Kuesioner (Google Forms), Wawancara Daring (Zoom/Teams), Dokumentasi	Kuesioner terstruktur dikirim secara online; wawancara dilakukan secara daring dan direkam untuk dianalisis lebih lanjut; dokumen dikaji sebagai bahan pelengkap.
Triangulasi Data	Metode Kombinasi	Temuan dari survei, wawancara, dan dokumen dibandingkan untuk menguji konsistensi dan memperkuat validitas hasil analisis.

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

Alasan Pendekatan Kombinasi	Integrasi Kuantitatif dan Kualitatif	Memberikan pemahaman holistic, data numerik mengungkap pola umum, sedangkan data naratif memperjelas konteks dan interpretasi strategis dari proses implementasi AI.

Berdasarkan rincian di Tabel 3, penggunaan data primer melalui survei dan wawancara kualitatif dipadukan dengan analisis dokumen sekunder memberikan kekayaan informasi yang saling melengkapi. Pendekatan kombinasi ini memungkinkan penelitian tidak hanya mengidentifikasi pola umum melalui data kuantitatif, tetapi juga menggali konteks dan pengalaman nyata dari para pelaku di lapangan. Dengan adanya triangulasi data, hasil analisis menjadi lebih kuat dan dapat dipercaya, sehingga memberikan landasan yang kokoh bagi rekomendasi strategi integrasi AI di sektor manufaktur Indonesia.

Dalam penelitian ini, penggunaan berbagai software dan tools analisis menjadi bagian penting untuk mengolah dan memahami data yang beragam, baik kuantitatif maupun kualitatif. Pemilihan perangkat lunak disesuaikan dengan kebutuhan analisis pada setiap tahap penelitian, mulai dari pengolahan statistik dasar hingga analisis data kualitatif yang mendalam dan visualisasi hasil yang interaktif. Tabel 4 berikut merangkum software dan tools utama yang digunakan beserta fungsi dan perannya dalam mendukung keseluruhan proses analisis data.

Tabel 4. Software dan Tools Analisis yang Digunakan dalam Penelitian

Software/Tools	Fungsi Utama	Deskripsi Penggunaan dalam Penelitian
SPSS	Analisis Statistik Deskriptif dan Inferensial	Digunakan untuk mengolah data kuantitatif dari kuesioner, termasuk analisis frekuensi, korelasi, regresi, dan uji signifikansi, guna mengidentifikasi pola dan hubungan antar variabel.
SmartPLS	Analisis SEM (Structural Equation Modeling) berbasis PLS	Memfasilitasi pengujian hubungan kompleks antar konstruk penelitian, terutama dalam kerangka teoritis yang melibatkan variabel laten dengan pendekatan Partial Least Squares.
NVivo	Pengkodean dan Analisis Data Kualitatif	Dimanfaatkan untuk mengelola dan menganalisis transkrip wawancara melalui coding tematik, memetakan narasi partisipan, dan menemukan pola diskursif dari data kualitatif.
Tableau	Visualisasi Data Interaktif	Digunakan untuk menyajikan data dalam bentuk grafik, dashboard, dan visual interaktif yang informatif, membantu mempermudah interpretasi hasil analisis bagi pembaca dan pemangku kepentingan.
Python	Otomasi Analisis dan Pemrosesan Data Besar	Diimplementasikan untuk analisis tambahan seperti clustering, sentiment analysis, serta otomasi proses preprocessing data, terutama ketika mengelola dataset dalam skala besar atau kompleks.

Dari Tabel 4 terlihat bahwa kombinasi software seperti SPSS dan SmartPLS memberikan kekuatan dalam analisis statistik dan pengujian model struktural, sementara NVivo memperkuat analisis kualitatif dengan pengkodean yang sistematis. Di sisi lain, Tableau mempermudah penyajian data dalam bentuk visual yang mudah dipahami, sedangkan Python mendukung kebutuhan analisis data skala besar dan otomatisasi proses. Integrasi berbagai tools ini memungkinkan penelitian berjalan dengan efisien dan hasil analisis menjadi lebih komprehensif, memberikan landasan kuat untuk interpretasi yang akurat serta rekomendasi yang aplikatif.

Untuk memastikan integrasi AI berjalan efektif dan sesuai dengan kebutuhan perusahaan manufaktur, proses implementasi harus dilaksanakan secara sistematis dan terstruktur. Tabel 5 berikut menyajikan tahapan utama dalam proses implementasi serta evaluasi solusi strategis yang dirancang. Setiap tahapan tidak hanya menggambarkan aktivitas yang dilakukan, tetapi juga tujuan evaluasi yang menjadi tolok ukur keberhasilan dalam setiap langkah implementasi.

Tabel 5. Proses Implementasi dan Evaluasi Solusi Strategis Integrasi AI

Tahapan Proses	Deskripsi Aktivitas	Tujuan Evaluasi

p-ISSN: 2803-1507 e-ISSN: 2803-1531

Identifikasi Kebutuhan dan Kondisi	Mengkaji kondisi aktual perusahaan (struktur organisasi, kesiapan teknologi, budaya kerja) untuk menyesuaikan desain model AI dengan kebutuhan lokal.	Menentukan kesesuaian model terhadap konteks dan kesiapan aktual perusahaan.
Simulasi atau Studi Kasus	Menguji penerapan model integrasi AI secara terbatas dan terkendali pada skenario tertentu atau unit produksi yang dipilih sebagai studi kasus.	Mengevaluasi kelayakan awal, mendeteksi potensi risiko implementasi, dan menyempurnakan pendekatan sebelum uji coba nyata.
Uji Coba Skala Kecil	Menerapkan model pada unit atau proses tertentu dengan melibatkan pemangku kepentingan seperti manajer, teknisi, dan operator produksi.	Mengumpulkan data empiris terkait efisiensi, kendala operasional, dan respons pengguna terhadap teknologi AI yang diterapkan.
Evaluasi Kuantitatif dan Kualitatif	Melibatkan pengukuran indikator kinerja (efisiensi waktu, pengurangan kesalahan, produktivitas), survei kepuasan, serta wawancara mendalam.	Mengukur keberhasilan solusi dari segi output bisnis, kepuasan pengguna, dan identifikasi faktor penghambat dan pendukung.
Rekomendasi dan Penyesuaian Strategi	Merumuskan strategi lanjutan berbasis temuan implementasi, termasuk saran penyesuaian kebijakan, pelatihan SDM, dan penguatan infrastruktur digital.	Memberikan arahan strategis yang kontekstual dan berbasis bukti untuk penerapan AI secara berkelanjutan di sektor manufaktur.

Dari uraian dalam Tabel 5, jelas bahwa pendekatan bertahap mulai dari identifikasi kebutuhan hingga rekomendasi strategi memungkinkan penyesuaian yang dinamis berdasarkan kondisi riil di lapangan. Pengujian awal melalui simulasi dan uji coba skala kecil berperan penting dalam mengidentifikasi risiko dan mengumpulkan data empiris yang relevan. Selanjutnya, evaluasi kuantitatif dan kualitatif memberikan gambaran menyeluruh tentang efektivitas teknologi AI serta respons pengguna, yang menjadi dasar dalam merumuskan strategi implementasi yang lebih matang dan berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, solusi integrasi AI dapat diadaptasi secara optimal agar mendukung produktivitas dan inovasi di sektor manufaktur Indonesia.

4. DISCUSSION

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam proses manufaktur sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara kesiapan teknologi, kapabilitas internal organisasi, serta tekanan lingkungan eksternal. Temuan kuantitatif yang diperoleh melalui model SEM-PLS mengindikasikan bahwa faktor organisasi, khususnya dukungan manajemen dan kompetensi sumber daya manusia, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberhasilan implementasi AI.

Hasil ini kemudian diperkuat oleh wawancara mendalam yang menyoroti pentingnya kepemimpinan transformasional dan kemampuan organisasi dalam menyesuaikan budaya kerja sebagai penentu keberlanjutan adopsi AI dalam jangka panjang. Secara keseluruhan, data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh saling melengkapi dan secara utuh menjawab pertanyaan utama dalam penelitian ini, yakni bagaimana faktor internal dan eksternal berkontribusi terhadap efektivitas integrasi AI di sektor manufaktur.

Dari sisi teoritis, temuan ini menguatkan kerangka TOE dan RBV (Maruf, 2025) yang menyatakan bahwa adopsi teknologi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi itu sendiri, melainkan harus dibarengi dengan kesiapan organisasi dan dukungan dari lingkungan eksternal. Studi ini sejalan dengan penelitian (Plekhanov et al., 2023) yang menegaskan pentingnya sinergi antara aspek teknologi dan organisasi dalam proses transformasi digital.

Akan tetapi, penelitian ini juga memperlihatkan nuansa lokal dalam konteks negara berkembang seperti Indonesia, di mana keterbatasan infrastruktur dan resistensi terhadap perubahan menjadi tantangan tersendiri yang tidak banyak diangkat dalam studi yang berbasis konteks negara maju. Dengan demikian, penelitian ini turut memperkaya diskursus teoritis dengan memasukkan dimensi geografis dan struktural yang relevan bagi sektor manufaktur di negara berkembang.

Meskipun penelitian ini memberikan kontribusi yang berarti, terdapat beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, jumlah sampel yang terbatas dan penggunaan teknik purposive sampling membuat generalisasi temuan menjadi kurang optimal, khususnya ketika diterapkan pada sektor industri di luar

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

manufaktur. Kedua, penelitian ini belum secara menyeluruh mengukur dampak jangka panjang dari integrasi AI, sehingga belum mampu menjawab secara utuh pengaruh teknologi ini terhadap inovasi produk, keunggulan kompetitif, dan keberlanjutan bisnis dalam skala makro. Selain itu, dominasi informan dari level manajerial menyebabkan kurang tergambarnya sudut pandang dari level operasional atau pekerja lapangan yang juga terdampak oleh perubahan berbasis teknologi. Terakhir, konteks lokal Indonesia yang khas, seperti keterbatasan infrastruktur digital dan budaya organisasi yang cenderung hierarkis, juga menjadi variabel yang perlu digali lebih dalam dalam studi lanjutan. Untuk itu, penelitian ke depan disarankan melibatkan aktor yang lebih beragam, memperluas sektor industri yang dikaji, serta mengadopsi pendekatan longitudinal untuk melihat dinamika integrasi AI secara berkelanjutan dari waktu ke waktu. Pendekatan longitudinal juga dapat digunakan untuk menelaah dinamika integrasi AI dalam jangka panjang, serta melihat bagaimana organisasi beradaptasi terhadap perkembangan teknologi dan perubahan pasar dari waktu ke waktu.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa keberhasilan integrasi AI dalam proses manufaktur tidak hanya bertumpu pada kesiapan teknologi semata, melainkan juga sangat tergantung pada kesiapan organisasi dan dukungan lingkungan eksternal yang menyertainya. Dengan mengintegrasikan kerangka TOE dan RBV, studi ini mampu menghadirkan pemahaman yang komprehensif mengenai kompleksitas proses adopsi AI dalam konteks industri. Temuan yang diperoleh melalui pendekatan mixed methods ini memperlihatkan bahwa strategi integrasi AI yang efektif membutuhkan kombinasi antara kekuatan sumber daya internal, kepemimpinan yang responsif terhadap perubahan, serta kemampuan organisasi dalam merespons dinamika eksternal secara adaptif.

Secara keseluruhan, kontribusi penelitian ini tidak hanya memperkaya literatur akademik tentang adopsi teknologi dalam konteks negara berkembang, tetapi juga memberikan panduan praktis bagi pelaku industri dan pembuat kebijakan dalam menyusun strategi implementasi AI yang lebih kontekstual, inklusif, dan berkelanjutan. Saran untuk penelitian selanjutnya:

1. melibatkan responden dari berbagai level organisasi, termasuk pekerja operasional dan teknisi;
2. menggunakan pendekatan longitudinal untuk mengukur dampak AI dalam jangka panjang;
3. mengkaji keterlibatan pemangku kepentingan eksternal seperti pemerintah, vendor teknologi, dan komunitas lokal;
4. mengembangkan model evaluasi keberhasilan implementasi AI yang mencakup dimensi sosial, etis, dan lingkungan; serta
5. melakukan perbandingan antar sektor industri untuk mengidentifikasi variasi tantangan dan peluang dalam implementasi AI secara lebih luas.

6. DAFTAR PUSTAKA

Aijaz, N., Lan, H., Raza, T., Yaqub, M., Iqbal, R., & Pathan, M. S. (2025). Artificial intelligence in agriculture: Advancing crop productivity and sustainability. *Journal of Agriculture and Food Research*, *20*(September 2024), 101762. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.101762

Alam, M. C., Setiawan, B., Toiba, H., Maulidah, S., & Rahman, M. S. (2025). Supply chain management practices of SMEs in developing countries: Bibliometric and systematic reviews. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, *71*(2), 99–112. https://doi.org/10.17221/290/2024-AGRICECON

Alfadhli, M., Onat, N. C., Kucukvar, M., & Al-Maadeed, S. (2025). Analyzing AI Readiness through Digital Transformation and Data Management: A Case Study of Qatar's Government Sector. *Applied Mathematics and Information Sciences*, *19*(3), 497–507. https://doi.org/10.18576/amis/190302

Aqmala, D., Panjaitan, R., Ardyan, E., Ibnu, F., & Sukono, F. (2025). *The role of green blue ocean strategy in enhancing frugal innovation through IoT and AI : A resource-based view perspective*. *21*(2), 56–81.

Bolón-Canedo, V., Morán-Fernández, L., Cancela, B., & Alonso-Betanzos, A. (2024). A review of green artificial intelligence: Towards a more sustainable future. *Neurocomputing*, *599*(May), 128096. https://doi.org/10.1016/j.neucom.2024.128096

Chen, K., Chen, X., Wang, Z. ao, & Zvarych, R. (2024). Does artificial intelligence promote common

p-ISSN: 2803-1507 e-ISSN: 2803-1531

prosperity within enterprises? —Evidence from Chinese-listed companies in the service industry. *Technological Forecasting and Social Change*, *200*(December 2023), 123180. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.123180

Costa, F., Frecassetti, S., Rossini, M., & Portioli-Staudacher, A. (2023). Industry 4.0 digital technologies enhancing sustainability: Applications and barriers from the agricultural industry in an emerging economy. *Journal of Cleaner Production*, *408*(December 2022), 137208. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137208

Febriani, A., Sopha, B. M., & Arif Wibisono, M. (2025). Dynamic capabilities for omnichannel transformation in MSMEs: A comparative case study of fashion and furniture sectors. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *11*(1), 100498. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2025.100498

Khoa, B. Q., Toai, N. Van, Thi, D., Hien, T., Thuan, T. Q., Nguyen, H., Ba, D., & Anh, H. (2024). *Influential factors of Artificial Intelligence (AI) in the digital transformation of the human resources recruitment process sector in Vietnam Article Info ISSN (online): 2582-7138 Volume : 05 Issue : 06 Received : 15-10-2024 Accepted : 16-11-2024 Page No : 1181-1193*. 1181–1193.

Lin, Y., Yousaf, Z., Grigorescu, A., & Popovici, N. (2025). Harnessing digital foundations and artificial intelligence synergies: Unraveling the role of digital platforms, artificial intelligence, and strategic adaptability in organizational innovativeness. *Journal of Innovation and Knowledge*, *10*(2), 100670. https://doi.org/10.1016/j.jik.2025.100670

Maruf, A. Al. (2025). *American Journal of Interdisciplinary Studies A SYSTEMATIC REVIEW OF ERP-INTEGRATED DECISION SUPPORT SYSTEMS FOR FINANCIAL AND OPERATIONAL OPTIMIZATION IN GLOBAL RETAILS BUSINESS*. *06*(01), 236–262. https://doi.org/10.63125/qgbrmf24

Mitrache, M.-D., Spulbar, L.-F., & Mitrache, L.-A. (2024). The Influence of AI Technology in Stimulating Growth and Innovation in Business. *Revista de Științe Politice. Revue Des Sciences Politiques • No*, *81*(81), 51–61.

Pesqueira, A., Sousa, M. J., & Pereira, R. (2025). Individual dynamic capabilities and artificial intelligence in health operations: Exploration of innovation diffusion. *Intelligence-Based Medicine*, *11*(December 2024). https://doi.org/10.1016/j.ibmed.2025.100239

Plekhanov, D., Franke, H., & Netland, T. H. (2023). Digital transformation: A review and research agenda. *European Management Journal*, *41*(6), 821–844. https://doi.org/10.1016/j.emj.2022.09.007

Purnamasari, R., Hasanudin, A. I., Zulfikar, R., & Yazid, H. (2024). Optimizing sustainable growth: Data, policies, and supply chains in Indonesia's public sector. *Social Sciences and Humanities Open*, *10*(July), 101104. https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.101104

Radu, R. (2021). Steering the governance of artificial intelligence: national strategies in perspective. *Policy and Society*, *40*(2), 178–193. https://doi.org/10.1080/14494035.2021.1929728

Raja, U. M., Haji, A., Margaretha, R., Syuzairi, M., & Mahadiansar, M. (2024). *Center for Maritime Policy and Governance Studies Digital Transformation in the Maritime Industry; Opportunities and Challenges for Indonesia*. *1*, 1–10. http://cmpgs.umrah.ac.id/https://ojs.umrah.ac.id/index.php/jmps

Regona, M., Yigitcanlar, T., Hon, C., & Teo, M. (2024). Artificial intelligence and sustainable development goals: Systematic literature review of the construction industry. *Sustainable Cities and Society*, *108*(May), 105499. https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105499

Saleh, M. A. S., & AlShafeey, M. (2025). Examining the synergies between industry 4.0 and sustainability dimensions using text mining, sentiment analysis, and association rules. *Sustainable Futures*, *9*(July 2024), 100423. https://doi.org/10.1016/j.sftr.2024.100423

Sjödin, D., Parida, V., Palmié, M., & Wincent, J. (2021). How AI capabilities enable business model innovation: Scaling AI through co-evolutionary processes and feedback loops. *Journal of Business Research*, *134*(April), 574–587. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.05.009

p-ISSN: 2809-1655 e-ISSN: 2809-1981

Sumarlin, T., & Qosidah, N. (2024). *Optimizing Sales and Inventory Management with Machine Learning : Applications of Neural Networks and Random Forests*. *3*(2), 312–325.

Susanto, E., Holili, M. H., & Manalu, G. (2024). *Supplier Relationship Management in the Digital Age : Enhancing Supply Chain Resilience Through Blockchain Technology*. *3*(3), 511–530.

Taghizadeh-Hesary, F. (2025). The impact of artificial intelligence adoption and financial accessibility on energy sustainability. *Energy Strategy Reviews*, *59*(May), 101744. https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101744

Wibowo, A. (2024). *JMI 04 (79-96) - (Bambang-Edy) TURNITIN.docx*. *04*.

Xuan, V. N. (2024). Determinants of environmental pollution: Evidence from Indonesia. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *10*(4), 100386. https://doi.org/10.1016/j.joitmc.2024.100386