

Optimasi Kapasitas Area Kontainer: Analisis Prediktif dan Strategi Efisiensi di Terminal Kontainer Ronggowarsito Semarang

I Made Anantha Nugraha¹, Ahmad Soimun^{*2}, Putu Diva Ariesthana Sadri², Arinda Leliana³

¹Balai Pengelola Transportasi Darat Kelas II Kalimantan Tengah
Jl. Mahir Mahar KM. 1, Terminal AKAP W.A. GARA, Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah 74874, Indonesia

²Manajemen Logistik, Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cempaka Putih, Samsam, Kecamatan Kerambitan, Kabupaten Tabanan, Bali 82111, Indonesia

³Manajemen Transportasi Perkeretaapian, Politeknik Perkeretaapian Indonesia Madiun
Jl. Tirta Raya, Pojok, Nambangan Lor, Kec. Manguharjo, Kabupaten Madiun, Jawa Timur, Indonesia

*E-mail: soimun@poltradabali.ac.id

Diterima: 10 Februari 2025, direvisi: 4 April 2025, disetujui: 28 Mei 2025,
tersedia daring: 27 Juni 2025, diterbitkan: 30 Juni 2025

Abstrak

Kapasitas lapangan penumpukan petikemas merupakan faktor krusial untuk mencegah terjadinya kelebihan kapasitas, yang dapat menyebabkan penurunan kinerja lapangan penumpukan. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kinerja kapasitas lapangan penumpukan petikemas serta merumuskan strategi optimasi kapasitas untuk mendukung operasional di masa mendatang. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan membandingkan tiga metode peramalan, yaitu tren linier, tren kuadratik, dan tren eksponensial. Analisis kapasitas dilakukan dengan menggunakan perhitungan *Yard Occupancy Ratio* (YOR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode tren kuadratik memberikan hasil peramalan volume arus petikemas yang paling akurat, dengan proyeksi sebesar 5.227 TEUs. Nilai YOR eksisting tercatat sebesar 59% pada Mei 2025 sementara hasil proyeksi menunjukkan bahwa nilai YOR pada tahun 2026 meningkat menjadi 74%, yang mengindikasikan tingkat pemanfaatan lapangan penumpukan yang tinggi. Untuk mengatasi hal ini, penelitian ini mengusulkan lima skema optimasi yang difokuskan pada pengurangan waktu tinggal (*dwell time*) agar sesuai dengan standar industri. Di antara skema yang diusulkan, Skema 5 dinilai sebagai solusi paling optimal untuk pemanfaatan lapangan penumpukan. Skema ini mencakup pengurangan waktu tinggal menjadi 3 hari, peningkatan tumpukan petikemas menjadi 4 tingkat, serta perluasan area lapangan penumpukan sebesar 6.000 m². Langkah-langkah ini secara efektif menyeimbangkan efisiensi operasional dan pemanfaatan ruang, sehingga mendukung pengelolaan kapasitas lapangan penumpukan secara berkelanjutan. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam bidang manajemen operasional pelabuhan dengan menawarkan pendekatan komprehensif terhadap optimasi kapasitas lapangan petikemas melalui kombinasi teknik peramalan dan strategi operasional yang praktis.

Kata kunci: *Dwell time*, lapangan penumpukan, optimasi, petikemas, *yard occupancy ratio*.

Abstract

Container Yard Capacity Optimization: Predictive Analysis and Efficiency Strategies at Ronggowarsito Container Terminal Semarang: Container yard capacity plays a critical role for preventing overcapacity, which can lead to decreased container yard performance. This study aims to assess the capacity performance of container stacking yards and formulate capacity optimization strategies to support future operations. The research employs a quantitative approach, comparing three forecasting methods: linear trend, quadratic trend, and exponential trend. Capacity analysis is conducted using the *Yard Occupancy Ratio* (YOR) calculation. The results indicate that the quadratic trend method provides the most accurate forecast for container flow volume, projecting 5,227 TEUs. The projected YOR value of 74% indicates a high level of container yard utilization. The existing YOR value was 59% in May 2025, while based on the analysis, it is projected to increase to 74% in 2026. To address this, the study proposes five optimization schemes focused on reducing dwell time to meet industry standards. Among the proposed schemes, Scheme 5 is identified as the most optimal solution for container yard utilization. This scheme involves reducing dwell time to 3 days, increasing container stacking to 4 tiers, and expanding the container yard area by 6,000 m². These measures effectively balance operational efficiency and space utilization, thereby supporting sustainable container yard capacity management. This research contributes to the field of port operations management by offering a comprehensive approach to capacity optimization in container yards, combining forecasting techniques with practical operational strategies.

Keywords: *Container, dwell time, optimization, storage yard, yard occupancy ratio.*

1. Pendahuluan

Pengiriman arus barang mengalami peningkatan volume yang signifikan, yang dipengaruhi antara lain oleh demografi penduduk, perkembangan teknologi, kultur budaya, permintaan (*demand*) yang tinggi serta adanya pembangunan dan peningkatan di bidang perekonomian. Sarana transportasi merupakan komponen penting yang dapat menjembatani barang hingga dapat tersebar ke seluruh wilayah negara secara merata. Keberadaan transportasi berperan dalam meningkatkan efisiensi distribusi dan menekan

biaya logistik, khususnya dalam memenuhi segala kebutuhan masyarakat [1]. Transportasi yang digunakan untuk proses pengiriman barang dalam mendukung kelancaran sistem logistik nasional salah satunya adalah kereta api. Saat ini di Indonesia, perkembangan transportasi melalui jalan rel masih terbatas pada beberapa pulau, salah satunya adalah Pulau Jawa. Daerah yang memiliki peran strategis dalam perekonomian di Pulau Jawa dengan moda kereta apinya adalah Provinsi Jawa Tengah.

Dalam hal pengiriman barang menggunakan transportasi kereta api terkhusus pada angkutan petikemas dibutuhkan fasilitas lapangan penumpukan (*container yard*) guna melakukan proses bongkar muat ataupun sebagai tempat penyimpanan petikemas (*container*). Lapangan petikemas (*container yard*) merupakan suatu lokasi yang dapat berisi petikemas muatan *full* maupun petikemas yang tidak terdapat muatan/kosong (*empty container*) [2]. Salah satu lapangan petikemas yang berada di wilayah atau kawasan Jawa Tengah khususnya di Ibukota Semarang adalah *Container Yard Ronggowarsito*. Tempat yang melayani pengiriman barang dan penyimpanan dengan petikemas ini dikelola dua perusahaan di bidang jasa pengangkutan logistik yang bekerja sama dalam menjalankan usahanya.

Pada tahun 2024 terjadi peningkatan muatan angkutan barang menggunakan kereta api sebesar 9,43%, sehingga diperlukan perhatian dan pertimbangan khusus dalam penanganan dan pengendalian dari kondisi lapangan penumpukan (*container yard*) yang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan di bidang jasa pengangkutan logistik sebagaimana telah diatur dalam aturan. Dalam hal ini yang terjadi pada *Container Yard Ronggowarsito*. Diharapkan pihak pengelola lapangan petikemas dapat melakukan penerimaan dan pengiriman petikemas dengan tepat, sehingga arus kontainer tetap lancar baik yang datang maupun yang keluar sehingga mencegah terjadinya *overcapacity* pada lapangan penumpukan [3]. Pengendalian dari kapasitas *container yard* memerlukan suatu metode perhitungan dalam penggunaan *container yard*. Salah satu indikator yang digunakan dalam mengukur tingkat pemanfaatan kapasitas adalah *Yard Occupancy Ratio* (YOR), yang banyak digunakan dalam studi-studi terdahulu untuk menilai efisiensi operasional lapangan penumpukan [4].

Penelitian sebelumnya sebagian besar masih bersifat statis dengan fokus pada evaluasi kapasitas eksisting tanpa mempertimbangkan dinamika arus kontainer di masa depan. Penelitian [2] hanya menganalisis kebutuhan lapangan penumpukan pada kondisi actual. Apabila tidak memperhatikan kapasitas dari lapangan petikemas kemungkinan besar akan terjadi *overcapacity* yang dampaknya cukup besar dan merugikan bagi perusahaan [5]. *Overcapacity* dapat terjadi apabila dalam pengelolaan lapangan petikemas tidak dilakukannya perencanaan kedepannya. Dalam melakukan perencanaan ini diperlukan metode prediksi atau peramalan sehingga dapat memperkirakan arus volume petikemas di masa mendatang [6]. Peningkatan volume kontainer dari waktu ke waktu memerlukan pendekatan analisis yang bersifat prediktif agar pengelolaan kapasitas lebih adaptif terhadap tren permintaan [7][8].

Oleh karena itu, perlu adanya penelitian yang berguna untuk menganalisa, mengidentifikasi, dan menghitung kapasitas lapangan petikemas guna melakukan penumpukan dan penyimpanan petikemas. Secara keseluruhan seluruh operasi pada *container yard* bergantung pada seberapa optimal fasilitas bongkar muat yang dimiliki serta keputusan pengaturan pola operasi pada lapangan petikemas (*container yard*). Sehingga tidak terjadi kelebihan kapasitas (*overcapacity*) untuk kedepannya.

Penelitian ini muncul dikarenakan terbatasnya kajian yang mengintegrasikan metode peramalan dengan perhitungan YOR untuk mengantisipasi *overcapacity* di *container yard*, khususnya pada konteks terminal darat di Indonesia. Selain itu, belum ada penelitian yang secara khusus menganalisis Terminal Ronggowarsito Semarang, padahal terminal ini memiliki peran strategis dalam konektivitas hinterland Jawa Tengah. Peramalan disini digunakan berdasarkan data historis yang didapatkan dari masa lampau.

Penelitian ini dengan mengombinasikan analisis peramalan arus kontainer menggunakan tiga metode (*linear trend*, *quadratic trend*, dan *exponential trend*) dengan perhitungan YOR untuk mengevaluasi kapasitas eksisting sekaligus merumuskan strategi optimasi. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat membantu perusahaan dalam mengambil keputusan yang tepat dalam perencanaan dan persiapan pelayanan yang efektif dan efisien di masa yang akan datang. Selain itu diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam literatur manajemen terminal petikemas, sekaligus rekomendasi praktis bagi pengelola Terminal Ronggowarsito dalam merencanakan strategi pengelolaan kapasitas yang berkelanjutan.

2. Metodologi

Pada penelitian ini digunakan teknik analisis data dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan analisis yang sistematis. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data historis 26 bulan arus volume bongkar muat kontainer. Data diperoleh dari PT Kereta Api Indonesia (Persero).

2.1. Peramalan (*Forecasting*)

Pada penelitian ini menggunakan konsep time series dengan menggunakan metode *trend projection*. *Trend projection* merupakan metode peramalan yang menggambarkan kecenderungan perkembangan data secara umum berdasarkan data historis atau berkala yang menampilkan jangka waktu yang panjang [9]. Adapun tiga metode dalam analisis yang dapat dibandingkan yakni *trend linear*, *trend quadratic* (parabolik) serta *trend exponential*. Variabel yang dipergunakan pada peramalan ini antara lain $\hat{Y}$ sebagai nilai Peramalan, a adalah nilai tren pada periode dasar (konstanta), b adalah perubahan tren pada setiap periode, c adalah penambahan nilai tren, dan X adalah waktu/periode.

2.1.1. *Trend Linear*

Peramalan dengan metode *trend linear* merupakan metode matematis yang mengasumsikan bahwa pola data bergerak naik atau turun secara konstan dalam suatu garis lurus terhadap waktu.

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

2.1.2. *Trend Quadratic*

Peramalan dengan metode *trend quadratic* merupakan metode yang memodelkan pola tren nonlinier dengan menggunakan variabel waktu (X) yang dikuadratkan, sehingga mampu menangkap perubahan laju pertumbuhan data yang tidak konstan.

$$\hat{Y} = a + bX + cX^2 \quad (2)$$

2.1.3. *Trend Exponential*

Peramalan dengan metode *trend exponential* digunakan untuk memodelkan tren data ketika variabel dependen mengalami kenaikan atau penurunan secara berlipat ganda (*non-linear*) seiring waktu.

$$\hat{Y} = a \cdot b^X \quad (3)$$

2.2. Perhitungan Akurasi Peramalan (*Accuarcy of Error*)

Dalam penelitian ini menggunakan empat metode untuk mengukur keakuratan peramalan atau juga dapat dikatakan sebagai kesalahan dalam peramalan dengan bantuan *Microsoft Excel dan Minitab*.

2.3. Perhitungan Variabel Indikator

2.3.1. *Kapasitas Terpakai*

Sebelum melakukan perhitungan *Yard Occupancy Ratio*, terlebih dahulu melakukan perhitungan untuk mengetahui kapasitas yang terpakai sebenarnya (A) pada lapangan petikemas.

$$A = \frac{T.D.S_f}{30 - (1 - Bs)} \quad (4)$$

dimana A adalah nilai kapasitas yang terpakai, T adalah arus kontainer per bulan (TEUs), D adalah waktu inap kontainer (hari), S_f adalah *Stowage Factor* (m^3), dan Bs adalah *Broken Stowage*. Arus *container* didefinisikan sebagai jumlah kontainer yang masuk dan keluar dari lapangan penumpukkan dalam suatu periode dalam hal ini dihitung per bulan. Arus ini dihitung berdasarkan data volume bongkar dan muat *container* yang terjadi setiap bulannya, sementara kapasitas kontainer didefinisikan pada jumlah *container* yang dapat ditampung pada lapangan petikemas. Arus kontainer dan kapasitas *container* saling berkaitan erat dengan arus *container* menggambarkan volume *container* diproses sementara kapasitas kontianer menggambarkan kemampuan lapangan petikemas untuk menampung tumpukkan *container*.

Tabel 1. Kategori *Yard Occupancy Ratio*

Persentase	Keterangan
<20%	Sangat Rendah
20-39%	Rendah
40-59%	Cukup
60-79%	Tinggi
>80%	Sangat Tinggi

Sumber: [11]

Apabila arus kontianer terus meningkat tetapi kapasitas tetap maka akan terjadi *overcapacity* yang dapat mengarah pada penurunan kinerja dari *container yard*. Setelah mendapatkan nilai kapasitas yang terpakai kemudian dibandingkan dengan kapasitas yang tersedia pada *container yard*.

2.3.2. Yard Occupancy Ratio

YOR dapat dihitung dengan membandingkan berapa lapangan petikemas yang digunakan terhadap kapasitas lapangan yang dimiliki pada periode waktu tertentu dengan bentuk hasil berupa persentase [10]. Rumus perhitungan YOR disajikan pada Persamaan (1).

$$\text{YOR} = \frac{\text{Kapasitas yang terpakai}}{\text{Kapasitas yang tersedia}} \times 100\% \quad (5)$$

2.3.3. Kategori YOR

Berdasarkan ketentuan yang berlaku, nilai YOR diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori tingkat pemanfaatan kapasitas, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi Eksisting

Gambar 1 menunjukkan kondisi eksisting lahan *container yard* Ronggowarsito Semarang yang dikelola oleh perusahaan *joint operation* (JO) PT B-Kalog. Lapangan ini memiliki luas total 1,8 hektar, dengan lahan petikemas yang digunakan saat ini sekitar 1,2 hektar atau 12.000 m² yang saat ini mampu menampung 3.200 TEUs, sementara luas lahan kosong sisanya yang masih dimiliki dan belum digunakan sekitar 6.000 m².

**Gambar 1.** Kondisi eksisting *Container Yard* Ronggowarsito Semarang

Tabel 2. Data bongkar muat lapangan petikemas Ronggowarsito

No.	Bulan	Bongkar	Muat	Hasil	Kapasitas Kontainer	Arus Kontainer	YOR
1	Apr-23	898	340	558	3.200	3.758	53%
2	May-23	899	263	636	3.200	3.836	54%
3	Jun-23	944	189	755	3.200	3.955	56%
4	Jul-23	1.234	454	780	3.200	3.980	55%
5	Aug-23	1.223	511	712	3.200	3.912	56%
6	Sep-23	1.217	454	763	3.200	3.963	56%
7	Oct-23	1.260	495	765	3.200	3.965	57%
8	Nov-23	1.365	577	788	3.200	3.988	55%
9	Dec-23	1.079	373	706	3.200	3.906	55%
10	Jan-24	1.041	392	649	3.200	3.849	57%
11	Feb-24	1.283	446	837	3.200	4.037	55%
12	Mar-24	1.116	426	690	3.200	3.890	55%
13	Apr-24	1.265	589	676	3.200	3.876	54%
14	May-24	1.389	673	716	3.200	3.916	55%
15	Jun-24	1.110	507	603	3.200	3.803	54%
16	Jul-24	1.291	577	714	3.200	3.914	55%
17	Aug-24	1.408	1.027	381	3.200	3.581	51%
18	Sep-24	1.472	759	713	3.200	3.913	55%
19	Oct-24	1.596	769	827	3.200	4.027	57%
20	Nov-24	1.664	798	866	3.200	4.066	58%
21	Dec-24	1.526	688	838	3.200	4.038	57%
22	Jan-25	1.493	779	714	3.200	3.914	55%
23	Feb-25	1.731	1.271	460	3.200	3.660	52%
24	Mar-25	1.682	833	849	3.200	4.049	57%
25	Apr-25	1.874	1.083	791	3.200	3.991	57%
26	May-25	1.914	963	951	3.200	4.151	59%

Terminal Ronggowarsito melayani 6 kereta api milik PT KAI dengan dua jenis *container* yang diangkut berdasarkan ukurannya yakni *container* 20 feet dan 40 feet. Saat ini beberapa keterbatasan operasional yang menjadi permasalahan pada lapangan petikemas ini antara lain tumpukkan atau *stacking container* di lapangan ini adalah 3 tingkatan (*tier*) dan untuk para customer diberikan waktu inap *container* (*dwelling time*) selama 5 hari.

Berdasarkan data historis 26 bulan (Tabel 2) terhitung dari bulan April 2023 hingga Mei 2025 yang dimiliki oleh perusahaan dan tercatat dalam *Rail Cargo System* (RCS), dapat dilihat arus kontainer pada bulan Mei 2025 mencapai 4.151 TEUs, hasil ini diperoleh dari asumsi bahwa kontainer yang dibongkar (+) dapat menambah penggunaan lapangan petikemas sementara kontainer yang dimuat (-) menyatakan bahwa penggunaan lapangan petikemas akan berkurang [12]. Adapun lapangan petikemas Ronggowarsito memiliki kapasitas 3.200 TEUs

Dari hasil perhitungan arus kontainer kemudian dilakukan perhitungan untuk mengetahui kapasitas lapangan petikemas yang terpakai pada bulan Mei 2025, sebagai berikut:

$$A = \frac{T.D.S_f}{30-(1-Bs)} = \frac{4151.5.10}{30-(1-0,40)} = \frac{187900}{29,4} = 6.391,156 \text{ m}^2$$

Hasil perhitungan untuk kapasitas yang terpakai pada bulan Mei 2025 adalah sebesar 6.391,156 m². Setelah mendapatkan nilai A maka dilanjutkan untuk menghitung nilai dari *Yard Occupany Ratio* (YOR) untuk bulan Mei 2025 sebagai berikut:

$$\text{YOR} = \frac{\text{Kapasitas yang terpakai}}{\text{Kapasitas yang tersedia}} \times 100\% = \frac{6391,156}{12000} \times 100\% = 59\%$$

Dari hasil nilai YOR pada lapangan petikemas (*container yard*) Ronggowarsito masuk ke dalam kategori cukup dengan rentang 40-59%.

3.2. Hasil Peramalan (*Forecasting*)

Selanjutnya dilakukan peramalan (*forecasting*) dengan membandingkan 3 metode peramalan dari analisis menggunakan *trend projection* yakni *trend linear*, *trend quadratic* dan *trend exponential* menggunakan *software Minitab* untuk meramalkan selama periode 1 tahun kedepan (12 bulan) tepatnya pada periode ke 38 di Bulan Mei 2025. Hasil dari ketiga metode peramalan tersebut kemudian akan dibandingkan nilai rata-rata kesalahan terkecil dan paling akurat baik berdasarkan nilai MAPE (*Mean Absolute Percentage*), MAD (*Mean Absolute Deviation*), MSE (*Mean Squared Error*) serta r^2 (*R-Squared*). Tabel 3 menunjukkan hasil peramalannya (*forecasting*) pada periode ke-38 tepatnya pada bulan Mei 2026.

Kemudian, melakukan perbandingan untuk menilai keakuratan peramalan dengan melihat nilai kesalahan eror rata-rata baik nilai *Mean Absolute Percentage* (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), *Mean Square Error* (MSE) serta nilai r^2 (*R-Squared*) pada masing-masing metode peramalan, sehingga setelah ditemukan metode yang paling akurat, dengan didapatkan hasil sebagai berikut:

3.2.1. Bongkar

Dari hasil peramalan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai eror rata-rata pada kegiatan bongkar yang disajikan pada Tabel 4. Dari hasil perbandingan untuk nilai peramalan volume bongkar petikemas dengan menggunakan tiga metode yakni *Trend Linear*, *Trend Quadratic* dan *Trend Exponential*, dapat dilihat untuk nilai *Mean Absolute Percentage*, *Mean Absolute Deviation*, *Mean Square Error* yang terkecil didapatkan dengan menggunakan metode *Trend Quadratic* dengan nilai berturut-turut dari *Mean Absolute Percentage* (MAPE) 7,20 %, *Mean Absolute Deviation* (MAD) 84,9 dan *Mean Square Error* (MSE) 11.733,6, sementara untuk nilai r^2 (*R-Squared*) dari ketiga metode dapat dikategorikan memiliki nilai yang tinggi atau kuat karena berada pada range nilai 0,75-1, namun nilai tertinggi diperoleh dengan menggunakan metode *Trend Quadratic* dengan besaran nilai 0,817.

3.2.2. Muat

Dari hasil peramalan selanjutnya dilakukan perhitungan nilai eror rata-rata pada kegiatan muat yang disajikan pada Tabel 5. Dari hasil perbandingan untuk nilai peramalan volume muat petikemas dengan menggunakan tiga metode yakni *Trend Linear*, *Trend Quadratic* dan *Trend Exponential*, dapat dilihat untuk nilai *Mean Absolute Deviation*, *Mean Square Error* yang terkecil didapatkan dengan menggunakan metode *Trend Quadratic* dengan nilai *Mean Absolute Deviation* (MAD) 103,4 dan *Mean Square Error* (MSE) 17040,8, sementara untuk nilai *Mean Absolute Percentage* nilai terkecil diperoleh dengan menggunakan metode *Trend Exponential* dengan nilai persentase 18,70%. Pada nilai r^2 (*R-Squared*) dari ketiga metode dapat dikategorikan memiliki nilai yang moderat karena berada pada range nilai 0,50-0,75, namun nilai tertinggi diperoleh dengan menggunakan metode *Trend Quadratic* dengan besaran nilai 0,7461 dan apabila dibulatkan sudah dapat tergolong ke dalam nilai yang termasuk tinggi atau memiliki pengaruh yang kuat.

Tabel 3. Hasil dari peramalannya (*forecasting*) pada periode ke-38

Metode	<i>Trend Linear</i>	<i>Trend Quadratic</i>	<i>Trend Exponential</i>
Bongkar	2.161,10	2.746,38	21.414,90
Muat	962,86	719,08	995,10

Tabel 4. Hasil perhitungan nilai eror rata-rata peramalan kegiatan bongkar

Nilai Error	<i>Trend Linear</i>	<i>Trend Quadratic</i>	<i>Trend Exponential</i>
MAPE	7,70%	7,20%	7,30%
MAD	96,0	84,9	90,4
MSE	14.652,4	11.733,6	12.805,7
<i>R-Squared</i>	0,7874	0,8176	0,8086

Tabel 5. Hasil perhitungan nilai eror rata-rata peramalan kegiatan muat

Nilai Error	<i>Trend Linear</i>	<i>Trend Quadratic</i>	<i>Trend Exponential</i>
<i>MAPE</i>	19,40%	19,00%	18,70%
<i>MAD</i>	106,2	103,4	104,2
<i>MSE</i>	17.914,7	17.040,8	17.310,5
<i>R-Squared</i>	0,733	0,7461	0,7446

Tabel 6. Hasil perhitungan *Yard Occupancy Ratio* (YOR)

No.	Bulan	Bongkar	Muat	Hasil	Kapasitas Kontainer	Arus Kontainer	YOR
27	Jun-25	1.930	577	1.353	3.200	4.553	65%
28	Jul-25	1.994	594	1.399	3.200	4.599	65%
29	Aug-25	2.059	611	1.448	3.200	4.648	66%
30	Sep-25	2.127	627	1.500	3.200	4.700	67%
31	Oct-25	2.197	641	1.556	3.200	4.756	67%
32	Nov-25	2.269	655	1.614	3.200	4.814	68%
33	Dec-25	2.343	668	1.675	3.200	4.875	69%
34	Jan-26	2.419	680	1.739	3.200	4.939	70%
35	Feb-26	2.498	691	1.807	3.200	5.007	71%
36	Mar-26	2.579	701	1.877	3.200	5.077	72%
37	Apr-26	2.661	711	1.951	3.200	5.151	73%
38	May-26	2.746	719	2.027	3.200	5.227	74%

Berdasarkan perbandingan ketiga metode *trend projection* yang telah dilakukan, dari nilai akurasi kesalahan atau *accuracy of error* yang diperoleh maka dapat diputuskan bahwa untuk melakukan peramalan dalam jangka waktu satu tahun ke depan terkait volume muat ataupun bongkar pada *Container Yard* Ronggowarsito, dapat ditarik kesimpulan bahwa metode yang paling tepat digunakan untuk penelitian ini adalah dengan metode *Trend Quadratic*.

3.3. Skema Optimasi *Container Yard*

Setelah dilakukan peramalan, tahapan berikutnya menghitung YOR dengan menggunakan data peramalan pada Tabel 6.

Hasil perhitungan arus kontainer menunjukkan bahwa, pada Mei 2026, selisih antara volume petikemas yang dibongkar dan yang dimuat adalah 2.027 TEUs. Kemudian, dilakukan penjumlahan dengan kapasitas *container* sebesar 3.200 TEUs, maka didapatkan arus *container* bulan Mei 2026 mencapai 5.227 TEUs. Setelah arus *container* didapatkan, maka dilanjutkan untuk melakukan perhitungan kapasitas yang terpakai di bulan Mei 2025:

$$A = \frac{T.D.S_f}{30-(1-Bs)} = \frac{5227.5.10}{30-(1-0,40)} = \frac{261350}{29,4}$$

Setelah mendapatkan nilai kapasitas yang terpakai pada Bulan Mei 2026, maka selanjutnya dilakukan perhitungan *Yard Occupancy Ratio* (YOR), sebagai berikut:

$$YOR = \frac{\text{Kapasitas yang terpakai}}{\text{Kapasitas yang tersedia}} \times 100\% = \frac{8.889,455}{12.000} \times 100\% = 74\%$$

Dari perhitungan diatas, dilakukan perbandingan antara kapasitas yang terpakai dengan kapasitas yang tersedia, kemudian dicari persentasenya. Hasil persentase YOR pada bulan Mei 2026 mencapai 74%, dari hasil ini menunjukkan berdasarkan kategori YOR dari *United Conference Trade and Development* (UNCTAD) 1978 [11], bahwa nilai YOR pada lapangan petikemas Ronggowarsito satu tahun kedepannya termasuk ke dalam kategori tinggi dengan rentang 60-79%. Hal ini menunjukkan bahwa kapasitas yang terpakai lebih besar dibandingkan kapasitas yang tersedia di *Container Yard* Ronggowarsito, oleh karena itu untuk mengurangi atau meminimalisir penggunaan atau pemakaian dari lapangan petikemas, maka perlu dilakukan optimasi khususnya dari segi operasional maupun fasilitas [13].

Hasil dari peramalan arus *container* yang didapatkan untuk satu tahun ke depan tepatnya pada bulan Mei 2026, dapat diprediksikan bahwa arus kontainer di *Container Yard* Ronggowarsito pada tahun tersebut mencapai 5.227 TEUs. Adapun hasil analisis *Yard Occupancy Ratio* menunjukkan nilai sebesar 74%. Dari hasil tersebut menandakan terjadinya peningkatan sebesar 15% dari semula nilai *Yard Occupancy Ratio* sebesar 59% pada tahun sebelumnya. Berdasarkan hasil tersebut menggambarkan bahwa penggunaan lapangan petikemas tergolong ke dalam kategori tinggi berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh organisasi UNCTAD (*United Nation Conference Trade and Development*). Hal ini dikarenakan meningkatnya kapasitas yang terpakai dibandingkan kapasitas yang tersedia dan apabila tidak ditangani dengan perencanaan yang tepat maka kedepannya dari yang awalnya 74% akan meningkat hingga lebih dari 80% yang tentunya jika dibiarkan akan menyebabkan terjadinya *overcapacity*. Karenanya diperlukan adanya optimasi dalam penggunaan dari *Container Yard* Ronggowarsito untuk memaksimalkan atau meningkatkan efisiensi, kinerja dan juga hasil dari proses bongkar muat nantinya. Upaya optimasi ini sejalan dengan ketentuan pada aturan undang-undang perkeretapiannya Indonesia. Adapun optimasi dalam penggunaan lapangan petikemas dapat dilakukan baik dari sisi operasional seperti mempercepat proses *dwelling time* atau waktu inap *container*, menambah *stacking* atau tumpukkan *container* yang ada, maupun dari segi fasilitas dengan menambah atau memperluas area *container yard* itu sendiri [14]. Berikut dibawah ini alternatif untuk melakukan optimasi yang dibantu dengan menggunakan perhitungan sederhana melalui Software *Microsoft Excel* dalam penggunaan *Container Yard* Ronggowarsito.

Adapun beberapa skema atau skenario yang dapat diambil dan diterapkan oleh pihak perusahaan dalam hal ini sebagai pengelola perusahaan berdasarkan hasil perhitungan sehingga dapat mengoptimalkan *container yard* untuk mencegah atau meminimalisir terjadinya *overcapacity*, sebagai berikut:

3.3.1. Skema 1 (Penambahan Penggunaan Luas Area Container Yard)

Skema 1 yaitu memaksimalkan luasan area yang dimiliki oleh pihak perusahaan pada perusahaan. Saat ini total luas keseluruhan area dari *Container Yard* Ronggowarsito adalah 22.561 m², Area lapangan petikemas yang digunakan untuk kegiatan proses bongkar maupun muat petikemas atau *container* adalah 1,2 hektar atau 12.000 m², sementara masih tersedia lahan kosong yang masih dapat digunakan seluas 6.000 m² yang terhubung dengan jalur rel Tanjung Emas-Ronggowarsito yang menghubungkan pelabuhan Tanjung Emas dengan lapangan petikemas atau *Container Yard* Ronggowarsito.

3.3.2. Skema 2 (Penambahan Stacking Container Menjadi 4 Tier)

Skema kedua adalah dengan melakukan penambahan tumpukan *container* pada lapangan petikemas. Pada saat ini di *Container Yard* Ronggowarsito untuk *stacking container* masih didominasi oleh 3 *tier* atau tumpukan *container* pada lapangan petikemas sementara sudah ada beberapa yang ditumpuk menjadi 4 tumpukan namun belum merata dan secara keseluruhan. Tata cara penumpukan dalam hal ini mempengaruhi dari *stowage factor* atau ruang yang ditempati *container* yang merupakan ukuran kepadatan pada *container* dan merepresentasikan nilai volume (m³) yang ditempati oleh *container* di lapangan petikemas [15].

3.3.3. Skema 3 (Kebijakan Dwelling Time Perusahaan Menjadi 3 Hari)

Skema ketiga adalah pihak perusahaan selaku pengelola atau perusahaan mengubah kebijakan untuk waktu *dwelling time* ditekan yang pada awalnya 5 hari menjadi 3 hari, sehingga apabila pihak pemilik barang (*customer*) menyimpan barang lebih dari 3 hari pada *Container Yard* Ronggowarsito maka akan dikenakan biaya tambahan [16].

3.3.4. Skema 4 (Penggabungan Skema 2 dan Skema 3)

Skema keempat adalah skenario dengan melakukan atau menggabungkan opsi yang ada pada skema 2 dan skema 3. Skema 2 dengan melakukan penambahan *stacking* atau tumpukkan kontainer yang semula 3 tingkatan (*tier*) menjadi 4 tingkatan (*tier*) sehingga *stowage factor* (Sf) yang dihasilkan menjadi lebih kecil yakni 7,5 m³. Sementara Skema 3 dengan melakukan kebijakan *dwelling time* menjadi 3 hari yang awalnya 5 hari.

3.3.5. Skema 5 (Penggabungan Skema 1, 2 dan 3)

Skema kelima adalah skenario dengan melakukan atau menggabungkan opsi yang ada pada skema 1, skema 2 dan skema 3. Skema 1 dengan melakukan kebijakan *dwelling time* menjadi 3 hari yang awalnya 5 hari, sementara skema 2 dengan melakukan penambahan *stacking* atau tumpukkan *container* yang semula 3 tingkatan (*tier*) menjadi 4 tingkatan (*tier*) sehingga *stowage factor* (Sf) yang dihasilkan menjadi lebih kecil yakni 7,5 m³ serta skema 3 yakni dengan penambahan dalam penggunaan area lapangan petikemas seluas 6.000 m² sehingga total kapasitas lapangan petikemas yang tersedia menjadi 18.000 m².

3.4. Hasil Perhitungan YOR

Hasil perhitungan YOR dan analisis pada masing-masing skema 1 hingga skema 5 disajikan pada Tabel 7 hingga Tabel 11.

Hasil dari penerapan Skema 1 (Tabel 7) dengan penambahan pada penggunaan area lapangan petikemas seluas 6.000 m² sehingga total luas area yang digunakan menjadi 18.000 m² dengan tetap menggunakan kebijakan 5 hari *dwelling time* atau waktu inap kontainer dan *stacking* pada kontainer sebanyak 3 tingkatan (*tier*), menghasilkan penurunan untuk nilai *Yard Occupancy Ratio* dari hasil peramalan selama satu tahun ke depan. Dapat dilihat bahwa diawali dari bulan Juni 2025 mengalami penurunan sebesar 22% yang semulanya berawal 65% turun menjadi 43%, sementara untuk bulan Mei 2026 mengalami penurunan sebesar 25% yakni berawal dari 74% turun hingga menjadi 49%.

Tabel 7. Hasil perhitungan YOR dengan skema 1

Bulan	Arus Kontainer	Kapasitas Tersedia (m ²)	Kapasitas Terpakai (m ²)	YOR
Jun-25	4.553	18.000	7.743,55	43%
Jul-25	4.599	18.000	7.821,85	43%
Aug-25	4.648	18.000	7.905,32	44%
Sep-25	4.700	18.000	7.994,00	44%
Oct-25	4.756	18.000	8.087,86	45%
Nov-25	4.814	18.000	8.186,89	45%
Dec-25	4.875	18.000	8.291,11	46%
Jan-26	4.939	18.000	8.400,49	47%
Feb-26	5.007	18.000	8.515,09	47%
Mar-26	5.077	18.000	8.634,86	48%
Apr-26	5.151	18.000	8.759,83	49%
May-26	5.227	18.000	8.889,97	49%

Tabel 8. Hasil perhitungan YOR dengan skema 2

Bulan	Arus Kontainer	D	Sf	Hari	Bs	Kapasitas (m ²)	YOR
Jun-25	4.553	5	7,5	30	0,4	5.807,67	48%
Jul-25	4.599	5	7,5	30	0,4	5.866,39	49%
Aug-25	4.648	5	7,5	30	0,4	5.928,99	49%
Sep-25	4.700	5	7,5	30	0,4	5.995,50	50%
Oct-25	4.756	5	7,5	30	0,4	6.065,89	51%
Nov-25	4.814	5	7,5	30	0,4	6.140,17	51%
Dec-25	4.875	5	7,5	30	0,4	6.218,33	52%
Jan-26	4.939	5	7,5	30	0,4	6.300,37	53%
Feb-26	5.007	5	7,5	30	0,4	6.386,31	53%
Mar-26	5.077	5	7,5	30	0,4	6.476,15	54%
Apr-26	5.151	5	7,5	30	0,4	6.569,87	55%
May-26	5.227	5	7,5	30	0,4	6.667,47	56%

Tabel 9. Hasil perhitungan YOR dengan skema 3

Bulan	Arus Kontainer	D	Sf	Hari	Bs	Kapasitas (m ²)	YOR
Jun-25	4.553	3	10	30	0,4	4.646,13	39%
Jul-25	4.599	3	10	30	0,4	4.693,11	39%
Aug-25	4.648	3	10	30	0,4	4.743,19	40%
Sep-25	4.700	3	10	30	0,4	4.796,40	40%
Oct-25	4.756	3	10	30	0,4	4.852,71	40%
Nov-25	4.814	3	10	30	0,4	4.912,13	41%
Dec-25	4.875	3	10	30	0,4	4.974,66	41%
Jan-26	4.939	3	10	30	0,4	5.040,30	42%
Feb-26	5.007	3	10	30	0,4	5.109,05	43%
Mar-26	5.077	3	10	30	0,4	5.180,92	43%
Apr-26	5.151	3	10	30	0,4	5.255,90	44%
May-26	5.227	3	10	30	0,4	5.333,98	44%

Tabel 10. Hasil perhitungan YOR dengan skema 4

Bulan	Arus Kontainer	D	Sf	Hari	Bs	Kapasitas (m ²)	YOR
Jun-25	4.553	3	7,5	30	0,4	3.484,60	29%
Jul-25	4.599	3	7,5	30	0,4	3.519,83	29%
Aug-25	4.648	3	7,5	30	0,4	3.557,40	30%
Sep-25	4.700	3	7,5	30	0,4	3.597,30	30%
Oct-25	4.756	3	7,5	30	0,4	3.639,54	30%
Nov-25	4.814	3	7,5	30	0,4	3.684,10	31%
Dec-25	4.875	3	7,5	30	0,4	3.731,00	31%
Jan-26	4.939	3	7,5	30	0,4	3.780,22	32%
Feb-26	5.007	3	7,5	30	0,4	3.831,79	32%
Mar-26	5.077	3	7,5	30	0,4	3.885,69	32%
Apr-26	5.151	3	7,5	30	0,4	3.941,92	33%
May-26	5.227	3	7,5	30	0,4	4.000,48	33%

Hasil dari penerapan Skema 2 (Tabel 8) dengan penambahan *stacking* kontainer dari yang semula 3 tingkatan (*tier*) menjadi 4 tingkatan (*tier*), menghasilkan penurunan untuk nilai *Yard Occupancy Ratio* dari hasil peramalan selama satu tahun ke depan. Dapat dilihat bahwa diawali dari bulan Juni 2025 mengalami penurunan sebesar 17% yang semulanya berawal 65% turun menjadi 48%, sementara untuk bulan Mei 2026 mengalami penurunan sebesar 18% yakni berawal dari 74% turun hingga menjadi 56%.

Hasil dari penerapan Skema 3 (Tabel 9) dengan menekan *dwelling time* dari yang semula 5 hari menjadi 3 hari, menghasilkan penurunan untuk nilai *Yard Occupancy Ratio* dari hasil peramalan selama satu tahun ke depan. Dapat dilihat bahwa diawali dari bulan Juni 2025 mengalami penurunan sebesar 26% yang semulanya berawal 65% turun menjadi 39%, sementara untuk bulan Mei 2026 mengalami penurunan sebesar 30% yakni berawal dari 74% turun hingga menjadi 44%.

Hasil dari penerapan Skema 4 (Tabel 10) dengan menggabungkan skema 3 untuk mempercepat waktu *dwelling time* menjadi 3 hari serta skema 2 melakukan penambahan *stacking* atau tumpukan kontainer menjadi 4 tingkatan (*tier*), menghasilkan penurunan untuk nilai *Yard Occupancy Ratio* dari hasil peramalan selama satu tahun ke depan. Dapat dilihat bahwa diawali dari bulan Juni 2025 mengalami penurunan sebesar 36% yang semulanya berawal 65% turun menjadi 29%, sementara untuk bulan Mei 2026 mengalami penurunan sebesar 41% yakni berawal dari 74% turun hingga menjadi 33%.

Tabel 11. Hasil perhitungan dari skema 5

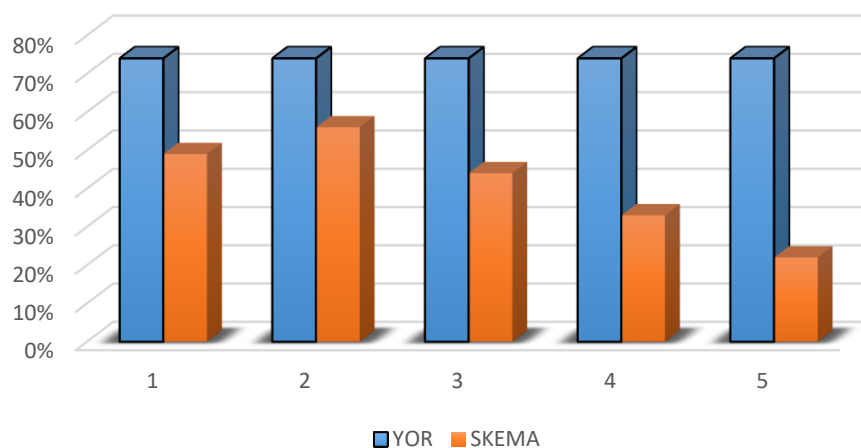
Bulan	Arus Kontainer	D	Sf	Kapasitas Tersedia (m ²)	Kapasitas Terpakai (m ²)	YOR
Jun-25	4.553	3	7,5	18.000	3.484,60	19%
Jul-25	4.599	3	7,5	18.000	3.519,83	20%
Aug-25	4.648	3	7,5	18.000	3.557,40	20%
Sep-25	4.700	3	7,5	18.000	3.597,30	20%
Oct-25	4.756	3	7,5	18.000	3.639,54	20%
Nov-25	4.814	3	7,5	18.000	3.684,10	20%
Dec-25	4.875	3	7,5	18.000	3.731,00	21%
Jan-26	4.939	3	7,5	18.000	3.780,22	21%
Feb-26	5.007	3	7,5	18.000	3.831,79	21%
Mar-26	5.077	3	7,5	18.000	3.885,69	22%
Apr-26	5.151	3	7,5	18.000	3.941,92	22%
May-26	5.227	3	7,5	18.000	4.000,48	22%

Hasil dari penerapan Skema 5 (Tabel 11) dengan menggabungkan skema 3 untuk mempercepat waktu *dwelling time* menjadi 3 hari yang semula 5 hari dan skema 2 melakukan penambahan *stacking* atau tumpukan kontainer menjadi 4 tingkatan (*tier*) yang awalnya 3 tingkatan (*tier*), serta skema 1 penambahan penggunaan area seluas 6.000 m² sehingga total luas area petikemas yang digunakan menjadi 1,8 hektar atau 18.000 m² menghasilkan penurunan untuk nilai *Yard Occupancy Ratio* dari hasil peramalan selama satu tahun ke depan. Dapat dilihat bahwa diawali dari bulan Juni 2025 mengalami penurunan sebesar 45% yang semulanya berawal 65% turun menjadi 20%, sementara untuk bulan Mei 2026 mengalami penurunan sebesar 52% yakni berawal dari 74% turun hingga menjadi 22%.

Berdasarkan Gambar 2 dapat terlihat bahwa skema yang paling optimal untuk menurunkan nilai okupansi dari kapasitas *Container Yard* Ronggowarsito adalah dengan skema 5 yakni dengan melakukan penggabungan dari skema 1, 2 dan 3 yaitu penambahan penggunaan area lapangan petikemas seluas 6.000 m², *stacking* atau penumpukan *container* menjadi 4 tingkatan (*tier*) serta menerapkan kebijakan *dwelling time* menjadi 3 hari, kemudian diikuti skema 4 dengan *stacking* kontainer menjadi 4 tingkatan (*tier*) serta menerapkan kebijakan *dwelling time* menjadi 3 hari. dilanjutkan dengan opsi pada skema 3 dengan menerapkan waktu inap kontainer (*dwelling time*) menjadi 3 hari, skema 1 dengan melakukan penambahan luas area *container yard* yakni seluas 6.000 m² hingga terakhir skema 2 yakni dengan melakukan *stacking* atau penumpukan *container* dengan 4 tingkatan (*tier*).

3.5. Pembahasan

Berdasarkan analisis data yang dilakukan, pendekatan peramalan menggunakan model tren kuadratik menunjukkan performa optimal dalam memprediksi volume kontainer di Terminal Ronggowarsito.

**Gambar 2.** Perbandingan skema 1-5 analisis kapasitas *Container Yard* Ronggowarsito

Proyeksi yang diperoleh mencapai 5.227 TEUs untuk bulan Mei 2026. Sementara itu, perhitungan *Yard Occupancy Ratio* menghasilkan angka 74%, yang berdasarkan kriteria UNCTAD tahun 1978 termasuk dalam kategori pemanfaatan tinggi [11]. Situasi ini mengindikasikan bahwa utilisasi area penumpukan telah mendekati batas maksimal dan berpotensi mengalami kelebihan kapasitas jika tidak segera diantisipasi.

Kondisi serupa juga ditemukan dalam kajian lain yang menggarisbawahi pentingnya YOR sebagai parameter evaluasi efektivitas penggunaan area penumpukan *container* [3]. Nilai YOR yang melampaui 70% cenderung menciptakan kepadatan operasional yang berdampak pada kelancaran aktivitas terminal. Studi di pelabuhan Sunda Kelapa turut membuktikan korelasi positif antara peningkatan YOR dengan durasi tinggal kontainer yang lebih panjang [16]. Implikasinya, semakin tinggi rasio okupansi maka risiko penundaan dan ketidakefisienan dalam proses *handling* akan semakin meningkat.

Implementasi metode *forecasting* berbasis tren kuadratik memperlihatkan kemampuan yang baik dalam mendeteksi pola pertumbuhan arus kontainer yang bersifat progresif. Temuan ini konsisten dengan riset lain, di mana model prediksi time series mampu menghasilkan estimasi *throughput* yang lebih responsif terhadap dinamika permintaan pasar [7][8]. Oleh karena itu, penerapan sistem peramalan dalam manajemen operasional *container yard* memberikan basis analitis yang lebih solid ketimbang metode konvensional yang hanya bertumpu pada data masa lalu.

Rekomendasi perbaikan yang diajukan mencakup pengurangan waktu tinggal kontainer menjadi 3 hari, peningkatan tinggi tumpukan hingga 4 tingkatan, dan ekspansi area seluas 6.000 m². Kombinasi strategi tersebut berhasil menekan YOR hingga level rendah yakni 22%. Hasil ini mendukung argumen yang menekankan bahwa pengendalian *dwelling time* menjadi faktor krusial dalam mempertahankan kelancaran sirkulasi *container* [17]. Peningkatan fasilitas bongkar muat dapat meningkatkan optimasi terminal [18]. Demikian pula dengan penelitian yang memvalidasi pengaruh signifikan optimasi layout dan kebijakan penumpukan terhadap efisiensi pemanfaatan *yard* [19].

Kontribusi utama penelitian ini terletak pada sinergi antara metode prediktif dengan evaluasi kapasitas untuk menghasilkan strategi peningkatan efisiensi yang relevan dengan kondisi terminal domestik Indonesia. Kebaruan yang ditawarkan adalah adopsi teknik *forecasting* kuantitatif dalam *assessment* YOR serta formulasi skenario optimasi yang terukur sebagai rujukan aplikatif bagi manajemen Terminal Ronggowarsito.

4. Kesimpulan

Studi yang dilakukan membuktikan bahwa pendekatan peramalan model tren kuadratik menghasilkan tingkat prediksi tertinggi dalam memproyeksikan volume kontainer Terminal Ronggowarsito, dengan perkiraan *throughput* sebesar 5.227 TEUs di bulan Mei 2026. Analisis *Yard Occupancy Ratio* mengindikasikan utilisasi mencapai 74%, suatu level yang dikategorikan tinggi dan berpotensi memicu kondisi kelebihan kapasitas.

Menghadapi tantangan tersebut, kajian ini mengajukan beberapa alternatif optimasi, di mana skenario gabungan yang meliputi pemendekan waktu tinggal kontainer menjadi 3 hari, penambahan ketinggian tumpukan sampai 4 tingkat, dan ekspansi lahan seluas 6.000 m² menunjukkan efektivitas tertinggi dengan berhasil mereduksi YOR hingga 22%. Pendekatan ini memvalidasi bahwa sinergi antara metode prediktif dan evaluasi YOR dapat menghasilkan panduan operasional yang aplikatif bagi manajemen terminal.

Nilai tambah penelitian ini adalah implementasi analisis *forecasting* berbasis tren kuadrat pada konteks terminal domestik Indonesia, serta pengintegrasian *output* prediksi dengan *assessment* YOR untuk menyusun strategi peningkatan efisiensi. Meski demikian, studi ini menghadapi limitasi berupa rentang data yang terbatas (26 bulan) dan adopsi teknik peramalan yang relatif sederhana. Untuk itu, riset mendatang direkomendasikan menggunakan model prediksi yang lebih kompleks seperti ARIMA, algoritma *machine learning*, atau simulasi operasional, serta memperluas cakupan analisis ke terminal-terminal lain agar diperoleh rekomendasi yang lebih holistik.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini didukung oleh berbagai pihak. Untuk itu peneliti mengucapkan terima kasih kepada pengelola Terminal Ronggowarsito. Peneliti juga mengucapkan terima kasih, serta pihak-pihak yang telah mendukung dan memberikan bantuan hingga penelitian ini selesai.

Daftar Pustaka

- [1] M. Handajani, "Analisis Kinerja Operasional Bongkar Muat Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang," *Jurnal Transportasi*, vol. 4, no. 1, p. 142592, 2004, doi: 10.26593/JT.V4I1.1761.
- [2] Y. Fetriansyah and H. Koco Buwono, "Analisis Kebutuhan Lapangan Penumpukan (Container Yard) Pada Pelabuhan Pulau Baai Bengkulu," *Prosiding Semnastek*, vol. 16, Nov. 2019, Accessed: Sep. 22, 2025. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/5159>
- [3] 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, Oct. 2020, doi: 10.31334/LOGISTIK.V4I1.868.
- [4] U. Prathama, R. Suwandi, and D. A. Soeboer, "Pengaruh Aspek Lapangan Penumpukan Terhadap Dwelling Time Di TPK Koja," *ALBACORE Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, vol. 1, no. 3, pp. 349–359, Jul. 2017, doi: 10.29244/CORE.1.3.349-359.
- [5] A. A. Thabab and I. R. Putra, "Utilisasi Penumpukan Peti di Depo Peti Kemas," *Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi dan Logistik*, vol. 1, no. 1, pp. 151–175, Sep. 2014, doi: 10.54324/J.MBTL.V1I1.867.
- [6] A. Darendeli, A. Alparslan, M. S. Erdogan, and Ö. Kabadurmuş, "Container Demand Forecasting Using Machine Learning Methods: A Real Case Study from Turkey," *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, pp. 842–852, 2021, doi: 10.1007/978-3-030-62784-3_70.
- [7] A. Huang, X. Liu, C. Rao, Y. Zhang, and Y. He, "A New Container Throughput Forecasting Paradigm under COVID-19," *Sustainability* 2022, Vol. 14, Page 2990, vol. 14, no. 5, p. 2990, Mar. 2022, doi: 10.3390/SU14052990.
- [8] Z. H. Munim, C. S. Fiskin, B. Nepal, and M. M. H. Chowdhury, "Forecasting container throughput of major Asian ports using the Prophet and hybrid time series models," *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, vol. 39, no. 2, pp. 67–77, Jun. 2023, doi: 10.1016/J.AJSL.2023.02.004.
- [9] A. Purnomo, S. Widodo, and K. Erwan, "Analisis Kapasitas Terminal Peti Kemas Pelabuhan Pontianak," *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, vol. 3, no. 3, p. 192920, Dec. 2016, Accessed: Sep. 22, 2025. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/publications/192920/>
- [10] A. Z. Arif, P. A. P. Suwandi, and A. Kristiawan, "Analysis Of Container Yard Capacity in TPK Semarang," *International Journal of Sustainable Building, Infrastructure and Environment (IJOSBIE)*, vol. 5, no. 2, Jan. 2025, doi: 10.26877/IJOSBIE.V5I2.21870.
- [11] UNCTAD. T. and D. B. (9th special sess. : 1977-1978 : Geneva) and 2nd pt. : 1978 : Geneva) UNCTAD. Trade and Development Board (17th sess., "United Nations Conference on Trade and Development :: report of the Trade and Development Board.: Volume 1, 2nd and 3rd parts of the 9th special session and 2nd part of the 17th session," Jul. 14, 1978, *UN*, Accessed: Sep. 22, 2025. [Online]. Available: <https://digitallibrary.un.org/record/439053>
- [12] I. Dewi Permatasari and R. Chintia, "Pengukuran Kapasitas Container Yard Menggunakan Yard Occupancy Ratio dalam Upaya Optimalisasi Penggunaan Lapangan Penumpukan Kontainer di PT XYZ," 2020. [Online]. Available: <http://ojs.stiami.ac.id>
- [13] A. Nurhadini, - Rafie, and M. Indrayadi, "Optimasi Pelayanan Bongkar Muat Peti Kemas Di Pelabuhan Dwikora Pontianak," *JeLAST: Jurnal Teknik Kelautan, PWK, Sipil, dan Tambang*, vol. 6, no. 1, Feb. 2019, doi: 10.26418/JELAST.V6I1.31440.
- [14] A. E. Nurdien, "Optimalisasi Proses Bongkar Muat di Kapal Kontainer MV. Tanto Sukses," 2023.
- [15] R. Hakim and S. Sabaruddin, "Analisis Kebutuhan Container Yard Pada Pelabuhan Wilayah Kepulauan Di Maluku Utara," *Clapeyron : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 81–86, Dec. 2022, doi: 10.33387/CLAPEYRON.V3I2.5395.
- [16] M. R. Affiat, F. Fadli, and L. Mafrudoh, "Throughput dan Dwelling Time pada Yard Occupancy Ratio Pelabuhan Sunda Kelapa Throughput and Dwelling Time on Yard Occupancy Ratio Sunda Kelapa Harbor," 2021. [Online]. Available: <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmbtl>
- [17] 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, p. 100116, Dec. 2024, doi: 10.1016/J.MARTRA.2024.100116.
- [18] A. Soimun, A. Prima, G. Rupaka, N. Made, K. Santi, and S. N. Fitri, "Optimization of Port Terminal Operations: A Case Study of International Cargo Handling," *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, vol. 6, no. 1, pp. 1–14, Jul. 2025, doi: 10.52920/JTTL.V6I1.440.
- [19] J. H. Yoon, S. W. Kim, J. S. Jo, and J. M. Park, "A Comparative Study of Machine Learning Models for Predicting Vessel Dwell Time Estimation at a Terminal in the Busan New Port," *Journal of Marine Science and Engineering* 2023, Vol. 11, Page 1846, vol. 11, no. 10, p. 1846, Sep. 2023, doi: 10.3390/JMSE11101846.