

Rancang Bangun Aplikasi DERMAGA untuk Manajemen Operasional Keagenan Kapal Berbasis Web

Muhamad Hapis^{1✉}, Vidya Selasдини², Yuliarman Saragih³
(^{1,2,3}) Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta

✉ Corresponding author
hapismuhmd@gmail.com

Abstrak

Fragmentasi data operasional menjadi tantangan struktural bagi perusahaan agen pelabuhan skala kecil-menengah di Indonesia yang mengandalkan kombinasi alat kolaborasi generik—WhatsApp, Trello, Google Sheets, dan surel—tanpa model data terpadu. Penelitian ini merancang dan membangun DERMAGA, aplikasi manajemen operasional keagenan kapal berbasis web, menggunakan pendekatan Design Science Research (DSR) yang diperkuat validasi empiris Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) terhadap 30 responden praktisi industri maritim. Analisis kebutuhan mengidentifikasi lima titik gesekan operasional terukur: entri data berulang (30–120 menit/kapal), keterlambatan serah terima antardepartemen (2–4 jam), nihilnya jejak audit, tidak terkendalinya hak akses, dan kebutaan status operasional. DERMAGA dirancang dengan basis data terpusat, kontrol akses berbasis peran (RBAC enam peran), audit log bawaan, antarmuka responsif berbasis desktop, dan kalkulator tarif PNBPN terintegrasi. Hasil PLS-SEM mengonfirmasi seluruh konstruk valid (AVE 0,534–0,668; CR 0,814–0,890) dan reliabel (α 0,739–0,870) dengan validitas diskriminan terpenuhi (HTMT < 0,85). Model struktural menghasilkan $R^2 = 0,315$ (substansial), dengan Kontrol Akses RBAC (X3) sebagai prediktor signifikan tunggal ($\beta = 0,548$; $t = 2,257$; $p \leq 0,05$; $f^2 = 0,328$). Observasi implementasi Fase 1–2 menunjukkan pengurangan waktu proses lebih dari 80% pada aktivitas rekapitulasi data manajemen dan penyusunan draf permohonan izin.

Kata Kunci: *agen pelabuhan, Design Science Research, PLS-SEM, RBAC, PNBPN, operasional maritim digital*

Abstract

Operational data fragmentation poses a structural challenge for small-to-medium port agency firms in Indonesia relying on generic collaboration tools without a unified data model. This study designs and develops DERMAGA, a web-based ship agency operations management application, using a Design Science Research (DSR) approach reinforced by empirical PLS-SEM validation involving 30 respondents comprising maritime industry practitioners. Requirements analysis identifies five measurable friction points: repetitive data entry (30–120 min/vessel), inter-departmental handoff delays (2–4 hours), absent audit trails, uncontrolled access permissions, and cross-team status blindness. DERMAGA is built around a centralized vessel database, six-role RBAC, built-in audit logging, a desktop-responsive interface, and an integrated PNBPN tariff calculator. PLS-SEM confirms all constructs valid (AVE 0.534–0.668; CR 0.814–0.890) and reliable (α 0.739–0.870) with discriminant validity established (HTMT < 0.85). The structural model yields $R^2 = 0.315$ (substantial), with Role-Based Access Control (X3) as the sole significant predictor ($\beta = 0.548$; $t = 2.257$; $p \leq 0.05$; $f^2 = 0.328$ — large effect). Phase 1–2 implementation observations show over 80% time reduction in management data recap and permit draft preparation activities.

Keyword: *port agency, Design Science Research, PLS-SEM, RBAC, PNBPN, maritime digital operations*

PENDAHULUAN

Sektor kepelabuhanan Indonesia menghadapi tekanan ganda: meningkatnya tuntutan efisiensi operasional dan keterbatasan infrastruktur teknologi informasi pada perusahaan agen pelabuhan berskala kecil-menengah. Inisiatif digitalisasi nasional—Inaportnet, National Logistics Ecosystem (NLE) melalui Instruksi Presiden No. 5/2020, dan CEISA 4.0—telah memperluas kapabilitas pertukaran data antarlembaga pemerintah, namun belum menjangkau efisiensi proses internal perusahaan agen (Firnanda & Hati, 2021; Utama et al., 2024). Literatur transformasi digital maritim menunjukkan bahwa hambatan utama bukan pada ketersediaan teknologi, melainkan pada kesenjangan antara fitur generik perangkat yang ada dan kebutuhan proses yang spesifik domain (Lagoudis & Theotokas, 2021; Zeng et al., 2025). Kondisi ini menciptakan fenomena *collaborative but not integrated*: berbagai alat digunakan tanpa model data bersama sehingga satu perubahan tidak terpropagasi otomatis ke sistem lain yang bergantung padanya.

Agen pelabuhan, sebagai entitas yang diatur Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 11/2016, berperan sebagai perantara informasi antara prinsipal kapal, otoritas pelabuhan, dan penyedia jasa lokal (Lesmini et al., 2022). Dalam peran ini, akurasi dan kecepatan data menentukan keberhasilan layanan. Di PT. ABC Ship Agency, Batam, empat departemen (Sales, CRM, Operasional, Keuangan) menangani 10–15 panggilan kapal per bulan menggunakan enam alat tidak terintegrasi: WhatsApp, surel, Trello, Google Workspace, HoldDana Calculator, dan Marine Traffic. Metodologi Design Science Research (DSR) memberikan kerangka yang tepat untuk menjembatani rigor akademis dan relevansi praktis dalam kondisi ini (Peffer et al., 2007; Yin, 2018).

Penelitian ini bertujuan: (1) mengevaluasi tumpukan teknologi eksisting; (2) mengidentifikasi titik gesekan operasional secara terukur; (3) merancang dan mengevaluasi artefak DERMAGA berbasis DSR; serta (4) memvalidasi secara empiris hubungan antara dimensi kualitas sistem—Kemudahan Penggunaan (X1), Kepercayaan Jejak Audit (X2), Kontrol Akses RBAC (X3)—dengan efektivitas sistem dan kepuasan pengguna (Y) melalui PLS-SEM terhadap 30 responden praktisi industri maritim.

Beberapa penelitian terdahulu di Indonesia telah mengembangkan sistem informasi berbasis web untuk mendukung operasional pelayaran, namun masing-masing masih meninggalkan kesenjangan yang signifikan. Dalam hal keagenan kapal, Pranoto & Lumanto (2019) membangun sistem pengelolaan dokumen keagenan kapal berbasis web pada PT. Sirius Shipping Service Cabang Morowali dengan dua peran pengguna (admin dan perusahaan kapal) menggunakan metode waterfall, namun cakupannya terbatas pada administrasi surat-menyurat tanpa kontrol akses berlapis, tanpa jejak audit, dan tanpa integrasi alur kerja antardepartemen. Huwae et al. (2021) mengembangkan sistem penginputan data kapal berbasis web pada PT. Barakomindo Shipping Cabang Sorong menggunakan model prototype dengan validasi black box testing, namun hanya mencakup satu fungsi entri data tanpa koordinasi lintas departemen maupun mekanisme akuntabilitas data. Monalisa & SukmaAde (2019) membangun sistem monitoring

perjalanan kapal berbasis web, namun difokuskan pada pemantauan status dan dokumen kapal tanpa pengelolaan biaya terintegrasi atau tata kelola hak akses. Dari tinjauan ketiga studi tersebut, terdapat tiga kesenjangan yang konsisten: (1) tidak adanya kontrol akses berbasis peran (RBAC) yang granular sebagai mekanisme tata kelola data; (2) tidak adanya jejak audit bawaan untuk akuntabilitas setiap perubahan data; dan (3) tidak adanya validasi empiris berbasis survei pengguna yang mengukur

efektivitas sistem. DERMAGA dirancang untuk menutup ketiga kesenjangan tersebut secara simultan dalam satu platform domain-spesifik yang dibangun dengan pendekatan DSR dan divalidasi melalui PLS-SEM. Dengan demikian, kontribusi penelitian ini bukan sekadar membangun sistem keagenan kapal berbasis web—yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya—melainkan mengintegrasikan tata kelola akses (RBAC), akuntabilitas data (audit log), kalkulasi tarif PNBP, dan validasi empiris PLS-SEM dalam satu artefak domain-spesifik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan DSR mengikuti enam aktivitas Peffers et al. (2007): identifikasi masalah, definisi tujuan solusi, desain dan pengembangan, demonstrasi, evaluasi, dan komunikasi—dipilih karena kesesuaiannya dengan riset sistem informasi berbasis artefak di mana peneliti utama berposisi sebagai praktisi aktif (Yin, 2018). Data dikumpulkan melalui empat teknik komplementer selama Semester II 2025–Semester I 2026: (1) observasi partisipan terhadap alur kerja empat departemen; (2) critical incident logging untuk kejadian ETD mendadak lintas departemen; (3) time-motion study pada aktivitas berulang (entri data kapal, kalkulasi PNBP, serah terima Ops–Finance); dan (4) kuesioner skala Likert (1–5) untuk validasi PLS-SEM. Analisis kesenjangan memetakan kapabilitas setiap alat eksisting terhadap empat kriteria sistem informasi operasional: jejak audit, validasi data, RBAC, dan integrasi antar-alat (Zeng et al., 2025).

Setiap tahapan DSR pada penelitian ini memiliki kriteria keluaran (exit criteria) yang terdefinisi sebagai dasar evaluasi artefak sebelum melanjutkan ke tahapan berikutnya, sebagaimana dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Keluaran (Exit Criteria) per Tahapan DSR dan Status Pencapaian

Tahapan DSR	Aktivitas Utama	Kriteria Keluaran	Status
1. Identifikasi Masalah	Observasi partisipan, critical incident logging, time-motion study	Lima titik gesekan operasional teridentifikasi dan terukur	Tercapai
2. Definisi Tujuan Solusi	Gap analysis enam alat eksisting terhadap empat kriteria SI operasional	Spesifikasi kebutuhan fungsional DERMAGA terdokumentasi	Tercapai
3. Desain & Pengembangan	Perancangan arsitektur tiga lapis, ERD, skema RBAC enam peran	Dokumen desain dan codebase terverifikasi	Tercapai

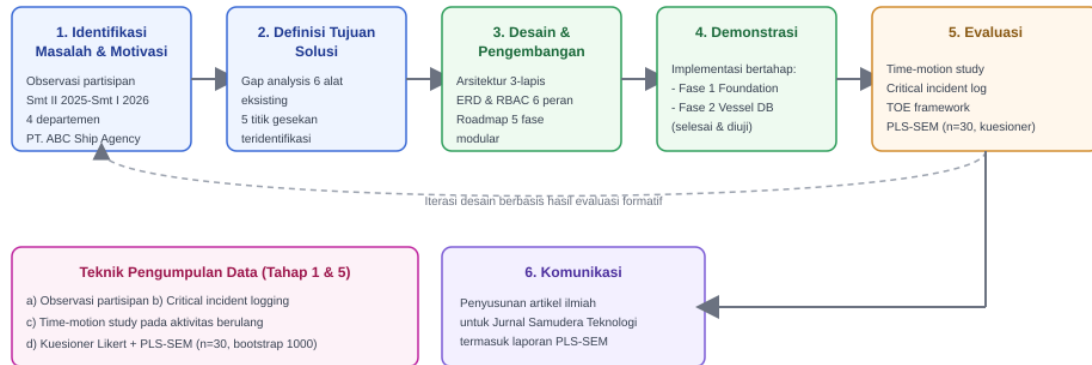
4. Demonstrasi — Fase 1 (Foundation)	Implementasi autentikasi, RBAC, audit logging, Row-Level Security	Enam peran dibuat, diverifikasi, dan berfungsi; audit log aktif	Tercapai
4. Demonstrasi — Fase 2 (Vessel DB)	Implementasi basis data kapal terpusat, migrasi dari Google Sheets	40 rekaman kapal tersimpan; pencatatan manual tidak lagi digunakan	Tercapai
5. Evaluasi	Time-motion study pasca-implementasi + survei PLS-SEM (n=30)	Model struktural valid ($R^2=0,315$; X3 signifikan); observasi waktu terdokumentasi	Tercapai
6. Komunikasi	Penyusunan artikel ilmiah	Artikel ini	Tercapai

Sumber: Hasil pelaksanaan penelitian (2026)

Instrumen dan Validasi PLS-SEM

Kuesioner didistribusikan kepada 30 responden melalui purposive sampling: 14 pengguna langsung DERMAGA di PT. ABC Ship Agency (46,7%); 8 karyawan agen pelabuhan lain di Batam (26,7%); 5 pemangku kepentingan maritim eksternal (16,7%); dan 3 akademisi maritim (10%). Ukuran sampel sebanyak 30 responden ditetapkan berdasarkan tiga pertimbangan yang saling melengkapi. Pertama, secara metodologis, jumlah tersebut memenuhi aturan minimum Hair et al. (2017) untuk PLS-SEM, yaitu sepuluh kali jumlah jalur struktural maksimum yang menuju satu konstruk endogen (10×3 jalur ke $Y = 30$). Kedua, secara praktis, penelitian ini menggunakan purposive sampling dengan kriteria inklusi berupa pengalaman langsung menggunakan DERMAGA atau paparan terhadap sistem operasional keagenan kapal yang sebanding; kriteria domain-spesifik ini membatasi populasi terjangkau pada praktisi maritim dalam jejaring profesional terpercaya peneliti, dengan mempertimbangkan pula keterbatasan waktu penelitian untuk menjangkau responden yang lebih luas. Ketiga, secara paradigmatis, evaluasi artefak tahap awal dalam DSR lazim menggunakan panel evaluator terfokus sebelum artefak diperluas ke populasi pengguna yang lebih besar (Peffer et al., 2007); posisi penelitian ini sebagai pengujian artefak skala kecil yang disengaja (deliberate small-scale artefact test) sebelum perluasan kegunaan dan kasus penggunaan menjadikan ukuran sampel ini selaras dengan tujuan penelitian. Konsekuensi ukuran sampel terhadap daya statistik dan generalisasi hasil diakui sebagai keterbatasan dan dibahas pada bagian Simpulan. Instrumen mengukur empat konstruk laten reflektif: X1 (Kemudahan Penggunaan Sistem, 4 item); X2 (Kepercayaan Jejak Audit, 4 item); X3 (Kontrol Akses RBAC, 4 item); dan Y (Efektivitas Sistem dan Kepuasan Pengguna, 5 item)—total 17 butir pernyataan. Analisis PLS-SEM dua tahap mencakup: (a) outer model—loadings $\geq 0,70$; AVE $\geq 0,50$; CR $\geq 0,70$; $\alpha \geq 0,70$; Fornell-Larcker; HTMT $< 0,85$; dan (b) inner model—koefisien jalur β , R^2 , f^2 , serta signifikansi via bootstrap 1000 iterasi ($t > 1,96$; $p \leq 0,05$). Nilai Q^2 tidak dilaporkan mengikuti rekomendasi Hair et al. (2021) untuk sampel $n < 50$.

Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian DSR (Peffer et al., 2007)



Sumber: Hasil rancangan peneliti (2026)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Evaluasi Tumpukan Teknologi dan Identifikasi Titik Gesekan

Hasil observasi mengkonfirmasi keenam alat eksisting beroperasi sebagai silo informasi independen—tidak satu pun berbagi model data bersama. Kondisi ini merepresentasikan fenomena tool sprawl dalam transformasi digital (Zeng et al., 2025): alat kolaborasi membantu komunikasi tetapi tidak mengeliminasi redundansi entri data. Berdasarkan observasi partisipan dan pencatatan kejadian kritis, teridentifikasi lima titik gesekan berulang yang terukur (Tabel 2).

Kejadian kritis representatif adalah perubahan ETD mendadak kapal MT Advantage Portocervo pada pukul 02:00 dini hari dari jadwal 48 jam menjadi 12 jam. Satu perubahan ETD ini mengharuskan pembaruan manual ke-empat sistem oleh empat operator; hasilnya FDA tidak akurat, jendela keberangkatan terlampaui, dan faktur dipersengketakan—kejadian yang berulang beberapa kali per tahun. Pada operasi berbasis waktu, fragmentasi data merupakan risiko kepatuhan regulasi, bukan sekadar inefisiensi prosedural (Yin, 2018; Zeng et al., 2025).

Tabel 2. Titik Gesekan Operasional dan Proyeksi Dampak Setelah DERMAGA

Titik Gesekan	Kondisi Eksisting	Proyeksi Setelah DERMAGA
Entri data berulang (3–4×/kapal)	30–120 menit waktu dapat dihindari	80% lebih cepat → 3 menit/kapal
Keterlambatan serah terima Ops→Finance	2–4 jam keterlambatan inisiasi invoice	Notifikasi otomatis (<5 menit)
Nihilnya jejak audit perubahan data	Sengketa tidak terselesaikan berbasis data	100% transaksi tercatat otomatis
Hak akses tidak terkendali (Trello)	Risiko penghapusan tanpa mekanisme recovery	RBAC 6 peran — akses sesuai peran

Kebutuhan status operasional	~30 menit/hari interupsi Sales→Ops	Dashboard real-time — mandiri per peran
HoldDana Calculator terisolasi	Penginputan berulang manual ke 3 sistem berbeda	Terintegrasi otomatis dari Vessel DB

Sumber: Hasil observasi, pencatatan kejadian kritis, dan time-motion study (2026)

Evaluasi Implementasi Awal: Observasi Waktu Proses

Selain proyeksi dampak pada Tabel 2, penelitian ini mendokumentasikan observasi waktu proses aktual dari implementasi Fase 1 (Foundation) dan Fase 2 (Vessel Database) yang telah berjalan pada tim operasional internal PT. ABC Ship Agency. Sejak peluncuran modul Vessel Database, sebanyak 40 rekaman kapal telah dimasukkan ke dalam basis data DERMAGA, menggantikan pencatatan manual pada spreadsheet dan arsip cetak. Dua aktivitas operasional yang paling sering dilakukan tim menunjukkan pengurangan waktu proses yang konsisten, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Observasi Waktu Proses Sebelum dan Sesudah Implementasi DERMAGA (Fase 1–2)

Aktivitas Operasional	Sebelum DERMAGA	Setelah DERMAGA	Reduksi
Rekapitulasi data kapal untuk kebutuhan manajemen	±45 menit (penelusuran arsip cetak manual)	<5 menit (kueri langsung pada Vessel Database)	>89%
Pengumpulan data kapal untuk draf permohonan izin baru	±60 menit (penelusuran manual lintas dokumen dan sumber)	<10 menit (satu rekaman terpusat pada Vessel Database)	>83%
Volume rekaman kapal tercatat pada sistem terpusat	0 (tersebar pada spreadsheet dan arsip cetak)	40 rekaman kapal (Vessel Database, Fase 2)	—

Sumber: Observasi tim operasional PT. ABC Ship Agency, laporan internal (2026)

Observasi ini bersumber dari laporan tim operasional internal yang menggunakan DERMAGA dalam pekerjaan sehari-hari, bukan dari eksperimen terkontrol dengan kelompok pembanding formal. Meskipun demikian, konsistensi antara proyeksi awal (Tabel 2) dan observasi aktual (Tabel 3) memperkuat validitas evaluasi formatif pada tahap DSR kelima. Pengurangan waktu pada rekapitulasi data manajemen (>89%) dan pengumpulan data untuk permohonan izin (>83%) mengindikasikan bahwa manfaat single source of truth mulai terealisasi sejak tahap implementasi awal, sebelum modul-modul lanjutan (Fase 3–5) diselesaikan.

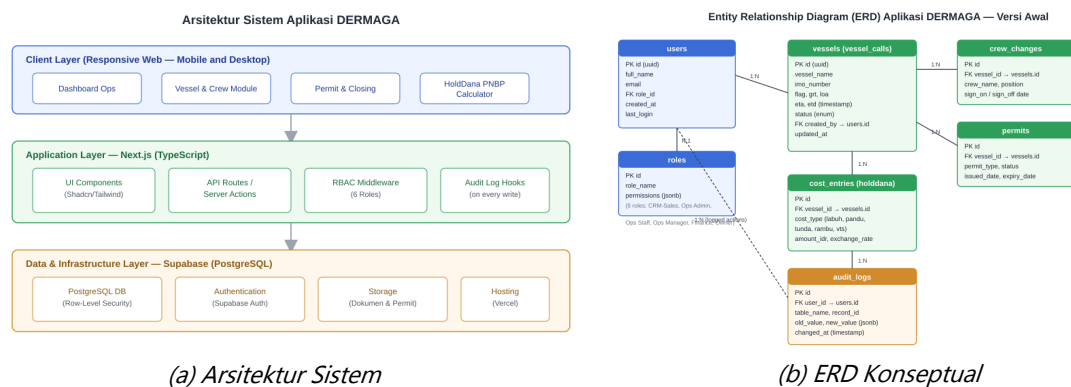
Perlu ditegaskan bahwa observasi waktu proses pada Tabel 3 merupakan evaluasi efisiensi operasional (time-motion study), bukan pengujian usability formal. Penelitian ini belum melakukan pengujian usability terstandar seperti System Usability Scale (SUS), pengukuran task success rate pada skenario terkontrol, maupun benchmarking waktu respons aplikasi (response time) pada beban kerja bervariasi. Keterbatasan ini diakui secara eksplisit: evaluasi formatif pada tahap DSR

kelima saat ini berfokus pada dampak efisiensi proses kerja yang dapat diobservasi langsung oleh tim operasional, sementara pengujian usability dan performa sistem secara terstandar direncanakan sebagai bagian dari evaluasi pada fase penelitian lanjutan, sejalan dengan cakupan Fase 3–5 DERMAGA yang belum terimplementasi penuh

Desain dan Implementasi Artefak DERMAGA

Berdasarkan analisis kesenjangan, dirancang DERMAGA sebagai aplikasi web berbasis Next.js dan TypeScript dengan backend Supabase (PostgreSQL) dihosting di Vercel. Antarmuka dioptimalkan untuk perangkat desktop mengingat seluruh staf lintas departemen bekerja di komputer kantor; dukungan mobile direncanakan pada fase lanjutan (Rasyaad & Wibowo, 2025). Empat prinsip desain utama: (1) single source of truth—satu rekaman per vessel call yang dibaca dan ditulis seluruh departemen; (2) RBAC enam peran melalui Row-Level Security (Gyver et al., 2023; Wahyuono, 2020); (3) audit log bawaan pada setiap operasi tulis; dan (4) desain modular bertahap di mana setiap fase memberikan nilai segera (Utama et al., 2024). Kasus HoldDana Calculator—yang memangkas kalkulasi PNBP dari 30 menit menjadi <2 menit (PP No. 47/2023) namun masih memerlukan penginputan ulang secara manual ke tiga sistem—mengilustrasikan bahwa solusi titik efektif pun menciptakan silo baru bila tidak dibangun di atas fondasi data bersama (Utama et al., 2024).

Gambar 2. Arsitektur Tiga Lapis dan ERD Konseptual Aplikasi DERMAGA



Sumber: Hasil rancangan peneliti (2026)

Arsitektur tiga lapis (Gambar 2a) menempatkan RBAC middleware dan audit log hooks pada lapisan aplikasi dengan Row-Level Security di lapisan Supabase sebagai penegakan ganda. ERD (Gambar 2b) menempatkan tabel vessels sebagai pusat relasi dengan crew changes, permits, cost_entries, dan audit logs—menutup langsung titik gesekan 1, 3, dan 4. Notifikasi otomatis antara modul menutup titik gesekan 2, dan dashboard berbasis peran menutup titik gesekan 5. Fase 1 (Foundation) dan Fase 2 (Vessel Database) telah diselesaikan dan diuji; Fase 3–5 (Permit Monitoring, External Tool Elimination, Finance Automation) sedang dalam pengembangan.

Kapabilitas AI—validator dokumen pra-kedatangan, konverter crew list cerdas, dan alat pemasaran prediktif—direncanakan setelah fase fundamental selesai (Munim et al., 2020).

Validasi Empiris: Hasil Analisis PLS-SEM

Penilaian outer model (Tabel 4) mengonfirmasi seluruh empat konstruk memenuhi ambang batas validitas dan reliabilitas Hair et al. (2019). Outer loadings berkisar 0,640–0,891 dengan mayoritas indikator melampaui batas 0,70. CR 0,814–0,890 dan Cronbach's Alpha 0,739–0,870 mengindikasikan konsistensi internal yang memadai. AVE 0,534–0,668 mengonfirmasi validitas konvergen terpenuhi penuh pada seluruh konstruk.

Tabel 4. Reliabilitas, Validitas Konvergen, dan Ringkasan Outer Loadings (n=30)

Var	Konstruk	α	CR	AVE	Loading Range	OK?
X1	Kemudahan Penggunaan Sistem	0.739	0.814	0.534	0.486–0.857	✓
X2	Kepercayaan Jejak Audit	0.870	0.887	0.668	0.667–0.939	✓
X3	Kontrol Akses RBAC	0.812	0.870	0.632	0.583–0.886	✓
Y	Efektivitas Sistem & Kepuasan Pengguna	0.845	0.890	0.623	0.621–0.890	✓

Sumber: Data primer diolah (2026), Bootstrap 1000 iterasi

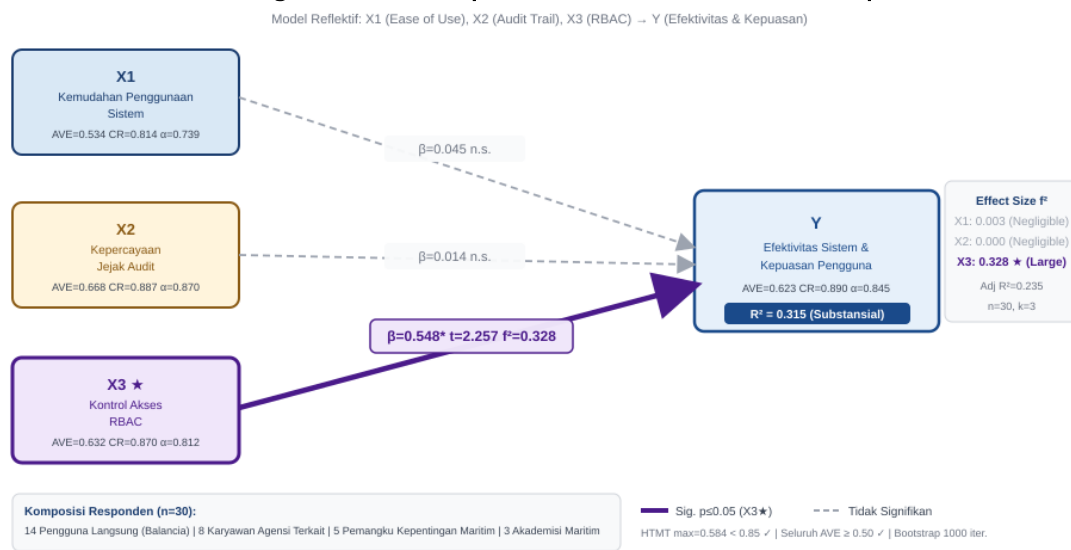
Validitas diskriminan dikonfirmasi melalui dua kriteria. Kriteria Fornell-Larcker: $\sqrt{\text{AVE}}$ setiap konstruk melebihi korelasi terhadap seluruh konstruk lainnya. Rasio HTMT seluruh pasangan konstruk < 0,85 (tertinggi 0,584 pada X2–X3), mengindikasikan tidak adanya tumpang tindih konseptual yang signifikan. Kedua kriteria terpenuhi secara konsisten, mengonfirmasi bahwa keempat konstruk secara empiris terbedakan dengan baik.

Tabel 5. Koefisien Jalur, Signifikansi, dan Ringkasan Model Struktural

H	Var	β	t	p	f ² (Kategori)	Keterangan
H ₁	X1	0.045	0.312	0.100	0.003 (neg.)	Ditolak ✗
H ₂	X2	0.014	0.015	0.100	0.000 (neg.)	Ditolak ✗
H ₃	X3	0.548	2.257	0.050	0.328 (Sedang)	Diterima ✓
Model	Summary	R ² =0.315	Adj R ² =0.235	—	HTMT max=0,584 ✓	n=30

Sumber: Data primer diolah (2026), Bootstrap 1000 iterasi

Gambar 3. Path Diagram PLS-SEM Aplikasi DERMAGA (n=30, Bootstrap 1000 Iterasi)



Sumber: Hasil analisis PLS-SEM (2026)

H₃ diterima: X3 (Kontrol Akses RBAC) berpengaruh positif dan signifikan terhadap Y ($\beta = 0,548$; $t = 2,257$; $p \leq 0,05$; $f^2 = 0,328$ —efek besar). H₁ dan H₂ tidak signifikan pada $\alpha = 0,05$ meskipun berarah positif. $R^2 = 0,315$ menunjukkan ketiga konstruk secara bersama menjelaskan 31,5% variasi efektivitas sistem—kategori substansial (Hair et al., 2019).

Dominannya pengaruh X3 terhadap Y dapat dijelaskan melalui tiga lapis argumen teoritis. Pertama, dari perspektif teori kepatuhan regulasi, agen pelabuhan beroperasi dalam lingkungan yang diatur ketat oleh Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 11/2016 dan kewajiban pelaporan PNBP (PP No. 47/2023); kesalahan data akibat akses yang tidak terkendali berpotensi menimbulkan konsekuensi hukum dan finansial secara langsung. Kondisi ini menjadikan kontrol akses sebagai dimensi kualitas sistem yang paling menonjol secara kognitif bagi pengguna, karena risiko yang dipersepsikan terkait langsung dengan tanggung jawab regulasi mereka—bukan sekadar preferensi kenyamanan kerja. Kedua, dari perspektif literatur kepercayaan pada sistem informasi multi-pengguna, Gyver et al. (2023) dan Wahyuono (2020) menunjukkan bahwa pada sistem yang diakses banyak pengguna dengan kewenangan berbeda, sinyal kepercayaan utama bukan berasal dari kemudahan antarmuka, melainkan dari kejelasan siapa yang dapat mengubah data apa. Pengguna perlu meyakini batasan kewenangan sebelum bersedia bergantung pada sistem secara operasional—RBAC secara langsung memberikan sinyal ini. Ketiga, dari perspektif integrasi informasi pada level sistem pelabuhan yang lebih luas, temuan ini konsisten dengan penelitian smart port yang menunjukkan bahwa integrasi informasi internal yang tertata—bukan sekadar kemudahan penggunaan individual—yang mendorong peningkatan kapabilitas operasional pelabuhan (Jiang et al., 2023). Dalam konteks keagenan kapal, tata kelola akses data berperan sebagai fondasi kepercayaan sistemik yang memungkinkan dimensi kualitas lain—termasuk kemudahan penggunaan dan jejak audit—memberikan nilai tambah yang optimal.

Tidak signifikannya X1 dan X2 pada taraf $\alpha = 0,05$ tidak dapat semata-mata diatributkan pada keterbatasan ukuran sampel; terdapat dua penjelasan teoritis yang saling melengkapi. Pertama, efek konteks evaluasi (evaluation-context effect): sebagian responden menilai DERMAGA berdasarkan paparan terbatas atau demonstrasi singkat, bukan penggunaan harian yang berkelanjutan. Kontrol akses (X3) bersifat dapat diobservasi secara langsung bahkan dari demonstrasi singkat—pengguna dapat segera memahami pembagian peran dan pembatasan akses. Sebaliknya, kemudahan penggunaan (X1) dan kepercayaan terhadap jejak audit (X2) memerlukan penggunaan berkelanjutan untuk dapat dinilai secara akurat: kemudahan antarmuka baru sepenuhnya dirasakan setelah pengguna terbiasa dengan alur kerja sehari-hari, sedangkan nilai jejak audit baru benar-benar dihayati ketika audit trail tersebut digunakan untuk menyelesaikan perselisihan data yang sesungguhnya. Kedua, efek tahapan DSR (DSR phase effect): pada Fase 1–2 implementasi saat ini, fitur audit log telah aktif secara teknis namun belum pernah dipanggil untuk menyelesaikan sengketa data yang nyata di lapangan. Nilai kepercayaan terhadap jejak audit bersifat laten—baru termanifestasi secara penuh ketika insiden yang membutuhkan penelusuran riwayat perubahan benar-benar terjadi. Dengan demikian, varians persepsi X2 pada sampel awal ini kemungkinan tertekan bukan karena fitur tersebut tidak bernilai, melainkan karena nilainya belum teruji dalam skenario penggunaan nyata. Implikasinya, penelitian lanjutan pasca-implementasi penuh kemungkinan akan menunjukkan signifikansi X1 dan X2 yang lebih kuat seiring durasi penggunaan sistem yang lebih panjang.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa PT. ABC Ship Agency menghadapi masalah arsitektur data yang termanifestasi dalam lima titik gesekan terukur—total inefisiensi ~40 menit/vessel call dan >17 jam produktivitas staf/bulan. Aplikasi DERMAGA, dikembangkan melalui DSR, menutup seluruh kesenjangan melalui basis data terpusat, RBAC enam peran, audit log bawaan, dan antarmuka desktop responsif; dua fase awal telah terimplementasi dan diverifikasi, dengan observasi waktu proses aktual menunjukkan pengurangan lebih dari 80% pada aktivitas rekapitulasi data dan penyusunan draf permohonan izin.

Validasi PLS-SEM ($n=30$) mengonfirmasi seluruh konstruk valid dan reliabel (AVE 0,534–0,668; CR 0,814–0,890; α 0,739–0,870; HTMT < 0,85) dengan $R^2 = 0,315$ (substansial). Kontrol Akses RBAC (X3) merupakan prediktor signifikan efektivitas sistem ($\beta = 0,548$; $p \leq 0,05$; $f^2 = 0,328$), menegaskan bahwa dimensi tata kelola akses data—didukung oleh argumen kepatuhan regulasi, kepercayaan sistem multi-pengguna, dan integrasi informasi pada level pelabuhan—merupakan faktor paling determinan dalam persepsi efektivitas sistem keagenan kapal pada tahap implementasi awal ini.

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu diakui secara eksplisit. Pertama, terkait ukuran sampel: $n=30$ memenuhi aturan minimum Hair et al. (2017) namun membatasi daya statistik untuk mendeteksi pengaruh berukuran kecil-menengah pada X1 dan X2, serta menyebabkan nilai

Q^2 tidak dapat dilaporkan secara stabil ($n < 50$). Kedua, terkait cakupan implementasi: DERMAGA baru mencakup dua dari lima fase modular yang direncanakan (Foundation dan Vessel Database); Fase 3–5 (Permit Monitoring, External Tool Elimination, Finance Automation) belum diimplementasikan pada saat penelitian ini dilakukan, sehingga evaluasi belum mencakup keseluruhan siklus operasional keagenan kapal. Ketiga, terkait integrasi eksternal: DERMAGA belum terhubung dengan sistem Inaportnet maupun National Logistics Ecosystem (NLE), sehingga pertukaran data dengan otoritas pelabuhan dan instansi terkait masih dilakukan secara manual di luar sistem. Keempat, terkait platform akses: antarmuka DERMAGA saat ini dioptimalkan khusus untuk perangkat desktop; kegunaan dan penerimaan pengguna pada perangkat mobile belum diuji secara empiris. Kelima, terkait kapabilitas lanjutan: fitur berbasis kecerdasan buatan (AI)—termasuk validator dokumen, konverter crew list cerdas, dan alat pemasaran prediktif—masih berada pada tahap perencanaan dan belum diimplementasikan maupun dievaluasi. Keenam, terkait metode evaluasi: penelitian ini belum melakukan pengujian usability formal (System Usability Scale/SUS, task success rate) maupun benchmarking performa sistem (response time, load time) secara terstandar; evaluasi saat ini terbatas pada observasi efisiensi waktu proses kerja (time-motion study) yang bersifat formatif.

Berdasarkan keterbatasan tersebut, penelitian lanjutan direkomendasikan mencakup lima arah utama. Pertama, penyelesaian implementasi Fase 3–5 DERMAGA disertai studi konfirmatori dengan ukuran sampel $n \geq 76$ –100 responden untuk memperoleh daya statistik penuh dalam mendeteksi seluruh jalur struktural, termasuk pelaporan nilai Q^2 yang stabil. Kedua, pengembangan integrasi API dengan Inaportnet dan National Logistics Ecosystem (NLE) untuk menguji interoperabilitas pertukaran data antarlembaga secara langsung dari DERMAGA. Ketiga, pengembangan dan validasi antarmuka mobile guna memperluas aksesibilitas sistem bagi pengguna yang bekerja di lapangan atau di luar kantor. Keempat, implementasi dan evaluasi kapabilitas kecerdasan buatan yang telah direncanakan—validator dokumen pra-kedatangan, konverter crew list cerdas, generator permohonan izin, dan alat pemasaran prediktif—untuk mengukur kontribusinya terhadap efisiensi operasional lebih lanjut. Kelima, replikasi penelitian pada perusahaan agen pelabuhan lain di Batam maupun wilayah Indonesia lainnya untuk menguji generalisasi temuan di luar konteks studi kasus tunggal ini. Keenam, pelaksanaan pengujian usability formal menggunakan instrumen terstandar seperti System Usability Scale (SUS) serta benchmarking performa sistem (response time, load time, task success rate) pada skenario penggunaan yang terkontrol, untuk melengkapi evaluasi efisiensi proses yang telah dilakukan pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh staf PT. ABC Ship Agency, Batam, dan 30 responden dari kalangan industri maritim atas partisipasinya, serta kepada Program Studi Pemasaran Inovasi dan Teknologi STIP Jakarta atas dukungan akademis yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alzate, P., Isaza, G. A., Toro, E. M., Jaramillo-Garzón, J. A., Hernandez, S., Jurado, I., & Hernandez, D. (2024). Operational efficiency and sustainability in smart ports: A comprehensive review. *Marine Systems and Ocean Technology*, 19(1–2), 120–131. <https://doi.org/10.1007/s40868-024-00142-z>
- Aulia, C. (2025). Penerapan smart port system berbasis IoT untuk efisiensi manajemen operasional pelabuhan di Indonesia. *Sensicstek: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, 8(2), 79–88.
- Bešković, B., & Zanne, M. (2020). Port agency services in the digital era: Challenges and opportunities in the Adriatic region. *Maritime Policy & Management*, 47(5), 631–645.
- Dinh, G. H., Pham, H. T., Nguyen, L. C., Dang, H. Q., & Pham, N. D. K. (2024). Leveraging artificial intelligence to enhance port operation efficiency. *Polish Maritime Research*, 31(2), 140–155. <https://doi.org/10.2478/pomr-2024-0030>
- Firnanda, R., & Hati, W. (2021). Analisis penggunaan sistem informasi Inaportnet terhadap kepuasan pengguna dan dampaknya pada kinerja karyawan perusahaan pelayaran di Kota Batam. *Jurnal Akuntansi, Ekonomi dan Manajemen Bisnis*, 9(2), 143–154.
- Gonçalves, M., & Teixeira, L. (2025). Decision support system for port terminals: Design and development of a business intelligence tool. *Procedia Computer Science*, 253, 2438–2447.
- Gyver, M. A. C., Marhaeni, M., & Arrang, H. (2023). Rancang bangun sistem informasi manajemen berbasis web dengan implementasi role-based access control. *Jurnal Rekayasa Informasi*, 12(2), 118–129.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Danks, N. P., & Ray, S. (2021). *Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) using R: A workbook*. Springer.
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M., & Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2–24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Hawari, S. M., Hadiprawoto, T. R., Irianty, I., Alversia, Y., & Adiyono, S. (2024). Smart port management in digital transformation: A review for future research. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 9(3), 268. <https://doi.org/10.12962/j25481479.v9i3.21475>
- Huwae, H. N., Ramadhani, I. A., & Matahari, M. (2021). Perancangan sistem informasi penginputan data kapal pada PT Barakomindo Shipping Cabang Sorong berbasis web. *Jurnal PETISI (Pendidikan Teknologi Informasi)*, 2(1), 17–23.
- Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2020 tentang Penataan Ekosistem Logistik Nasional.
- Jiang, M., Lu, J., Zheng, S., & Tsang, Y. P. (2023). Special issue on smart port: An interconnected network for sustainable and resilient port ecosystems. *Maritime Policy & Management*, 50(4), 449–453.
- Lagoudis, I. N., & Theotokas, I. (2021). Digitalisation and the future of maritime business: A conceptual framework for competitive advantage. *International Journal of Shipping and Transport Logistics*, 13(1/2), 62–84.

- Lesmini, L., Najooan, D. J., Ruslani, M. N., Firdaus, M. I., Susanto, P. C., & Suryawan, R. F. (2022). Strategi pelayanan perusahaan jasa keagenan kapal dalam menangani kedatangan dan keberangkatan kapal. *Jurnal Transportasi, Logistik, dan Aviati*, 1(2), 129–139.
- Malisan, J., & Tresnawati, W. (2019). Implementasi Inaportnet dalam pelayanan terpadu satu pintu di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Warta Penelitian Perhubungan*, 31(2), 67–74.
- Monalisa, S., & SukmaAde, I. (2019). Sistem informasi monitoring perjalanan kapal berbasis web pada PT. Pelayaran Laut Seraya. *Jurnal Ilmiah Rekayasa dan Manajemen Sistem Informasi*, 5(1), 1–13.
- Munim, Z. H., Dushenko, M., Jimenez, V. J., Shakil, M. H., & Imset, M. (2020). Big data and artificial intelligence in the maritime industry: A bibliometric review and future research directions. *Maritime Policy & Management*, 47(5), 577–597. <https://doi.org/10.1080/03088839.2020.1788731>
- Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 11 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan dan Pengusahaan Keagenan Kapal.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 47 Tahun 2023 tentang Jenis dan Tarif atas Jenis Penerimaan Negara Bukan Pajak.
- Pham, T. Y., Kim, S. W., & Yeo, G. T. (2021). Evaluating port logistics service quality: A case study of Vietnamese seaports. *Journal of International Logistics and Trade*, 19(3), 142–156.
- Pranoto, E., & Lumanto, S. B. (2019). Sistem informasi pelayanan keagenan kapal berbasis web pada PT. Sirius Shipping Service Cabang Morowali. *Paulus Informatics Journal*, 1(1), 7–10.
- Rasyaad, F., & Wibowo, S. A. (2025). Developing a scalable Next.js platform for IoT monitoring using backend-as-a-service. In *Proceedings of ICoCSETI 2025* (pp. 421–426). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICoCSETI63724.2025.11018944>
- Utama, D. R., Hamsal, M., Abidinagoro, S. B., & Rahim, R. K. (2024). Developing a digital transformation maturity model for port assessment in archipelago countries: The Indonesian case. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 26, 101146. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2024.101146>
- Wahyuono, R. (2020). Rancang bangun aplikasi pencatatan dan tindak lanjut audit internal SPI berbasis web pada PT. Pelindo Marine Service. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer Akuntansi*, 9(4), 37–46.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications: Design and methods* (6th ed.). SAGE Publications.
- Zeng, F., Chen, A., Xu, S., Chan, H. K., & Li, Y. (2025). Digitalization in the maritime logistics industry: A systematic literature review of enablers and barriers. *Journal of Marine Science and Engineering*, 13(4), 797. <https://doi.org/10.3390/jmse13040797>
- Zhao, X., Lim, M. K., Tan, K. H., & Liu, J. (2023). Digital transformation in maritime logistics: A systematic review and future research directions. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 170, 103024.