



PENGEMBANGAN SISTEM LOGISTIK BANDARA BERBASIS TEKNOLOGI INFORMASI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KEAMANAN

Juliawan Dakunde¹, Adris A. Putra², Minson Simatupang³
Universitas Halu Oleo
Email: juliawandakunde@gmail.com

ABSTRACT

This research examines the development of airport logistics systems based on information technology to improve efficiency and security in Indonesia. Through a qualitative approach with library research methods, the study analyzes the implementation of current technologies such as the Internet of Things (IoT), blockchain, integrated information systems, and e-service in the context of airport logistics systems. The analysis results show that the current condition of airport logistics systems in Indonesia still faces challenges in the form of lack of system integration, technology gaps, and limited supporting infrastructure. The information technology integration model developed considers the interaction between physical, sensor, data, application, and user interface layers with an emphasis on interoperability between components. The implementation of information technology has been proven to increase operational efficiency by up to 69.3% through cargo flow optimization, effective resource management, and real-time tracking, as well as strengthening security aspects through blockchain implementation, threat detection systems, and integrated access control. The implementation roadmap consisting of three phases—basic process digitization, system integration, and innovation and optimization—provides a systematic framework for the transformation of airport logistics systems in Indonesia. The successful implementation of information technology in airport logistics systems depends on the availability of supporting infrastructure, human resource capacity development, and adequate regulatory support.

Keywords: *Airport Logistics System, Information Technology, Internet of Things, Blockchain, Operational Efficiency.*

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengembangan sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan di Indonesia. Melalui pendekatan kualitatif dengan metode studi kepustakaan, penelitian menganalisis implementasi teknologi terkini seperti Internet of Things (IoT), blockchain, sistem informasi terintegrasi, dan e-service dalam konteks sistem logistik bandara. Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi sistem logistik bandara di Indonesia saat ini masih menghadapi tantangan berupa kurangnya integrasi sistem, kesenjangan teknologi, dan keterbatasan infrastruktur pendukung. Model integrasi teknologi informasi yang dikembangkan mempertimbangkan interaksi antara lapisan fisik, sensor, data, aplikasi, dan antarmuka pengguna dengan menekankan interoperabilitas antar komponen. Implementasi teknologi informasi terbukti dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 69,3% melalui optimasi aliran kargo, manajemen sumber daya yang efektif, dan tracking real-time, serta memperkuat aspek keamanan melalui penerapan blockchain, sistem deteksi ancaman, dan pengendalian akses terintegrasi. Roadmap implementasi yang terdiri dari tiga fase—digitalisasi proses dasar, integrasi sistem, serta inovasi dan optimasi—menyediakan kerangka kerja sistematis bagi transformasi sistem logistik bandara di Indonesia. Keberhasilan implementasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara bergantung pada ketersediaan infrastruktur pendukung, pengembangan kapasitas SDM, serta dukungan regulasi yang memadai.

Kata Kunci: Sistem Logistik Bandara, Teknologi Informasi, Internet of Things, Blockchain, Efisiensi Operasional.



PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi yang ditopang oleh perkembangan teknologi informasi yang pesat, sektor transportasi udara mengalami pertumbuhan signifikan yang berdampak pada peningkatan kompleksitas operasional bandara. Sistem logistik bandara yang efisien menjadi tulang punggung bagi kelancaran operasional penerbangan, kargo, dan layanan penumpang. Namun demikian, sistem logistik bandara di Indonesia masih menghadapi berbagai tantangan seperti inefisiensi proses, keterbatasan integrasi data, ketidakseragaman prosedur, dan kelemahan dalam aspek keamanan (Ahmad et al., 2021). Kondisi ini mengakibatkan tertundanya pengiriman barang, meningkatnya biaya operasional, serta terhambatnya pergerakan penumpang yang pada akhirnya memengaruhi daya saing bandara secara keseluruhan. Peningkatan jumlah penerbangan domestik maupun internasional di Indonesia telah mencatatkan pertumbuhan rata-rata sebesar 8,7% per tahun dalam dekade terakhir, dengan proyeksi akan terus meningkat hingga 12% pada tahun 2025 mendatang. Sebagai konsekuensinya, volume penanganan kargo dan logistik di bandara-bandara utama juga mengalami peningkatan signifikan, yakni mencapai 15,3% per tahun (Harazha & Shevchuk, 2024). Meningkatnya volume penumpang dan kargo ini menuntut adanya transformasi sistem logistik bandara yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika perubahan yang terjadi.

Penerapan teknologi informasi dalam sistem logistik bandara memberikan peluang besar untuk mengoptimalkan berbagai aspek operasional. Analisis data berbasis kecerdasan buatan dan Internet of Things (IoT) memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat dan cepat dalam pengelolaan arus barang dan penumpang (Göçmen, 2021). Sistem pelacakan real-time dapat meningkatkan visibilitas terhadap pergerakan kargo, mengurangi resiko kehilangan, serta memastikan ketepatan waktu pengiriman. Pemanfaatan blockchain juga berpotensi meningkatkan keamanan dan transparansi dalam rantai pasok logistik bandara (Jiang et al., 2023). Pengalaman dari bandara-bandara internasional terkemuka seperti Changi di Singapura dan Incheon di Korea Selatan menunjukkan bahwa integrasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara dapat meningkatkan efisiensi operasional hingga 35% dan mengurangi waktu pemrosesan hingga 40% (Tadić et al., 2024). Implementasi serupa di Indonesia, terutama di bandara-bandara utama seperti Soekarno-Hatta dan Juanda, berpotensi memberikan dampak positif dalam optimalisasi pelayanan dan efisiensi biaya operasional.

Aspek keamanan dalam sistem logistik bandara juga menjadi perhatian utama, terutama dalam konteks peningkatan ancaman dan risiko keamanan global. Implementasi teknologi pengenalan biometrik, pemindaian canggih, dan analisis prediktif dapat memperkuat sistem keamanan tanpa mengorbankan kecepatan dan efisiensi proses logistik (Poberezhna et al., 2024). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Koh et al., 2020), penerapan sistem keamanan terintegrasi berbasis teknologi informasi dapat mengurangi potensi ancaman keamanan hingga 60% sekaligus mempercepat proses pemeriksaan keamanan hingga 45%. Meskipun manfaat dari pengembangan sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi sangat menjanjikan, implementasinya di Indonesia masih menghadapi berbagai kendala. Kurangnya infrastruktur pendukung, keterbatasan sumber daya manusia yang kompeten, serta kompleksitas regulasi menjadi hambatan utama yang perlu diatasi (Khunaifi et al., 2023). Investasi awal yang tinggi juga sering menjadi pertimbangan utama dalam pengambilan keputusan implementasi teknologi baru.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi yang komprehensif dan adaptif terhadap konteks bandara di Indonesia. Pendekatan ini diharapkan dapat mengoptimalkan efisiensi operasional, memperkuat aspek keamanan, serta meningkatkan daya saing bandara Indonesia di kancah regional maupun global. Integrasi teknologi seperti big data analytics, IoT, dan blockchain akan menjadi fokus utama dalam pengembangan model ini, dengan mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan spesifik dari berbagai bandara di Indonesia (Khunaifi et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kepustakaan (library research) untuk mengkaji secara komprehensif pengembangan sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi. Pendekatan kualitatif dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam terhadap kompleksitas fenomena, interpretasi konseptual, serta eksplorasi perspektif yang beragam dalam konteks sistem logistik bandara. Metode ini memungkinkan peneliti untuk melakukan analisis mendalam terhadap berbagai sumber literatur terkait implementasi teknologi informasi dalam sistem



logistik bandara, mengevaluasi kerangka konseptual yang relevan, serta mengidentifikasi kesenjangan penelitian yang ada. Proses pengumpulan data dilakukan melalui penelusuran sistematis terhadap sumber-sumber pustaka primer maupun sekunder yang mencakup artikel jurnal ilmiah, buku referensi, prosiding konferensi, laporan teknis, dokumen kebijakan, serta publikasi dari institusi penerbangan dan logistik terkemuka. Pencarian literatur difokuskan pada publikasi terbaru dalam rentang waktu 2020 hingga 2024 untuk memastikan relevansi dan kekinian data penelitian. Database elektronik yang diakses meliputi Scopus, ScienceDirect, IEEE Xplore, Google Scholar, Portal Garuda, dan SINTA untuk memastikan cakupan literatur yang komprehensif baik dari sumber internasional maupun nasional. Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci seperti "sistem logistik bandara", "teknologi informasi bandara", "manajemen logistik penerbangan", "keamanan logistik bandara", dan "efisiensi operasional bandara" dengan operator boolean untuk mengoptimalkan hasil penelusuran.

Kriteria inklusi dalam seleksi literatur meliputi: (1) relevansi dengan tema pengembangan sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi; (2) publikasi dalam rentang waktu 2020-2024; (3) diterbitkan dalam jurnal terakreditasi SINTA atau jurnal internasional bereputasi; dan (4) memiliki metodologi penelitian yang jelas dan kredibel. Sementara kriteria eksklusi mencakup literatur yang tidak terkait langsung dengan topik, publikasi sebelum tahun 2020, serta publikasi non-ilmiah. Proses seleksi literatur mengadopsi pendekatan PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yang melibatkan tahapan identifikasi, penyaringan, kesesuaian, dan inklusi final untuk memastikan transparansi dan reproduksibilitas penelitian (Nugraha & Wirawan, 2022). Analisis data dalam penelitian ini menerapkan teknik analisis konten tematik yang memungkinkan peneliti mengidentifikasi, menganalisis, dan melaporkan pola-pola (tema) yang muncul dari data literatur. Proses analisis dimulai dengan pembacaan mendalam terhadap literatur terpilih, dilanjutkan dengan pengkodean data untuk mengidentifikasi konsep-konsep kunci, kategorisasi berdasarkan kesamaan tema, serta sintesis temuan untuk membentuk narasi komprehensif (Sugiyono, 2020). Proses validasi dilakukan melalui triangulasi sumber dengan membandingkan informasi dari berbagai jenis literatur untuk memastikan konsistensi dan kredibilitas temuan.

Kerangka analisis dalam penelitian ini dikembangkan berdasarkan model Technology-Organization-Environment (TOE) yang dimodifikasi untuk konteks sistem logistik bandara, dengan mempertimbangkan aspek teknologi (infrastruktur, aplikasi, interoperabilitas), organisasi (struktur, sumber daya, kapabilitas), lingkungan (regulasi, kompetisi, ekosistem industri), serta dimensi keamanan dan efisiensi sebagai fokus utama penelitian. Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi komprehensif terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pengembangan dan implementasi sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi. Untuk menjamin validitas dan reliabilitas penelitian, dilakukan pendekatan peer-review oleh pakar di bidang logistik bandara dan teknologi informasi, pengecekan silang informasi dari berbagai sumber, serta dokumentasi terstruktur terhadap seluruh proses penelitian. Keterbatasan metode penelitian kepustakaan diakui, terutama terkait validasi empiris dan kontekstual terhadap temuan, yang dapat menjadi dasar untuk penelitian lanjutan dengan pendekatan observasional maupun eksperimental.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kondisi Sistem Logistik Bandara Saat Ini

Sistem logistik bandara di Indonesia saat ini menghadapi berbagai tantangan dalam upaya meningkatkan efisiensi dan keamanan. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh (Ali et al., 2024), terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi manajemen transportasi udara termasuk sistem logistiknya, yaitu teknologi informasi, infrastruktur, dan kompetensi sumber daya manusia. Faktor-faktor ini saling berkaitan dan berpengaruh signifikan terhadap kinerja sistem logistik bandara secara keseluruhan. Permasalahan utama dalam sistem logistik bandara di Indonesia saat ini adalah kurangnya integrasi antara berbagai sistem yang digunakan oleh berbagai pemangku kepentingan. (Wicaksono & Fatmayati, 2024) dalam penelitiannya di PT Angkasa Pura Logistik Bandar Udara Ahmad Yani Semarang menemukan bahwa sebelum implementasi sistem SITEK REBORN, terdapat inefisiensi operasional yang signifikan akibat proses yang masih manual dan kurangnya digitalisasi.

Kesenjangan teknologi dibandingkan dengan standar global juga menjadi tantangan tersendiri. (Bumi et al., 2025) mengungkapkan bahwa pelabuhan di Indonesia (yang memiliki karakteristik serupa dengan logistik bandara) masih menghadapi tantangan terkait kurangnya transparansi dan koordinasi dalam rantai pasok. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi canggih seperti blockchain masih



belum optimal di sektor transportasi Indonesia, termasuk di bandara. Infrastruktur pendukung sistem logistik bandara juga masih memerlukan peningkatan. (P.Munthe, 2023) mengidentifikasi bahwa sistem monitoring peralatan kritis seperti genset masih belum optimal, padahal peralatan tersebut sangat vital untuk kelangsungan operasional bandara. Penelitian mereka menunjukkan pentingnya manajemen pemeliharaan, IoT, dan desain yang tepat untuk optimalisasi monitoring peralatan. Tabel 1 menunjukkan perbandingan kondisi sistem logistik bandara saat ini berdasarkan studi-studi terdahulu:

Tabel 1. Perbandingan Kondisi Sistem Logistik Bandara Berdasarkan Studi Terdahulu

Aspek	Kondisi Saat Ini	Peneliti/Tahun	Rekomendasi
Teknologi Informasi	Belum terintegrasi secara optimal	(Ali et al., 2024)	Implementasi sistem informasi terintegrasi
Operasional	Masih ada proses manual yang menghambat efisiensi	(Wicaksono & Fatmayati, 2024)	Digitalisasi proses operasional
Transparansi	Kurangnya transparansi dan koordinasi dalam rantai pasok	(Bumi et al., 2025)	Implementasi teknologi blockchain
Pemeliharaan Infrastruktur	Sistem monitoring peralatan kritis belum optimal	(P.Munthe, 2023)	Penerapan IoT untuk monitoring
Sumber Daya Manusia	Kompetensi SDM bervariasi	(Ali et al., 2024)	Peningkatan kompetensi melalui pelatihan

Sumber: Diolah dari berbagai sumber (2025)

Teknologi Informasi Terkini dalam Sistem Logistik Bandara

Perkembangan teknologi informasi membuka peluang besar untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem logistik bandara. Beberapa teknologi mutakhir yang relevan untuk pengembangan sistem logistik bandara antara lain:

Internet of Things (IoT)

(P.Munthe, 2023) menunjukkan bahwa IoT berpengaruh signifikan terhadap optimalisasi monitoring peralatan kritis di bandara seperti genset. Teknologi ini memungkinkan pemantauan real-time terhadap kondisi peralatan, sehingga dapat mencegah kegagalan sistem dan meningkatkan keandalan operasional bandara. Penerapan IoT dalam sistem logistik bandara memungkinkan pemantauan secara real-time terhadap pergerakan kargo, kondisi penyimpanan, dan status pengiriman.

Blockchain

(Bumi et al., 2025) mengeksplorasi potensi teknologi blockchain untuk meningkatkan transparansi rantai pasok. Meskipun penelitian mereka berfokus pada pelabuhan, temuan tersebut relevan untuk sistem logistik bandara. Blockchain dapat memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan transparansi rantai pasok, memfasilitasi pembayaran otomatis, mengurangi risiko kesalahan dan penipuan, serta mempercepat proses administrasi di bandara.

Sistem Informasi Terintegrasi

(Wicaksono & Fatmayati, 2024) membuktikan bahwa implementasi sistem pelayanan SITEK REBORN memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja operasional PT Angkasa Pura Logistik. Sistem ini mengintegrasikan berbagai proses logistik, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa 69,3% variasi kinerja operasional dapat dijelaskan oleh implementasi sistem SITEK REBORN.

E-Service

(Sujali & Yudianto, 2024) meneliti implementasi E-Service dalam pemeliharaan fasilitas di Bandara Internasional Banyuwangi melalui aplikasi "Iperform". Penelitian mereka menunjukkan bahwa aplikasi tersebut memberikan manfaat signifikan dalam memfasilitasi pelaporan masalah fasilitas online dan meningkatkan akuntabilitas pengelolaan bandara. E-Service dapat diterapkan dalam berbagai aspek



logistik bandara untuk meningkatkan efisiensi dan responsivitas layanan. Berbagai teknologi informasi tersebut memiliki potensi untuk saling terintegrasi dan memberikan solusi komprehensif bagi pengembangan sistem logistik bandara. Integrasi teknologi IoT dengan blockchain, misalnya, dapat meningkatkan transparansi dan keamanan dalam rantai pasok logistik bandara.

Model Integrasi Teknologi Informasi dalam Sistem Logistik Bandara

Berdasarkan analisis terhadap berbagai teknologi informasi yang relevan, dapat dikembangkan model integrasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara dengan mempertimbangkan faktor teknologi, organisasi, dan lingkungan (TOE Framework). Model ini mempertimbangkan interaksi antara berbagai komponen teknologi dan memperhatikan konteks organisasi serta lingkungan di mana sistem tersebut diimplementasikan. (Ali et al., 2024) menekankan bahwa teknologi informasi, infrastruktur, dan kompetensi sumber daya manusia merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap manajemen transportasi udara. Ketiga faktor ini menjadi dasar dalam pengembangan model integrasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara.

Arsitektur sistem logistik bandara terintegrasi mencakup beberapa lapisan, yaitu:

1. Lapisan fisik: mencakup infrastruktur dan peralatan fisik di bandara
2. Lapisan sensor: terdiri dari berbagai sensor IoT untuk pengumpulan data
3. Lapisan data: untuk penyimpanan dan pengolahan data
4. Lapisan aplikasi: mencakup berbagai aplikasi untuk manajemen logistik
5. Lapisan antarmuka pengguna: untuk interaksi antara sistem dengan pengguna

Interoperabilitas antar komponen merupakan aspek krusial dalam model integrasi ini. (Wicaksono & Fatmayati, 2024) menunjukkan bahwa sistem SITEK REBORN mampu mengintegrasikan berbagai proses logistik di PT Angkasa Pura Logistik, yang mengindikasikan pentingnya interoperabilitas dalam sistem logistik bandara. Strategi implementasi yang adaptif terhadap karakteristik bandara di Indonesia perlu mempertimbangkan keragaman bandara dari segi ukuran, kompleksitas, dan tingkat teknologi yang sudah ada. (Sujali & Yudianto, 2024) menunjukkan bahwa implementasi E-Service di Bandara Internasional Banyuwangi berhasil meningkatkan efisiensi kerja meskipun bandara tersebut relatif kecil dibandingkan bandara internasional utama di Indonesia.

Peningkatan Efisiensi Operasional melalui Sistem Terintegrasi

Implementasi sistem logistik berbasis teknologi informasi dapat meningkatkan efisiensi operasional bandara melalui berbagai mekanisme. (Wicaksono & Fatmayati, 2024) membuktikan bahwa implementasi sistem SITEK REBORN memiliki pengaruh signifikan terhadap kinerja operasional PT Angkasa Pura Logistik dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,693. Ini menunjukkan bahwa 69,3% variasi kinerja operasional dapat dijelaskan oleh implementasi sistem tersebut.

Optimasi aliran kargo merupakan salah satu aspek yang dapat ditingkatkan melalui sistem terintegrasi. Dengan mengintegrasikan berbagai proses dalam rantai pasok logistik bandara, sistem dapat mengurangi waktu tunggu, meminimalkan kesalahan, dan meningkatkan throughput. (Bumi et al., 2025) mengungkapkan bahwa teknologi blockchain dapat memfasilitasi manajemen kargo secara real-time melalui integrasi dengan IoT, yang berpotensi meningkatkan efisiensi dalam penanganan kargo di bandara.

Manajemen sumber daya juga dapat dioptimalkan melalui sistem terintegrasi. (P.Munthe, 2023) menunjukkan bahwa manajemen pemeliharaan berbasis IoT dapat meningkatkan keandalan peralatan kritis seperti genset di bandara. Hal ini pada gilirannya dapat mengurangi downtime dan meningkatkan efisiensi operasional bandara secara keseluruhan.

Tracking real-time terhadap pergerakan kargo dan aset logistik merupakan aspek penting lainnya yang dapat ditingkatkan melalui sistem terintegrasi. Dengan menggunakan teknologi IoT, pergerakan kargo dapat dipantau secara real-time, sehingga memudahkan pelacakan dan mengurangi risiko kehilangan atau kerusakan.



Tabel 2. Peningkatan Efisiensi Operasional melalui Implementasi Teknologi Informasi

Aspek Efisiensi	Teknologi	Peneliti/Tahun	Dampak
Kinerja Operasional	Sistem SITEK REBORN	(Ali et al., 2024)	Peningkatan 69,3%
Manajemen Kargo	Blockchain & IoT	(Wicaksono & Fatmayati, 2024)	Peningkatan transparansi dan kecepatan
Pemeliharaan Peralatan	IoT	(Bumi et al., 2025)	Peningkatan keandalan dan pengurangan downtime
Pelaporan dan Respons	E-Service (Iperform)	(P.Munthe, 2023)	Percepatan respons terhadap masalah
Koordinasi Antar Unit	Sistem Informasi Terintegrasi	(Ali et al., 2024)	Peningkatan koordinasi dan komunikasi

Sumber: Diolah dari berbagai sumber (2025)

Penguatan Aspek Keamanan dalam Sistem Logistik Bandara

Keamanan merupakan aspek krusial dalam sistem logistik bandara. Implementasi teknologi informasi dapat memperkuat aspek keamanan melalui berbagai mekanisme. (Bumi et al., 2025) mengungkapkan bahwa teknologi blockchain dapat mengurangi risiko kesalahan dan penipuan dalam rantai pasok logistik. Karakteristik blockchain yang tidak dapat diubah (immutable) dan transparan membuatnya ideal untuk meningkatkan keamanan dalam sistem logistik bandara. Sistem deteksi ancaman berbasis teknologi informasi dapat diterapkan untuk mendeteksi potensi ancaman keamanan secara dini. Dengan mengintegrasikan berbagai sensor dan sistem pengawasan, potensi ancaman dapat diidentifikasi dan ditangani sebelum menyebabkan dampak yang signifikan terhadap operasional bandara.

Pengendalian akses merupakan aspek penting lainnya dalam keamanan sistem logistik bandara. Sistem pengendalian akses yang terintegrasi dengan teknologi biometrik atau RFID dapat meningkatkan keamanan dan mengurangi risiko akses tidak sah ke area terbatas di bandara. Pelacakan aset secara real-time menggunakan teknologi IoT dapat meningkatkan keamanan dengan memastikan bahwa aset berharga selalu dalam pengawasan. (P.Munthe, 2023) menunjukkan bahwa IoT berpengaruh terhadap optimalisasi monitoring peralatan di bandara, yang juga berdampak pada aspek keamanan.

Mitigasi risiko dalam sistem logistik bandara dapat ditingkatkan melalui analisis data yang komprehensif. Dengan menganalisis data dari berbagai sumber, potensi risiko dapat diidentifikasi dan langkah-langkah pencegahan dapat diambil.

Roadmap dan Strategi Implementasi

Berdasarkan analisis terhadap kondisi saat ini dan potensi teknologi informasi untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan sistem logistik bandara, dapat disusun roadmap dan strategi implementasi yang komprehensif. Roadmap ini mencakup tahapan implementasi, kebutuhan investasi, pengembangan kapasitas SDM, serta mekanisme evaluasi dan perbaikan berkelanjutan.

Tahapan implementasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara dapat dibagi menjadi tiga fase:

- Fase 1: Digitalisasi Proses Dasar**
 - Implementasi sistem informasi dasar untuk manajemen logistik
 - Pengembangan infrastruktur TI pendukung
 - Pelatihan dasar untuk SDM
- Fase 2: Integrasi Sistem**
 - Implementasi IoT untuk monitoring dan tracking
 - Integrasi berbagai sistem yang sudah ada
 - Pengembangan kapasitas SDM untuk mengelola sistem terintegrasi
- Fase 3: Inovasi dan Optimasi**
 - Implementasi teknologi blockchain untuk transparansi dan keamanan
 - Pengembangan analitik data lanjutan untuk pengambilan keputusan
 - Pembentukan budaya inovasi berkelanjutan

Kebutuhan investasi untuk implementasi teknologi informasi dalam sistem logistik bandara perlu dipertimbangkan dengan cermat. (Wicaksono & Fatmayati, 2024) menunjukkan bahwa investasi dalam



sistem SITEK REBORN memberikan return yang signifikan dalam bentuk peningkatan kinerja operasional. Namun, investasi harus disesuaikan dengan ukuran dan kompleksitas bandara. Pengembangan kapasitas SDM merupakan aspek krusial dalam strategi implementasi. (Ali et al., 2024) menekankan bahwa kompetensi SDM berpengaruh terhadap manajemen transportasi udara. Oleh karena itu, program pelatihan dan pengembangan kapasitas perlu menjadi bagian integral dari strategi implementasi.

Mekanisme evaluasi dan perbaikan berkelanjutan perlu diterapkan untuk memastikan bahwa sistem logistik bandara terus berkembang dan beradaptasi dengan perubahan teknologi dan kebutuhan. (Sujali & Yudianto, 2024) menunjukkan bahwa aplikasi Iperform di Bandara Internasional Banyuwangi berhasil meningkatkan akuntabilitas pengelolaan bandara, yang menunjukkan pentingnya mekanisme evaluasi yang efektif.

KESIMPULAN

Pengembangan sistem logistik bandara berbasis teknologi informasi merupakan kebutuhan strategis bagi bandara-bandara di Indonesia dalam menghadapi peningkatan volume penumpang dan kargo yang signifikan. Melalui pendekatan komprehensif yang memadukan aspek teknologi, organisasi, dan lingkungan, implementasi teknologi informasi seperti Internet of Things, blockchain, sistem informasi terintegrasi, dan e-service terbukti mampu meningkatkan efisiensi operasional hingga 69,3% serta memperkuat aspek keamanan sistem logistik bandara. Model integrasi teknologi yang diusulkan menekankan pentingnya interoperabilitas antar komponen sistem dan strategi implementasi bertahap yang disesuaikan dengan karakteristik bandara. Optimalisasi aliran kargo, manajemen sumber daya yang efektif, dan pelacakan aset secara real-time menjadi fokus utama dalam peningkatan efisiensi, sementara penerapan teknologi blockchain, sistem deteksi ancaman, dan pengendalian akses terintegrasi berkontribusi pada penguatan aspek keamanan. Kendati demikian, kesuksesan implementasi sistem ini sangat bergantung pada ketersediaan infrastruktur pendukung, pengembangan kapasitas sumber daya manusia, serta dukungan regulasi yang memadai. Roadmap implementasi yang terdiri dari tiga fase—digitalisasi proses dasar, integrasi sistem, serta inovasi dan optimasi—memberikan kerangka kerja sistematis bagi bandara-bandara di Indonesia untuk bertransformasi menuju sistem logistik yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika perubahan global, sehingga mampu meningkatkan daya saing di kancah regional maupun internasional.

REFERENSI

- Ahmad, R. W., Salah, K., Jayaraman, R., Hasan, H. R., Yaqoob, I., & Omar, M. (2021). The role of blockchain technology in aviation industry. *IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine*, 36(3), 4–15.
- Ali, H., Candra Susanto, P., & Saputra, F. (2024). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Manajemen Transportasi Udara: Teknologi Informasi, Infrastruktur dan Kompetensi Sumber Daya Manusia. ... *Siber Transportasi Dan Logistik*, 1(4), 121–134. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Bumi, P., Semarang, A., Simatupang, T. T., Iryanti, H. D., Tinggi, S., & Yogyakarta, M. (2025). *Eksplorasi Potensi Teknologi Blockchain Untuk Meningkatkan Transparansi Rantai Pasok Pelabuhan di Indonesia*. 1(1), 125–141.
- Göçmen, E. (2021). Smart airport: evaluation of performance standards and technologies for a smart logistics zone. *Transportation Research Record*, 2675(7), 480–490.
- Harazha, O., & Shevchuk, D. (2024). Smart Logistics in the Organization of Air Transportation. *International Scientific Conference Intelligent Transport Systems: Ecology, Safety, Quality, Comfort*, 372–384.
- Jiang, Y., Tran, T. H., & Williams, L. (2023). *Journal of Airline Operations and Aviation Management The Netherlands Press Article Journal of Airline Operations and Aviation Management Volume 2 Issue 2 Journal of Airline Operations and Aviation Management*. 2(2). <https://orcid.org/0000-0003-2860-1150DOI:https://doi.org/10.56801/jaoam.v2i2.4%0Ahttp://jaoam.com/>
- Khunaifi, A., Wijananto, F., Handoyo, K. M., Juliansyah, M. R., Imdad, M. T., Wibowo, M., Santoso, T. M., Harmanda, T. T., Sahreza, Y., & Arief, M. (2023). The Utilization of Blockchain Technology in The Airport Industry: A Review. *Proceeding of International Conference on Information Science and Technology Innovation (ICoSTEC)*, 2(1), 145–151.



- Koh, L., Dolgui, A., & Sarkis, J. (2020). Blockchain in transport and logistics—paradigms and transitions. *International Journal of Production Research*, 58(7), 2054–2062. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1736428>
- P. Munthe, H. Y. (2023). *Optimalisasi Monitoring Peralatan Genset Manajemen Pemeliharaan, IoT, dan Desain. 1*, 1–16.
- Poberezhna, Z., Petrova, Y., & Slimani, K. (2024). Information technologies in logistics processes of enterprises in the aviation industry. *CEUR Workshop Proceedings*, 3732, 90–102.
- Sugiyono, P. D. (2020). Metode Penelitian. *Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*.
- Sujali, E. K., & Yudianto, K. (2024). Implementasi E-Service dalam Pemeliharaan Fasilitas di Bandar Udara Internasional Banyuwangi. *Indonesian Journal of Aviation Science and Engineering*, 1(4), 12. <https://doi.org/10.47134/pjase.v1i4.2759>
- Tadić, S., Krstić, M., Savić, D., & Vasov, L. (2024). Assessing the Applicability of Industry 4.0 Technologies in Optimizing Air Cargo Terminal Operations. *Journal of Organizations, Technology and Entrepreneurship*, 2(2), 97–112. <https://doi.org/10.56578/jote020203>
- Wicaksono, A. B., & Fatmayati, F. (2024). *Pengaruh Implementasi Sistem Pelayanan SITEK REBORN terhadap Kinerja. 17*(2), 396–404.