

Evaluasi Kualitas dan Kepuasan Pengguna Batam Terminal Operating System Menggunakan PIECES Framework

Julia Sesariani¹, Mutia Ulfah²

juliasesariani@gmail.com¹, mutiaulfah@polibatam.ac.id²

Program Studi Logistik Perdagangan Internasional ¹,

Program Studi Administrasi Bisnis Terapan²,

Politeknik Negeri Batam

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi kualitas Batam Terminal Operating System (BTOS) menggunakan PIECES Framework, menggambarkan kepuasan pengguna, serta menentukan prioritas perbaikan. Pendekatan kuantitatif deskriptif evaluatif diterapkan melalui sensus terhadap 63 pengguna internal. Data dikumpulkan melalui kuesioner Likert lima poin dan dianalisis secara deskriptif; data operasional sebagai pendukung interpretasi. Mean agregat PIECES sebesar 3,36 termasuk kategori Cukup. Control (3,88), Economy (3,59), dan Service (3,41) berkategori Baik, sedangkan Efficiency (3,29), Performance (3,03), dan Information (2,97) berkategori Cukup. Indikator Minim Gangguan memperoleh skor terendah (2,51). Kepuasan pengguna mencapai 3,69 atau Puas. Prioritas dimensi adalah Information, Performance, dan Efficiency; prioritas indikator meliputi Minim Gangguan, Ketepatan Waktu Informasi, dan Stabilitas Sistem. Rekomendasi mencakup pembaruan dan sinkronisasi data, evaluasi stabilitas, serta penguatan panduan dan dukungan pengguna. Interpretasi Information dan Control mempertimbangkan konsistensi internal yang rendah. Hasil merupakan evaluasi persepsi, bukan bukti hubungan kausal atau audit teknis. Temuan menjadi dasar perbaikan berkelanjutan sesuai kebutuhan operasional terminal dan pengalaman pengguna.

Kata Kunci: BTOS; PIECES Framework; evaluasi sistem informasi; kepuasan pengguna; terminal peti kemas

ABSTRACT

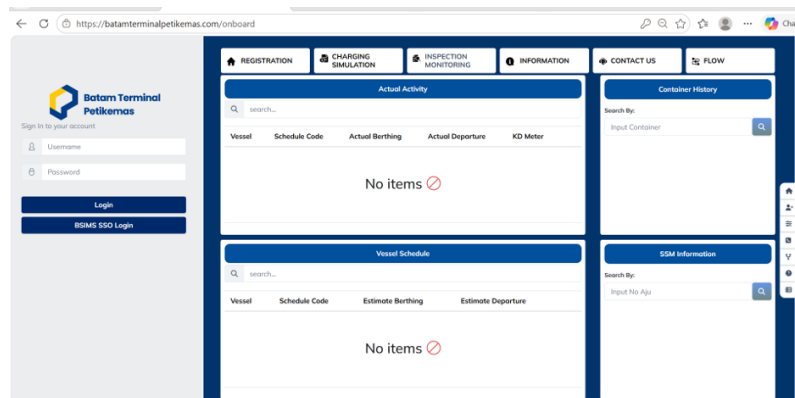
This study evaluates Batam Terminal Operating System (BTOS) quality using the PIECES Framework, describes user satisfaction, and identifies improvement priorities. A quantitative evaluation surveyed all 63 internal users. Data were collected through a Likert questionnaire and analyzed descriptively, with operational records supporting interpretation. The aggregate PIECES mean was 3.36, categorized as adequate. Control (3.88), Economy (3.59), and Service (3.41) were rated good, whereas Efficiency (3.29), Performance (3.03), and Information (2.97) were adequate. Minimal Disruption had the lowest item score (2.51). Overall satisfaction reached 3.69, indicating satisfied users. Dimension priorities were Information, Performance, and Efficiency; item priorities were Minimal Disruption, Information Timeliness, and System Stability. Recommendations address data synchronization, system stability evaluation, and user guidance and support. Low internal consistency requires cautious interpretation of Information and Control. Findings reflect user perceptions rather than causal relationships or technical audit results, providing a basis for improvement aligned with terminal operations and user experience.

Keywords: BTOS; PIECES Framework; information system evaluation; user satisfaction; container terminal

1. Pendahuluan

Transformasi digital telah mengubah cara pelabuhan mengelola arus barang, dokumen, pergerakan kontainer, dan koordinasi antarunit. Pada lingkungan terminal peti kemas, keandalan sistem informasi menjadi kritis karena gangguan kecil pada aliran data dapat menimbulkan efek berantai berupa penundaan proses gate, keterlambatan bongkar muat, ketidaksesuaian posisi kontainer, dan peningkatan waktu tunggu. Literatur mengenai digitalisasi pelabuhan menegaskan bahwa manfaat teknologi baru dapat dicapai secara optimal apabila sistem mampu mendukung integrasi data, reliabilitas proses, dan koordinasi operasional secara konsisten (Brunila et al., 2021; Triska et al., 2024).

Terminal Peti Kemas Batu Ampar di Batam merupakan salah satu simpul penting kegiatan logistik regional. Data operasional menunjukkan tingginya intensitas aktivitas terminal, dengan rata-rata sekitar 270 kunjungan kapal per bulan pada periode Februari-Desember 2024. Seiring meningkatnya aktivitas tersebut, PT Persero Batam menggunakan Batam Terminal Operating System (BTOS) sebagai sistem informasi inti berbasis web untuk mendukung perencanaan kapal, bongkar muat, pengelolaan *container yard*, *gate in-gate out*, pencatatan *tally*, *billing*, serta pelaporan operasional. Sistem ini digunakan oleh pengguna internal dari fungsi tally, planner, gate, billing, dan document service dengan tampilan halaman utama ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Halaman Utama Website BTOS

Meskipun telah mendukung proses operasional, temuan awal menunjukkan adanya sejumlah masalah pada penggunaan BTOS. Standar operasional perusahaan menetapkan proses gate in dan gate out maksimal sekitar 15 menit dan produktivitas bongkar muat sekitar 25 box/crane/jam. Berdasarkan data operasional internal PT Persero Batam yang digunakan sebagai data pendukung penelitian, pada kondisi tertentu tercatat keterlambatan 20-120 menit, gangguan freeze, loading lambat, downtime sistem, dan mismatch status atau posisi kontainer antara sistem dengan kondisi

lapangan. Data operasional internal periode September 2025 mencatat mismatch sekitar 5%-8% per minggu. Data tersebut diposisikan sebagai informasi pendukung untuk menjelaskan konteks operasional, sedangkan data utama analisis statistik tetap berasal dari kuesioner pengguna. Kondisi ini menunjukkan adanya gap antara kebutuhan operasional real-time dengan kualitas sistem yang dirasakan pengguna.

PIECES berakar pada pendekatan analisis dan perancangan sistem, khususnya identifikasi masalah dan kebutuhan pengembangan. Whitten dan Bentley (2007) menjelaskan bahwa James Wetherbe mengembangkan kerangka ini untuk mengelompokkan masalah, peluang, dan arahan pengembangan sistem (problems, opportunities, dan directives). Enam kategorinya meliputi Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, dan Service. Kerangka tersebut kemudian digunakan dalam evaluasi sistem informasi untuk memetakan kelemahan dan kebutuhan perbaikan (Fatoni et al., 2020; Nafiisa et al., 2024). Pada BTOS, keenam dimensi membantu menelaah gangguan kinerja, ketepatan informasi, manfaat operasional, pengendalian, efisiensi penggunaan, dan layanan secara terstruktur.

Penelitian terdahulu banyak menerapkan PIECES pada aplikasi e-wallet, pembelajaran, layanan publik, aplikasi transportasi, dan website pemerintahan (Purba & Sihotang, 2023; Luluhan & Rahardja, 2023; Maliyot et al., 2024; Muflihanto & Hartomo, 2024). Namun, penerapannya pada Terminal Operating System yang bersifat mission-critical dan membutuhkan pembaruan data real-time masih relatif terbatas. Kekhususan konteks ini menjadi research gap penelitian, karena pada sistem terminal, kegagalan informasi dan stabilitas sistem dapat langsung memengaruhi aktivitas fisik di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengevaluasi persepsi pengguna terhadap kualitas BTOS berdasarkan enam dimensi PIECES serta menggambarkan kepuasan pengguna secara keseluruhan sebagai indikator pelengkap; (2) mengidentifikasi dimensi dan indikator prioritas perbaikan berdasarkan hasil evaluasi; dan (3) merumuskan rekomendasi perbaikan sistem BTOS berdasarkan temuan penelitian.

2. Kajian Literatur

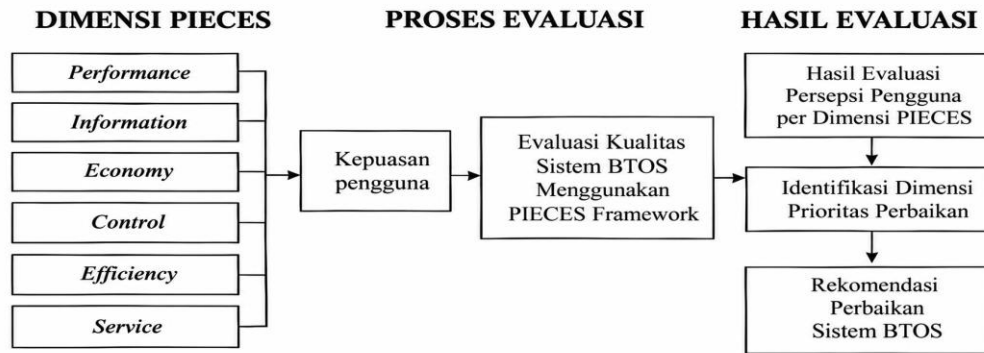
PIECES Framework diperkenalkan dalam tradisi analisis dan perancangan sistem untuk mengklasifikasikan problems, opportunities, dan directives. Enam elemennya digunakan sebagai kerangka untuk mengidentifikasi kelemahan sistem dan mengarahkan kebutuhan perbaikan. Performance menilai kecepatan, stabilitas, dan kemampuan sistem menjalankan fungsi;

Information menilai akurasi, kejelasan, dan ketepatan waktu informasi; Economy menilai manfaat operasional dan penghematan sumber daya; Control menilai hak akses dan keamanan; Efficiency menilai kemudahan serta kelancaran penggunaan; sedangkan Service menilai kesesuaian fungsi, dukungan, dan kualitas layanan sistem (Fatoni et al., 2020; Agustina, 2021; Nafiisa et al., 2024). Dalam konteks penelitian ini, dimensi economy dan efficiency dibedakan secara operasional agar kedua dimensi tidak tumpang tindih secara konseptual. dimensi economy diarahkan pada nilai manfaat operasional yang dirasakan pengguna. Dimensi efficiency diarahkan pada pengalaman penggunaan langsung, seperti kemudahan mempelajari dan pengoperasian sistem.

Kepuasan pengguna menggambarkan evaluasi menyeluruh pengguna setelah membandingkan kinerja sistem dengan kebutuhan atau harapannya. Dalam model keberhasilan sistem informasi, kepuasan pengguna sering digunakan sebagai indikator penting karena berhubungan dengan pengalaman penggunaan dan keberlanjutan pemanfaatan sistem (Gurendrawati et al., 2022; Wulansari et al., 2024). Namun penelitian ini tidak menguji hubungan sebab-akibat antara PIECES dan kepuasan pengguna. Kepuasan pengguna hanya digunakan sebagai gambaran umum tambahan terhadap evaluasi kualitas sistem.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa hasil evaluasi PIECES sangat kontekstual. Purba dan Sihotang (2023) menemukan skor kepuasan tinggi pada aplikasi Daytrans, sedangkan Malioy et al. (2024) menunjukkan penilaian positif pada website pemerintah daerah. Fatoni et al. (2020) mengombinasikan PIECES dan Importance Performance Analysis untuk menentukan aspek yang membutuhkan peningkatan. Dalam konteks pelabuhan, digitalisasi menuntut sistem yang lebih ketat dari sisi reliability, timeliness, dan integrasi karena setiap keterlambatan informasi dapat menimbulkan efek operasional yang langsung (Brunila et al., 2021; González-Cancelas et al., 2025).

Penelitian ini menggunakan PIECES sebagai kerangka evaluasi deskriptif. Alur pada Gambar 2 dimulai dari proses evaluasi kualitas BTOS, pengukuran enam dimensi PIECES, dan analisis mean item serta dimensi, kemudian dilanjutkan dengan identifikasi kekuatan dan prioritas perbaikan. Kepuasan pengguna diukur secara terpisah sebagai indikator deskriptif pelengkap. Panah menunjukkan urutan analisis, bukan hubungan pengaruh antarvariabel. Karena penelitian bersifat kuantitatif deskriptif, tidak dirumuskan hipotesis statistik.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian

2.1 Sintesis Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu memperlihatkan bahwa PIECES banyak digunakan sebagai kerangka evaluasi deskriptif untuk memetakan kekuatan dan kelemahan sistem dari perspektif pengguna. Hasil pada aplikasi transportasi, e-wallet, layanan pendidikan, dan website layanan publik umumnya menunjukkan kategori puas, tetapi dimensi terendah berbeda-beda sesuai karakteristik sistem. Variasi tersebut penting karena menunjukkan bahwa PIECES tidak dimaksudkan untuk menghasilkan satu pola universal yang nilai utamanya terletak pada kemampuan membedah masalah secara kontekstual. Adapun penjelasannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Sintesis Penelitian Terdahulu

Penelitian	Objek	Pendekatan	Temuan Relevan
Tambunan et al. (2021)	Maxim	PIECES, deskriptif	Control tinggi; error sistem tetap menjadi area perhatian.
Purba & Sihotang (2023)	Daytrans	PIECES, deskriptif	Kepuasan pengguna tinggi; menunjukkan manfaat evaluasi per dimensi.
Lalujan & Rahardja (2023)	E-wallet DANA	PIECES, deskriptif	Skor kepuasan keseluruhan berada pada kategori puas.
Fatoni et al. (2020)	Sistem informasi	PIECES + IPA	PIECES dapat digunakan bersama prioritas kinerja untuk menentukan perbaikan.
Nur Fauzi et al. (2022)	Aplikasi kearsipan	SUS + PIECES	PIECES memberi evaluasi multi-aspek, SUS memperkuat perspektif usability.
Maliyot et al. (2024)	Website pemerintah	PIECES, deskriptif	Information dinilai tinggi; memperlihatkan sifat kontekstual tiap dimensi.
Muflihanto & Hartomo (2024)	Sistem akademik	PIECES, deskriptif	Performance dan Efficiency dinilai baik pada konteks layanan akademik.

Penelitian	Objek	Pendekatan	Temuan Relevan
Brunila et al. (2021)	Digitalisasi pelabuhan	Studi adopsi/implementasi	Integrasi, interoperabilitas, dan aliran informasi menjadi tantangan penting.
Triska et al. (2024)	Smart port terminal	Framework & maturity model	Reliabilitas teknologi perlu dinilai berdasarkan manfaat operasional terminal.
Ali Mubder Mubder & Fredriksson (2025)	Port Community System	Case study	Kualitas informasi dipengaruhi faktor teknologi, organisasi, dan koordinasi.

Sumber: Diolah dari literatur penelitian (2026)

3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif evaluatif. Pendekatan ini dipilih karena tujuan penelitian bukan menguji pengaruh antarvariabel, melainkan menggambarkan penilaian pengguna terhadap kualitas BTOS berdasarkan enam dimensi PIECES dan memetakan area prioritas perbaikan. Objek penelitian adalah Website Batam Terminal Operating System (BTOS) pada Terminal Peti Kemas Batu Ampar, PT Persero Batam. Populasi penelitian terdiri atas 63 pengguna internal aktif yang terlibat langsung dalam aktivitas operasional terminal. Karena seluruh populasi dapat dijangkau, teknik yang digunakan adalah sensus atau total sampling sehingga jumlah responden final sebanyak 63 orang dengan response rate 100%.

Penelitian ini menggunakan PIECES Framework sebagai kerangka utama untuk mengevaluasi kualitas Batam Terminal Operating System (BTOS) yang terdiri atas enam dimensi, yaitu *Performance*, *Information*, *Economy*, *Control*, *Efficiency*, dan *Service*. Dimensi *Performance* diukur melalui indikator kecepatan sistem, stabilitas sistem, dan minim gangguan; *Information* melalui akurasi, kejelasan, dan ketepatan waktu informasi yang mengacu pada Fatoni et al. (2020); *Economy* melalui penghematan waktu, pengurangan proses manual, dan manfaat operasional yang mengacu pada Nafiisa et al. (2024); *Control* melalui hak akses, keamanan data, dan keamanan sistem berdasarkan Wijaya et al. (2024); *Efficiency* melalui kemudahan mempelajari, kemudahan penggunaan, dan kelancaran pengoperasian berdasarkan Agustina (2021); serta *Service* melalui kesesuaian fitur, tampilan/menu, dan dukungan sistem yang mengacu pada Muflihanto dan Hartomo (2024). Selain enam dimensi tersebut, kepuasan pengguna (*User Satisfaction*) digunakan sebagai konstruk deskriptif pelengkap, yang diukur melalui kepuasan umum, kesesuaian dengan harapan, dan kemudahan penggunaan secara keseluruhan dengan mengacu pada Gurendrawati et al. (2022). Seluruh indikator diukur menggunakan skala Likert 1–5, dari 1 = sangat tidak setuju

sampai 5 = sangat setuju. Instrumen terdiri dari 21 item: 18 item untuk enam dimensi PIECES dan 3 item untuk Overall User Satisfaction. Data utama penelitian adalah jawaban kuesioner dari 63 pengguna internal BTOS. Data pendukung berupa data operasional internal PT Persero Batam terkait downtime, mismatch kontainer, delay proses, serta catatan gangguan digunakan untuk memperkuat interpretasi konteks dan tidak diperlakukan sebagai sumber data utama statistik.

Analisis dilakukan menggunakan IBM SPSS Statistics, meliputi pengujian kualitas instrumen, statistik deskriptif per item, mean per dimensi, mean agregat PIECES, dan mean Overall User Satisfaction. Pembagian mean menjadi lima kategori mengadaptasi pendekatan interpretasi kepuasan pada penelitian PIECES oleh Pangentasan dan Maria (2023). Lebar interval dihitung dengan rumus $(\text{skor maksimum} - \text{skor minimum}) / \text{jumlah kategori} = (5 - 1) / 5 = 0,80$. Adapun rinciannya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Rentang Interval

Rentang Nilai	Kategori Kualitas PIECES	Kategori Kepuasan Pengguna
1,00 – 1,80	Sangat Kurang	Sangat Tidak Puas
1,81 – 2,60	Kurang	Tidak Puas
2,61 – 3,40	Cukup	Ragu - Ragu
3,41 – 4,20	Baik	Puas
4,21 – 5,00	Sangat Baik	Sangat Puas

Sumber: Adaptasi pendekatan kategorisasi Pangentasan dan Maria (2023)

Uji validitas dilakukan pada masing-masing item menggunakan Pearson Product Moment dengan r-tabel 0,248. Uji reliabilitas dilakukan secara terpisah pada setiap dimensi PIECES dan konstruk Overall User Satisfaction menggunakan Cronbach's Alpha. Nilai alpha keseluruhan instrumen, apabila dilaporkan, hanya diposisikan sebagai informasi tambahan mengenai konsistensi rangkaian instrumen secara umum dan bukan sebagai dasar untuk menyatakan seluruh subskala reliabel.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Penelitian

Sebanyak 63 pengguna internal BTOS menjadi responden penelitian. Responden berasal dari fungsi operasional yang menggunakan BTOS secara langsung, antara lain tally, planner, gate, billing, document service, dan supervisor operasional. Distribusi rinci per fungsi tidak digunakan sebagai dasar inferensi statistik karena penelitian bersifat sensus dan berfokus pada evaluasi deskriptif sistem secara keseluruhan. Adapun hasil uji validitas berdasarkan output SPSS sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Validitas

Uraian	Item	R-Value	R-Table	Kesimpulan
<i>Performance (Kinerja Sistem)</i>	1.	0.714	0.248	Valid
	2.	0.752	0.248	Valid
	3.	0.761	0.248	Valid
<i>Information (Informasi & Data)</i>	4.	0.639	0.248	Valid
	5.	0.634	0.248	Valid
	6.	0.790	0.248	Valid
<i>Economy (Ekonomi)</i>	7.	0.844	0.248	Valid
	8.	0.704	0.248	Valid
	9.	0.825	0.248	Valid
<i>Control (Keamanan & Kendali)</i>	10.	0.686	0.248	Valid
	11.	0.625	0.248	Valid
	12.	0.789	0.248	Valid
<i>Efficiency (Efisiensi Penggunaan)</i>	13.	0.802	0.248	Valid
	14.	0.690	0.248	Valid
	15.	0.779	0.248	Valid
<i>Service (Kualitas Layanan Sistem)</i>	16.	0.701	0.248	Valid
	17.	0.800	0.248	Valid
	18.	0.803	0.248	Valid
<i>Kepuasan Pengguna</i>	19.	0.822	0.248	Valid
	20.	0.787	0.248	Valid
	21.	0.830	0.248	Valid

Sumber: Hasil olah data peneliti (2026)

Tabel diatas menunjukkan nilai r-hitung item berada pada rentang 0,625-0,844 dan seluruhnya lebih besar daripada r-tabel 0,248. Adapun hasil pengujian reliabilitas pada setiap dimensi PIECES dan Overall User Satisfaction sebagai berikut.

Tabel 4. Hasil Uji Reliabilitas

Uraian	Cronbach's Alpha
Performance	0,594
Information	0,436
Economy	0,704
Control	0,473
Efficiency	0,628
Service	0,649
Overall User Satisfaction	0,744

Sumber: Hasil olah data peneliti (2026)

Uji reliabilitas per dimensi menunjukkan variasi konsistensi internal sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Nilai Cronbach's Alpha pada Information (0,436) dan Control (0,473) relatif rendah, sehingga interpretasi mean komposit kedua dimensi dilakukan secara hati-hati dengan

mempertimbangkan pola setiap indikator dan data operasional pendukung. Nilai alpha total 0,899 hanya digunakan sebagai informasi tambahan mengenai konsistensi battery instrumen secara keseluruhan. Kemudian hasil analisis statistik deskriptif pada setiap dimensi PIECES sebagai berikut.

Tabel 5. Statistik Deskriptif Item PIECES

Dimensi	Item Indikator	Mean	Interpretasi
Performance	P1 Kecepatan sistem	3,65	Baik
Performance	P2 Stabilitas sistem	2,92	Cukup
Performance	P3 Minim gangguan	2,51	Kurang
Information	I1 Akurasi informasi	3,05	Cukup
Information	I2 Kejelasan informasi	3,02	Cukup
Information	I3 Ketepatan waktu	2,87	Cukup
Economy	E1 Penghematan waktu kerja	3,57	Baik
Economy	E2 Pengurangan proses manual	3,70	Baik
Economy	E3 Manfaat operasional	3,51	Baik
Control	C1 Hak akses sesuai peran	3,65	Baik
Control	C2 Keamanan data	4,00	Baik
Control	C3 Keamanan sistem	4,02	Baik
Efficiency	EF1 Kemudahan mempelajari	3,13	Cukup
Efficiency	EF2 Kemudahan penggunaan	3,57	Baik
Efficiency	EF3 Kelancaran pengoperasian	3,19	Cukup
Service	S1 Kesesuaian fitur	3,70	Baik
Service	S2 Tampilan/menu	3,33	Cukup
Service	S3 Dukungan sistem	3,21	Cukup

Sumber: Hasil olah data peneliti (2026)

Tabel 5 menunjukkan bahwa penilaian pengguna paling positif terdapat pada aspek keamanan sistem (mean 4,02) dan keamanan data (4,00). Sebaliknya, indikator minim gangguan memperoleh mean 2,51 dan menjadi item terendah dari seluruh instrumen. Temuan ini penting karena menunjukkan bahwa problem paling nyata yang dirasakan pengguna berada pada stabilitas dan gangguan sistem, meskipun kecepatan sistem pada kondisi normal masih dinilai relatif baik.

Tabel 6. Statistik Deskriptif Item Kepuasan Pengguna

Indikator User Satisfaction	Mean	Interpretasi
US1 Kepuasan umum	3,68	Puas
US2 Kesesuaian dengan harapan	3,83	Puas
US3 Kemudahan penggunaan keseluruhan	3,59	Puas

Sumber: Hasil olah data peneliti (2026)

Tabel 6 menunjukkan bahwa seluruh indikator kepuasan pengguna berada pada kategori Puas. Mean setiap dimensi PIECES, mean agregat PIECES, dan kepuasan pengguna secara keseluruhan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Mean Dimensi PIECES dan Kepuasan Pengguna

Uraian	Mean	Std. Deviasi	Interpretasi
Performance	3,03	0,686	Cukup
Information	2,97	0,661	Cukup
Economy	3,59	0,768	Baik
Control	3,88	0,577	Baik
Efficiency	3,29	0,758	Cukup
Service	3,41	0,710	Baik
Agregat PIECES	3,36	0,531	Cukup
Kepuasan Pengguna	3,69	0,745	Puas

Sumber: Hasil olah data peneliti (2026)

Secara dimensi, Control memperoleh skor tertinggi sebesar 3,88, diikuti Economy 3,59 dan Service 3,41; ketiganya berada pada kategori Baik. Information memperoleh skor terendah sebesar 2,97, diikuti Performance 3,03 dan Efficiency 3,29; ketiganya berada pada kategori Cukup. Mean agregat enam dimensi PIECES sebesar 3,36 berada pada kategori Cukup, sedangkan Overall User Satisfaction memperoleh mean 3,69 dan berada pada kategori Puas. Kedua hasil tersebut tidak bertentangan karena mengukur konstruk yang berbeda, PIECES mengevaluasi atribut kualitas sistem, sedangkan Overall User Satisfaction menggambarkan evaluasi menyeluruh pengguna terhadap pengalaman penggunaan BTOS.

4.2 Evaluasi BTOS berdasarkan PIECES

4.2.1 Evaluasi Dimensi Performance

Dimensi performance memperoleh mean 3,03 (Cukup), dengan Kecepatan Sistem 3,65 (Baik), Stabilitas Sistem 2,92 (Cukup), dan Minim Gangguan 2,51 (Kurang). Kelemahan terutama berkaitan dengan kontinuitas penggunaan, selaras dengan catatan freeze, downtime, dan keterlambatan gate. Tambunan et al. (2021) juga menyoroti error pada Maxim, tetapi melaporkan Performance lebih tinggi, yaitu 3,40. Muflihanto dan Hartomo (2024) memperoleh skor 4,14 (Puas) pada STARS UKSW. Ketiganya menekankan respons dan keandalan sistem, dengan tingkat penilaian berbeda. Kebutuhan operasional terminal yang berkelanjutan mungkin membuat gangguan BTOS lebih terasa, meskipun penjelasan ini belum diuji. Sejalan dengan Triska et al. (2024), kematangan terminal pintar ditentukan oleh dukungan teknologi terhadap proses

operasional. Karena akar penyebab teknis belum diketahui, diperlukan evaluasi kapasitas, jaringan, server, basis data, dan penanganan insiden.

4.2.2 Evaluasi Dimensi Information

Dimensi information memperoleh mean terendah sebesar 2,97 (Cukup), dengan Akurasi Informasi 3,05, Kejelasan Informasi 3,02, dan Ketepatan Waktu Informasi 2,87. Data mismatch status atau posisi kontainer mendukung konteks penilaian tersebut. Hasil ini berbeda dari penilaian positif Information and Data pada website pemerintah dalam Malioy et al. (2024). Keduanya menekankan pentingnya informasi, tetapi BTOS membutuhkan pembaruan sesuai pergerakan kontainer dan aktivitas gate. Perbedaan kebutuhan pembaruan serta konsekuensi keterlambatan mungkin menjelaskan variasi hasil, tanpa membuktikan penyebabnya. Ali Mubder Mubder dan Fredriksson (2025) juga menekankan kualitas informasi dan koordinasi pada platform digital pelabuhan, sehingga evaluasi sinkronisasi, validasi input, dan integrasi antarfungsi BTOS diperlukan. Karena Cronbach's Alpha Information sebesar 0,436, interpretasi prioritas perlu mempertimbangkan setiap indikator dan data operasional.

4.2.3 Evaluasi Dimensi Economy

Dimensi economy memperoleh mean 3,59 (Baik), dengan Penghematan Waktu Kerja 3,57, Pengurangan Proses Manual 3,70, dan Manfaat Operasional 3,51. Hasil ini searah dengan Pangentasan dan Maria (2023), yang memperoleh kategori Sangat Puas pada Economics F-Learn. Keduanya menunjukkan manfaat sistem, tetapi berbeda dalam tingkat penilaian dan konteks penggunaan: pembelajaran daring pada F-Learn serta operasional terminal pada BTOS. Perbedaan tugas, indikator, dan pengalaman pengguna membatasi kesetaraan perbandingan skor. Brunila et al. (2021) juga membahas manfaat digitalisasi pelabuhan beserta hambatan implementasinya. Manfaat BTOS perlu dipertahankan agar gangguan tidak menimbulkan pencatatan ganda. Economy merepresentasikan persepsi manfaat operasional, bukan pengukuran biaya atau produktivitas objektif, sedangkan Efficiency menilai kemudahan dan kelancaran penggunaan.

4.2.4 Evaluasi Dimensi Control

Dimensi control memperoleh mean tertinggi sebesar 3,88 (Baik), dengan Hak Akses Sesuai Peran 3,65, Keamanan Data 4,00, dan Keamanan Sistem 4,02. Hasil ini searah dengan Tambunan et al. (2021), yang menemukan Control sebagai dimensi tertinggi pada Maxim sebesar 3,72. Keduanya menunjukkan persepsi positif terhadap pengendalian, meskipun BTOS melibatkan akses fungsi operasional terminal, sedangkan Maxim melayani pengemudi. Perbedaan peran, data,

dan ekspektasi pengguna mungkin menjelaskan selisih penilaian, tetapi belum diuji. Control menjadi kekuatan relatif BTOS yang perlu dipertahankan. Namun, Cronbach's Alpha sebesar 0,473 mengharuskan interpretasi komposit mempertimbangkan setiap indikator. Persepsi positif ini tidak menggantikan audit keamanan maupun membuktikan sistem bebas risiko.

4.2.5 Evaluasi Dimensi Efficiency

Dimensi efficiency memperoleh mean 3,29 (Cukup), dengan Kemudahan Penggunaan 3,57 (Baik), Kemudahan Mempelajari Sistem 3,13, dan Kelancaran Pengoperasian 3,19 (Cukup). Hasil ini lebih rendah daripada Efficiency STARS UKSW sebesar 4,02 (Puas) dalam Muflihanto dan Hartomo (2024). Keduanya menelaah kemudahan penyelesaian aktivitas, tetapi penilaian pengguna BTOS belum sekuat sistem akademik tersebut. Kompleksitas alur antarmodul dan kebutuhan adaptasi mungkin menjelaskan perbedaan, meskipun belum diuji. Skor penggunaan rutin yang lebih tinggi daripada kemudahan mempelajari sistem mendukung perlunya onboarding, panduan berbasis peran, pelatihan ulang, dan evaluasi langkah kerja. Efficiency tetap diartikan sebagai pengalaman penggunaan, sedangkan Economy sebagai manfaat operasional yang dirasakan.

4.2.6 Evaluasi Dimensi Service

Dimensi service memperoleh mean 3,41 (Baik), tepat pada batas bawah kategori, dengan Kesesuaian Fitur 3,70 (Baik), Tampilan/Menu 3,33, dan Dukungan Sistem 3,21 (Cukup). Malioy et al. (2024) juga menemukan penilaian positif pada Service, tetapi tetap merekomendasikan pengembangan pengalaman pengguna. Pada BTOS, kebutuhan perbaikan terutama terlihat pada tampilan dan dukungan. Sementara itu, Muflihanto dan Hartomo (2024) melaporkan Service STARS UKSW sebesar 4,16 (Puas). Kebutuhan bantuan dalam operasional terminal yang berkelanjutan mungkin menjelaskan perbedaan penilaian, tetapi belum diuji. Evaluasi perlu mencakup navigasi, keterbacaan antarmuka, dokumentasi, prosedur pelaporan kendala, dan respons bantuan teknis.

4.3. Kepuasan Pengguna secara Keseluruhan

Overall User Satisfaction memperoleh mean 3,69 (Puas), dengan Kepuasan Umum 3,68, Kesesuaian dengan Harapan 3,83, dan Kemudahan Penggunaan secara Keseluruhan 3,59. Penilaian positif ini searah dengan Pangentasan dan Maria (2023) pada F-Learn. Namun, penelitian tersebut merangkum kepuasan melalui PIECES, sedangkan BTOS menggunakan tiga item pelengkap terpisah, sehingga skor tidak dapat dibandingkan langsung. Pada BTOS, kepuasan

3,69 dan agregat PIECES 3,36 merepresentasikan evaluasi holistik dan atribut kualitas yang berbeda. Pengguna mungkin tetap merasakan manfaat meskipun menemukan kelemahan sistem, tetapi mekanisme ini belum diuji. Kepuasan tersebut tidak meniadakan prioritas perbaikan Information, Performance, dan Efficiency maupun membuktikan pengaruh kausal dimensi tertentu.

4.4. Identifikasi Prioritas Perbaikan

Berdasarkan mean dimensi, Information (2,97) menjadi prioritas pertama, diikuti Performance (3,03) dan Efficiency (3,29), yang seluruhnya berkategori Cukup. Peringkat ini menggambarkan posisi relatif persepsi pengguna pada tingkat dimensi, bukan tingkat keparahan operasional. Rincian prioritas perbaikan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8. Rekomendasi Prioritas Perbaikan Dimensi PIECES

Prioritas	Dimensi	Mean	Kategori	Dasar Identifikasi
1	Information	2,97	Cukup	Dimensi ini memiliki nilai mean terendah serta aspek akurasi, kejelasan, dan ketepatan waktu informasi masih memerlukan perhatian.
2	Performance	3,03	Cukup	Dimensi ini memiliki nilai mean terendah kedua serta permasalahan terkait stabilitas sistem dan minim gangguan.
3	Efficiency	3,29	Cukup	Dimensi ini memiliki nilai mean terendah ketiga yang terkait dengan kemudahan mempelajari dan kelancaran pengoperasian masih perlu ditingkatkan.

Sumber: Analisis peneliti (2026)

Pada tingkat indikator, Indikator Minim Gangguan pada dimensi Performance memperoleh nilai terendah sebesar 2,51 dan menjadi indikator kritis pertama. Selanjutnya, Ketepatan Waktu Informasi pada dimensi Information memperoleh *mean* 2,87 sebagai indikator kritis kedua, sedangkan Stabilitas Sistem pada dimensi Performance memperoleh *mean* 2,92 sebagai indikator kritis ketiga. Adapun identifikasi prioritas perbaikan indikator penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 9. Rekomendasi Prioritas Perbaikan Indikator Kritis PIECES

Prioritas	Indikator Kritis	Mean	Kategori	Dasar Identifikasi
1	Minim Gangguan	2,51	Kurang	Indikator dengan mean terendah yang menunjukkan bahwa pengguna masih merasakan gangguan sistem.

Prioritas	Indikator Kritis	Mean	Kategori	Dasar Identifikasi
2	Ketepatan Waktu Informasi	2,87	Cukup	Indikator dengan nilai mean terendah kedua yang menunjukkan informasi belum selalu tersedia tepat waktu sesuai kebutuhan operasional.
3	Stabilitas Sistem	2,92	Cukup	Indikator dengan nilai mean terendah ketiga yang menunjukkan kestabilan sistem masih memerlukan perhatian.

Sumber: Analisis peneliti (2026)

4.5. Rekomendasi Perbaikan BTOS

Berdasarkan hasil evaluasi, rekomendasi perbaikan BTOS diarahkan pada empat kelompok tindakan: (1) memperkuat pembaruan, sinkronisasi, validasi, dan checkpoint data pada Information; (2) mengevaluasi kapasitas sistem, jaringan, server, basis data, integrasi, incident log, dan mekanisme eskalasi pada Performance; (3) memperkuat onboarding, panduan berbasis peran, refresh training, dokumentasi, dan dukungan pengguna pada Efficiency dan Service; serta (4) mempertahankan aspek Control dan manfaat operasional Economy melalui evaluasi berkala. Karena penelitian berbasis persepsi dan tidak melakukan audit teknis, rekomendasi teknis merupakan arah evaluasi lanjutan, bukan penetapan akar penyebab yang telah terbukti.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Evaluasi kualitas BTOS berdasarkan PIECES menghasilkan mean agregat 3,36 dengan kategori Cukup. Dimensi Control (3,88), Economy (3,59), dan Service (3,41) berada pada kategori Baik, sedangkan Efficiency (3,29), Performance (3,03), dan Information (2,97) berada pada kategori Cukup. Overall User Satisfaction memperoleh mean 3,69 dan termasuk kategori Puas sebagai indikator deskriptif pelengkap.
- Berdasarkan mean dimensi, Information menjadi prioritas pertama, diikuti Performance dan Efficiency. Pada tingkat indikator, Minim Gangguan memperoleh skor terendah 2,51, diikuti Ketepatan Waktu Informasi 2,87 dan Stabilitas Sistem 2,92. Ranking dimensi dan ranking indikator dibaca secara terpisah. Karena konsistensi internal Information relatif rendah, interpretasi prioritasnya juga mempertimbangkan hasil tiap indikator dan data operasional pendukung.

- c. Berdasarkan temuan tersebut, peningkatan BTOS diarahkan pada kualitas dan sinkronisasi informasi, stabilitas sistem dan incident handling, serta kemudahan penggunaan dan dukungan pengguna. Aspek Control dan manfaat operasional pada Economy perlu dipertahankan melalui evaluasi berkala, dengan tetap memperhatikan bahwa penelitian ini tidak melakukan audit teknis untuk menetapkan akar penyebab gangguan.

5.2 Implikasi Penelitian

Hasil penelitian mengarahkan pengembangan BTOS terutama pada kualitas data dan stabilitas sistem melalui monitoring insiden, perbaikan sinkronisasi status kontainer, root-cause review freeze/downtime, standar eskalasi internal IT-vendor, dan panduan penggunaan berbasis peran. PIECES dapat digunakan sebagai framework deskriptif untuk mengevaluasi kualitas BTOS, tetapi keandalan setiap dimensi tetap perlu diperhatikan apabila hasil kuesioner digunakan sebagai dasar keputusan.

5.3 Keterbatasan Penelitian

- a. Penelitian terbatas pada BTOS di Terminal Peti Kemas Batu Ampar dan pengguna internal, sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan ke terminal lain maupun mewakili persepsi pihak eksternal, seperti perusahaan pelayaran, agen, dan pengemudi.
- b. Komposisi responden didominasi bagian *Tally* dibandingkan *Billing* dan *Supervisor* Operasional, sehingga hasil agregat berpotensi lebih mencerminkan pengalaman divisi dominan.
- c. Evaluasi berbasis persepsi pengguna melalui kuesioner, tanpa audit teknis terhadap server, jaringan, basis data, keamanan *source code*, dan arsitektur sistem.
- d. Penelitian bersifat kuantitatif deskriptif dan *cross-sectional*, menggunakan PIECES tanpa model penerimaan teknologi seperti TAM, tidak menguji hubungan kausal dengan kepuasan pengguna, serta belum melakukan triangulasi mendalam dengan log sistem.

5.4 Saran

- a. Perusahaan disarankan memprioritaskan Information, Performance, dan Efficiency melalui evaluasi *checkpoint* data, sinkronisasi status kontainer, serta pemantauan stabilitas dan pengalaman pengguna setelah pembaruan sistem.

- b. Tim IT disarankan menyusun incident log berdasarkan waktu, modul, dan durasi, dilengkapi SOP eskalasi pengguna, notifikasi gangguan, *knowledge base*, dan pelatihan berkala untuk mendukung analisis penyebab serta penanganan insiden.
- c. Pengguna perlu melakukan input dan verifikasi sesuai prosedur serta mendokumentasikan waktu, modul, dan bukti kendala sebagai dasar tindak lanjut teknis.
- d. Dashboard pemantauan operasional dapat memuat waktu sinkronisasi, frekuensi *freeze* pada jam sibuk, modul dengan tingkat kesalahan tertinggi, waktu respons dan penyelesaian insiden, serta jumlah ketidaksesuaian data historis.
- e. Penelitian selanjutnya disarankan memperkuat instrumen, menerapkan *mixed methods* atau kombinasi model, serta memperluas sampel dan kelompok pengguna agar evaluasi lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N. (2021). PIECES Framework untuk menganalisa sistem informasi administrasi rukun tetangga. *Journal of Information System, Applied, Management, Accounting and Research*, 5(2), 321. <https://doi.org/10.52362/jisamar.v5i2.431>
- Ali Mubder Mubder, A. A., & Fredriksson, A. (2025). Mechanisms supporting the continuance use of Port Community Systems: A Swedish case-study. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 34. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101715>
- Barella, Y., Fergina, A., Mustami, M. K., Rahman, U., & Alajaili, H. M. A. (2024). Quantitative methods in scientific research. *Jurnal Pendidikan Sosiologi dan Humaniora*, 15(1), 281. <https://doi.org/10.26418/j-psh.v15i1.71528>
- Brunila, O. P., Kunnaala-Hyrkki, V., & Inkinen, T. (2021). Hindrances in port digitalization? Identifying problems in adoption and implementation. *European Transport Research Review*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s12544-021-00523-0>
- Chen, M.-F. (2026). User satisfaction and continued usage intention of near-expired food apps of convenience store chains. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 54(1), 93-108. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-06-2024-0306>
- Fatoni, A., Adi, K., & Widodo, A. P. (2020). PIECES Framework and Importance Performance Analysis Method to evaluate the implementation of information systems. *E3S Web of Conferences*, 202, 15007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202020215007>

- González-Cancelas, N., Vaca-Cabrero, J., & Camarero-Orive, A. (2025). Multi-Agent System for Smart Roll-on/Roll-off Terminal Management: Orchestration and Communication Strategies for AI-Driven Optimization. *Applied Sciences*, 15(11), 6079. <https://doi.org/10.3390/app15116079>
- Gurendrawati, E., Sasmi, A. A., Ulupui, I. G. K. A., Murdayanti, Y., Anwar, C., & Wahyuningsih, I. T. (2022). The DeLone and McLean model on user satisfaction of academic service systems. *Jurnal Pendidikan Ekonomi dan Bisnis*, 10(1), 87-99. <https://doi.org/10.21009/JPEB.010.1.8>
- Huda, M., & Yulianto. (2024). Evaluasi penerapan Sistem Informasi Data Pemilih (SIDALIH) menggunakan PIECES Framework. *Jurnal Ilmu Komputer dan Agri-Informatika*, 11(2), 156-171.
- Lalujan, V. V., & Rahardja, Y. (2023). Analisis tingkat kepuasan pengguna layanan E-Wallet DANA menggunakan metode PIECES. *Journal of Information Technology Ampera*, 4(3), 207-221.
- Liu, Y., & Wang, T. (2022). Quality factors and performance outcome of cloud-based marketing system. *Kybernetes*, 51(1). <https://doi.org/10.1108/K-11-2020-0778>
- Maliyoy, R. J., Sedyono, E., & Maria, E. (2024). Evaluasi kepuasan pengguna website menggunakan Framework PIECES: Studi pada Pemerintah Kabupaten Maluku Barat Daya. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 14(2), 171-180. <https://doi.org/10.21456/vol14iss2pp171-180>
- Muflihanto, E. J., & Hartomo, K. D. (2024). Implementation of the PIECES Framework as an evaluation of student satisfaction levels with the use of STARS UKSW. *Journal of Information Systems and Informatics*, 6(2), 797-809. <https://doi.org/10.51519/journalisi.v6i2.726>
- Nafiisa, B. L., Jaswadi, J., & Djajanto, L. (2024). PIECES Framework for information system needs analysis using website-based Appsheet. *East Asian Journal of Multidisciplinary Research*, 3(7), 2407-2418. <https://doi.org/10.55927/eajmr.v3i7.9563>
- Nasution, D., Suryani, W., & Siregar, M. Y. (2026). Analysis of the implementation of TOS upgrade and the use of VMT on operational performance with the accuracy of container data as an intervening variable at Terminal B of PT Belawan New Container Terminal. *Journal of Applied Business Administration*, 10(1), 161. <https://doi.org/10.30871/jaba.11774>

- Nur Fauzi, A. M., Triayudi, A., & Sholihati, I. D. (2022). Mengukur tingkat kepuasan pengguna aplikasi kearsipan menggunakan System Usability Scale dan PIECES Framework. *JIPI*, 7(1), 231-239. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i1.2452>
- Pangentasan, E. B., & Maria, E. (2023). Penerapan PIECES Framework dalam analisis kepuasan pengguna F-Learn UKSW saat pandemi Covid-19. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 13(1), 60-69. <https://doi.org/10.21456/vol13iss1pp60-69>
- Pratama, K., & Nuryana, I. K. (2023). Implementasi PIECES Framework terhadap kepuasan pengguna aplikasi investasi reksa dana Bibit. *JEISBI*, 4(1), 82-90.
- Purba, A., & Sihotang, J. I. (2023). Analisa pengukuran tingkat kepuasan pengguna aplikasi Daytrans dengan kerangka kerja PIECES Framework. *Jurnal Komtika*, 7(2), 187-198. <https://doi.org/10.31603/komtika.v7i2.10432>
- Tambunan, R. R. F., Sihotang, J. I., & Mambu, J. Y. (2021). Analisa tingkat kepuasan kerja driver Maxim terhadap sistem layanan Maxim dengan PIECES Framework. *CogITo Smart Journal*, 7(2), 339-348. <https://doi.org/10.31154/cogito.v7i2.330.339-348>
- Triska, Y., Frazzon, E. M., Silva, V. M. D., & Heilig, L. (2024). Smart port terminals: conceptual framework, maturity modeling and research agenda. *Maritime Policy and Management*, 51(2). <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2116752>
- Wijaya, I. S., Yanti, E., Mulyadi, Novianti, E., Sadikin, A., & Sandra, D. (2024). Penerapan metode PIECES Framework pada tingkat kepuasan Sistem Informasi Layanan Aplikasi MyTelkomsel bagi pengguna di Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, 18(2), 267-277. <https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2024.18.2.1585>
- Whitten, J. L., & Bentley, L. D. (2007). *Systems analysis and design methods* (7th ed.). McGraw-Hill/Irwin.
- Wulansari, A., Kartika, D. S. Y., Najaf, A. R. E., Suryanto, T. L. M., & Faroqi, A. (2024). Analisis kesuksesan layanan digital perguruan tinggi menggunakan Model DeLone & McLean untuk meningkatkan kepuasan pengguna. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 14(2), 153-161. <https://doi.org/10.21456/vol14iss2pp153-161>
- Yuliani, Y., & Ali, H. (2024). Analisis dampak information system, kepuasan pengguna, dan inovasi produk terhadap kinerja bisnis. *Dinasti Information and Technology*, 1(3), 128-137. <https://doi.org/10.38035/dit.v1i3.1277>

LAMPIRAN

https://drive.google.com/drive/folders/11h6ZPcslLmDN7n044njhTeTrBSh3QCE3?usp=drive_link