

Implementasi Internet of Things dalam Rantai Pasok UMKM Berbasis Digital

*Adhi Susano

Universitas Indraprasta PGRI

*Email: adhi.susano@gmail.com

Received: 20/10/2025 Revised: 29/01/2026 Accepted: 30/01/2026 Available Online: 31/01/2026 Published: 31/01/2026

Abstract

The digital era has fundamentally changed the business landscape, including in the supply chain management of Micro, Small, and Medium Enterprises (MSMEs). This study analyzes the implementation of Internet of Things (IoT) technology in the digital-based supply chain of MSMEs in Indonesia. The research method used a qualitative approach with a case study of 50 MSMEs that have implemented IoT systems. Data were collected through structured interviews, field observations, and documentation analysis. The results show that IoT implementation can increase operational efficiency by up to 35%, reduce logistics costs by 28%, and improve inventory accuracy by up to 92%. However, the main obstacles include limited human resources, technological infrastructure, and investment capital. This study contributes to the development of MSME supply chain digitalization strategies in Indonesia..

Keywords: *Internet Of Things, Supply Chain, Msmes, Digitalization, Operational Efficiency.*

Abstrak

Era digital telah mengubah lanskap bisnis secara fundamental, termasuk dalam pengelolaan rantai pasok Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM). Penelitian ini menganalisis implementasi teknologi Internet of Things (IoT) dalam rantai pasok UMKM berbasis digital di Indonesia. Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan studi kasus pada 50 UMKM yang telah menerapkan sistem IoT. Data dikumpulkan melalui wawancara terstruktur, observasi lapangan, dan analisis dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi IoT mampu meningkatkan efisiensi operasional hingga 35%, mengurangi biaya logistik sebesar 28%, dan memperbaiki akurasi inventori mencapai 92%. Namun, kendala utama meliputi keterbatasan sumber daya manusia, infrastruktur teknologi, dan modal investasi. Penelitian ini memberikan kontribusi bagi pengembangan strategi digitalisasi rantai pasok UMKM di Indonesia.

Kata Kunci: Internet Of Things; Rantai Pasok; UMKM; Digitalisasi; Efisiensi Operasional.



Copyrights © Author(s). This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0). All writings published in this journal are personal views of the author and do not represent the views of this journal and the author's affiliated institutions.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital telah membawa perubahan signifikan dalam dunia bisnis^{1,2}, khususnya dalam pengelolaan rantai pasok perusahaan. Internet of Things (IoT) sebagai salah satu teknologi revolusioner telah memberikan solusi inovatif bagi berbagai sektor industri, termasuk Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM)^{3,4}. Di Indonesia, sektor UMKM memiliki peran vital dalam perekonomian nasional dengan kontribusi terhadap Produk Domestik Bruto (PDB)^{5,6} mencapai 61,97% dan menyerap tenaga kerja sekitar 97% dari total angkatan kerja pada tahun 2023 (Kementerian Koperasi dan UKM, 2023). Rantai pasok UMKM di Indonesia masih menghadapi berbagai permasalahan struktural yang menghambat pertumbuhan dan daya saing. Data dari Asosiasi UMKM Indonesia menunjukkan bahwa 68% UMKM masih menggunakan sistem manajemen rantai pasok konvensional yang rentan terhadap inefisiensi, kesalahan pencatatan, dan keterlambatan distribusi.⁷ Permasalahan ini semakin kompleks dengan meningkatnya tuntutan konsumen terhadap kecepatan, akurasi, dan transparansi dalam proses pengiriman produk.

Teknologi IoT menawarkan solusi terintegrasi untuk mengatasi permasalahan tersebut melalui konektivitas antar perangkat, pengumpulan data real-time, dan otomatisasi proses bisnis. Penelitian yang dilakukan oleh⁸ menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam rantai pasok dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 40% dan mengurangi biaya operasional sebesar 25-30%. Namun, adopsi teknologi IoT oleh UMKM di Indonesia masih relatif rendah, dengan tingkat penetrasi hanya mencapai 12% pada tahun 2023.⁹ Keterbatasan adopsi teknologi IoT pada UMKM disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain keterbatasan modal investasi,¹⁰ kurangnya pemahaman tentang teknologi,¹¹ infrastruktur yang belum memadai, dan keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten di bidang teknologi informasi. Survei yang dilakukan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Indonesia (2023) terhadap 1.200 UMKM menunjukkan bahwa 45% responden menyatakan kurangnya

¹ Wildan Mahendra Ardiansyah. Peran teknologi dalam transformasi ekonomi dan bisnis di era digital », *JMEB Jurnal Manajemen Ekonomi & Bisnis* 1, n° 1 (2023) : 12-16.

² M Khairi et al. Pengaruh teknologi dalam transformasi ekonomi dan bisnis di era digital », *Jurnal Perangkat Lunak* 7, no 1 (2025) : 71-78.

³ Agus Wibowo. Internet of Things (IoT) dalam Ekonomi dan Bisnis Digital », *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*, 2023, 1-94.

⁴ R Mardiana et al. Implementasi transformasi digital dan kecerdasan buatan sebagai inovasi untuk UMKM pada era revolusi industri 4.0 », *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Kewirausahaan (JUMANAGE)* 3, n° 1 (2024).

⁵ Ulfa Roudhotun Nurul Janah et Frances Roi Seston Tampubolon. Peran usaha mikro, kecil, dan menengah dalam pertumbuhan ekonomi: Analisis kontribusi sektor umkm terhadap pendapatan nasional di indonesia », *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen* 1, n° 2 (2024) : 739-46.

⁶ Janah et Tampubolon.

⁷ Asosiasi UMKM Indonesia, *Profil Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) Indonesia Tahun 2023* (Jakarta : AKUMINDO, 2023).

⁸ McKinsey et Company, *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype* (McKinsey Global Institute Report, 2023).

⁹ Badan Pusat Statistik, *Survei Sosial Ekonomi Nasional: Modul Teknologi Informasi dan Komunikasi* (Jakarta : BPS, 2023).

¹⁰ Rida Prihatni et Etty Gurendrawati. Pemanfaatan teknologi finansial (fintech) untuk meningkatkan inklusi keuangan pada UMKM », *Jurnal Akuntansi dan Bisnis* 5, n° 1 (2025) : 67-86.

¹¹ Merintan Simbolon et Iis Dewi Herawati. Pengalaman Pengusaha UKM dalam Mengadopsi Sistem Informasi Akuntansi Berbasis Cloud: Perspektif Kualitatif », *Jurnal Neraca Peradaban* 5, n° 1 (2025) : 7-22.

pemahaman tentang teknologi IoT sebagai hambatan utama, diikuti oleh keterbatasan modal sebesar 38%, dan infrastruktur yang tidak memadai sebesar 32%.

Di sisi lain, potensi manfaat yang dapat diperoleh dari implementasi IoT dalam rantai pasok UMKM sangat besar¹². Teknologi ini memungkinkan monitoring real-time terhadap pergerakan barang, prediksi permintaan yang lebih akurat,^{13,14} optimalisasi rute distribusi, dan peningkatan transparansi dalam seluruh proses rantai pasok. Studi empiris yang dilakukan oleh Institut Teknologi Bandung (2023) pada 30 UMKM yang telah mengimplementasikan sistem IoT menunjukkan peningkatan produktivitas rata-rata sebesar 28% dan pengurangan waste sebesar 22%.¹⁵ Era pandemi COVID-19 telah mempercepat proses digitalisasi UMKM dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya teknologi dalam mempertahankan kontinuitas bisnis. Data dari Kementerian Komunikasi dan Informatika (2023) menunjukkan bahwa adopsi teknologi digital oleh UMKM meningkat drastis sebesar 47% selama periode 2020-2023. Fenomena ini menciptakan momentum yang tepat untuk mengkaji implementasi teknologi IoT dalam rantai pasok UMKM.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis implementasi teknologi IoT dalam rantai pasok UMKM berbasis digital di Indonesia. Fokus penelitian meliputi identifikasi model implementasi IoT yang efektif, analisis dampak terhadap kinerja operasional, evaluasi kendala dan hambatan implementasi, serta formulasi rekomendasi strategis untuk meningkatkan adopsi teknologi IoT pada sektor UMKM. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan ilmu manajemen rantai pasok digital serta kontribusi praktis bagi pengambil kebijakan dan pelaku UMKM dalam merumuskan strategi digitalisasi.¹⁶

Secara konseptual, penelitian ini membatasi ruang lingkup analisis pada implementasi IoT yang secara langsung berkaitan dengan fungsi inti manajemen rantai pasok, yaitu pengadaan (procurement), pengelolaan persediaan (inventory management), produksi, dan distribusi, sehingga tidak mencakup aspek pemasaran digital maupun financial technology. Pendekatan metodologis yang digunakan berorientasi pada eksplorasi mendalam terhadap praktik implementasi IoT pada level operasional, dengan menempatkan UMKM sebagai unit analisis dan sistem rantai pasok sebagai konteks embedded case. Penelitian ini tidak bertujuan menguji hubungan kausal kuantitatif secara generalizable, melainkan membangun pemahaman kontekstual mengenai pola implementasi, dinamika adaptasi teknologi, serta konfigurasi faktor pendukung dan penghambat pada lingkungan UMKM. Kerangka analisis difokuskan pada tiga dimensi utama, yaitu: (1) konfigurasi teknologi IoT yang diadopsi, (2) perubahan kinerja operasional pasca-implementasi, dan (3) kapasitas organisasi dalam mengelola transformasi digital.

Dengan pembatasan tersebut, penelitian ini secara tegas memosisikan diri sebagai studi kasus eksploratori yang berupaya mengidentifikasi model implementasi IoT yang

¹² Tini Utami et al., *UMKM digital: Teori dan implementasi UMKM pada era Society 5.0* (PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024).

¹³ Bayu Wahyudi et al. Transformasi manajemen rantai pasokan berbasis internet of things (IoT): Tinjauan literatur », *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 4, n° 1 (2025) : 32-44.

¹⁴ Harri Romadhona. Pengaruh Internet of Things (IoT) dan Big Data terhadap Akurasi Pelacakan Pengiriman Ekspedisi », *Jurnal Greenation Ilmu Teknik* 2, n° 2 (2024) : 75-84.

¹⁵ Institut Teknologi Bandung, *Studi Dampak Implementasi IoT terhadap Produktivitas UMKM* (Bandung : ITB Press, 2023).

¹⁶ Kementerian Komunikasi Informatika, *Statistik Penetrasi Digital UMKM Indonesia 2023* (Jakarta : Kominfo, 2023).

aplikatif dan kontekstual bagi UMKM Indonesia, bukan sebagai studi evaluatif kebijakan makro atau analisis industri berbasis statistik nasional. Spesifikasi fokus ini penting untuk menghindari perluasan konseptual yang terlalu umum, serta memastikan kedalaman analisis pada level praktik operasional dan pengambilan keputusan manajerial UMKM.

KAJIAN TEORI

Konsep Internet of Things dalam Rantai Pasok

Internet of Things didefinisikan sebagai jaringan perangkat fisik yang terhubung melalui internet dan dapat mengumpulkan, bertukar, serta menganalisis data secara otomatis.¹⁷ Dalam aplikasinya pada rantai pasok, IoT memungkinkan integrasi sistem informasi dari hulu hingga hilir melalui sensor, perangkat pintar, dan platform analitik yang saling terhubung. Penelitian yang dilakukan oleh Chen dan Liu (2023) menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam rantai pasok dapat meningkatkan visibilitas, responsivitas, dan fleksibilitas operasional. Arsitektur IoT untuk rantai pasok umumnya terdiri dari empat lapisan utama: lapisan persepsi (sensor dan aktuator), lapisan jaringan (konektivitas dan transmisi data), lapisan pemrosesan (cloud computing dan edge computing), dan lapisan aplikasi (interface pengguna dan sistem manajemen).¹⁸ Setiap lapisan memiliki fungsi spesifik dalam memfasilitasi aliran informasi dan koordinasi aktivitas rantai pasok.¹⁹

Karakteristik Rantai Pasok UMKM

UMKM memiliki karakteristik rantai pasok yang berbeda dengan perusahaan besar, antara lain struktur yang lebih sederhana, ketergantungan tinggi pada pemasok lokal, fleksibilitas tinggi dalam merespon perubahan pasar, namun memiliki keterbatasan dalam hal sumber daya dan teknologi.²⁰ Penelitian yang dilakukan oleh Pratama et al. (2023) mengidentifikasi bahwa rantai pasok UMKM di Indonesia rata-rata melibatkan 3-5 tingkat pemasok dengan dominasi hubungan informal dan berbasis kepercayaan.²¹ Kompleksitas rantai pasok UMKM semakin meningkat dengan berkembangnya e-commerce dan perubahan perilaku konsumen. Data dari Asosiasi E-commerce Indonesia (2023) menunjukkan bahwa 72% UMKM telah memanfaatkan platform digital untuk pemasaran, namun hanya 31% yang mengintegrasikan sistem digital dalam manajemen rantai pasok. Kesenjangan ini menciptakan peluang besar untuk implementasi teknologi IoT yang dapat menjembatani gap antara front-end digital dan back-end operasional.²²

Teknologi IoT dalam Manajemen Rantai Pasok

Aplikasi teknologi IoT dalam manajemen rantai pasok mencakup berbagai aspek, mulai dari tracking dan tracing produk, monitoring kondisi lingkungan, prediksi permintaan, hingga optimalisasi rute distribusi. Sensor RFID dan GPS memungkinkan pelacakan real-time terhadap pergerakan barang, sementara sensor suhu dan kelembaban

¹⁷ L. Atzori, A. Iera, et G. Morabito. The Internet of Things: A survey », *Computer Networks* 54, n^o 15 (2023) : 2787-2805.

¹⁸ H. Chen et S. Liu. IoT-enabled supply chain visibility and traceability: A systematic literature review », *International Journal of Production Economics* 237 (2023) : 108-25; Kementerian Komunikasi Informatika, *Statistik Penetrasi Digital UMKM Indonesia 2023*.

¹⁹ Y. Zhang, X. Chen, et H. Wang. IoT architecture design for supply chain management: A multi-layer approach », *Computers & Industrial Engineering* 167 (2023) : 108-22.

²⁰ M. Rahayu et D. Setyawan, *Supply chain management pada usaha kecil dan menengah: Konsep dan implementasi* (Jakarta : Salemba Empat, 2023).

²¹ Y. Pratama, B. Setiawan, et H. Kusuma. Karakteristik rantai pasok UMKM manufaktur di Indonesia: Studi multi-kasus », *Jurnal Manajemen Operasi* 12, n^o 3 (2023) : 78-95.

²² Asosiasi E.-commerce Indonesia, *Laporan Perkembangan E-commerce Indonesia 2023* (Jakarta : idEA, 2023).

memastikan kualitas produk selama proses distribusi (Kumar & Singh, 2023).²³ Penelitian yang dilakukan oleh Wang et al. (2023) menunjukkan bahwa implementasi IoT dalam inventory management dapat mengurangi stockout sebesar 45% dan menurunkan carrying cost sebesar 23%. Teknologi machine learning yang terintegrasi dengan sistem IoT juga memungkinkan prediksi permintaan yang lebih akurat dengan tingkat error rate dibawah 15%.²⁴

Adopsi Teknologi pada UMKM

Model adopsi teknologi pada UMKM dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Technology Acceptance Model (TAM) yang dikembangkan oleh Davis telah diadaptasi untuk menganalisis adopsi teknologi IoT pada UMKM²⁵ Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi meliputi perceived usefulness, perceived ease of use, attitude toward using technology, dan behavioral intention to use. Studi empiris yang dilakukan oleh Hidayat et al. (2023) terhadap 200 UMKM di Jawa Barat menunjukkan bahwa dukungan pemerintah, ketersediaan infrastruktur, dan kompetensi SDM merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan adopsi teknologi IoT. Penelitian tersebut juga mengidentifikasi bahwa UMKM dengan karakteristik owner yang berusia muda dan berpendidikan tinggi memiliki kecenderungan adopsi teknologi yang lebih tinggi.²⁶

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain studi kasus eksploratori untuk menganalisis implementasi teknologi IoT dalam rantai pasok UMKM berbasis digital. Pendekatan kualitatif dipilih karena memungkinkan eksplorasi yang lebih dalam terhadap fenomena kompleks implementasi teknologi IoT pada UMKM, serta dapat mengungkap faktor-faktor kontekstual yang mempengaruhi keberhasilan implementasi.

Populasi dan Sampel

Populasi penelitian adalah UMKM di Indonesia yang telah mengimplementasikan teknologi IoT dalam operasional rantai pasoknya. Berdasarkan data dari Kementerian Koperasi dan UKM (2023), terdapat sekitar 2.400 UMKM yang telah mengadopsi teknologi IoT. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria: UMKM telah beroperasi minimal 3 tahun, telah mengimplementasikan sistem IoT minimal 1 tahun, memiliki omzet tahunan antara Rp 300 juta hingga Rp 50 miliar, dan beroperasi di wilayah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Total sampel penelitian adalah 50 UMKM yang terdistribusi berdasarkan sektor usaha: manufaktur (20 UMKM), perdagangan (15 UMKM), jasa (10 UMKM), dan agribisnis (5 UMKM). Distribusi geografis meliputi Jawa Barat (18 UMKM), Jawa Tengah (12 UMKM), Jawa Timur (10 UMKM), Sumatera Utara (6 UMKM), dan Kalimantan Timur (4 UMKM).

Teknik Pengumpulan Data

²³ A. Kumar et R. Singh. Internet of Things applications in supply chain management: A comprehensive review », *Journal of Manufacturing Systems* 68 (2023) : 234-51.

²⁴ L. Wang, M. Zhang, et J. Li. Impact of IoT implementation on inventory management performance: An empirical study », *International Journal of Production Research* 61, n° 8 (2023) : 2634-51.

²⁵ A.K. Sari et S. Wijaya. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi minat adopsi teknologi IoT pada UMKM menggunakan Technology Acceptance Model », *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 9, n° 4 (2023) : 298-315.

²⁶ R. Hidayat, D.P. Sari, et A. Wijaya. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi Internet of Things pada UMKM di Jawa Barat », *Jurnal Manajemen Teknologi* 15, n° 2 (2023) : 145-62.

Data primer dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dengan pemilik atau manajer UMKM, observasi lapangan terhadap implementasi sistem IoT, dan dokumentasi proses bisnis. Wawancara dilakukan selama 60-90 menit untuk setiap responden dengan menggunakan panduan wawancara yang telah divalidasi oleh ahli. Observasi lapangan dilakukan untuk mengamati secara langsung penggunaan teknologi IoT dalam aktivitas rantai pasok, mulai dari procurement, production, hingga distribution. Data sekunder diperoleh dari dokumen internal perusahaan seperti laporan kinerja operasional, data transaksi, dan dokumentasi sistem IoT. Data sekunder juga bersumber dari publikasi pemerintah, laporan industri, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan. Triangulasi data dilakukan dengan membandingkan informasi dari berbagai sumber untuk memastikan validitas dan reliabilitas data.

Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian terdiri dari panduan wawancara terstruktur, lembar observasi, dan checklist dokumentasi. Panduan wawancara mencakup lima dimensi utama: profil UMKM dan karakteristik rantai pasok, implementasi teknologi IoT, dampak implementasi IoT, kendala dan hambatan, serta strategi pengembangan. Setiap dimensi terdiri dari 8-12 pertanyaan terbuka yang memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap pengalaman responden. Lembar observasi dirancang untuk mencatat penggunaan perangkat IoT, integrasi sistem, alur proses bisnis, dan interaksi antar stakeholder. Checklist dokumentasi digunakan untuk mengidentifikasi ketersediaan dan kelengkapan dokumen pendukung seperti manual sistem, laporan monitoring, dan data kinerja operasional.

Teknik Analisis Data

Analisis data menggunakan teknik analisis tematik dengan pendekatan induktif. Proses analisis dimulai dengan transkripsi verbatim hasil wawancara, kemudian dilakukan coding untuk mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari data. Coding dilakukan dalam tiga tahap: open coding untuk mengidentifikasi konsep dasar, axial coding untuk menghubungkan antar konsep, dan selective coding untuk mengembangkan tema sentral. Analisis dilakukan dengan bantuan software NVivo 12 untuk memfasilitasi proses coding dan identifikasi pola. Validitas analisis dijaga melalui member checking dengan meminta konfirmasi responden terhadap interpretasi data, peer debriefing dengan melibatkan peneliti lain untuk mendiskusikan temuan, dan audit trail dengan mendokumentasikan seluruh proses analisis. Analisis kuantitatif sederhana juga dilakukan untuk menghitung frekuensi tema, persentase adopsi teknologi IoT berdasarkan kategori UMKM, dan korelasi antara karakteristik UMKM dengan tingkat implementasi IoT. Hasil analisis kuantitatif digunakan untuk mendukung temuan kualitatif dan memberikan gambaran distribusi fenomena yang diteliti.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Implementasi IoT pada UMKM

Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi teknologi IoT pada UMKM di Indonesia masih berada pada tahap awal dengan tingkat sophistication yang bervariasi. Dari 50 UMKM yang diteliti, 72% mengimplementasikan IoT untuk tracking dan monitoring inventory, 58% untuk monitoring kualitas produk, 46% untuk optimalisasi rute distribusi, dan 34% untuk prediksi permintaan. Sektor manufaktur menunjukkan tingkat implementasi tertinggi dengan rata-rata menggunakan 4,2 jenis aplikasi IoT, diikuti oleh sektor perdagangan (3,1), agribisnis (2,8), dan jasa (2,3). Investasi untuk implementasi sistem IoT berkisar antara Rp 15 juta hingga Rp 250 juta, dengan rata-rata investasi sebesar Rp 85 juta per UMKM. Biaya terbesar dialokasikan untuk pembelian

perangkat sensor dan gateway (45%), pengembangan aplikasi dan integrasi sistem (30%), pelatihan SDM (15%), dan biaya operasional tahunan (10%). UMKM dengan omzet lebih tinggi cenderung mengalokasikan investasi IoT yang lebih besar, dengan korelasi positif sebesar 0,67.

Tabel 1. Profil Implementasi IoT Berdasarkan Sektor UMKM

Sektor	Jumlah Sampel	Rata-rata Aplikasi IoT	Investasi Rata-rata (Juta Rp)	ROI (%)
Manufaktur	20	4,2	125	28,5
Perdagangan	15	3,1	75	22,3
Jasa	10	2,3	45	18,7
Agribisnis	5	2,8	95	31,2
Total	50	3,2	85	25,2

Temuan ini menunjukkan bahwa implementasi IoT pada UMKM cenderung bersifat fungsional dan problem-driven, bukan berbasis transformasi sistemik yang terencana secara strategis. Sebagian besar UMKM mengadopsi IoT sebagai solusi terhadap bottleneck operasional tertentu, sehingga konfigurasi teknologi yang digunakan masih parsial dan belum sepenuhnya terintegrasi dalam arsitektur digital yang holistik. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat maturitas digital UMKM masih berada pada fase transisional dari digital adoption menuju digital integration.

Dampak Implementasi IoT terhadap Kinerja Operasional

Implementasi teknologi IoT memberikan dampak positif yang signifikan terhadap kinerja operasional UMKM. Peningkatan efisiensi operasional tercatat rata-rata sebesar 31,5%, dengan rentang 18% hingga 47% bergantung pada tingkat implementasi dan sektor usaha. Sektor agribisnis menunjukkan peningkatan efisiensi tertinggi (38,2%), diikuti oleh manufaktur (35,1%), perdagangan (28,7%), dan jasa (26,3%). Pengurangan biaya operasional mencapai rata-rata 24,8%, terutama pada komponen biaya logistik dan inventory holding cost. Sistem tracking real-time memungkinkan optimalisasi rute distribusi yang menghemat biaya transportasi hingga 35%. Automatic inventory monitoring mengurangi stockout rate dari rata-rata 23% menjadi 8%, serta menurunkan excess inventory sebesar 28%. Akurasi forecasting meningkat dari 67% menjadi 89%, yang berdampak pada peningkatan customer satisfaction score dari 7,2 menjadi 8,6 dalam skala 10.

Peningkatan transparansi rantai pasok menjadi salah satu manfaat utama yang dirasakan oleh 94% responden. Real-time visibility terhadap status produk, lokasi barang, dan kondisi lingkungan memungkinkan respons yang lebih cepat terhadap gangguan rantai pasok. Lead time rata-rata berkurang dari 8,5 hari menjadi 5,2 hari, dengan variability yang lebih rendah. Time-to-market untuk produk baru juga membaik dari 45 hari menjadi 28 hari.

Secara analitis, peningkatan kinerja operasional tersebut memperlihatkan bahwa IoT tidak hanya berfungsi sebagai alat monitoring, tetapi sebagai mekanisme penciptaan nilai berbasis data (data-driven value creation). Efisiensi yang dihasilkan bukan semata akibat otomatisasi, melainkan karena meningkatnya visibilitas dan kualitas pengambilan keputusan berbasis real-time information. Temuan ini memperkuat argumentasi bahwa keunggulan kompetitif UMKM dalam era digital semakin ditentukan oleh kemampuan mengelola data operasional secara presisi dan adaptif.

Kualitas produk mengalami peningkatan signifikan dengan implementasi sensor monitoring yang memastikan kondisi optimal selama proses produksi dan distribusi.

Reject rate berkurang dari 12% menjadi 4,5%, sementara customer complaint menurun sebesar 58%. Return rate produk turun dari 8,3% menjadi 3,1%, yang berkontribusi pada penghematan biaya handling dan replacement.

Model Implementasi IoT yang Efektif

Berdasarkan analisis best practice dari UMKM yang berhasil, penelitian ini mengidentifikasi model implementasi IoT yang efektif untuk sektor UMKM. Model implementasi terdiri dari lima tahap: assessment dan planning, pilot implementation, gradual scaling, integration dan optimization, serta continuous improvement. Setiap tahap memiliki durasi, aktivitas kunci, dan indikator keberhasilan yang spesifik. Tahap assessment dan planning (2-3 bulan) meliputi evaluasi kesiapan infrastruktur, identifikasi proses bisnis yang akan didigitalisasi, pemilihan teknologi yang sesuai, dan penyusunan roadmap implementasi. UMKM yang melakukan assessment menyeluruh menunjukkan tingkat keberhasilan implementasi 85%, dibandingkan dengan 52% pada UMKM yang langsung melakukan implementasi tanpa perencanaan matang.

Pilot implementation (3-6 bulan) fokus pada implementasi IoT dalam satu area spesifik dengan risiko rendah, seperti monitoring inventory di satu gudang atau tracking kendaraan distribusi. Pendekatan pilot memungkinkan pembelajaran dan penyesuaian sebelum scaling ke area lain. UMKM yang menerapkan pendekatan pilot menunjukkan tingkat adoption rate yang lebih tinggi (78%) dibandingkan dengan big bang approach (43%). Gradual scaling (6-12 bulan) merupakan tahap perluasan implementasi IoT ke area atau proses lain berdasarkan pembelajaran dari pilot project. Kecepatan scaling disesuaikan dengan kapasitas organisasi dan ketersediaan sumber daya. Integration dan optimization (12-18 bulan) melibatkan integrasi seluruh sistem IoT dengan sistem informasi existing dan optimalisasi konfigurasi untuk mencapai kinerja optimal. Continuous improvement merupakan tahap berkelanjutan yang melibatkan monitoring kinerja sistem, identifikasi peluang perbaikan, dan implementasi upgrade teknologi. UMKM yang konsisten melakukan continuous improvement menunjukkan sustained benefit dengan growth rate yang lebih tinggi sebesar 23% dibandingkan dengan UMKM yang hanya melakukan implementasi awal.

Model lima tahap yang teridentifikasi menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi IoT pada UMKM lebih ditentukan oleh kesiapan organisasi dibandingkan kompleksitas teknologi itu sendiri. Dengan kata lain, faktor manajerial dan kapasitas adaptif organisasi menjadi variabel kunci yang memediasi hubungan antara investasi teknologi dan peningkatan kinerja. Hal ini menegaskan pentingnya pendekatan gradual dan learning-oriented dalam transformasi digital UMKM, dibandingkan pendekatan ekspansif yang berisiko tinggi.

Kendala dan Hambatan Implementasi

Meskipun memberikan manfaat signifikan, implementasi teknologi IoT pada UMKM menghadapi berbagai kendala dan hambatan. Keterbatasan sumber daya manusia menjadi hambatan utama yang dihadapi oleh 84% responden. Kurangnya pemahaman teknis tentang teknologi IoT, keterbatasan skill dalam mengoperasikan sistem, dan resistance to change dari karyawan menjadi faktor penghambat utama. Rata-rata UMKM memerlukan 6-8 bulan untuk mencapai competency level yang memadai dalam mengoperasikan sistem IoT. Keterbatasan infrastruktur teknologi menjadi hambatan kedua yang dialami oleh 76% responden. Koneksi internet yang tidak stabil, keterbatasan bandwidth, dan ketidaktersediaan cloud infrastructure di daerah tertentu menghambat implementasi optimal sistem IoT. Biaya upgrade infrastruktur mencapai 25-40% dari total investasi IoT, yang menjadi beban tambahan bagi UMKM dengan keterbatasan modal.

Modal investasi yang terbatas menjadi kendala bagi 68% responden, terutama UMKM dengan omzet di bawah Rp 2 miliar per tahun. Payback period implementasi IoT berkisar antara 18-36 bulan, yang dianggap terlalu panjang oleh sebagian UMKM. Keterbatasan akses terhadap skema pembiayaan teknologi juga mempersulit UMKM dalam mengalokasikan investasi untuk digitalisasi. Interoperabilitas sistem menjadi kendala teknis yang dialami oleh 62% responden. Ketidakcompatibilitas antara perangkat IoT dari vendor berbeda, standardisasi protokol komunikasi yang belum seragam, dan kompleksitas integrasi dengan sistem legacy menimbulkan biaya tambahan dan memperpanjang waktu implementasi. Legacy system integration memerlukan customization yang signifikan dengan biaya rata-rata 30% dari budget implementasi.

Keamanan data dan cybersecurity menjadi perhatian serius bagi 58% responden. Kekhawatiran terhadap kebocoran data bisnis sensitif, serangan siber terhadap sistem IoT, dan ketidakpastian regulasi perlindungan data menimbulkan keraguan dalam implementasi. UMKM dengan sistem IoT mengalami rata-rata 2,3 incident keamanan minor per tahun, meskipun sebagian besar dapat diatasi tanpa kerugian signifikan.

Tabel 2. Kendala Implementasi IoT pada UMKM

Kategori Kendala	Persentase UMKM	Tingkat Dampak	Waktu Penyelesaian
SDM dan Kompetensi	84%	Tinggi	6-8 bulan
Infrastruktur Teknologi	76%	Tinggi	4-6 bulan
Modal Investasi	68%	Sedang	12-24 bulan
Interoperabilitas	62%	Sedang	3-4 bulan
Keamanan Data	58%	Sedang	2-3 bulan
Dukungan Vendor	45%	Rendah	1-2 bulan

Strategi Pengembangan dan Rekomendasi

Berdasarkan temuan penelitian, diperlukan strategi pengembangan yang terintegrasi untuk meningkatkan adopsi dan optimalisasi implementasi IoT pada UMKM. Strategi pengembangan SDM menjadi prioritas utama melalui program pelatihan teknologi IoT yang disesuaikan dengan karakteristik UMKM. Program pelatihan sebaiknya menggunakan pendekatan hands-on learning dengan durasi 3-6 bulan dan mencakup aspek teknis operasional, manajemen data, dan troubleshooting dasar. Pemerintah perlu memperkuat dukungan infrastruktur teknologi melalui percepatan pembangunan broadband infrastructure dan penyediaan cloud computing services yang affordable untuk UMKM. Skema shared infrastructure dapat menjadi alternatif untuk mengurangi biaya investasi individu UMKM. Pembentukan technology hub di kawasan industri dapat memfasilitasi akses UMKM terhadap infrastruktur teknologi yang memadai.

Skema pembiayaan khusus untuk digitalisasi UMKM perlu dikembangkan dengan tingkat bunga yang kompetitif dan tenor yang fleksibel. Kolaborasi antara perbankan, fintech, dan pemerintah dapat menghasilkan produk pembiayaan yang sesuai dengan karakteristik cash flow UMKM. Grant dan subsidi untuk teknologi IoT dapat diberikan kepada UMKM yang memenuhi kriteria tertentu, terutama yang beroperasi di sektor strategis atau daerah tertinggal. Standardisasi teknologi IoT untuk UMKM perlu dikembangkan untuk memastikan interoperabilitas dan mengurangi kompleksitas implementasi. Pengembangan platform IoT yang terintegrasi dengan ecosystem UMKM

dapat mempermudah adopsi teknologi. Kemitraan dengan technology vendor dalam mengembangkan solusi IoT yang affordable dan user-friendly khusus untuk segmen UMKM akan mempercepat tingkat adopsi. Program mentoring dan assistance dari UMKM yang telah berhasil mengimplementasikan IoT dapat menjadi strategi knowledge transfer yang efektif. Pembentukan komunitas UMKM digital dapat memfasilitasi sharing best practice dan troubleshooting kolektif. Certification program untuk UMKM yang telah mengimplementasikan sistem IoT dapat memberikan recognition dan meningkatkan market credibility

KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa implementasi teknologi Internet of Things dalam rantai pasok UMKM berbasis digital di Indonesia menunjukkan hasil yang positif namun masih menghadapi berbagai hambatan struktural. Dari 50 UMKM yang diteliti, implementasi IoT terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional rata-rata sebesar 31,5%, mengurangi biaya operasional hingga 24,8%, dan meningkatkan akurasi inventory management mencapai 89%. Sektor agribisnis menunjukkan peningkatan kinerja tertinggi dengan efisiensi operasional mencapai 38,2%, diikuti oleh sektor manufaktur, perdagangan, dan jasa. Model implementasi IoT yang efektif untuk UMKM terdiri dari lima tahap: assessment dan planning, pilot implementation, gradual scaling, integration dan optimization, serta continuous improvement. UMKM yang menerapkan pendekatan bertahap menunjukkan tingkat keberhasilan 85%, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pendekatan implementasi langsung yang hanya mencapai 52%. Investasi rata-rata untuk implementasi sistem IoT sebesar Rp 85 juta dengan return on investment mencapai 25,2% dalam periode 24 bulan.

Secara konseptual, penelitian ini menegaskan bahwa implementasi IoT pada UMKM harus dipahami sebagai proses transformasi organisasi berbasis data yang menuntut integrasi antara kesiapan teknologi, kapasitas manajerial, dan pembelajaran organisasi yang berkelanjutan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa nilai strategis IoT tidak terletak pada kompleksitas perangkat yang digunakan, melainkan pada kemampuan UMKM mengonversi data operasional menjadi keputusan yang lebih presisi, responsif, dan adaptif terhadap dinamika pasar. Kendala utama implementasi IoT meliputi keterbatasan sumber daya manusia (84% responden), infrastruktur teknologi yang belum memadai (76% responden), keterbatasan modal investasi (68% responden), masalah interoperabilitas sistem (62% responden), dan keamanan data (58% responden). Kendala ini memerlukan penanganan yang sistematis melalui kolaborasi antara UMKM, pemerintah, dan penyedia teknologi. Strategi pengembangan yang direkomendasikan meliputi penguatan program pelatihan SDM teknologi IoT, percepatan pembangunan infrastruktur digital, pengembangan skema pembiayaan khusus digitalisasi UMKM, standardisasi teknologi IoT untuk sektor UMKM, dan pembentukan ekosistem pendukung implementasi teknologi. Dukungan pemerintah dalam bentuk insentif fiskal, kemudahan regulasi, dan penyediaan infrastruktur teknologi menjadi kunci keberhasilan percepatan adopsi IoT pada sektor UMKM.

Penelitian ini memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan model implementasi teknologi IoT yang sesuai dengan karakteristik UMKM, serta kontribusi praktis berupa rekomendasi strategis bagi pengambil kebijakan dan pelaku usaha. Keterbatasan penelitian terletak pada fokus geografis yang terbatas pada wilayah Jawa, Sumatera, dan Kalimantan, serta periode observasi implementasi yang relatif singkat. Penelitian mendatang dapat mengeksplorasi implementasi IoT pada UMKM di wilayah Indonesia Timur, analisis dampak jangka panjang implementasi IoT, serta pengembangan

framework evaluasi kinerja IoT yang lebih detail. Implikasi kebijakan dari penelitian ini mencakup perlunya penyusunan roadmap nasional digitalisasi UMKM, alokasi anggaran khusus untuk program pelatihan teknologi IoT, dan pengembangan regulasi yang mendukung implementasi teknologi IoT pada sektor UMKM. Kolaborasi multi-stakeholder antara pemerintah, akademisi, industri teknologi, dan asosiasi UMKM menjadi kunci keberhasilan percepatan adopsi teknologi IoT dalam rangka meningkatkan daya saing UMKM di era digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansyah, Wildan Mahendra. Peran teknologi dalam transformasi ekonomi dan bisnis di era digital ». *JMEB Jurnal Manajemen Ekonomi & Bisnis* 1, n° 1 (2023) : 12-16.
- Asosiasi E.-commerce Indonesia. *Laporan Perkembangan E-commerce Indonesia 2023*. Jakarta : idEA, 2023.
- Asosiasi UMKM Indonesia. *Profil Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) Indonesia Tahun 2023*. Jakarta : AKUMINDO, 2023.
- Atzori, L., A. Iera, et G. Morabito. The Internet of Things: A survey ». *Computer Networks* 54, n° 15 (2023) : 2787-2805.
- Badan Pusat Statistik. *Survei Sosial Ekonomi Nasional: Modul Teknologi Informasi dan Komunikasi*. Jakarta : BPS, 2023.
- Bandung, Institut Teknologi. *Studi Dampak Implementasi IoT terhadap Produktivitas UMKM*. Bandung : ITB Press, 2023.
- Chen, H., et S. Liu. IoT-enabled supply chain visibility and traceability: A systematic literature review ». *International Journal of Production Economics* 237 (2023) : 108-25.
- Hidayat, R., D.P. Sari, et A. Wijaya. Faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi teknologi Internet of Things pada UMKM di Jawa Barat ». *Jurnal Manajemen Teknologi* 15, n° 2 (2023) : 145-62.
- Janah, Ulfa Roudhotun Nurul, et Frances Roi Seston Tampubolon. Peran usaha mikro, kecil, dan menengah dalam pertumbuhan ekonomi: Analisis kontribusi sektor umkm terhadap pendapatan nasional di indonesia ». *PENG: Jurnal Ekonomi Dan Manajemen* 1, n° 2 (2024) : 739-46.
- Kementerian Komunikasi Informatika. *Statistik Penetrasi Digital UMKM Indonesia 2023*. Jakarta : Kominfo, 2023.
- Khairi, M, Bayu Rianto, Muhammad Jalil, Husna Juita, et Endi Sudeska. Pengaruh teknologi dalam transformasi ekonomi dan bisnis di era digital ». *Jurnal Perangkat Lunak* 7, n° 1 (2025) : 71-78.
- Kumar, A., et R. Singh. Internet of Things applications in supply chain management: A comprehensive review ». *Journal of Manufacturing Systems* 68 (2023) : 234-51.
- Mardiana, R, Yosi Fahdillah, Melani Kadar, Irfan Hassandi, et R Mandasari. Implementasi transformasi digital dan kecerdasan buatan sebagai inovasi untuk UMKM pada era revolusi industri 4.0 ». *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Kewirausahaan (JUMANAGE)* 3, n° 1 (2024).
- McKinsey et Company. *The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype*. McKinsey Global Institute Report, 2023.

- Pratama, Y., B. Setiawan, et H. Kusuma. Karakteristik rantai pasok UMKM manufaktur di Indonesia: Studi multi-kasus ». *Jurnal Manajemen Operasi* 12, n° 3 (2023) : 78-95.
- Prihatni, Rida, et Ety Gurendrawati. Pemanfaatan teknologi finansial (fintech) untuk meningkatkan inklusi keuangan pada UMKM ». *Jurnal Akuntansi dan Bisnis* 5, n° 1 (2025) : 67-86.
- Rahayu, M., et D. Setyawan. *Supply chain management pada usaha kecil dan menengah: Konsep dan implementasi*. Jakarta : Salemba Empat, 2023.
- Romadhona, Harri. Pengaruh Internet of Things (IoT) dan Big Data terhadap Akurasi Pelacakan Pengiriman Ekspedisi ». *Jurnal Greenation Ilmu Teknik* 2, n° 2 (2024) : 75-84.
- Sari, A.K., et S. Wijaya. Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi minat adopsi teknologi IoT pada UMKM menggunakan Technology Acceptance Model ». *Jurnal Sistem Informasi Bisnis* 9, n° 4 (2023) : 298-315.
- Simbolon, Merintan, et Iis Dewi Herawati. Pengalaman Pengusaha UKM dalam Mengadopsi Sistem Informasi Akuntansi Berbasis Cloud: Perspektif Kualitatif ». *Jurnal Neraca Peradaban* 5, n° 1 (2025) : 7-22.
- Utami, Tini, Budi Purnomo, Ria Estiana, Haris Padilah, Budi Harto, Loso Judijanto, Musran Munizu, Adrian Adrian, Luh Putu Rara Ayu Ratnaningrum, et Rosyid Nurrohman. *UMKM digital: Teori dan implementasi UMKM pada era Society 5.0*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2024.
- Wahyudi, Bayu, Muhammad Danu, Fahrurrozi Mawasandi, Zakaria Nur Aziz, et M Fahrul Ghifari Rosyadi. Transformasi manajemen rantai pasokan berbasis internet of things (IoT): Tinjauan literatur ». *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan* 4, n° I (2025) : 32-44.
- Wang, L., M. Zhang, et J. Li. Impact of IoT implementation on inventory management performance: An empirical study ». *International Journal of Production Research* 61, n° 8 (2023) : 2634-51.
- Wibowo, Agus. Internet of Things (IoT) dalam Ekonomi dan Bisnis Digital ». *Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik*, 2023, 1-94.
- Zhang, Y., X. Chen, et H. Wang. IoT architecture design for supply chain management: A multi-layer approach ». *Computers & Industrial Engineering* 167 (2023) : 108-22.