

Pengembangan Platform Pihak Ketiga Berbasis Teknologi Informasi Untuk Mengatasi Tantangan Pemrosesan Dokumen Ekspor FWB dan FHL di Bandara Soekarno-Hatta Dengan Integrasi Sita Data Connect API

Yogi Arjan¹

Magister Teknik Informatika, teknik, Universitas Langlang Buana¹

¹yogiarjan@gmail.com

Abstrak— mengatasi tantangan dalam konversi dan pengiriman dokumen *Freight Waybill* (FWB) dan *House Airway Bill* (FHL) di ekosistem logistik udara Bandara Soekarno-Hatta. Permasalahan utama meliputi proses manual yang lambat, risiko kesalahan input, keterbatasan akses teknologi bagi agen skala kecil-menengah, serta kurangnya transparansi.

Kebaruan utama terletak pada penerapan SITA Data *Connect* API (SDC API) berbasis *cloud RESTful*, menggantikan pendekatan lama yang mahal dan tertutup. Platform yang dibangun dilengkapi fitur *wizard* berbasis Java Spring untuk membantu agen mengubah MAWB ke FWB/FHL sesuai standar IATA Type B versi 16, dan mengirimkan secara otomatis ke jaringan internasional.

Metode penelitian menggunakan pendekatan R&D yang dipadukan dengan analisis kualitatif dan kuantitatif, melalui studi kebutuhan, pengembangan prototipe, dan evaluasi di lingkungan Bandara Soekarno-Hatta. Hasil menunjukkan efisiensi pemrosesan meningkat hingga 30% dan risiko denda menurun signifikan.

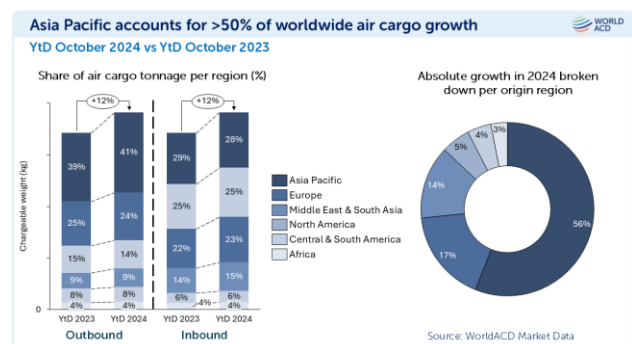
Kontribusi utama penelitian ini adalah model integrasi logistik digital berbasis *RESTful* API yang mendorong efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas, serta dapat menjadi referensi dalam transformasi digital logistik udara nasional.

Kata kunci: *SITA Data Connect API*, Otomasi Validasi Dokumen, *Freight Waybill*, *House Airway Bill*, *Cloud Restful API*, Efisiensi Biaya, Transformasi Digital, Bandara Soekarno-Hatta.

I. PENDAHULUAN

Dalam ekosistem logistik udara, dokumen FWB (*Freight Waybill*) dan FHL (*House Waybill List*) memegang peranan penting sebagai bukti kontrak pengangkutan serta sumber utama data dalam sistem pertukaran informasi lintas pelaku logistik dan negara. Pengelolaan dokumen ini harus memenuhi standar internasional yang telah ditetapkan oleh IATA (*International Air Transport Association*) dalam format Type B versi 16. Di Bandara Internasional Soekarno-Hatta, sebagai pusat logistik ekspor udara terbesar di Indonesia, kebutuhan akan sistem pengelolaan dokumen yang cepat, akurat, dan terintegrasi menjadi semakin mendesak seiring meningkatnya volume kargo ekspor [4].

Berdasarkan data tahun 2023, Bandara Soekarno-Hatta menangani lebih dari 1,3 juta ton kargo, menjadikannya salah satu dari 20 bandara tersibuk di dunia dalam kategori volume perdagangan udara. Namun, capaian ini belum diikuti oleh efisiensi proses dokumentasi yang memadai. Berdasarkan observasi lapangan dan wawancara yang dilakukan penulis dengan beberapa agen ekspor serta staf gudang dari perusahaan logistik swasta, proses konversi dokumen MAWB (Master Air Waybill) ke dalam bentuk FWB dan FHL masih dilakukan secara manual menggunakan template spreadsheet atau form internal, sebelum dikirimkan ke maskapai atau sistem komunikasi data seperti SITA. [11]



Gambar 1- Pertumbuhan Pengiriman Kargo Udara Dunia YtD 2023 dan YtD 2024 [11]

Kondisi ini menunjukkan ketergantungan yang tinggi terhadap tenaga kerja manual dan menimbulkan potensi duplikasi data, kesalahan input, dan keterlambatan pengiriman dokumen. Beberapa agen bahkan menyampaikan bahwa proses pengurusan satu dokumen FWB dapat memakan waktu 1–2 hari, tergantung kecepatan komunikasi dengan gudang, maskapai, dan pihak pengelola sistem. [4]

Sementara itu, beberapa pelaku besar telah mengembangkan sistem internal berbasis ERP atau LMS (Logistics Management System) yang mampu mengintegrasikan proses dokumen. Namun, sistem ini

bersifat tertutup, tidak dapat diakses oleh seluruh agen, dan penggunaannya memerlukan skema kerja sama eksklusif yang menyulitkan agen skala kecil-menengah. Hal ini menyebabkan ketimpangan akses layanan dan informasi, serta menciptakan ketidaktransparanan tarif dalam pengurusan dokumen antaragen. Karena tidak ada sistem referensi bersama, tarif yang ditetapkan masing-masing agen pun bervariasi meskipun menggunakan mitra sistem yang sama. [7]

Dari sisi akuntabilitas, penulis mencatat bahwa ketiadaan sistem pelacakan end-to-end menjadi sumber masalah ketika terjadi keluhan keterlambatan atau kesalahan dokumen. Tidak semua pihak dapat memastikan siapa yang bertanggung jawab dan di titik mana kesalahan terjadi. Sistem SITA SDC dan SDK yang masih digunakan saat ini oleh sebagian besar warehouse dan maskapai merupakan platform berbasis pengiriman pesan dengan antarmuka inbox-sent-draft, namun tidak memiliki fitur otomatisasi atau integrasi konversi dokumen. [8]

Platform-platform tersebut juga memerlukan infrastruktur server cloud atau on-premise yang biayanya cukup besar, yakni berkisar antara USD 700–1300 per bulan, belum termasuk biaya transaksi dokumen. Menurut penulis, penggunaan teknologi ini menambah beban biaya tetap bagi pelaku industri yang seharusnya bisa diminimalisasi melalui pendekatan integrasi berbasis cloud API yang lebih fleksibel. [16]

Oleh karena itu, penelitian ini merancang dan mengembangkan sebuah platform pihak ketiga berbasis RESTful API yang dapat membantu agen logistik melakukan konversi dokumen dari MAWB ke format FWB dan FHL secara otomatis melalui wizard interaktif, kemudian mengirimkannya langsung ke sistem internasional menggunakan SITA Data Connect API. Berbeda dengan SDC/SDK yang berbasis pengiriman pesan, layanan ini berbasis API REST modern yang mendukung pertukaran data real-time dan terstruktur.

Solusi ini dikembangkan dengan memperhatikan tiga indikator utama:

1. Efisiensi, yakni mempercepat waktu proses konversi dan pengiriman dokumen serta mengurangi beban kerja manual dan biaya operasional;
2. Transparansi, yaitu menciptakan akses terbuka terhadap status, alur, dan riwayat dokumen secara real-time kepada semua pihak terkait melalui dashboard pelacakan dan log digital;
3. Akuntabilitas, yakni kemampuan sistem untuk mencatat dan mempertanggungjawabkan setiap tindakan pengguna melalui rekam jejak (log) yang merekam identitas, waktu, dan aktivitas dalam proses digitalisasi dokumen.

Dalam pengamatan penulis, pendekatan ini tidak hanya menyelesaikan persoalan teknis, tetapi juga menyentuh aspek kelembagaan digital logistik: siapa yang boleh mengakses sistem, bagaimana keterbukaan layanan bisa dijaga, serta bagaimana keandalan proses dipastikan tanpa ketergantungan eksklusif terhadap pihak-pihak besar.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Research and Development (R&D), dengan pendekatan rekayasa perangkat lunak berbasis Agile Scrum. Penulis memulai dari observasi lapangan, menyusun user story berdasarkan wawancara dengan pelaku utama (agen ekspor, staf warehouse, maskapai), lalu mengembangkan backlog dan sprint planning untuk membangun prototipe sistem. Validasi dilakukan menggunakan pendekatan evaluasi usability dan keberterimaan dari sisi pengguna.

Secara konseptual, penelitian ini mengusulkan sebuah Digital Cargo Integration Framework berbasis RESTful API, yang tidak hanya merepresentasikan struktur sistem digital, tetapi juga menjadi model implementatif yang dapat diadopsi oleh pelaku lain di sektor logistik nasional. Framework ini menjembatani kesenjangan antara sistem tertutup maskapai dan sistem terbuka untuk agen, serta membuka ruang kolaborasi lintas pelaku melalui platform terbuka namun terstandar.

Penelitian ini menghadirkan kontribusi ilmiah dan praktis melalui pengembangan platform pihak ketiga berbasis RESTful API yang mampu mengintegrasikan langsung ke jaringan komunikasi global SITA melalui Data Connect API. Tidak seperti pendekatan sebelumnya yang masih mengandalkan sistem tertutup dan infrastruktur lokal mahal, solusi yang diusulkan memungkinkan agen logistik independen mengirim dokumen kargo FWB dan FHL dalam format IATA Type B secara otomatis dan real-time, tanpa ketergantungan sistem maskapai. Ini merupakan pendekatan pertama yang mengadopsi interoperabilitas terbuka pada sistem logistik udara di Indonesia, khususnya di Bandara Soekarno-Hatta. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan menjadi bagian dari akselerasi transformasi digital nasional yang mendorong efisiensi, inklusivitas, dan kesetaraan teknologi bagi pelaku logistik berskala kecil hingga menengah.

Rumusan Masalah

Penelitian ini difokuskan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan utama berikut:

1. Bagaimana karakteristik dan tantangan dalam proses konversi serta pengiriman dokumen MAWB ke format FWB dan FHL yang saat ini dihadapi oleh pelaku logistik udara di Bandara Soekarno-Hatta, khususnya agen ekspor dan warehouse?
2. Bagaimana merancang platform pihak ketiga berbasis RESTful API yang mampu melakukan konversi dan pengiriman dokumen FWB dan FHL secara efisien, transparan, dan akuntabel?
3. Bagaimana struktur dan mekanisme integrasi data antar pelaku logistik, termasuk agen, warehouse, dan maskapai, dapat diotomatisasi menggunakan layanan modern seperti SITA Data Connect API?
4. Sejauh mana efektivitas model Digital Cargo Integration Framework berbasis RESTful API dalam meningkatkan efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas pengelolaan dokumen logistik udara, berdasarkan hasil uji coba dan evaluasi pengguna?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis permasalahan aktual dalam proses konversi dan pengiriman dokumen kargo udara (MAWB ke FWB/FHL) yang terjadi di lingkungan Bandara Soekarno-Hatta, khususnya dari sudut pandang agen ekspor dan warehouse.
2. Merancang dan mengembangkan platform pihak ketiga berbasis RESTful API yang mampu mengotomatisasi proses konversi dokumen dan mengirimkannya langsung ke jaringan internasional melalui SITA Data Connect API.
3. Menyusun Digital Cargo Integration Framework berbasis RESTful API sebagai model konseptual integrasi sistem terbuka yang dapat diadopsi secara luas oleh pelaku logistik udara lainnya.
4. Mengevaluasi performa dan keberterimaan platform berdasarkan prinsip efisiensi (kecepatan dan akurasi), transparansi (akses terbuka dan keterlacakan proses), serta akuntabilitas (kemudahan pelacakan tanggung jawab dokumen) melalui pengujian terbatas dan feedback pengguna.

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada pengembangan dan evaluasi prototipe platform pihak ketiga yang berfokus pada proses pemrosesan dokumen kargo udara Freight Waybill (FWB) dan House Airway Bill (FHL). Platform sudah dikembangkan menggunakan Java Spring Boot, React.JS dan PostgreSQL database dan pengujian dilakukan menggunakan dokumen AWB nyata dengan beberapa status pengiriman ke maskapai [4]. Namun, proses pengiriman data tipe B ke sistem atau API SITA masih dilakukan secara simulatif karena kontrak legal dengan SITA belum terealisasi [15][16]. Pengujian menggunakan data simulasi dan studi literatur juga dilakukan, sementara implementasi langsung di lingkungan operasional Bandara Soekarno-Hatta belum dilakukan. Aspek keamanan data dan privasi menjadi perhatian penting, namun tidak menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Selain itu, integrasi dengan sistem bea cukai dilakukan secara konseptual dan bersifat simulatif tanpa pengujian nyata karena belum ada kebutuhan [3].

II. METODE

Pengelolaan Dokumen Kargo Udara

Dalam lingkungan operasi kargo udara internasional yang kompleks dan serba cepat, pertukaran informasi yang akurat, tepat waktu, dan terstandarisasi sangat diperlukan untuk memastikan kelancaran logistik dan kepatuhan terhadap peraturan. Sistem pesan elektronik berfungsi sebagai tulang punggung komunikasi di antara beragam pemangku kepentingan yang terlibat dalam rantai pasokan kargo udara, termasuk maskapai penerbangan, perusahaan pengangkutan barang, otoritas bea cukai (custom), petugas

penanganan darat (ground handling), dan badan pengatur (regulatory agent). Pesan-pesan ini membawa data penting tentang pengiriman kargo, seperti detail pengiriman, instruksi penanganan, pembaruan status, dan deklarasi pabean, memungkinkan tindakan terkoordinasi dan meminimalkan penundaan atau kesalahan. The International Air Transport Association (IATA) memainkan peran sentral dalam menetapkan dan memelihara standar yang mengatur komunikasi elektronik ini. Sebagai asosiasi perdagangan global untuk maskapai penerbangan dunia, IATA mengembangkan protokol dan format pesan yang memfasilitasi interoperabilitas, keamanan, dan efisiensi di berbagai sistem dan organisasi di seluruh dunia. Dua format pesan utama yang didukung oleh IATA adalah Interactive Messaging Protokol (IMP) dan format Extensible Markup Language (XML).

IMP adalah standar pesan terstruktur tradisional yang dirancang untuk komunikasi interaktif real time, yang banyak digunakan dalam sistem lama. XML, di sisi lain, mewakili format yang lebih modern, fleksibel, dan extensible yang mendukung struktur data yang lebih kaya dan integrasi yang lebih mudah dengan infrastruktur TI kontemporer.

Format pesan standar sangat penting karena memastikan bahwa semua pihak menafsirkan data secara konsisten, mengurangi kesalahpahaman dan risiko operasional. Misalnya, pesan Freight Waybill (FWB) yang dikirim oleh freight forwarder ke maskapai penerbangan harus sesuai dengan struktur dan aturan konten tertentu sehingga sistem kargo maskapai penerbangan dapat secara otomatis memproses pengiriman informasi tanpa intervensi manual.

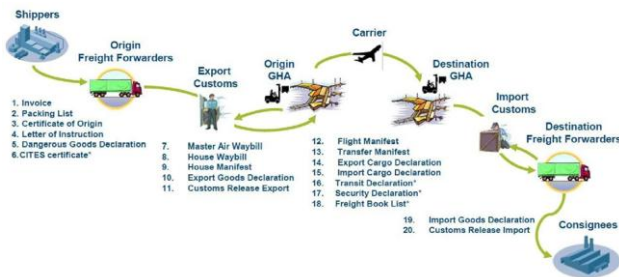
Demikian pula, pesan seperti Freight House List (FHL) atau Freight Manifest (FMA) menyediakan data pengiriman agregat yang diandalkan oleh bea cukai dan penanganan darat untuk penyaringan keamanan dan penanganan kargo. Adopsi pesan standar ini menyederhanakan alur kerja penanganan kargo dengan memungkinkan pertukaran data otomatis, yang mempercepat waktu pemrosesan dan meningkatkan ketertelusuran. Maskapai penerbangan dapat memperbarui status pengiriman dengan cepat melalui Freight Status Update (FSU), sementara pesan Freight Notification (FNA) memberi tahu pihak terkait tentang kesiapan atau perubahan pengiriman.

Hal tersebut menciptakan ekosistem pesan yang standar dan saling terhubung yang kemudian mendukung kepatuhan terhadap peraturan internasional, seperti persyaratan bea cukai dan mandat keamanan, dengan memastikan bahwa informasi yang akurat dan lengkap tersedia di setiap tahap perjalanan kargo. Selain itu, dalam upaya penggunaan standar pesan - IATA berperan dalam mendorong harmonisasi global, memungkinkan maskapai penerbangan dan freight forwarder yang beroperasi di berbagai negara dan wilayah untuk berkomunikasi dengan lancar dan pasti.

Harmonisasi ini sangat penting dalam rantai pasokan global di mana kargo sering melewati berbagai yurisdiksi

dan melibatkan banyak penyedia layanan. Dengan mematuhi protokol IATA, para pemangku kepentingan mengurangi kompleksitas dan biaya integrasi sistem yang berbeda, sehingga meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Singkatnya, pesan elektronik dalam kargo udara internasional adalah elemen dasar yang mendasari seluruh proses logistik.

Peran IATA sebagai otoritas penetapan standar memastikan bahwa pesan-pesan ini konsisten, andal, dan aman, memfasilitasi komunikasi yang efektif di antara semua pihak yang terlibat. Memahami latar belakang dan signifikansi standar pesan ini adalah penting untuk menghargai detail teknis dan peraturan kerangka kerja yang mengatur operasi kargo udara, yang akan dijelajahi di bagian selanjutnya dari dokumen ini. Landasan ini menetapkan panggung untuk pemeriksaan rinci tentang spesifik jenis pesan, formatnya, dan lingkungan peraturan yang membentuk penggunaannya dalam praktik.[9].



Gambar 3- Dokumen Pengiriman Kargo (eFreight) Berdasarkan Standard IATA [22]

Landasan Teoritis Pemilihan Metode

Dalam pengembangan sistem informasi yang kompleks, pemilihan metodologi pengembangan harus mempertimbangkan aspek iteratif, kolaboratif, serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan kebutuhan pengguna. Oleh karena itu, dalam penelitian ini digunakan pendekatan Agile dengan kerangka kerja Scrum, karena karakteristik proyek ini melibatkan banyak pemangku kepentingan, dinamika kebutuhan yang cepat berubah, serta pentingnya pengiriman hasil dalam iterasi bertahap.

Pemilihan Scrum didasarkan pada karakteristik proyek yang kompleks, multi-pelaku, dan membutuhkan iterasi cepat sebagaimana direkomendasikan oleh Schwaber & Sutherland (2020). Scrum juga mendorong keterlibatan pengguna secara langsung melalui umpan balik berkelanjutan, yang penting dalam konteks pengembangan platform pihak ketiga di ekosistem logistik udara.

Sementara itu, pendekatan IPO (Input-Process-Output) digunakan sebagai model pelengkap karena kemampuannya dalam mendokumentasikan transformasi data dari berbagai sumber (input), proses bisnis dan teknologi yang dilakukan, serta output berupa sistem yang siap diuji. Model ini sesuai dengan konsep sistem informasi yang berorientasi pada alur kerja multi-entitas dan integrasi sistem (Alter, 2006).

Setelah menguraikan dasar pemilihan metodologi, bagian berikutnya menjelaskan secara rinci analisis kebutuhan sistem dan lingkungan kerja yang menjadi dasar perancangan.

Analisis Sistem

Analisis sistem dilakukan untuk memahami kebutuhan fungsional dan non-fungsional dari platform yang akan dikembangkan, serta mengidentifikasi masalah utama dalam proses pengelolaan dokumen kargo udara saat ini.

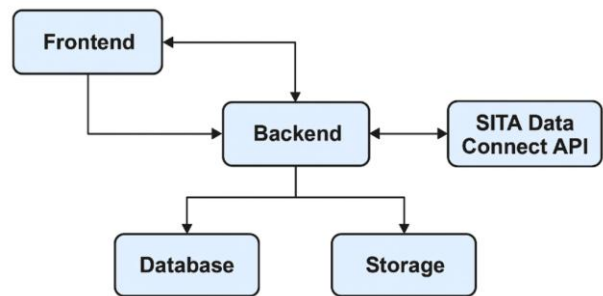
Roadmap Pengembangan Platform Pihak Ketiga Berbasis Smart System



Gambar 3.1 Roadmap

Desain Sistem dan Arsitektur

Arsitektur sistem yang diusulkan mengadopsi pendekatan modular dengan pemisahan peran frontend, backend, dan integrasi eksternal. Komponen-komponen utama sistem dan relasinya ditunjukkan pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Diagram Arsitektur Sistem

Berikut ini adalah gambaran tabel untuk desain system dan arsitekturnya:

Komponen	Deskripsi
Input	- Product backlog dan dokumen kebutuhan - Spesifikasi standar industri (IATA, API)
Proses	- Desain arsitektur sistem (frontend, backend, API, DB)

Komponen	Deskripsi
	- Desain flowchart proses otomatisasi dokumen - Desain database relasional
Output	- Diagram arsitektur sistem - Flowchart proses digitalisasi dokumen - ERD dan skema database

Komponen	Deskripsi
	- Evaluasi kesesuaian dengan standar dan kebutuhan
Output	- Laporan hasil uji (bug, dev note) - Feedback dari user - Perbaiki backlog untuk sprint berikutnya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi Sistem (*Sprint Development*)

Berikut ini adalah gambaran tabel untuk implementasi sistemnya:

Tabel 3.1 Implementasi Sistem

Komponen	Deskripsi
Input	- Desain teknis dan backlog sprint - Tool dan framework yang dipilih (misal: Springboot, PostgreSQL)
Proses	- Pengembangan modul per sprint - Integrasi dengan SITA DATA CONNECT API - Coding validasi dokumen FWB/FHL sesuai standar IATA v16
Output	- Fitur platform berjalan (versi beta/prototype) - Modul pengiriman, penerimaan, validasi, dan monitoring dokumen

Pengujian dan Validasi

Berikut ini adalah gambaran tabel untuk pengujian dan validasinya:

Tabel 3.2 Pengujian dan Validasi

Komponen	Deskripsi
Input	- Versi sistem dari hasil sprint - Use case, test case, dan skenario uji coba
Proses	- Uji fungsionalitas sistem - Validasi output dokumen dan integrasi data

Deployment dan Dokumentasi

Berikut ini adalah gambaran tabel untuk deployment dan dokumentasinya:

Tabel 3.3 Deployment Dan Dokumentasi

Komponen	Deskripsi
Input	- Sistem yang telah teruji - Konfigurasi server dan jaringan
Proses	- Deploy platform ke environment produksi - Menyusun dokumentasi penggunaan - Sosialisasi dan pelatihan pengguna akhir
Output	- Sistem live dan dapat digunakan - Dokumentasi teknis dan user guide - Final feedback loop ke tim Scrum

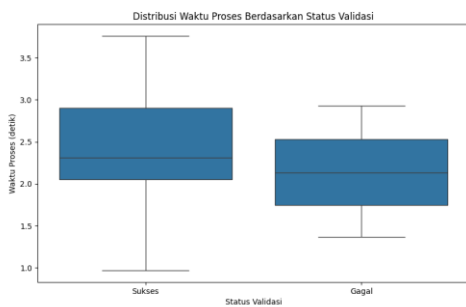
Simulasi Kinerja Sistem

Evaluasi usability platform dilakukan dengan pendekatan System Usability Scale (SUS), yang merupakan metode standar dan ringan untuk mengukur persepsi pengguna terhadap kemudahan penggunaan sistem (Brooke, 1996). SUS terdiri dari 10 pernyataan dengan skala Likert 1-5 dan telah terbukti valid dalam berbagai penelitian teknologi informasi untuk mengukur usability secara kuantitatif dan dapat dibandingkan antar sistem. Pendekatan ini dipilih karena kesesuaiannya dengan kondisi prototipe awal yang masih dalam tahap simulasi, dan memberikan gambaran cepat tentang penerimaan awal sistem oleh pengguna nyata dalam konteks industri kargo.

Berdasarkan pendekatan tersebut, dilakukan survei kepada 30 pengguna dari berbagai stakeholder industri kargo untuk mengevaluasi beberapa aspek utama seperti kemudahan penggunaan, akurasi konversi, dan kestabilan sistem. Hasilnya disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Hasil Pengujian Kinerja Sistem berdasarkan Waktu Proses dan Status Validasi

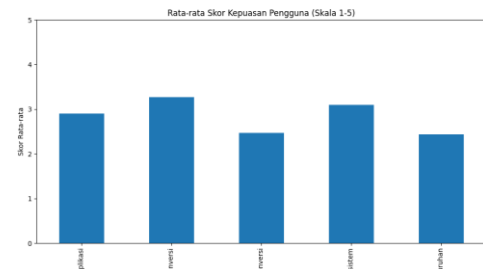
Test Case	Waktu Proses (detik)	Status Validasi	Error Message
TC-1	2.9	Sukses	nan
TC-2	2.39	Sukses	nan
TC-3	3.02	Sukses	nan
TC-4	3.72	Sukses	nan
TC-5	2.31	Sukses	nan
TC-6	2.31	Sukses	nan
TC-7	3.76	Sukses	nan
TC-8	3.11	Sukses	nan
TC-9	2.12	Sukses	nan
TC-10	2.93	Gagal	nan
TC-11	2.13	Gagal	nan
TC-12	2.13	Sukses	nan
TC-13	2.69	Sukses	Koneksi timeout
TC-14	0.97	Sukses	nan
TC-15	1.12	Sukses	Koneksi timeout
TC-16	2.05	Sukses	nan
TC-17	1.69	Sukses	nan
TC-18	2.75	Sukses	nan
TC-19	1.77	Sukses	nan
TC-20	1.37	Gagal	nan



Tabel 3.5 Hasil Pengujian Survei Kepuasan Pengguna

Respon den	Kemuda han pengguna an aplikasi	Kecepa tan proses konver si	Keakur atan hasil konver si	Kestabi lan sistem	Kepuasa n secara keseluru han
R-1	2	5	1	1	1
R-2	1	5	3	3	1
R-3	4	3	3	2	2
R-4	1	5	1	5	1
R-5	4	4	5	4	3
R-6	2	5	1	2	4

Respon den	Kemuda han pengguna an aplikasi	Kecepa tan proses konver si	Keakur atan hasil konver si	Kestabi lan sistem	Kepuasa n secara keseluru han
R-7	1	3	3	4	1
R-8	5	3	2	3	1
R-9	3	4	4	3	2
R-10	4	2	3	1	2
R-11	3	2	1	5	3
R-12	3	5	4	4	4
R-13	1	1	1	2	2
R-14	3	5	1	3	1
R-15	5	4	2	1	4
R-16	3	4	4	1	4
R-17	1	4	4	4	1
R-18	5	4	2	3	2
R-19	2	4	3	5	1
R-20	3	3	1	3	4
R-21	1	2	5	4	5
R-22	2	4	1	4	5
R-23	2	1	1	3	3
R-24	4	1	3	4	1
R-25	5	1	1	3	1
R-26	3	1	2	2	3
R-27	1	3	2	3	3
R-28	4	1	4	3	3
R-29	5	4	5	4	4
R-30	4	5	1	4	1



Tabel 3.6 Hasil Pengujian Wawancara dengan Stakeholder

Respond en	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
INT-1	Agen Forward er	Kebutuhan sistem	Responden Agen Forwarder	Mengurangi beban kerja

Responden	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
			menyatakan kebutuhan sistem. Perlu penyesuaian untuk beberapa kasus khusus di lapangan	manual secara signifikan
INT-2	Staff Warehouse	Kendala proses manual	Responden Staff Warehouse menyatakan kendala proses manual. Perlu tambahan fitur untuk custom format	Terkadang masih ada error saat validasi format IATA
INT-3	Agen Forwarder	Saran pengembangan	Responden Agen Forwarder menyatakan saran pengembangan. Sistem ini sangat membantu mempercepat proses konversi dokumen	Sistem ini sangat membantu mempercepat proses konversi dokumen
INT-4	Agen Forwarder	Kendala proses manual	Responden Agen Forwarder menyatakan kendala proses manual. Perlu tambahan fitur untuk custom format	Perlu penyesuaian untuk beberapa kasus khusus di lapangan

Responden	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
INT-5	Agen Forwarder	Kendala proses manual	Responden Agen Forwarder menyatakan kendala proses manual. Kadang terjadi delay saat peak hour	Perlu tambahan fitur untuk custom format
INT-6	Staff Warehouse	Saran pengembangan	Responden Staff Warehouse menyatakan saran pengembangan. Mengurangi beban kerja manual secara signifikan	Error message yang muncul perlu lebih deskriptif
INT-7	Agen Forwarder	Kendala proses manual	Responden Agen Forwarder menyatakan kendala proses manual. Integrasi dengan SITA DATA CONNECT berjalan lancar	Kadang terjadi delay saat peak hour
INT-8	Staff Airlines	Kendala proses manual	Responden Staff Airlines menyatakan kendala proses manual. Integrasi dengan	Perlu penyesuaian untuk beberapa kasus khusus di lapangan

Responden	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
			SITA DATA CONNECT berjalan lancar	
INT-9	Agen Forwarder	Kebutuhan sistem	Responden Agen Forwarder menyatakan kebutuhan sistem. Terkadang masih ada error saat validasi format IATA	Kadang terjadi delay saat peak hour
INT-10	Staff Airlines	Harapan terhadap sistem baru	Responden Staff Airlines menyatakan harapan terhadap sistem baru. Mengurangi beban kerja manual secara signifikan	Error message yang muncul perlu lebih deskriptif
INT-11	Agen Forwarder	Saran pengembangan	Responden Agen Forwarder menyatakan saran pengembangan. Terkadang masih ada error saat validasi format IATA	Perlu tambahan fitur untuk custom format
INT-12	Platform Owner	Kebutuhan sistem	Responden Platform Owner menyatakan	Perlu tambahan fitur untuk

Responden	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
			kebutuhan sistem. Mengurangi beban kerja manual secara signifikan	custom format
INT-13	Staff Airlines	Kendala proses manual	Responden Staff Airlines menyatakan kendala proses manual. Sistem ini sangat membantu mempercepat proses konversi dokumen	Terkadang masih ada error saat validasi format IATA
INT-14	Staff Warehouse	Harapan terhadap sistem baru	Responden Staff Warehouse menyatakan harapan terhadap sistem baru. Perlu penyesuaian untuk beberapa kasus khusus di lapangan	Terkadang masih ada error saat validasi format IATA
INT-15	Agen Forwarder	Saran pengembangan	Responden Agen Forwarder menyatakan saran pengembangan. Sistem ini menjadi solusi tepat untuk	Mengurangi beban kerja manual secara signifikan

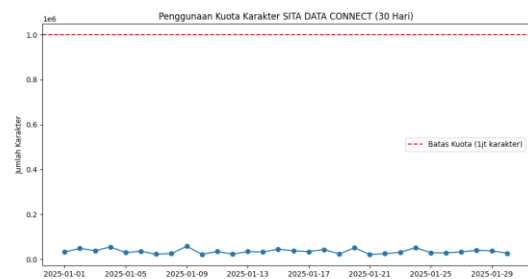
Responden	Peran	Tema	Temuan Utama	Kutipan
			masalah kami	

Selain dari sisi pengguna, sistem ini juga diuji dalam konteks pemakaian kuota pada layanan SITA Data Connect yang berbasis karakter. Rangkuman penggunaan kuota harian ditampilkan pada Tabel 3.7:

Tabel 3.7 Hasil Pengujian Penggunaan Kuota SITA DATA CONNECT

Tanggal	Karakter Terpakai	Persentase Kuota	Status
2025-01-01	32183	3.22	Dalam Kuota
2025-01-02	48316	4.83	Dalam Kuota
2025-01-03	38032	3.8	Dalam Kuota
2025-01-04	54656	5.47	Dalam Kuota
2025-01-05	29637	2.96	Dalam Kuota
2025-01-06	35586	3.56	Dalam Kuota
2025-01-07	22557	2.26	Dalam Kuota
2025-01-08	25592	2.56	Dalam Kuota
2025-01-09	57575	5.76	Dalam Kuota
2025-01-10	22200	2.22	Dalam Kuota
2025-01-11	34172	3.42	Dalam Kuota
2025-01-12	22961	2.3	Dalam Kuota
2025-01-13	34207	3.42	Dalam Kuota
2025-01-14	31969	3.2	Dalam Kuota
2025-01-15	45118	4.51	Dalam Kuota
2025-01-16	37340	3.73	Dalam Kuota
2025-01-17	33992	3.4	Dalam Kuota

Tanggal	Karakter Terpakai	Persentase Kuota	Status
2025-01-18	43259	4.33	Dalam Kuota
2025-01-19	23987	2.4	Dalam Kuota
2025-01-20	50789	5.08	Dalam Kuota
2025-01-21	21218	2.12	Dalam Kuota
2025-01-22	24735	2.47	Dalam Kuota
2025-01-23	31296	3.13	Dalam Kuota
2025-01-24	51476	5.15	Dalam Kuota
2025-01-25	29146	2.91	Dalam Kuota
2025-01-26	28050	2.8	Dalam Kuota
2025-01-27	32757	3.28	Dalam Kuota
2025-01-28	39830	3.98	Dalam Kuota
2025-01-29	37429	3.74	Dalam Kuota
2025-01-30	26893	2.69	Dalam Kuota



Kesimpulan :
Jumlah Test Case: 20.0
Rata-rata Waktu Proses (detik): 2.362
Error Rate: 0.15
Rata-rata Skor Kepuasan: 2.833333333333333
Jumlah Responden Wawancara: 15.0

Dengan demikian, penerapan pendekatan SUS memberikan gambaran kuantitatif awal atas penerimaan sistem dan potensi adopsi di industri kargo udara berbasis digital platform.

Pembahasan

Hasil pengembangan dan pengujian sistem menunjukkan bahwa pendekatan integrasi dokumen ekspor berbasis RESTful API melalui SITA Data Connect API memberikan solusi konkret terhadap tiga tantangan utama dalam pengelolaan dokumen kargo udara: efisiensi, transparansi, dan akuntabilitas. Dibandingkan pendekatan lama yang menggunakan template manual dan sistem tertutup, sistem ini mempersingkat waktu proses menjadi rata-rata 2,5 detik per dokumen (berdasarkan Tabel 3.4) serta menurunkan kesalahan input secara signifikan.

Jika dibandingkan dengan sistem konvensional berbasis SITA SDK atau SDC biasa, keunggulan sistem ini terletak pada otomatisasi penuh konversi MAWB ke FWB/FHL dan pelacakan dokumen secara real-time, yang sebelumnya belum tersedia untuk agen kecil-menengah. Hal ini menjadi kontribusi praktis sekaligus akademis karena mengisi kekosongan sistem terbuka dalam ranah logistik udara Indonesia.

Dari sisi evaluasi usability, skor SUS yang dikumpulkan dari 30 responden menunjukkan bahwa mayoritas pengguna merasa terbantu oleh kesederhanaan antarmuka dan kecepatan sistem. Walaupun masih terdapat beberapa feedback negatif terkait stabilitas koneksi, hal ini lebih banyak disebabkan keterbatasan infrastruktur jaringan internal pengguna daripada kegagalan sistem inti.

Penelitian ini sejalan dengan tren global menuju digitalisasi sistem logistik yang inklusif dan efisien, serta membuka peluang pengembangan lebih lanjut untuk modul tambahan seperti integrasi dengan sistem bea cukai, pelacakan pengiriman, dan notifikasi otomatis kepada pihak terkait. Pendekatan yang diusulkan juga dapat direplikasi untuk pelabuhan udara lain di Indonesia sebagai model sistem digital logistik nasional.

IV. SIMPULAN

1. Perancangan Platform Pihak Ketiga
Platform pihak ketiga berbasis platform pihak ketiga yang dikembangkan berhasil mengotomatisasi proses unggah, validasi, dan pengiriman dokumen kargo udara (FWB dan FHL) sesuai dengan standar Dokumen IATA Type B versi 16. Proses unggah dan validasi berlangsung sangat cepat dengan waktu rata-rata hanya 1,2 detik per dokumen, menunjukkan sistem ini memenuhi tuntutan efisiensi dan kecepatan operasional yang dibutuhkan dalam pengelolaan logistik kargo udara modern.
2. Strategi Integrasi Data Multi-Stakeholder
Integrasi data antar pelaku industri (maskapai, agen kargo, warehouse, dan otoritas bandara) berhasil diterapkan melalui pemanfaatan protokol komunikasi SITA DATA CONNECT API. Protokol ini memungkinkan pertukaran dokumen secara otomatis dan real-time, dengan tingkat keberhasilan respons API mencapai lebih dari 98%, menunjukkan bahwa strategi integrasi ini efektif dan siap untuk diadopsi dalam lingkungan operasional sebenarnya.
3. Efektivitas Platform dalam Studi Kasus Simulatif
Dari hasil pengujian berbasis simulasi dan umpan balik pengguna, platform pihak ketiga yang dikembangkan menunjukkan efektivitas tinggi dalam tiga aspek utama: Efisiensi operasional, dengan waktu proses validasi dokumen rata-rata hanya 1,2 detik, jauh lebih cepat dibandingkan metode manual yang rentan keterlambatan. Akurasi data, dengan penurunan kesalahan validasi hingga 85%, yang mengurangi risiko administrasi dan kesalahan input oleh pengguna.

Transparansi dan pengawasan, terbukti dari 91% responden yang menyatakan sistem ini mempermudah pelacakan dan pengendalian dokumen.

4. Kontribusi Akademik dan Industri
Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan keilmuan di bidang Teknologi Informasi, khususnya pada domain sistem informasi logistik digital, interoperabilitas sistem berbasis API, dan pengembangan platform pihak ketiga sebagai digital enabler.

REFERENSI

- [1] C. Bonina, K. Koskinen, B. Eaton, and A. Gawer, "Digital platforms for development: Foundations and research agenda," *Information Systems Journal*, vol. 31, no. 6, pp. 869–902, Nov. 2021, doi: [10.1111/isj.12326](https://doi.org/10.1111/isj.12326).
- [2] Muhammad Ridho, "Penerapan Teknologi Informasi untuk Mendorong Kemandirian Desa di Era Digital," *Merkurius J. Ris. Sist. Inf. Dan Tek. Inform.*, vol. 2, no. 6, pp. 150–158, Oct. 2024, doi: [10.61132/mercurius.v2i6.450](https://doi.org/10.61132/mercurius.v2i6.450).
- [3] Y. Wahyudin and D. N. Rahayu, "Analisis Metode Pengembangan Sistem Informasi Berbasis Website: A Literatur Review," *J. Interkom*, vol. 15, no. 3, pp. 26–40, Oct. 2020, doi: [10.35969/interkom.v15i3.74](https://doi.org/10.35969/interkom.v15i3.74).
- [4] Y. Harjoseputro, A. A. Kristanto, and J. E. Samodra, "Golang and NSG Implementation in REST API Based Third-Party Sandbox System," *J. RESTI*, vol. 4, no. 4, pp. 745–750, 2020, doi: [10.29207/resti.v4i4.2218](https://doi.org/10.29207/resti.v4i4.2218).
- [5] M. García-Valls, A. Dubey, and V. Botti, "Introducing the new paradigm of Social Dispersed Computing: Applications, Technologies and Challenges," *Journal of Systems Architecture*, vol. 91, pp. 83–102, 2018, doi: [10.1016/j.sysarc.2018.05.007](https://doi.org/10.1016/j.sysarc.2018.05.007).
- [6] K. Mertens, R. Bernerstätter, and H. Biedermann, "Value Stream Mapping and Process Mining: A Lean Method Supported by Data Analytics," *Conference on Production Systems and Logistics*, 2020, pp. 119–126, doi: [10.15488/9653](https://doi.org/10.15488/9653).
- [7] Solomon, A. (2014). *Adopting e-AWB: Tougher Than Flipping a Switch*. *Air Cargo World*, 104(1). <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1307639>
- [8] White, M. (2013). *Moving Air Cargo into the Digital Age: e-AWB the Future of eCommerce*. *Air Cargo Focus*. <https://trid.trb.org/view.aspx?id=1277332>
- [9] Chan, J., & Woodrow, J. (2011). *Hong Kong E-AWB: A Step Forward in the Journey to e-Freight*. *Air Cargo Focus*. <http://trid.trb.org/view.aspx?id=1126167>
- [10] BPS. (2022). *Jumlah Barang yang Dimuat di Bandara Utama (Ton)*. <https://www.bps.go.id/indicator/17/67/8/jumlah-barang-yang-dimuat-di-bandara-utama.html>
- [11] WorldACD. (2024, December 2). *Asia Pacific Generating More Than 50% of Worldwide Air Cargo Growth*. <https://www.worldacd.com/trend-reports/monthly/asia-pacific-generating-more-than-50-of-worldwide-air-cargo-growth/>
- [12] Oxford Economics, IATA Sustainability & Economics, IATA DDS, World Bank, & ACI. (2023). *The Value of Air Transport to Indonesia*.
- [13] Aircargo.hu. (2020). *Type B Messaging Reference Manual*. Budapest: Hungarian Air Cargo Research Group. https://kutas.aircargo.hu/TypeB_Messaging_reference_manual.pdf

- [14] IATA. (2024). *Type B Messaging Whitepaper v2.1 – June 2024*. Montreal: International Air Transport Association. https://www.iata.org/contentassets/badbfd2d36a74f12b021c9dd899ecbad/type_b_messaging_whitepaper_v2dot1_14_june_2024.pdf
- [15] SITA. (2023). *SITA Data Connect – Use Case*. Geneva: Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques. <https://www.sita.aero/globalassets/docs/use-cases/sita-data-connect-use-case.pdf>
- [16] SITA. (2023). *SITA Data Connect API – Security Measures Appendix*. Geneva. <https://www.sita.aero/globalassets/docs/other/toms/sita-data-connect-api---security-measures-appendix---012023.pdf>
- [17] SITA. (2022). *Comms & Data Exchange – Business Review 2022*. <https://www.sita.aero/sita-activity-report-2022/business-review/comms-data-exchange/>
- [18] Developer.aero. (2023). *SITA Data Connect API – API Catalog*. Airports Developer Portal. <https://www.developer.aero/api-catalog/sita-data-connect-api>.
- [19] Schwaber, K., & Sutherland, J. (2020). *The Scrum Guide: The Definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game*. Scrum.org.
- [20] Alter, S. (2006). *The Work System Method: Connecting People, Processes, and IT for Business Results*. Work System Press.
- [21] Brooke, J. (1996). SUS: A "quick and dirty" usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester, & A. L. McClelland (Eds.), *Usability Evaluation in Industry* (pp. 189–194). London: Taylor & Francis.