Journal of Collaborative Industrial Management Vol. (2) No. (2), October 2026
Received: 2026-10-06 Revised: 2026-10-31 Accepted: 2026-10-31
e-ISSN 3109-371X

Analisis Kinerja Pemanfaatan Kapasitas Depo Kontainer Berdasarkan *Yard Occupancy Ratio*, *Turnover Rate*, dan *Average Storage Time* pada Depo PT MTKI

Septio Pratama Putra[a*], Dian Mulyaningtyas[a]

[a] Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia. septio.4132201129@student.polibatam.ac.id; dian@polibatam.ac.id

ABSTRACT

PT Masaji Tatanan Kontainer Indonesia (MTKI), an off-dock container depot under the Samudera Indonesia Group in Batam, faces mounting yard capacity pressure amid Batam's container throughput growth, which reached 797,087 TEUs in 2025. This study analyzes the yard capacity utilization performance of the MTKI depot for January–May 2026, with the December 2025 stock used as the opening balance, using three integrated indicators: Yard Occupancy Ratio (YOR), Turnover Rate (TR), and Average Storage Time (AST). A descriptive quantitative approach used secondary operational data (gate-in, gate-out, end-of-month stock) supported by interview data from operational staff. The average end-of-month YOR for the research period reached 107.1% of the depot's design capacity of 600 TEUs, rising from 72.7–74.2% in January–February 2026 to the overutilization zone (>85%) and beyond design capacity (>100%) in March–May 2026; the average monthly TR was 0.289, indicating low container rotation; and the AST of the 616 containers released was 30.9 days, far above the 3–5 day port container yard benchmark. Under the literature benchmark, 96.1% of released containers were classified as inefficient, compared with 40.3% under an operational standard adjusted to the depot's export-driven empty container characteristics (0–14/15–28/>29 days). Because AST was calculated only for released containers, it underestimates the actual dwell time: a stock–flow check with Little's Law implies an average time in the depot of about 3.7 months. The three indicators move in a consistent pattern, in line with previous findings that storage time drives yard space requirements. The findings also show that, as a captive depot of a shipping group, MTKI cannot refuse empty containers returned by its own network, so capacity control depends on coordination with the principal. This study contributes to the limited literature on off-dock empty container depots and provides a basis for MTKI's capacity coordination, free-time, and container release policies.

Keywords:

average storage time; container depot; turnover rate; yard capacity; yard occupancy ratio

ABSTRAK

Depo kontainer off-dock PT Masaji Tatanan Kontainer Indonesia (MTKI), anak perusahaan Samudera Indonesia Group di Batam, menghadapi tekanan pemanfaatan kapasitas lapangan seiring pertumbuhan arus peti kemas Batam yang mencapai 797.087 TEUs pada 2025. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja pemanfaatan kapasitas lapangan depo MTKI periode Januari–Mei 2026, dengan stok akhir Desember 2025 sebagai stok awal, menggunakan tiga indikator terintegrasi: Yard Occupancy Ratio (YOR), Turnover Rate (TR), dan Average Storage Time (AST). Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif dengan data sekunder operasional (gate-in, gate-out, stok akhir bulan) serta data wawancara staf operasional. Hasil menunjukkan YOR akhir bulan rata-rata sebesar 107,1% dari kapasitas desain 600 TEUs, meningkat dari 72,7–74,2% pada Januari–Februari 2026 menuju zona overutilization (>85%) dan melampaui kapasitas desain (>100%) pada Maret–Mei

To cite this article: Putra, S. P., Mulyaningtyas, D. (2026). Analisis kinerja pemanfaatan kapasitas depo kontainer berdasarkan yard occupancy ratio, turnover rate, dan average storage time pada depo PT MTKI. *Journal of Collaborative Industrial Management, vol*(2).

* Corresponding author: Septio Pratama Putra, Septio.4132201129@student.polibatam.ac.id

2026; TR bulanan rata-rata 0,289, menandakan rotasi kontainer rendah; dan AST dari 616 kontainer yang keluar sebesar 30,9 hari, jauh di atas benchmark Container Yard pelabuhan 3–5 hari. Dengan benchmark literatur, 96,1% kontainer yang keluar tergolong tidak efisien, sedangkan dengan standar operasional depo yang disesuaikan dengan karakteristik kontainer kosong berbasis ekspor (0–14/15–28/>29 hari), proporsinya 40,3%. Karena AST hanya dihitung dari kontainer yang sudah keluar, nilainya lebih rendah dari waktu tinggal sebenarnya: uji konsistensi stok–arus dengan Little's Law menunjukkan waktu tinggal rata-rata sekitar 3,7 bulan. Ketiga indikator menunjukkan pola pergerakan yang konsisten, sejalan dengan temuan terdahulu bahwa durasi simpan menentukan kebutuhan ruang lapangan. Temuan juga menunjukkan bahwa sebagai depo captive grup pelayaran, MTKI tidak dapat menolak kontainer kosong dari jaringannya sendiri, sehingga pengendalian kapasitas bergantung pada koordinasi dengan principal. Penelitian ini berkontribusi pada literatur manajemen depo kontainer kosong off-dock yang masih terbatas, serta memberikan dasar kebijakan koordinasi kapasitas, free time, dan prioritas pengeluaran kontainer bagi manajemen MTKI.

Kata kunci:

average storage time; depo kontainer; kapasitas lapangan; *turnover rate*; *yard occupancy ratio*

Pendahuluan

Pertumbuhan perdagangan internasional mendorong peningkatan signifikan arus peti kemas di seluruh pelabuhan Indonesia. Depo kontainer off-dock memegang peran krusial sebagai fasilitas penyimpanan, penumpukan, perawatan, dan distribusi kontainer kosong yang menopang kelancaran ekspor. Penilaian kinerja fasilitas kontainer memerlukan indikator yang menangkap ketersediaan, waktu operasi, dan throughput secara bersamaan, karena indikator statis dapat menghasilkan penilaian yang keliru ketika arus kontainer berfluktuasi [1]; kajian efisiensi terminal di Tiongkok dan Korea juga menunjukkan bahwa ketidakefisienan skala menjadi penyebab utama rendahnya kinerja [2]. Pada sisi lapangan penumpukan, Wang dkk. [3] menunjukkan bahwa alokasi ruang yard perlu disesuaikan secara dinamis dengan fluktuasi jadwal kapal agar distribusi kontainer antarblok tetap seimbang, sedangkan Zhou dkk. [4] menemukan bahwa perencanaan ruang yang mengabaikan aktivitas reshuffling akan menaksir kapasitas yard terlalu tinggi. Sebagian besar kajian tersebut dilakukan pada terminal pelabuhan yang terikat jadwal sandar kapal. Konsep yang dapat ditransfer ke depo kontainer kosong adalah hubungan antara durasi simpan, tinggi tumpukan, dan kebutuhan ruang, serta dampak reshuffling terhadap kapasitas efektif; sebaliknya, standar waktu simpan dan pola kedatangan terminal tidak dapat diterapkan langsung karena arus depo ditentukan oleh pengembalian kontainer kosong dan permintaan eksportir.

Kota Batam sebagai kawasan perdagangan bebas memiliki peran strategis dalam arus logistik nasional. Berdasarkan data Badan Usaha Pelabuhan BP Batam [5], arus peti kemas mencapai 673.343 TEUs pada 2024 dan meningkat menjadi 797.087 TEUs pada 2025, naik sekitar 18% year-on-year, didorong oleh pembukaan jalur pelayaran langsung Batam–China sejak Maret 2024. Peningkatan throughput menuntut pengelolaan ruang yard yang lebih cermat, sehingga Xuan dkk. [6] mengembangkan algoritma reservasi ruang yard yang dinamis untuk mengantisipasi kebutuhan ruang tersebut. Namun, pertumbuhan arus peti kemas pelabuhan, yang mencakup kontainer isi dan kosong, tidak otomatis berarti kenaikan stok kontainer kosong di depo, sehingga kondisi depo perlu dianalisis dengan data operasionalnya sendiri.

PT Masaji Tatanan Kontainer Indonesia (MTKI), anak perusahaan Samudera Indonesia Group, memiliki kapasitas desain depo 600 TEUs. Data operasional Desember 2025–Mei 2026 menunjukkan kecenderungan peningkatan jumlah kontainer tersimpan di depo hingga melampaui kapasitas desain tersebut. Sebagai depo milik grup pelayaran, MTKI juga tidak dapat menolak kontainer kosong yang

dikembalikan oleh jaringan perusahaannya sendiri, sehingga arus masuk kontainer berada di luar kendali langsung pengelola depo. Kondisi inilah yang menjadi fenomena pemicu penelitian ini.

Secara akademis, penelitian mengenai kinerja depo kontainer *off-dock* masih relatif terbatas dibandingkan kajian terminal pelabuhan. Sebagian besar penelitian terdahulu menggunakan indikator tunggal (hanya YOR atau hanya *dwell time*) [7], [8], [9], padahal studi pada depo kontainer *off-dock* di sekitar Pelabuhan Tema, Ghana, menunjukkan bahwa kebutuhan ruang lapangan berbanding lurus dengan rata-rata *dwell time*: *dwell time* yang lebih pendek membebaskan ruang bagi kontainer yang masuk, sedangkan *dwell time* yang lebih panjang memaksa depo mencari ruang tambahan atau menolak kontainer [10]. Dengan demikian, *Yard Occupancy Ratio* (YOR), *Turnover Rate* (TR), dan *Average Storage Time* (AST) secara konseptual saling berkaitan: AST yang memanjang menaikkan YOR dan menahan laju perputaran kontainer. Hubungan antara dwell time, tinggi tumpukan, dan okupansi memang sudah dikenal dalam perencanaan kapasitas terminal, dan sebagian studi telah mengaitkan YOR dengan skenario dwelling time [7]. Yang masih jarang diteliti adalah depo kontainer kosong milik grup pelayaran (captive depot) yang tidak dapat menolak kontainer dari jaringannya sendiri, sehingga tekanan kapasitas harus dikelola melalui rotasi dan koordinasi, bukan melalui pembatasan arus masuk. Penelitian dengan pendekatan terintegrasi ketiga indikator berbasis data operasional riil pada depo jenis ini masih jarang ditemukan.

Berdasarkan uraian tersebut, permasalahan penelitian ini adalah bagaimana tingkat pemanfaatan kapasitas lapangan depo MTKI diukur melalui YOR, bagaimana karakteristik perputaran kontainer melalui TR, serta bagaimana rata-rata durasi penyimpanan kontainer melalui AST selama periode pengamatan, dan bagaimana keterkaitan ketiga indikator tersebut secara terintegrasi dalam menggambarkan efisiensi pemanfaatan kapasitas depo.

Kebaruan penelitian ini terletak pada tiga hal. Pertama, konteks depo kontainer kosong captive milik grup pelayaran di kawasan perdagangan bebas, yang tidak dapat mengendalikan arus masuk kontainernya. Kedua, analisis terintegrasi YOR, TR, dan AST yang dilengkapi uji konsistensi stok–arus dengan Little's Law, sehingga keterbatasan AST yang hanya dihitung dari kontainer yang sudah keluar dapat diidentifikasi. Ketiga, penggunaan dua benchmark AST secara berdampingan, yaitu benchmark literatur Container Yard pelabuhan dan standar operasional depo hasil wawancara, sebagai pembanding kontekstual; karena standar depo berasal dari pengelola depo sendiri, standar ini diposisikan sebagai acuan internal, bukan standar kinerja yang independen.

Penelitian ini bertujuan menganalisis tingkat pemanfaatan kapasitas lapangan melalui YOR guna mengetahui apakah pemanfaatan berada pada kondisi optimal atau berpotensi menimbulkan kemacetan operasional; menganalisis tingkat perputaran kontainer melalui TR; menganalisis rata-rata waktu penumpukan kontainer melalui AST; serta menguraikan pola keterkaitan ketiga indikator secara deskriptif dan mengidentifikasi faktor penyebabnya menurut pengelola depo, sehingga dapat memberikan dasar bagi pengambilan keputusan dan rekomendasi perbaikan operasional yang aplikatif bagi PT MTKI.

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi baik dari aspek teoritis maupun praktis. Secara teoritis, penelitian ini memperkaya pengembangan ilmu manajemen logistik dan rantai pasok, khususnya pengukuran kinerja depo kontainer berbasis YOR, TR, dan AST, serta menjadi referensi akademik bagi penelitian selanjutnya pada bidang manajemen depo kontainer dan sistem logistik maritim. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi bahan evaluasi bagi PT MTKI dalam menilai efisiensi penggunaan kapasitas lapangan, mengidentifikasi pola kepadatan, kecepatan rotasi, dan waktu penyimpanan rata-rata, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan

strategis seperti penataan ulang layout, penjadwalan pengiriman kontainer, atau pengaturan batas waktu penyimpanan.

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada analisis pemanfaatan kapasitas lapangan penumpukan di depo kontainer PT MTKI menggunakan tiga indikator kuantitatif yaitu YOR, TR, dan AST, untuk periode penelitian Januari–Mei 2026 dengan stok akhir Desember 2025 sebagai stok awal. Penelitian ini tidak mengukur biaya operasional, kinerja sumber daya manusia, sistem teknologi informasi, atau kondisi cuaca. Faktor eksternal seperti pola perdagangan dan frekuensi kedatangan kapal tidak diukur secara kuantitatif, tetapi digunakan sebagai konteks untuk menjelaskan hasil berdasarkan data wawancara.

A. Kajian Teori

1. Depo Kontainer dan Manajemen *Yard*

Depo kontainer merupakan fasilitas pengelolaan kontainer yang mendukung keseimbangan aliran logistik. Berbeda dari terminal pelabuhan yang berorientasi pada jadwal kapal, depo dapat berfungsi sebagai titik penyimpanan dan reposisi kontainer. Manajemen *yard* bertujuan menyeimbangkan utilisasi ruang, pergerakan kontainer, dan kelancaran operasi [11], [12]. Pada depo kontainer kosong, kapasitas penyimpanan yang terbatas menjadi kendala langsung dalam perencanaan pergerakan kontainer [13].

2. *Yard Occupancy Ratio* (YOR)

Yard Occupancy Ratio (YOR) mengukur proporsi kapasitas lapangan yang digunakan. Penelitian di Indonesia menggunakan YOR sebagai acuan perencanaan kapasitas lapangan, misalnya dengan batas 60% [14] atau 65% [15], serta untuk menilai kinerja lapangan penumpukan terhadap standar UNCTAD dan Kementerian Perhubungan [7]. Dalam penelitian ini, YOR <60% dikategorikan underutilization, 60–85% sebagai rentang operasional yang masih dapat dikelola, >85% sebagai overutilization yang meningkatkan risiko kepadatan, dan >100% sebagai kondisi melampaui kapasitas desain. Kategori ini merupakan kategori interpretasi yang ditetapkan peneliti; mengingat batas perencanaan dalam literatur berada pada 60–65%, YOR di atas 65% sudah perlu diwaspadai.

3. *Turnover Rate* (TR)

Turnover Rate (TR) menunjukkan tingkat perputaran kontainer terhadap kapasitas lapangan dan dalam penelitian ini dihitung per bulan. Nilai yang rendah menunjukkan kontainer yang keluar relatif sedikit dibandingkan kapasitas yang tersedia sehingga rotasi perlu mendapat perhatian. Sebagai kategori interpretasi bulanan, TR >1,5 dikategorikan rotasi sangat baik, TR 1,0–1,5 sebagai rotasi efisien, dan TR <1,0 sebagai rotasi rendah; belum terdapat standar baku untuk depo kontainer kosong. Dalam manajemen persediaan, perputaran umumnya didefinisikan sebagai arus keluar dibagi persediaan rata-rata, sehingga penelitian ini juga melaporkan TR berbasis stok rata-rata sebagai pembanding. Konsep turnover rate juga digunakan untuk menilai kinerja pelabuhan kontainer secara global berbasis data [16].

4. *Average Storage Time* (AST)

Average Storage Time (AST) menunjukkan rata-rata lama kontainer berada di depo. Konsep ini berbeda dari dwelling time dalam kebijakan pemerintah, yang mengacu pada waktu kontainer impor isi di pelabuhan sejak dibongkar hingga keluar, termasuk proses kepabeanan, dengan standar sekitar tiga hari [17]. Standar tersebut tidak dapat diterapkan secara langsung pada depo kontainer kosong karena pola pengeluaran bergantung pada permintaan pengguna. Oleh karena itu, hasil AST dalam penelitian ini dibaca menggunakan benchmark literatur Container Yard pelabuhan (3–5 hari, dengan

batas klasifikasi >7 hari) dan standar operasional depo sebagai pembanding kontekstual, bukan sebagai standar kinerja yang setara.

Secara konseptual, keterkaitan ketiga indikator dapat dirumuskan dengan Little's Law, $L = \lambda W$, yaitu stok rata-rata (L, dasar YOR) sama dengan laju arus (λ, dasar TR) dikalikan waktu tinggal rata-rata (W, dasar AST) [31]. AST yang panjang meningkatkan tekanan terhadap kapasitas, sedangkan rotasi yang rendah mempertahankan tingkat hunian. Penelitian deskriptif ini tidak menguji hubungan kausal atau korelasi statistik; Little's Law digunakan sebagai dasar interpretasi pola operasional dan sebagai uji konsistensi antara data stok dan data arus [10].

B. Kajian Literatur

Penelitian terdahulu di Indonesia lebih banyak membahas kinerja lapangan penumpukan pada terminal peti kemas dibandingkan depo kontainer *off-dock*. Idris dan Siswanto [8] menganalisis kebutuhan lapangan penumpukan di Terminal Petikemas Sorong dan menemukan YOR yang masih rendah (12,43–14,59%), sementara Lukito dan Susanti [7] mengevaluasi *Yard Occupancy Ratio* pada Terminal Petikemas Surabaya dan menunjukkan bahwa pengurangan *dwelling time* merupakan skenario paling efektif untuk menurunkan YOR; Wardana dan Wibisono [18] juga mencatat tren kenaikan YOR di terminal yang sama. Penelitian lain mengukur YOR di Terminal Petikemas Makassar New Port [19], merencanakan pengembangan lapangan penumpukan Pelabuhan Pulau Baai dengan acuan YOR [14], menganalisis sistem penanganan peti kemas di *container yard* [15], serta mengukur kapasitas *container yard* pada perusahaan *freight forwarding* [20]. Gurning dkk. [9] menganalisis pengaruh ketersediaan *quay container crane* terhadap *dwelling time* di JICT, sedangkan Kusharyanto dkk. [17] dan Mubin dkk. [21] menelaah faktor *clearance* dan kelembagaan yang memperpanjang *dwelling time*. Sebagian besar studi tersebut berfokus pada satu indikator tanpa mengaitkan okupansi lapangan dengan rotasi maupun durasi simpan kontainer. Konteks depo kontainer kosong milik jalur pelayaran belum banyak diteliti dengan pendekatan tiga indikator terintegrasi, padahal karakteristik stoknya berbeda karena dipengaruhi proses reposisi dan permintaan ekspor, bukan jadwal sandar kapal.

C. Faktor Ekonomi Ekspor-Impor terhadap Overutilisasi Depo Kontainer

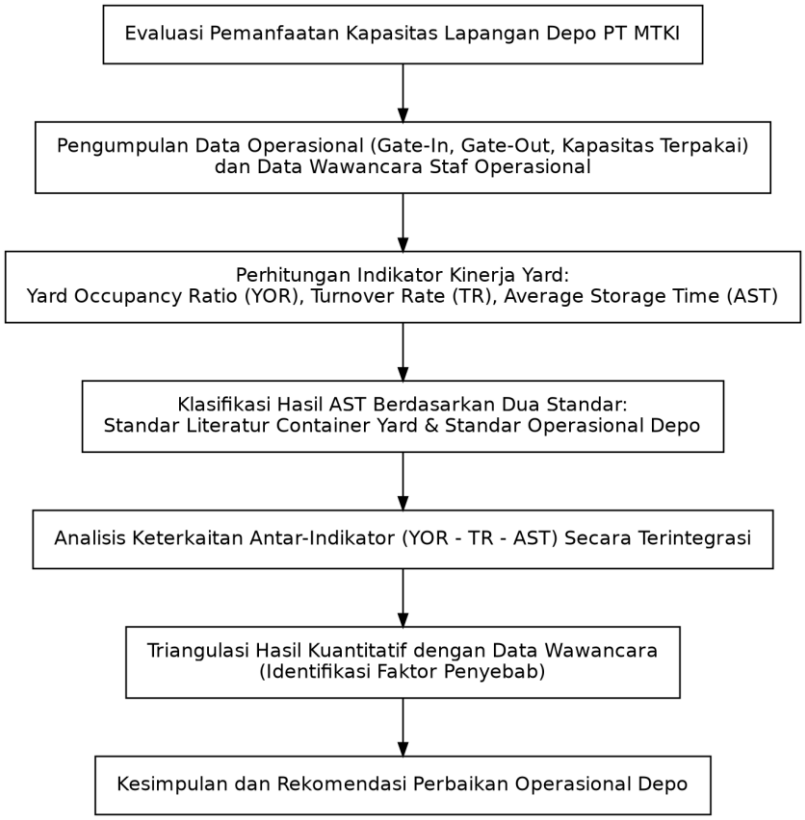
Selain faktor operasional internal, literatur menunjukkan bahwa penumpukan kontainer kosong di depo pada dasarnya berakar pada ketidakseimbangan neraca perdagangan (*trade imbalance*). Blažina et al. [22] menegaskan bahwa kawasan dengan impor lebih besar dari ekspor akan mengalami akumulasi kontainer kosong, sedangkan kawasan dengan ekspor lebih besar dari impor justru mengalami kekurangan kontainer kosong, sehingga pelayaran perlu melakukan reposisi kontainer kosong dari kawasan surplus ke kawasan defisit. Abdelshafie et al. [23] memperkuat hal ini dengan memperkenalkan konsep *depot-direct*, yaitu strategi pelayaran menjadikan depo *off-dock* netral sebagai titik penyetokan kontainer kosong sebelum didistribusikan ke eksportir, guna mempercepat waktu tunggu dan menekan biaya reposisi. Model reposisi antarpelabuhan menunjukkan bahwa strategi reposisi menurunkan biaya penyimpanan dan tingkat stok optimal kontainer kosong di pelabuhan [24], sedangkan simulasi berbasis agen memperlihatkan bahwa urutan reposisi yang dioptimalkan dapat menekan biaya pelayaran secara substansial [25].

Kota Batam tercatat sebagai kawasan net-eksportir menurut nilai perdagangan, dengan nilai ekspor September 2025 mencapai USD 1.633,20 juta melampaui impor sebesar USD 1.491,43 juta [26]. Berdasarkan teori trade imbalance, kawasan net-eksportir cenderung kekurangan kontainer kosong, sehingga pelayaran perlu melakukan reposisi kontainer kosong ke kawasan tersebut [22], [23]. Namun, neraca perdagangan dalam nilai USD tidak sama dengan keseimbangan arus kontainer dalam

TEUs, karena ekspor bernilai tinggi dapat menggunakan volume kontainer yang kecil, dan keseimbangan tersebut dapat berubah antarmusim. Oleh karena itu, kondisi Batam sebagai net-eksportir hanya dapat menjelaskan sebagian penumpukan di depo MTKI, yaitu bila kedatangan kontainer reposisi tidak sinkron dengan laju pengambilan aktual oleh eksportir. Penjelasan ini diperlakukan sebagai dugaan yang perlu diuji dengan data arus TEUs kontainer isi dan kosong per bulan.

D. Kerangka Konseptual dan Alur Penelitian

Secara konseptual, gate-in dan gate-out membentuk stok kontainer di lapangan yang diukur dengan YOR; arus keluar dibandingkan dengan kapasitas dan stok menghasilkan TR; dan waktu tinggal kontainer (AST) menghubungkan stok dengan arus sesuai Little's Law. Faktor kontekstual, yaitu pola musiman impor–ekspor, kewajiban menerima kontainer kosong dari jaringan grup, frekuensi kapal, dan keterbatasan ruang gerak alat, memengaruhi arus masuk dan keluar tersebut. Alur penelitian, mulai dari pengumpulan data operasional dan wawancara hingga diperolehnya kesimpulan dan rekomendasi bagi PT MTKI, disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian (Sumber: Data diolah peneliti, 2026)

Metode

Penelitian ini menggunakan desain mixed-method sekuensial eksplanatoris: tahap kuantitatif deskriptif menggambarkan kondisi aktual pemanfaatan kapasitas lapangan depo kontainer PT MTKI berdasarkan YOR, TR, dan AST, kemudian tahap kualitatif melalui wawancara menjelaskan pola yang ditemukan, tanpa menguji hubungan sebab-akibat antarvariabel. Objek penelitian adalah kinerja pemanfaatan kapasitas area penumpukan (yard) pada depo kontainer PT MTKI, anak perusahaan Samudera Indonesia Group yang berlokasi di Batam. Penelitian dilaksanakan atas data operasional periode Januari–Mei 2026, dengan stok akhir Desember 2025 sebagai stok awal.

Data yang digunakan terdiri atas data sekunder dan data primer. Data sekunder diperoleh dari sistem operasional internal PT MTKI (Move In Report, Move Out Report, dan Stock Duration Report) yang meliputi jumlah kontainer masuk (gate-in), jumlah kontainer keluar (gate-out), dan kapasitas terpakai dalam satuan Twenty-foot Equivalent Unit (TEUs). Data primer diperoleh melalui wawancara dengan staf operasional depo untuk mengonfirmasi dan memperkuat interpretasi hasil analisis kuantitatif. Perhitungan Average Storage Time (AST) menggunakan seluruh 616 transaksi kontainer keluar (gate-out) yang tercatat lengkap pada Move Out Report selama Januari–Mei 2026 (sensus, bukan sampel).

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tiga cara. Pertama, dokumentasi, yaitu mengakses sistem informasi operasional dan laporan internal PT MTKI untuk memperoleh data kuantitatif *gate-in, gate-out*, dan kapasitas terpakai. Kedua, wawancara langsung dengan *staf* operasional untuk memperoleh informasi mendalam mengenai kondisi aktual operasional depo dan kebijakan pengelolaan kapasitas yang diterapkan perusahaan. Ketiga, studi literatur melalui penelahan jurnal ilmiah, buku referensi, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan manajemen *yard*, depo kontainer, dan pengukuran kinerja operasional, guna memperkuat landasan teori dan mendukung analisis hasil penelitian.

Instrumen penelitian yang digunakan berupa pedoman wawancara semi-terstruktur yang disusun berdasarkan pola temuan kuantitatif awal (*YOR, TR,* dan *AST* bulanan), sehingga pertanyaan wawancara dapat langsung dikaitkan dengan indikator yang menunjukkan anomali, seperti bulan dengan *YOR* tertinggi atau *TR* terendah. Pendekatan ini memastikan bahwa data kualitatif yang diperoleh benar-benar relevan untuk menjelaskan pola kuantitatif yang telah dihitung, bukan sekadar informasi umum mengenai operasional depo.

Analisis data dilakukan secara deskriptif kuantitatif untuk menghitung *YOR, TR*, dan *AST*, didukung analisis eksplanatoris untuk menjelaskan faktor penyebab hasil perhitungan berdasarkan data wawancara. Tahapan analisis dilakukan sebagai berikut: (1) pengumpulan dan pengolahan data operasional bulanan (*gate-in, gate-out*, kapasitas terpakai) periode Desember 2025–Mei 2026; (2) perhitungan YOR dan TR berdasarkan data bulanan resmi; (3) perhitungan AST secara langsung per kontainer menggunakan seluruh data transaksi *gate-out* (n=616); (4) klasifikasi hasil AST berdasarkan dua standar interpretasi, yaitu standar literatur *container yard* pelabuhan dan standar operasional depo hasil wawancara, untuk mengontekstualisasikan hasil sesuai karakteristik objek penelitian; (5) analisis keterkaitan antar ketiga indikator secara terintegrasi; dan (6) triangulasi hasil analisis kuantitatif dengan data wawancara untuk memperkuat interpretasi faktor penyebab. Rumus yang digunakan pada tiap indikator adalah sebagai berikut:

$$YOR\ (\%) = (Kontainer\ Tersimpan / Kapasitas\ Maksimal) \times 100 \quad (1)$$

$$Turnover\ Rate = Jumlah\ Kontainer\ Keluar / Kapasitas\ Lapangan \quad (2)$$

$$AST = \Sigma\ (Tanggal\ Keluar - Tanggal\ Masuk) / Jumlah\ Kontainer \quad (3)$$

Pada penelitian ini, kontainer tersimpan pada rumus (1) diukur sebagai stok akhir bulan (stok bulan sebelumnya + gate-in − gate-out), sehingga YOR bulanan merupakan potret akhir bulan, bukan rata-rata okupansi harian. TR pada rumus (2) dihitung per bulan; sebagai pembanding, TR juga dihitung dengan membagi gate-out dengan stok rata-rata awal dan akhir bulan. AST pada rumus (3) hanya mencakup kontainer yang sudah keluar, sehingga cenderung lebih rendah dari waktu tinggal seluruh kontainer; karena itu, hasilnya diuji konsistensinya dengan Little's Law, yaitu stok rata-rata dibagi gate-out rata-rata per bulan [31]. Penggunaan ketiga indikator tersebut secara terintegrasi merujuk pada beberapa penelitian terdahulu. vanDyck dkk. [10] menunjukkan bahwa kebutuhan lahan depo

off-dock ditentukan terutama oleh *dwell time* dan tinggi tumpukan, sehingga durasi simpan berkaitan langsung dengan tingkat hunian lapangan. Lukito dan Susanti [7] menggunakan *Yard Occupancy Ratio* untuk mengevaluasi kinerja lapangan penumpukan, sementara Xuan dkk. [6] mengaitkan peningkatan *throughput* dengan naiknya tingkat hunian *yard*. Yang, Liao, Lun, dan Bai [16] mengembangkan penilaian *turnover rate* berbasis data pada pelabuhan kontainer global, dan Saini dan Lerher [27] mengidentifikasi faktor yang memengaruhi *dwell time*, termasuk lamanya periode *free time*. Kombinasi rujukan ini menjadi dasar penggunaan YOR, TR, dan AST secara bersamaan dalam penelitian ini, alih-alih hanya menggunakan satu indikator sebagaimana lazim dilakukan pada penelitian terdahulu. Variabel penelitian beserta definisi operasionalnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Variabel	Definisi Operasional	Indikator	Satuan	Sumber Data	Sumber Pustaka
YOR	Persentase penggunaan kapasitas lapangan terhadap kapasitas maksimal, mencerminkan tingkat kepadatan pemanfaatan *yard*	Rasio jumlah kontainer tersimpan terhadap kapasitas maksimal depo (600 TEUs)	%	Data kapasitas terpakai & kapasitas depo (TEUs)	[7], [14]
TR	Tingkat perputaran kontainer keluar terhadap kapasitas lapangan, mencerminkan kecepatan rotasi kontainer	Rasio jumlah kontainer keluar (*gate-out*) terhadap kapasitas lapangan per periode bulanan	Kali/periode	Data *gate-out*	[16]
AST	Rata-rata lama penyimpanan kontainer di depo dari saat masuk hingga keluar	Rata-rata selisih tanggal keluar dan tanggal masuk per kontainer, dihitung langsung atas seluruh transaksi *gate-out* (n=616)	Hari	Data *gate-in* & *gate-out* (*Move Out Report*)	[10], [17]

(Sumber: Data diolah peneliti, 2026)

Hasil dan Diskusi

A. Hasil

Data operasional bulanan PT MTKI periode Desember 2025–Mei 2026 serta hasil perhitungan YOR dan TR disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan YOR dan TR Periode Desember 2025–Mei 2026

Periode	*Gate In* (TEUs)	*Gate Out* (TEUs)	Kap. Terpakai (TEUs)	YOR (%)	TR
Desember 2025	—	—	298	—	—
Januari 2026	212	74	436	72,7	0,123
Februari 2026	83	74	445	74,2	0,123
Maret 2026	288	120	613	102,2	0,200
April 2026	570	328	855	142,5	0,547
Mei 2026	280	270	865	144,2	0,450
Rata-rata			642,8	107,1	0,289*

(Sumber: Data operasional PT MTKI, 2026)

Tiga dari lima bulan penelitian (Maret, April, Mei) berada pada zona *overutilization* (YOR >85%) sekaligus melampaui kapasitas maksimal depo 600 TEUs (YOR >100%), dengan puncak 144,2% pada Mei 2026, sementara Januari dan Februari masih berada pada rentang optimal (72,7–74,2%). YOR rata-rata periode penelitian (Januari–Mei 2026) tercatat sebesar 107,1%, telah melampaui kapasitas maksimal depo. Data Kapasitas Terpakai Desember 2025 (298 TEUs) hanya digunakan sebagai acuan stok awal untuk menghitung Kapasitas Terpakai Januari 2026 dan tidak diikutsertakan dalam perhitungan rata-rata YOR maupun TR, karena Desember berada di luar periode penelitian. TR rata-rata sebesar 0,289 berada di bawah ambang rotasi baik (1,0) pada seluruh periode penelitian, mengindikasikan risiko stagnasi rotasi kontainer [16]. Bila dihitung terhadap stok rata-rata bulanan, TR berturut-turut sebesar 0,202; 0,168; 0,227; 0,447; dan 0,314 (rata-rata 0,271), dengan pola yang sama. Arus bersih (gate-in − gate-out) bernilai positif pada setiap bulan, yaitu +138, +9, +168, +242, dan +10 TEUs, sehingga stok terus terakumulasi dari 298 TEUs menjadi 865 TEUs. Hasil perhitungan AST dan perbandingan dua standar klasifikasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan *Average Storage Time* (AST) dan Perbandingan Standar Klasifikasi

Periode	n Kontainer Keluar	AST Rata-rata	Tidak Efisien (Standar Literatur, >7 hr) %	Tidak Efisien (Standar Depo, >29 hr) %
Desember 2025	—	N/A	N/A	N/A
Januari 2026	50	13,4	68,0	0
Februari 2026	78	32,2	93,6	67,9
Maret 2026	94	32,6	100,0	45,7
April 2026	225	33,1	98,7	33,8
Mei 2026	169	31,5	100,0	45,0
Rata-rata/Total	616	30,9	96,1	40,3

(Sumber: Data diolah peneliti, 2026)

Perhitungan langsung per kontainer (n=616) menghasilkan AST rata-rata 30,9 hari, jauh melampaui benchmark literatur Container Yard pelabuhan 3–5 hari [17], [9]. Dengan batas klasifikasi >7 hari, 96,1% kontainer yang keluar tergolong tidak efisien. Namun benchmark literatur dirancang untuk terminal yang terikat jadwal kapal, sedangkan lokasi penelitian adalah depo kontainer kosong berbasis permintaan ekspor yang secara wajar memiliki durasi simpan lebih lama. Berdasarkan standar operasional depo hasil wawancara (0–14/15–28/>29 hari), proporsi tidak efisien sebesar 40,3%. Angka ini tetap signifikan, namun menunjukkan bahwa sebagian ketidakefisienan menurut benchmark literatur merupakan karakteristik wajar bisnis depo. Pola bulanan menunjukkan proporsi tidak efisien menurut standar depo sangat rendah pada Januari (0,0%), melonjak tajam pada Februari (67,9%),

kemudian menurun pada Maret dan April (45,7% menjadi 33,8%), sebelum meningkat kembali pada Mei (45,0%).

AST tersebut perlu dibaca dengan hati-hati karena hanya mencakup kontainer yang sudah keluar. Uji konsistensi dengan Little's Law menunjukkan bahwa stok rata-rata 642,8 TEUs dibagi gate-out rata-rata 173,2 TEUs per bulan menghasilkan waktu tinggal rata-rata sekitar 3,7 bulan atau sekitar 110 hari, jauh di atas AST 30,9 hari. Perbedaan ini menunjukkan bahwa sebagian besar stok yang tertahan, kemungkinan justru kontainer dengan durasi simpan terpanjang, belum tercatat keluar sampai akhir periode pengamatan, sehingga AST kontainer keluar berbias rendah terhadap kondisi lapangan yang sebenarnya.

Tabel 4. Ringkasan YOR, TR, dan AST per Bulan

Periode	YOR (%)	TR	AST (Hari)
Desember 2025	—	—	—
Januari 2026	72,7	0,123	13,4
Februari 2026	74,2	0,123	32,2
Maret 2026	102,2	0,200	32,6
April 2026	142,5	0,547	33,1
Mei 2026	144,2	0,450	31,5

(Sumber: Diolah dari *Move Out Report* dan Tabel 2–3, PT MTKI, 2026)

Pada Januari–Februari 2026, TR rendah (0,123) berbarengan dengan YOR yang masih di bawah ambang overutilization (72,7–74,2%). Sejak Maret hingga Mei 2026, TR meningkat bersama YOR (102,2–144,2%). Kenaikan TR ini merupakan konsekuensi definisi, karena TR dihitung dari gate-out terhadap kapasitas tetap, sehingga TR naik setiap kali gate-out naik. Yang lebih menentukan adalah arus bersih: kenaikan gate-out pada Maret–Mei belum mampu mengimbangi gate-in yang jauh lebih besar, sehingga stok terus bertambah, terutama pada Maret (+168 TEUs) dan April (+242 TEUs).

Tabel 5. Perbandingan YOR Bulanan vs YOR Harian Puncak

Ukuran	Kontainer (TEUs)	YOR (%)	Keterangan
YOR akhir bulan (31 Mei)	865	144,2	*Overutilization*
YOR harian terendah (7 Mei)	810	135,0	*Overutilization*
YOR harian tertinggi (26 Mei)	884	147,3	*Overutilization*

(Sumber: Diolah dari data harian stok kontainer PT MTKI bulan Mei 2026)

Sepanjang 31 hari pengamatan, stok kontainer harian tidak pernah turun di bawah 810 TEUs (135,0% dari kapasitas desain 600 TEUs) dan mencapai puncak 884 TEUs (147,3%) pada 26 Mei 2026, sehingga seluruh hari dalam bulan tersebut berada pada zona overutilization dan melampaui kapasitas desain. YOR akhir bulan Mei 2026 (144,2%) relatif representatif terhadap kondisi harian sepanjang bulan tersebut, dengan rentang antara titik terendah dan tertinggi sekitar 12 poin persentase. Kondisi overutilization bersifat kronis dan menetap sepanjang bulan, bukan sekadar lonjakan sesaat. Temuan ini konsisten dengan bukti bahwa durasi simpan menentukan kebutuhan ruang lapangan [10] dan bahwa perencanaan kapasitas yang mengabaikan dinamika operasional dapat menaksir kapasitas yard terlalu tinggi [4], sekaligus menegaskan pentingnya pemantauan harian, tidak hanya bulanan.

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan YOR depo MTKI pada periode penelitian (Januari–Mei 2026) meningkat tajam: dari rentang optimal pada Januari–Februari 2026 (72,7–74,2%), lalu melonjak ke zona

overutilization yang melampaui kapasitas maksimal 600 TEUs pada Maret–Mei 2026 (102,2–144,2%), sehingga YOR rata-rata periode penelitian mencapai 107,1% — telah melampaui kapasitas maksimal depo — disertai rotasi kontainer rendah (TR rata-rata 0,289) dan durasi simpan yang panjang (AST rata-rata 30,9 hari). Stok kontainer akhir Desember 2025 (298 TEUs) digunakan hanya sebagai acuan awal dan tidak termasuk dalam perhitungan rata-rata YOR maupun TR karena berada di luar periode penelitian. Menurut staf operasional depo yang diwawancarai, penyebab utama tingginya YOR adalah pola musiman impor-ekspor triwulanan. Karena data penelitian hanya mencakup kuartal I–II, pola musiman ini belum dapat diuji secara kuantitatif dan diperlakukan sebagai penjelasan pengelola. Pada kuartal I dan II, volume impor cenderung melonjak karena sebagian besar shipment berasal dari China sebagai pusat logistik dunia, dan faktor ini diperkuat oleh libur Chinese New Year pada Februari, ketika aktivitas pabrik di China terhenti sehingga arus impor menumpuk pada periode sebelum dan sesudahnya sementara arus ekspor balik tidak sebanding. Sebaliknya, pada kuartal III dan IV volume ekspor cenderung lebih dominan karena perusahaan-perusahaan di Batam mengejar closing pembukuan akhir tahun agar memperoleh catatan kinerja finansial dan profit yang lebih baik. Lonjakan YOR yang baru terjadi pada Maret, meskipun Imlek jatuh pada Februari, kemungkinan mencerminkan jeda waktu antara pengiriman, pembongkaran, dan pengembalian kontainer kosong ke depo. Dengan catatan tersebut, pola ini konsisten dengan data penelitian: pada awal periode penelitian, YOR masih berada pada rentang optimal di Januari–Februari 2026 (72,7–74,2%, kuartal I saat impor dari China mulai mendominasi dan bertepatan dengan Imlek pada Februari), sebelum melonjak tajam melampaui kapasitas maksimal 600 TEUs pada Maret 2026 (102,2%), terus meningkat pada April 2026 (142,5%), dan mencapai puncaknya pada Mei 2026 (144,2%, kuartal II yang masih didominasi impor). Stok akhir Desember 2025 yang relatif rendah (298 TEUs, penghujung kuartal IV saat ekspor sedang tinggi) menjadi titik tolak sebelum akumulasi kontainer meningkat tajam sepanjang periode penelitian. Kondisi ini diperparah oleh frekuensi kedatangan kapal yang mencapai dua kali dalam seminggu, sehingga volume kontainer masuk secara rutin melampaui kapasitas penyerapan ekspor pada periode yang sama, serta oleh faktor internal bahwa sebagai bagian dari Samudera Indonesia Group, MTKI tidak dapat menolak kontainer kosong yang dikembalikan ke depo oleh jaringan perusahaan sendiri, sementara permintaan ekspor saat kapal kembali berangkat relatif sedikit, pola ini berulang dari siklus ke siklus sehingga akumulasi kontainer terus bertambah.

Pada Januari–Februari 2026, ketika YOR masih di bawah ambang overutilization (72,7–74,2%), TR juga relatif rendah (0,123). Rendahnya TR pada periode ini lebih konsisten dijelaskan oleh rendahnya permintaan pengambilan kontainer oleh eksportir, karena gate-out hanya 74 TEUs per bulan, daripada oleh keterbatasan ruang gerak alat. Keterbatasan ruang gerak side loader yang disampaikan staf operasional lebih relevan untuk Maret–Mei 2026, ketika YOR melonjak jauh melampaui kapasitas desain 600 TEUs; strategi penanganan dan rute alat di lapangan penumpukan memang berpengaruh terhadap produktivitas [28]. Pada periode tersebut TR meningkat dari 0,200 pada Maret menjadi 0,547 pada April, sebelum menurun menjadi 0,450 pada Mei, seiring meningkatnya permintaan pengambilan kontainer. Staf operasional menyebut adanya shifting yang lebih intensif berdasarkan prinsip First In First Out (FIFO) untuk meredakan kepadatan. Perlu dicatat bahwa shifting merupakan gerakan non-produktif yang tidak dengan sendirinya menambah gate-out; penerapan FIFO ketat pada tumpukan kontainer kosong justru dapat meningkatkan reshuffling karena kontainer tertua sering berada di bagian bawah tumpukan, sehingga aktivitas ini menyerap kapasitas dan perlu diperhitungkan dalam perencanaan ruang [4]. Alokasi berdasarkan principal, ukuran, dan grade kontainer dapat menjadi alternatif. Meski demikian, kenaikan gate-out tetap tertinggal dibandingkan lonjakan gate-in yang mencapai 570 TEUs pada April 2026, sehingga stok terus bertambah. Dengan demikian, YOR yang tinggi dan TR yang meningkat mencerminkan satu tekanan operasional yang sama, yaitu ketimpangan laju gate-in dan gate-out.

Tingginya AST sejak Februari 2026 pada dasarnya bersumber dari pola musiman yang sama: kontainer kosong yang masuk dalam volume besar pada kuartal I dan II (didorong dominasi impor dari China dan efek Imlek) harus menunggu lebih lama karena permintaan ekspor pada periode tersebut relatif rendah. Penelitian di Pelabuhan Busan juga mengidentifikasi bulan bongkar dan perusahaan pelayaran sebagai faktor utama yang memperpanjang *dwell time* kontainer impor [29]. Rata-rata durasi simpan melonjak dari 13,4 hari pada Januari menjadi berkisar 32–33 hari pada Februari hingga Mei 2026 dan bertahan pada level tersebut tanpa tren perbaikan berarti menjelang akhir periode pengamatan, berbeda dari ekspektasi awal bahwa lonjakan permintaan ekspor menjelang tutup buku triwulan akan mempercepat pengeluaran kontainer secara bertahap; pola data menunjukkan bahwa setelah lonjakan awal tahun, AST kontainer yang keluar stabil pada level tinggi sepanjang akhir kuartal I hingga kuartal II. Kestabilan ini perlu dibaca dengan hati-hati, karena AST kohort hanya mencerminkan kontainer yang keluar, sementara stok yang tertahan terus bertambah. Bila umur stok yang tersisa diperhitungkan, durasi simpan sebenarnya kemungkinan justru memburuk dari bulan ke bulan, sebagaimana ditunjukkan oleh uji Little's Law.

Pola khusus justru tercatat pada Januari 2026, AST kohort terendah sepanjang periode pengamatan (13,4 hari) yang dapat dijelaskan melalui logika musiman yang sama pada awal tahun, sebagian besar kontainer yang keluar (74 TEUs) merupakan kontainer yang relatif baru datang dan cepat terserap oleh sisa permintaan ekspor dari kuartal sebelumnya, sehingga AST kohortnya rendah bukan indikasi bahwa seluruh populasi kontainer bergerak cepat pada bulan tersebut, sebab YOR pada Januari (72,7%) sesungguhnya sudah memasuki rentang optimal, sinyal awal peningkatan penumpukan sebelum benar-benar melonjak pada triwulan berikutnya. Begitu memasuki Februari hingga Mei 2026, dominasi impor dari China (termasuk efek Imlek) membuat kontainer yang keluar semakin didominasi oleh kontainer yang sudah lebih lama tertahan, sehingga AST kohort naik tajam dan bertahan pada kisaran 32–33 hari meskipun TR turut meningkat pada Maret–Mei. Secara keseluruhan, jawaban wawancara memperkuat bahwa YOR, TR, dan AST bukan tiga persoalan yang berdiri sendiri, melainkan mencerminkan satu akar masalah yang sama yaitu pola musiman impor-ekspor triwulanan yang dipengaruhi peran China sebagai pusat logistik dunia (termasuk efek Imlek) serta perilaku ekspor perusahaan Batam yang terkonsentrasi menjelang tutup buku, diperparah oleh keterbatasan operasional, frekuensi kapal, kewajiban internal menerima kontainer kosong dari jaringan Samudera Indonesia Group, keterbatasan ruang gerak alat pada kepadatan tinggi, dan kebutuhan *shifting* akibat penerapan standar FIFO.

Penjelasan musiman dari staf operasional, yaitu dominasi impor pada kuartal I–II yang menghasilkan surplus kontainer kosong, dan status Batam sebagai net-eksportir menurut nilai perdagangan [26], yang menyiratkan kekurangan kontainer kosong, tidak saling meniadakan. Keduanya dapat terjadi bersamaan bila pelayaran mereposisi kontainer kosong ke depo seperti MTKI (depot-direct) [23] dalam volume yang melebihi laju pengambilan aktual oleh eksportir pada kuartal I–II. Namun penjelasan ini belum dapat dibuktikan karena penelitian tidak memiliki data arus TEUs kontainer isi dan kosong; oleh karena itu, penjelasan berbasis trade imbalance diperlakukan sebagai dugaan, sedangkan faktor operasional internal yang dikonfirmasi wawancara menjadi penjelasan utama.

Temuan ini sejalan dengan vanDyck dkk. [10] mengenai keterkaitan durasi simpan dengan kebutuhan ruang pada depo off-dock. Yang membedakan penelitian ini dari studi terminal pelabuhan pada umumnya [7], [9] adalah konteks depo kontainer kosong captive milik grup pelayaran, yang tidak dapat menolak kontainer dari jaringannya sendiri dan memiliki urgensi pengeluaran kontainer yang lebih rendah dibandingkan terminal bongkar-muat. Kontribusi penelitian ini lebih tepat diposisikan sebagai kontribusi empiris-kontekstual, yaitu bukti tentang dinamika kapasitas depo captive di

kawasan perdagangan bebas, disertai uji konsistensi stok–arus yang menunjukkan keterbatasan AST berbasis kontainer keluar.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data operasional PT MTKI periode Januari–Mei 2026, dapat disimpulkan: (1) YOR akhir bulan rata-rata sebesar 107,1% dari kapasitas desain 600 TEUs, bergerak dari 72,7–74,2% pada Januari–Februari menuju overutilization dan melampaui kapasitas desain pada Maret–Mei (102,2–144,2%), dan validasi harian Mei 2026 menunjukkan kondisi tersebut bersifat kronis (135,0–147,3%); (2) TR bulanan rata-rata 0,289 (0,271 bila dihitung terhadap stok rata-rata) menandakan rotasi rendah, dengan arus bersih positif setiap bulan; (3) AST kontainer yang keluar sebesar 30,9 hari, dengan 96,1% tergolong tidak efisien menurut benchmark literatur dan 40,3% menurut standar operasional depo, tetapi uji Little's Law menunjukkan waktu tinggal sebenarnya jauh lebih panjang (sekitar 3,7 bulan); (4) ketiga indikator menunjukkan pola pergerakan yang konsisten, sejalan dengan temuan bahwa durasi simpan menentukan kebutuhan ruang lapangan [10]; dan (5) menurut pengelola depo, pola musiman impor-ekspor triwulanan, kewajiban menerima kontainer kosong dari jaringan Samudera Indonesia Group, frekuensi kapal, serta keterbatasan ruang gerak alat dan kebutuhan shifting diindikasikan sebagai penyebab utama overutilization.

Kontribusi/Implikasi Penelitian. Secara praktis, karena MTKI tidak dapat menolak kontainer dari jaringan grupnya, pengendalian kapasitas perlu dilakukan melalui koordinasi dengan principal, antara lain: (a) mekanisme kuota atau pemberitahuan dini sebelum kontainer reposisi tiba; (b) perjanjian depo overflow atau buffer untuk periode puncak; (c) dasbor YOR dan umur stok yang dibagikan kepada principal; dan (d) evakuasi kontainer berumur panjang ke pelabuhan atau depo yang kekurangan kontainer kosong. Kebijakan free time dan prioritas pengeluaran berdasarkan lama simpan tetap relevan, dan pemantauan harian perlu diterapkan di samping pemantauan bulanan karena overutilization dapat bersifat kronis sepanjang bulan. Secara akademis, penelitian ini memperkaya literatur manajemen depo kontainer kosong off-dock dengan bukti dari depo captive dan menunjukkan pentingnya uji konsistensi stok–arus dalam mengukur waktu simpan.

Keterbatasan penelitian ini meliputi: periode observasi yang terbatas pada lima bulan (kuartal I–II), sehingga klaim pola musiman belum dapat diuji; data gate-in/gate-out Desember 2025 yang tidak tercatat; AST yang hanya mencakup kontainer yang sudah keluar sehingga berbias rendah; YOR yang merupakan potret stok akhir bulan, bukan rata-rata harian; definisi kapasitas desain 600 TEUs dan cara depo menampung stok di atas kapasitas tersebut yang belum dijelaskan secara rinci; tidak adanya uji statistik atas keterkaitan antarindikator; serta data wawancara yang terbatas pada satu narasumber sehingga perspektif manajerial tingkat lebih tinggi belum tercakup.

Saran

Saran bagi PT MTKI adalah mempertimbangkan kebijakan batas waktu penyimpanan kontainer kosong dan sistem monitoring AST berbasis peringatan dini untuk kontainer yang mendekati ambang tidak efisien, kebijakan *free time* dapat dievaluasi dengan menetapkan batas waktu penyimpanan sebagai dasar peringatan dan prioritas pengeluaran container. Kajian *demurrage* dan *detention* menunjukkan bahwa panjang *free time* dan besaran tarif berdampak langsung pada pelaku rantai pasok [30], dan lamanya *free time* juga teridentifikasi sebagai salah satu faktor yang membedakan *dwell time* antarpelabuhan [27]. Pemanfaatan data *cut-off*, prinsip FIFO, serta pemantauan YOR dapat digunakan untuk mengidentifikasi *container* yang perlu segera dikeluarkan. Selain itu, dapat dipertimbangkan penerapan biaya penyimpanan tambahan bagi *container* yang melewati batas *free time*, dengan tetap menyesuaikan ketentuan perusahaan dan perjanjian dengan pemilik *container* yang

diharapkan dapat mendukung percepatan *Container Turnover* dan pengendalian kapasitas depo, serta memperluas pemantauan harian ke seluruh bulan operasional, tidak hanya sebagai sampel pada satu bulan. Saran bagi penelitian selanjutnya adalah: (a) menggunakan deret waktu minimal 24 bulan untuk menguji pola musiman; (b) menerapkan analisis survival waktu simpan, misalnya Kaplan–Meier, per principal, ukuran, dan grade kontainer agar kontainer yang belum keluar ikut diperhitungkan; (c) melakukan simulasi kapasitas untuk menguji skenario kuota masuk, tinggi tumpukan, dan free time; (d) membandingkan depo captive dengan depo non-captive di Batam; serta (e) menambah narasumber dari berbagai level manajerial dan dari pihak principal.

Referensi

[1] M. Zajac, "Adaptive performance evaluation of container terminals through normalization and parameter analysis," *Logistics*, vol. 9, no. 1, Art. no. 2, 2025, doi: 10.3390/logistics9010002.

[2] J. Zhang, S. Deng, Y. Kim, and X. Zheng, "A comparative analysis of performance efficiency for the container terminals in China and Korea," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 12, no. 9, Art. no. 1568, 2024, doi: 10.3390/jmse12091568.

[3] Y. Wang, J. He, L. Zhang, and W. Yan, "Improvement of container dynamic allocation for automated container terminals in the post-epidemic era," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 12, no. 6, Art. no. 863, 2024, doi: 10.3390/jmse12060863.

[4] C. Zhou, W. Wang, and H. Li, "Container reshuffling considered space allocation problem in container terminals," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 136, Art. no. 101869, 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.101869.

[5] Badan Usaha Pelabuhan BP Batam, "Laporan kinerja arus peti kemas Pelabuhan Batam tahun 2024–2025," BP Batam, 2025.

[6] B. Xuan, C. Liang, X. Yang, H. Li, and Z. Yang, "A dynamic yard space reservation algorithm based on reward-penalty mechanism," *Heliyon*, vol. 10, no. 18, Art. no. e37817, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e37817.

[7] A. S. A. Lukito and A. Susanti, "Evaluasi kinerja yard occupancy ratio (YOR) pada Terminal Petikemas Surabaya," *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, vol. 3, no. 1, pp. 17–22, 2025, doi: 10.26740/mitrans.v3n1.p17-22.

[8] M. Idris and S. Siswanto, "Analysis of container yard requirements at Sorong container port," *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, vol. 9, no. 4, 2024, doi: 10.12962/j25481479.v9i4.21890.

[9] R. H. Gurning, F. G. Dendra, and A. R. Shalihah, "Analysis of the effect of quay container crane available on dwelling time at Jakarta International Container Terminal," *Jurnal Teknologi dan Manajemen*, vol. 22, no. 2, pp. 65–70, 2024, doi: 10.52330/jtm.v22i2.309.

[10] G. vanDyck, S. Domfeh, and G. Konney, "Container terminal land-utilisation efficiency in Ghana," *Journal of Transportation Technologies*, vol. 10, no. 1, pp. 1–15, 2020, doi: 10.4236/jtts.2020.101001.

[11] H. J. Carlo, I. F. A. Vis, and K. J. Roodbergen, "Storage yard operations in container terminals: Literature overview, trends, and research directions," *European Journal of Operational Research*, vol. 235, no. 2, pp. 412–430, 2014, doi: 10.1016/j.ejor.2013.10.054.

[12] T. Notteboom, A. Pallis, and J. P. Rodrigue, *Port Economics, Management and Policy*. Abingdon, U.K.: Routledge, 2022, doi: 10.4324/9780429318184.

[13] Y. Song and Y. Zhang, "A branch-and-price-and-cut algorithm for the inland container transportation problem with limited depot capacity," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 24, Art. no. 11958, 2024, doi: 10.3390/app142411958.

[14] L. I. Gareti, M. A. Bisma, and R. Fayaqun, "Evaluasi rencana pengembangan lapangan penumpukan petikemas di Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu dengan acuan YOR (yard occupancy ratio)," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 7, no. 2, pp. 18528–18536, 2023, doi: 10.31004/jptam.v7i2.9305.

[15] W. J. Irawan, F. Octaviana, N. K. A. Apsari, and P. D. A. Sadri, "Analisis sistem penanganan peti kemas pada container yard (studi kasus: PT. X Surabaya)," *Berkala FSTPT*, vol. 2, no. 3, pp. 596–604, 2024. [Online]. Available: https://journal.unej.ac.id/BerkalaFSTPT/article/view/1277

[16] D. Yang, S. Liao, Y. H. V. Lun, and X. Bai, "Towards sustainable port management: Data-driven global container ports turnover rate assessment," *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 175, Art. no. 103169, 2023, doi: 10.1016/j.tre.2023.103169.

[17] Kusharyanto, C. I. Nawawi, A. M. Putra, and A. K. Dewi, "Pengaruh pre clearance dan post clearance terhadap dwelling time di pelabuhan peti kemas JICT Tanjung Priok," *Journal Marine Inside*, vol. 5, no. 1, pp. 16–18, 2023, doi: 10.62391/ejmi.v5i1.54.

[18] G. A. Wardana and R. E. Wibisono, "Evaluasi kinerja fasilitas dan peralatan operasional Terminal Petikemas Surabaya (TPS)," *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, vol. 3, no. 2, pp. 212–223, 2025, doi: 10.26740/mitrans.v3n2.p212-223.

[19] K. W. Putri and A. Rahmawati, "Analisis kapasitas dermaga Terminal Petikemas Makassar New Port berdasarkan nilai berth occupancy ratio (BOR) dan berth throughput (BTP)," *SENSISTEK: Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, vol. 5, no. 2, pp. 143–150, 2022, doi: 10.62012/sensistek.v5i2.24254.

[20] S. Somadi, I. D. Permatasari, and R. Chintia, "Pengukuran kapasitas container yard menggunakan yard occupancy ratio dalam upaya optimalisasi penggunaan lapangan penumpukan kontainer di PT XYZ," *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 1–11, 2020, doi: 10.31334/logistik.v4i1.868.

[21] M. I. Mubin, A. Ndori, A. M. Dewi, and R. Hermawati, "Studi komparasi struktur, regulasi, dan manajemen berdampak pada dwelling time antara pelabuhan Indonesia dengan pelabuhan negara maju," *Ocean Engineering: Jurnal Ilmu Teknik dan Teknologi Maritim*, vol. 4, no. 4, pp. 69–85, 2025, doi: 10.58192/ocean.v4i4.4116.

[22] A. Blažina, R. Ivče, Đ. Mohović, and R. Mohović, "Analysis of empty container management," *Pomorstvo*, vol. 36, no. 2, pp. 305–317, 2022, doi: 10.31217/p.36.2.14.

[23] A. Abdelshafie, M. Salah, T. Kramberger, and D. Dragan, "Repositioning and optimal re-allocation of empty containers: A review of methods, models, and applications," *Sustainability*, vol. 14, no. 11, Art. no. 6655, 2022, doi: 10.3390/su14116655.

[24] J. Song, X. Tang, C. Wang, C. Xu, and J. Wei, "Optimization of multi-port empty container repositioning under uncertain environments," *Sustainability*, vol. 14, no. 20, Art. no. 13255, 2022, doi: 10.3390/su142013255.

[25] A. Abdelshafie, B. Rupnik, and T. Kramberger, "Simulated global empty containers repositioning using agent-based modelling," *Systems*, vol. 11, no. 3, Art. no. 130, 2023, doi: 10.3390/systems11030130.

[26] Badan Pusat Statistik Kota Batam, "Surplus neraca perdagangan Kota Batam melanjutkan tren positif, ekspor tumbuh 5,93 persen," 2025. [Online]. Available: https://batamkota.bps.go.id/id/news/2025/11/04/58/surplus-neraca-perdagangan-kota-batam-melanjutkan-tren-positif--ekspor-tumbuh-5-93-persen.html

[27] M. Saini and T. Lerher, "Assessing the factors impacting shipping container dwell time: a multi-port optimization study," *Business: Theory and Practice*, vol. 25, no. 1, pp. 51–60, 2024, doi: 10.3846/btp.2024.19205.

[28] K. Moszyk, O. Janowczyk, and M. Deja, "Simulation-based approach to a more efficient handling strategy for a container terminal storage yard: case study of the Baltic Hub Container Terminal," *Polish Maritime Research*, vol. 31, no. 2, pp. 121–131, 2024, doi: 10.2478/pomr-2024-0028.

[29] Y. Lee, K. Park, H. Lee, J. Son, S. Kim, and H. Bae, "Identifying key factors influencing import container dwell time using eXplainable Artificial Intelligence," *Maritime Transport Research*, vol. 7, Art. no. 100116, 2024, doi: 10.1016/j.martra.2024.100116.

[30] K. Storms, C. Sys, T. Vanelslander, and R. Deuren, "Demurrage and detention: from operational challenges towards solutions," *Journal of Shipping and Trade*, vol. 8, no. 1, pp. 1–31, 2023, doi: 10.1186/s41072-023-00132-1.

[31] J. D. C. Little, "A proof for the queuing formula: L = λW," Operations Research, vol. 9, no. 3, pp. 383–387, 1961, doi: 10.1287/opre.9.3.383.