



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Kinerja Fasilitas Alat Bongkar Muat Kapal Petikemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang

Andrea Nanda Alfa Rizky Banjarnahor¹⁾, Wilma Amiruddin²⁾, Samuel³⁾

Laboratorium Kapal-Kapal Kecil dan Perikanan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

^{*)}e-mail : andreanandaalfarizky@students.undip.ac.id

Abstrak

Kondisi arus peti kemas tidak terlepas dari peningkatan pelayanan di Terminal Peti Kemas, dengan pertumbuhan arus peti kemas yang cukup tinggi tersebut, kondisi sarana, prasarana, dan sistem operasi yang ada perlu dikaji kembali apakah pengoperasiannya sudah optimal atau masih mungkin ditingkatkan kinerjanya, atau justru sudah saatnya perlu dilakukan penambahan sarana dan prasarana untuk mengantisipasi permintaan angkutan di masa yang akan datang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kinerja alat bongkar muat peti kemas dalam kondisi eksisting maupun di masa yang akan datang serta memberikan *improvement* kepada perusahaan dalam meningkatkan kinerja operasional pelabuhan. Penelitian ini menggunakan 2 metode analisis, yaitu metode *forecasting* dengan menggunakan *Triple Exponential Smoothing* untuk mengetahui jumlah arus petikemas di masa yang akan datang serta metode utilitas alat bongkar muat untuk mengetahui ukuran kinerja dari suatu peralatan dan dinyatakan dalam sebuah persen. Berdasarkan hasil analisa yang dilakukan di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang perlu dilakukan penambahan jumlah alat pada *Rubber Tyred Gantry (RTG)* sebanyak 5 unit sehingga dapat menurunkan nilai utilitas $\leq 80\%$ sesuai dengan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut, bernomor UM.002/38/18/DJPL-11.

Kata Kunci : Petikemas, Utilitas, RTG, Triple Exponential Smoothing

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan merupakan pintu gerbang untuk masuk ke suatu daerah tertentu dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau, bahkan antar negara. Pelabuhan berperan sebagai terminal yang mempertemukan moda transportasi baik *intermodal* maupun *multimodal*, mendorong lancarnya transaksi perdagangan serta perindustrian bagi pembangunan ekonomi. [1]

Pelabuhan mempunyai daerah pengaruh (*hinterland*), yaitu daerah yang mempunyai kepentingan hubungan ekonomi, sosial dan lain-lain dengan pelabuhan tersebut. Misalnya Jawa Barat dan bahkan Indonesia merupakan daerah pengaruh dari Pelabuhan Tanjung Priok, atau Pelabuhan Makasar mempunyai daerah pengaruh yang berupa pulau-pulau dan laut-laut di sekitarnya. Barang-barang import, misalnya mobil masuk ke Indonesia melalui Pelabuhan Tanjung

Priok yang selanjutnya akan didistribusikan ke seluruh wilayah Indonesia. [2]

Selama lima tahun terakhir dari tahun 2017 hingga tahun 2021 arus bongkar muat domestik dan internasional Terminal Peti Kemas menunjukkan peningkatan. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui terjadinya peningkatan jumlah arus peti kemas dari tahun 2017-2021.

Tabel 1. Arus Peti Kemas TPKS Tahun 2017-2021

Tahun	Arus Peti Kemas Domestik		Arus Peti Kemas Internasional	
	Box	Teu	Box	Teu
2017	21.696	24.451	373.300	609.814
2018	29.127	32.120	391.889	642.901
2019	39.607	48.671	398.558	654.550

2020	50.032	63.188	394.443	657.536
2021	65.702	81.012	422.323	713.448

(Sumber : Terminal Peti Kemas Semarang)

Arus peti kemas domestik mengalami peningkatan sebanyak 44.006 box , 56.561 Teu dan arus peti kemas internasional mengalami peningkatan sebanyak 49.023 box , 103.634 Teu selama 5 tahun terakhir. Berdasarkan data tersebut, dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan perkiraan jumlah arus peti kemas dalam 5 tahun kedepan.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Terminal Peti Kemas Soekarno Hatta menyebutkan bahwa arus kunjungan kapal dan arus peti kemas di Terminal Peti Kemas Soekarno Hatta mempunyai kecenderungan mengalami peningkatan.[3]

Hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Terminal Petikemas Surabaya menunjukkan bahwa Perubahan kinerja karena meningkatnya arus petikemas sampai tahun 2036, maka diperoleh gambaran kinerja terminal petikemas sebagai berikut : pada akhir tahun 2009 terdapat BOR 53,77% sudah berada diatas rekomendasi kongesti yaitu maksimum 50% , BTP 1,61 box/m dan YOR 43,30% dan lapangan penumpukan baru akan mengalami kongesti pada tahun 2022 (79,93%), dan kinerja fasilitas bongkar muat CC 38,32% , RTG 18,51 % dan HT 49,13% [4]

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Laut, bernomor UM.002/38/18/DJPL-11, yang dikeluarkan sejak 5 Desember 2011 yang berisi Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan, terdapat sembilan indikator yang menjadi tolak ukur nilai standar kinerja pelayanan operasioal pelabuhan. Kesembilan indikator itu terdiri dari waktu tunggu kapal (waiting time), waktu pelayanan pemanduan (approach time), waktu efektif (effective time dibanding berth time), produktivitas kerja, receiving/delivery petikemas, tingkat penggunaan dermaga (berth occupancy ratio/BOR), tingkat penumpukan gudang (shed occupancy ratio/SOR), tingkat penggunaan lapangan (yard occupancy ratio/YOR) dan kesiapan operasi peralatan. [5]

Berdasarkan hasil analisa kinerja utilitas alat di Terminal Teluk Lamong pada rencana tahun awal pengoperasian yaitu tahun 2014 sebagai berikut: Ship to Shore Crane (STS) pada tahun 2019 akan mengalami overload pemakaian dimana nilai utilitasnya 82,63% melebihi Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan 80%,

Automated Stacking Crane (ASC) akan mengalami overload pemakaian pada tahun 2022 dimana nilai utilitasnya 80.34%, dan Tractor Terminal (CTT) akan Combine mengalami overload pemakaian pada tahun 2020 dimana nilai utilitasnya 84.70% sehingga diperlukan menambahkan jumlah alat untuk menurunkan nilai utilitas. [6]

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan di Pelabuhan Dumai , Faktor utama penyebab terjadinya keterlambatan proses bongkar muat akibat peralatan adalah karena kerusakan alat [7].

Penelitian ini ditujukan untuk mengetahui nilai kinerja alat bongkar muat peti kemas dalam kondisi eksisting maupun dimasa yang akan datang serta memberikan improvement kepada perusahaan dalam meningkatkan kinerja operasional Pelabuhan.

2. METODE

Penelitian ini nantinya akan menggunakan metode Triple Exponential Smoothing, dengan menggunakan data arus bongkar muat peti kemas dari tahun 2017 sampai dengan tahun 2021 untuk mengetahui data arus petikemas di masa yang akan datang dan kemudian akan dilakukan perhitungan untuk mencari nilai utilitas dari setiap alat bongkar muat dalam kondisi eksisting dan di masa yang akan datang.

Pengumpulan data primer dilakukan di Terminal Petikemas Semarang. Survei terhadap waktu pelayanan Container Crane (CC), Rubber Tyred Gantry (RTG), Automatic Rubber Tyred Gantry (ARTG) dan Head Truck (HT). Data tersebut dapat dilihat pada tabel 2 .

Tabel 2. Hasil Observasi Waktu Pelayanan Alat Bongkar Muat di Terminal Petikemas Semarang

Peralatan	T (Menit)	Y (Box)
CC	2,2	27
RTG	3	20
ARTG	2,7	22
HT	13,7	4

Data sekunder dibutuhkan untuk melengkapi data primer yang ada. Data sekunder yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Fasilitas pelabuhan meliputi dimensi dari dermaga, container yard dan peralatan bongkar muat meliputi jumlah dari masing masing peralatan di TPKS, ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Fasilitas Terminal Petikemas Semarang

Nama Fasilitas		Ukuran
Dermaga		630 x 25 m
	Kedalaman	12 m
Container Yard		25 Ha
	Kapasitas	1.58 Juta TEU's/Tahun
Peralatan (Equipment)		
Container Crane		6 unit
Rubber Tyred Gantry Crane		9 unit
Automatic Rubber Tyred Gantry Crane		20 unit
Head Truck		46 unit

Data pelayanan alat bongkar muat yang telah diambil rata-ratanya setiap tahun ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Waktu Pelayanan Alat Bongkar Muat Terminal Petikemas Semarang

Peralatan	T (Menit)	Y (Box)
CC	2,1	28
RTG	9,3	6
ARTG	3,3	18
HT	25	2

Data arus petikemas domestik dan internasional selama lima tahun terakhir dari tahun 2017 hingga tahun 2021 di Terminal Petikemas Semarang dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Arus Petikemas 2017 – 2021 Terminal Petikemas Semarang

Tahun	Arus Petikemas
2017	395.669
2018	421.016
2019	438.195
2020	444.465

2.1 Forecasting

Forecasting adalah memprediksikan satu atau beberapa peristiwa di masa mendatang. Forecasting merupakan hal penting yang dapat diterapkan dalam banyak bidang seperti, bisnis dan industri, pemerintahan, ekonomi, ilmu lingkungan, ilmu medis, ilmu sosial, ilmu politik dan ilmu keuangan

Peramalan diklasifikasikan menjadi peramalan jangka pendek, jangka menengah dan jangka panjang. Peramalan jangka pendek menggunakan periode waktu harian, mingguan, dan bulanan untuk meramalkan kejadian dalam periode waktu yang sama. Peramalan jangka menengah menggunakan periode satu tahun atau dua tahun untuk meramalkan kejadian dalam periode yang sama. Peramalan jangka panjang menggunakan periode beberapa tahun untuk meramalkan kejadian dalam periode yang sama [8].

1. Triple Exponential Smoothing

Exponential Smoothing adalah metode peramalan rata-rata bergerak yang melakukan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai observasi yang lebih tua. Metode peramalan yang digunakan untuk data yang berpola trend dan musiman adalah metode *Triple Exponential Smoothing*. Metode ini didasarkan atas tiga persamaan yaitu persamaan stationer, *trend*, dan musiman. Rumus *Triple Exponential Smoothing* adalah sebagai berikut [9].

1) Pemulusan Keseluruhan

$$S_t = \alpha \frac{X_t}{SN_{t-1}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \quad (1)$$

2) Pemulusan Musiman

$$T_t = \beta(S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2)$$

3) Pemulusan Trend

$$SN_t = \gamma \left(\frac{X_t}{S_t} \right) + (1 - \gamma)SN_{t-1} \quad (3)$$

4) Peramalan

$$F_{t+m} = S_t + T_t m \quad (4)$$

Dimana α, β, γ adalah nilai parameter *Exponential* dengan nilai antara 0 dan 1, S_t adalah nilai pemulusan keseluruhan, X_t adalah data aktual pada waktu ke-t, T_t adalah nilai pemulusan musiman, SN_t adalah nilai pemulusan *trend*, F_{t+m}

adalah nilai peramalan dan m adalah periode di masa mendatang

Penelitian ini menggunakan bantuan *software* Microsoft Excel dalam proses mendapatkan jumlah arus petikemas kapal tahun 2022-2026 dengan metode *Exponential Triple Smoothing*.

2. Confidence Interval (Interval Kepercayaan)

Interval Kepercayaan adalah rentang nilai numerik untuk menentukan rentang nilai sebuah populasi dengan tingkat kepercayaan tertentu. Interval kepercayaan digunakan untuk memberikan perkiraan jumlah populasi dengan menghitung ketidakpastian pada nilai tersebut. Rumus interval kepercayaan adalah sebagai berikut[10].

$$X \pm z \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (5)$$

Dimana X adalah nilai rata-rata sampel, z adalah nilai *confidence*, σ adalah standar deviasi, dan n adalah jumlah sampel yang diamati.

2.2 Utilitas Alat Bongkar Muat

Utilitas peralatan merupakan suatu ukuran waktu dari suatu peralatan dimana peralatan tersebut benar-benar melakukan kegiatan sesuai dengan fungsinya dan dinyatakan dalam sebuah persen. Utilitas juga merupakan tingkat pemanfaatan atau pemakaian suatu alat bongkar muat yang dapat beroperasi dalam suatu periode tertentu. Untuk menghitung utilitas dari masing-masing alat bongkar muat dapat menggunakan rumus : [2]

$$Utilitas = \frac{Jumlah\ Box/Teus}{N \times Y \times BWT \times Wd} \times 100\%$$

Berikut adalah parameter yang dipergunakan dalam memperhitungkan utilitas peralatan bongkar muat petikemas.

a. Jumlah Petikemas

Merupakan banyaknya petikemas yang diangkut oleh peralatan bongkar muat dalam satu tahun.

b. Jumlah Peralatan

Merupakan banyaknya peralatan yang dioperasikan untuk penanganan bongkar muat petikemas.

c. Jam kerja dan jumlah shift kerja

Jam kerja dan jumlah shift kerja untuk penanganan barang juga berpengaruh terhadap kinerja peralatan bongkar muat.

2.3 Penilaian Kinerja

Utilitas kapasitas terminal petikemas tidak boleh mencapai diatas 80%. Ketika utilitas sudah mencapai 80% pengelola pelabuhan atau terminal petikemas harus mulai berinvestasi lagi. Untuk mengetahui kapasitas alat bisa dilihat dari nilai utilitas alat tersebut, sehingga dari nilai tersebut dapat dilihat apakah sudah saatnya atau belum TPKS memikirkan untuk melakukan investasi untuk alat bongkar muat .

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Triple Exponential Smoothing

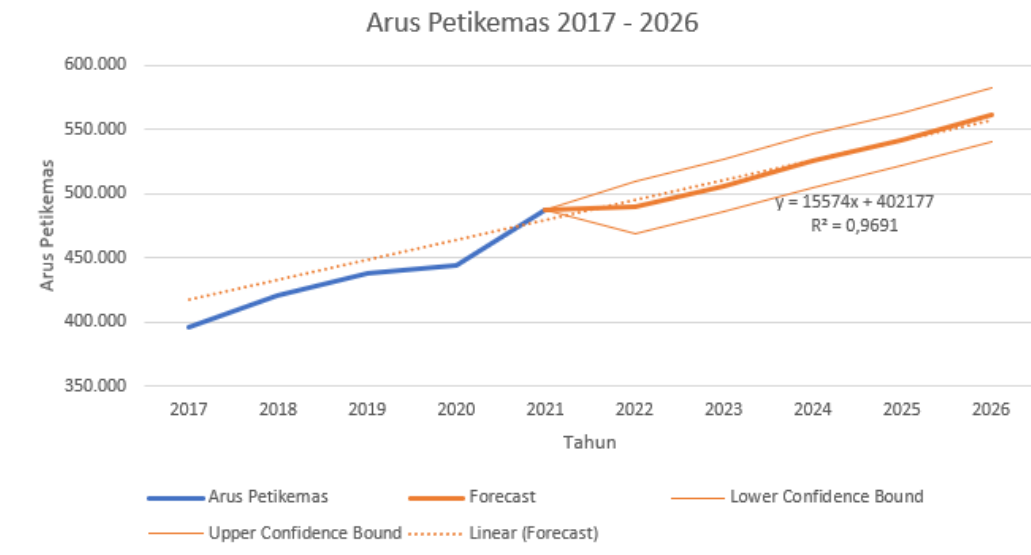
Data arus bongkar muat petikemas tahun 2017-2021 dianalisis menggunakan metode Triple Exponential Smoothing untuk mengetahui jumlah arus bongkar muat petikemas pada tahun 2022-2026. Triple Exponential Smoothing dilakukan dengan menggunakan data arus petikemas pertahun dari tahun 2017-2021. Hasil prediksi jumlah arus petikemas ditunjukkan pada Gambar 1.

Nilai parameter eksponensial yang digunakan pada peramalan dengan *Triple Exponential Smoothing* dari arus petikemas adalah $\alpha = 0,13$, $\beta = 0,00$, dan $\gamma = 0,00$. Nilai β dan γ bernilai 0 dikarenakan tidak terdeteksi adanya pola *trend* maupun musiman dari data sebelumnya sehingga pola peramalan kapal bersifat linear. Persamaan linear dari grafik forecasting arus petikemas pada Gambar 1 adalah :

$$y = 402177 + 15574x$$

Standar deviasi yang didapatkan dari data arus petikemas tahun 2017-2021 adalah 30408,3.

Nilai konstanta dari persamaan di atas adalah 402177 dan koefisien untuk variabel x adalah 15574. Variabel x pada persamaan tersebut adalah periode tahun pada tahun 2022-2026. Nilai R^2 dari persamaan di atas adalah 0,96 atau 96% dimana hal ini menunjukkan periode tahun mempengaruhi arus petikemas sebesar 96%.



Gambar 1. Prediksi Arus Petikemas 2022-2026

Nilai *Upper Confidence Bound* dan *Lower Confidence Bound* didapatkan dari hasil selisih atas dan selisih bawah nilai *Confidence Interval* dengan nilai hasil forecasting. Nilai ini menunjukkan rentang interval kepercayaan hasil forecasting arus petikemas kapal di masa mendatang. Jumlah arus petikemas kapal tahun 2022-2026 ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 6. Prediksi Arus Petikemas 2022-2026

Tahun	Arus Petikemas
2022	489.725
2023	506.477
2024	525.660
2025	542.412
2026	561.594

Berdasarkan hasil analisa dengan Triple Exponential Smoothing prediksi kedatangan arus petikemas di TPKS akan terus meningkat setiap tahunnya.

3.2 Perhitungan Utilitas Alat Bongkar Muat di Terminal Petikemas Semarang

Utilitas alat yaitu parameter perhitungan peralatan dimana peralatan tersebut melaksanakan pekerjaan sesuai dengan manfaatnya dan dijelaskan dalam bentuk persen. Fasilitas alat bongkar muat yang tersedia di Terminal Petikemas Semarang sebagai berikut : Container Crane 6 Unit Rubber Tyred Gantry (RTG) berjumlah 9 unit, Automatic Rubber Tyred Gantry (ARTG) berjumlah 20 unit dan Head Truck (HT) berjumlah 46 Unit. Tabel 4. Menjelaskan kinerja tiap alat bongkar muat dalam mengangkat petikemas per satuan waktu.

Berdasarkan data dan perhitungan kinerja alat bongkar muat dengan fasilitas tersedia

diperoleh nilai pelayanan pada masing masing alat bongkar muat tahun 2017 menggunakan perhitungan Utilitas Alat Bongkar Muat sebagai berikut :

3.2.1 Utilitas Container Crane (CC)

Container Crane yang tersedia di Terminal Petikemas ada sejumlah 6 unit. Perhitungan nilai utilitas Container Crane di Terminal Petikemas Semarang pada tahun 2017 sebagai berikut :

$$UCC = \frac{x}{Ncc.Ycc.Bwt.Wd} \times 100\%$$

$$UCC = \frac{395.669}{6.28.24.365} \times 100\%$$

$$UCC = 26,89 \%$$

Dimana :

Ucc = Utilitas Container Crane (%)

X = Perkiraan jumlah box yang diangkut di pelabuhan per Tahun (395.669 Box)

Ncc = Jumlah Crane (6 unit)

Ycc = Jumlah box yang diangkut oleh Crane/jam (24 Box)

BWT = Jam kerja tersedia per hari (24 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

3.2.2 Utilitas Rubber Tyred Gantry Crane (RTG)

Rubber Tyred Gantry Crane yang tersedia di Terminal Petikemas ada sejumlah 9 unit. Perhitungan nilai utilitas Rubber Tyred Gantry Crane di Terminal Petikemas Semarang pada tahun 2017 sebagai berikut :

$$URTG = \frac{x}{Nrtg.Yrtg.Bwt.Wd} \times 100\%$$

$$URTG = \frac{395.669}{9.6.24.365} \times 100\%$$

$$URTG = 83,64 \%$$

Dimana :

Urtg = Utilitas rubber tyred gantry (%)

X = Perkiraan jumlah box yang diangkut di pelabuhan per Tahun (395.669 Box)

Nrtg = Jumlah Crane (9 unit)

Yrtg = Jumlah box yang diangkut oleh Crane/jam (6 Box)

BWT = Jam kerja tersedia per hari (24 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

3.2.3 Utilitas Automatic Rubber Tyred Gantry (ARTG)

Automatic Rubber Tyred Gantry Crane yang tersedia di Terminal Petikemas ada sejumlah 20 unit. Perhitungan nilai utilitas Automatic Rubber Tyred Gantry Crane di Terminal Petikemas Semarang pada tahun 2017 sebagai berikut :

$$UARTG = \frac{x}{Nartg.Yartg.Bwt.Wd} \times 100\%$$

$$UARTG = \frac{395.669}{20.18.24.365} \times 100\%$$

$$UARTG = 12,55 \%$$

Dimana :

Uartg = Utilitas automatic rubber tyred gantry (%)

X = Perkiraan jumlah box yang diangkut di pelabuhan per Tahun (395.669 Box)

Nartg = Jumlah Crane (20 unit)

Yartg = Jumlah box yang diangkut oleh Crane/jam (18 Box)

BWT = Jam kerja tersedia per hari (24 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

3.2.4 Utilitas Head Truck

Head Truck yang tersedia di Terminal Petikemas ada sejumlah 46 unit. Perhitungan nilai utilitas Head Truck di Terminal Petikemas Semarang pada tahun 2017 sebagai berikut :

$$UHT = \frac{x}{Nht.Yht.Bwt.Wd} \times 100\%$$

$$UHT = \frac{395.669}{46.2.24.365} \times 100\%$$

$$UHT = 49,10 \%$$

Dimana :

Uht = Utilitas Head Truck (%)

X = Perkiraan jumlah TEUs yang diangkut di pelabuhan per Tahun (395.669 Box)

Nht = Jumlah Head Truck (46 unit)

Yht = Jumlah Box yang diangkut oleh Head Truck/jam (2 Box)

BWT = Jam kerja tersedia per hari (24 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

Setelah dilakukan perhitungan utilitas alat bongkar muat di Terminal Petikemas Semarang pada tahun 2017, maka selanjutnya dilakukan perhitungan utilitas alat bongkar muat pada tahun 2018 – 2026 sesuai dengan rumus diatas dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 7.Perhitungan Nilai Utilitas Alat Bongkar Muat dengan Fasilitas Terpasang

Tahun	Arus				
	Petikemas (Box)	CC%	RTG%	ARTG%	HT%
2017	395.669	26,89%	83,64%	12,55%	49,10%
2018	421.016	28,61%	89,00%	13,35%	52,24%
2019	438.195	29,78%	92,63%	13,90%	54,37%
2020	444.465	30,20%	93,96%	14,09%	55,15%
2021	488.025	33,16%	103,17%	15,48%	60,56%
2022	489.725	33,28%	103,53%	15,53%	60,77%
2023	506.477	34,41%	107,07%	16,06%	62,84%
2024	525.660	35,72%	111,12%	16,67%	65,22%
2025	542.412	36,86%	114,67%	17,20%	67,30%
2026	561.594	38,16%	118,72%	17,81%	69,68%

Berdasarkan hasil perhitungan utilitas peralatan bongkar muat mengacu pada Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor : HK.103/2/2/DJPL-17, suatu alat dapat dikatakan *overload* jika memiliki nilai ($\geq 80\%$). Untuk Container Crane (CC), Automatic Rubber tyred gantry crane (ARTG) dan Head Truck (HT) berdasarkan data diatas masih memiliki standar utilitas yang baik dan tidak perlu dilakukan penambahan alat dikarenakan masih sesuai dengan standar kinerja pelayanan operasional peralatan di Pelabuhan yaitu $\leq 80\%$ sehingga pada tahun mendatang masih dapat menampung arus bongkar muat dan tidak mengalami *overcapacity*. Namun pada Rubber Tyred Gantry (RTG) di tahun 2017 - 2026 sudah dinyatakan *overload* dikarenakan memiliki nilai ($\geq 80\%$). Maka dari itu perlu dilakukan penambahan jumlah alat agar tidak terjadi *overcapacity* sehingga dapat menampung kedatangan arus petikemas dimasa mendatang.

3.3 Model Skema Penambahan Alat

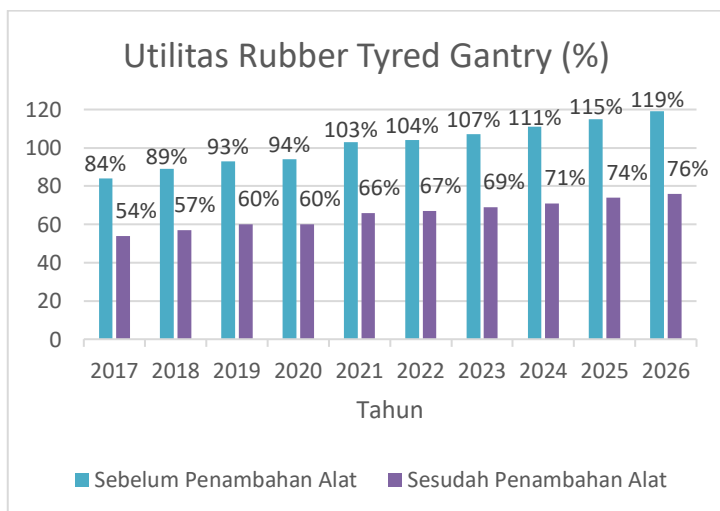
Berdasarkan hasil perhitungan utilitas dengan fasilitas yang tersedia di Terminal Petikemas Semarang , maka untuk Rubber Tyred Gantry (RTG) perlu dilakukan penambahan alat dikarenakan nilai utilitasnya sudah mengalami

overload. Penambahan fasilitas alat bongkar muat merupakan bagian dari perencanaan Pelabuhan dalam jangka panjang. Berikut adalah skenario yang mungkin dilakukan untuk memperbaiki tingkat pemakaian alat bongkar muat.

Tabel 8. Skema Penambahan Alat

Peralatan	Penambahan Unit
Container Crane (CC)	0 unit
Rubber Tyred Gantry (RTG)	5 unit
Automatic Rubber Tyred Gantry (ARTG)	0 unit
Head Truck (HT)	0 unit

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, perlu melakukan penambahan unit peralatan pada Rubber Tyred Gantry (RTG) sebanyak 5 unit. Berdasarkan gambar 2, hasil skema penambahan alat Rubber Tyred Gantry sebanyak 5 unit dapat dilihat penurunan nilai utilitas alat dan menunjukkan nilai utilitas semakin jauh dari nilai batas maksimal $\leq 80\%$ sehingga dapat menampung kedatangan arus petikemas dimasa mendatang, seperti yang dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Utilitas Rubber Tyred Gantry (%) Sebelum dan Sesudah Penambahan Alat

3.4 Optimalisasi Penggunaan Alat

Pengoptimalan penggunaan alat digunakan untuk mengetahui jumlah penggunaan alat agar alat yang digunakan dapat beroperasi secara optimal dengan mempertimbangkan kapasitas alat tersebut dalam menampung arus petikemas. Pada tabel dibawah dapat dilihat optimalisasi penggunaan alat untuk Container Crane, Automatic Rubber Tyred Gantry, Rubber Tyred Gantry dan Head Truck

setelah dilakukan penelitian sesuai dengan kondisi eksisting.

Tabel 9. Optimalisasi Container Crane

Tahun	Box	CC	Jumlah Alat yang Dibutuhkan	Jumlah Alat yang Tersedia
2017	395.669	53,77%	3	
2018	421016	57,22%	3	
2019	438195	59,55%	3	6
2020	444465	60,40%	3	
2021	488025	66,32%	3	

Pada tabel 9 dapat dilihat jumlah Container Crane yang tersedia adalah sebanyak 6 buah, namun setelah dilakukan optimalisasi alat, jumlah alat yang dibutuhkan pada tahun 2017-2021 adalah sebanyak 3 buah.

Tabel 10. Optimalisasi Automatic Rubber Tyred Gantry

Tahun	Box	ARTG	Jumlah Alat yang Dibutuhkan	Jumlah Alat yang Tersedia
2017	395.669	62,73%	4	
2018	421016	66,75%	4	
2019	438195	69,48%	4	20
2020	444465	70,47%	4	
2021	488025	77,38%	4	

Pada tabel 10 dapat dilihat jumlah Automatic Rubber Tyred Gantry yang tersedia adalah sebanyak 20 buah, namun setelah dilakukan optimalisasi alat, jumlah alat yang dibutuhkan pada tahun 2017-2021 adalah sebanyak 4 buah.

Tabel 11. Optimalisasi Rubber Tyred Gantry

Tahun	Box	RTG	Jumlah Alat yang Dibutuhkan	Jumlah Alat yang Tersedia
2017	395.669	75,28%	10	
2018	421016	72,82%	11	
2019	438195	75,79%	11	9
2020	444465	76,88%	11	
2021	488025	77,38%	12	

Pada tabel 11 dapat dilihat jumlah Rubber Tyred Gantry yang tersedia adalah sebanyak 9 buah, namun setelah dilakukan optimalisasi alat, jumlah alat yang dibutuhkan pada tahun 2017 adalah sebanyak 10 buah , tahun 2018 – 2020 sebanyak 11 buah dan tahun 2021 dibutuhkan sebanyak 12 buah.

Tabel 12. Optimalisasi Head Truck

Tahun	Box	HT	Jumlah Alat yang Dibutuhkan	Jumlah Alat yang Tersedia
2017	395.669	77,88%	29	
2018	421016	77,52%	31	
2019	438195	78,16%	32	46
2020	444465	76,88%	33	
2021	488025	77,38%	36	

Pada tabel 12 dapat dilihat jumlah Head Truck yang tersedia adalah sebanyak 46 buah, namun setelah dilakukan optimalisasi alat, jumlah alat yang dibutuhkan pada tahun 2017 adalah sebanyak 29 buah, tahun 2018 adalah sebanyak 31 buah, tahun 2019 adalah sebanyak 32 buah, kemudian pada tahun 2020 ada sebanyak 33 buah dan pada tahun 2021 adalah sebanyak 36 buah.

3.5 Pembahasan

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah penambahan unit alat bongkar muat *Rubber Tyred Gantry* (RTG) sebanyak 5 unit. Penambahan unit *Rubber Tyred Gantry* (RTG) dari 9 unit menjadi 14 unit dapat menurunkan nilai utilitas dari 119% menjadi 76% pada tahun 2026 sehingga produktivitas kinerja *Rubber Tyred Gantry* (RTG) bisa maksimal sesuai dengan dan masih dapat menangani arus petikemas dimasa yang akan datang.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Dr. Noto Palguno menyebutkan bahwa faktor penghambat kinerja bongkar muat adalah alat bongkar muat itu sendiri serta produktivitas alat bongkar muat yang kurang maksimal [11], penelitian oleh Mudjiastuti Handajani juga menyebutkan bahwa diperlukan optimalisasi penambahan jumlah unit RTG sehingga proses pemuatan pada container yard lebih cepat [12].

Hasil penelitian yang dilakukan di Terminal Petikemas Surabaya juga menyatakan skema penambahan Head Truck sebanyak 2 unit menjadi 81 HT sudah mampu menurunkan nilai utilitas alat sesuai standar yang ditetapkan sebesar ≤ 80 [13].

Penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja fasilitas alat bongkar muat dipengaruhi oleh alat bongkar muat itu sendiri baik dari jumlah unit maupun waktu pelayanannya, hal ini sesuai dengan hasil penelitian Jumawan dimana kinerja *Container Crane* (CC) hingga tahun 2026 sudah melebihi batas maksimum utilitas sehingga perlu dilakukan penambahan jumlah alat sehingga didapatkan pencapaian kinerja utilitas alat bongkar muat *Container Crane* (CC) adalah 64% yang sebelumnya mencapai 91% [14]

Solusi penambahan 5 unit RTG adalah paling tepat, dimana dapat menurunkan nilai

utilitas menjadi 76% sehingga sudah sesuai dengan standar dan utilitas kinerja alat bongkar muat.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil forecasting menggunakan metode Triple Exponential Smoothing perubahan jumlah arus petikemas mengalami peningkatan setiap tahunnya. Jumlah arus petikemas tahun 2022 meningkat sebesar 1% atau sejumlah 1.700 box, tahun 2023 meningkat sebesar 1,03% atau sejumlah 18.452 box, tahun 2024 meningkat sebesar 1,07% atau sejumlah 37.635 box, tahun 2025 meningkat sebesar 1,11% atau sejumlah 54.387 box, tahun 2026 meningkat sebesar 1,15% atau sejumlah 73.569 box jika dibandingkan dengan jumlah arus petikemas tahun 2021.

Hasil analisa perhitungan utilitas alat bongkar muat didapat perlu adanya penambahan fasilitas alat bongkar muat *Rubber Tyred Gantry* sebanyak 5 unit untuk dimasa mendatang hingga tahun 2026 sehingga dapat menurunkan nilai utilitas yang sudah mencapai overload menjadi sesuai dengan Standar Direktorat Jendral Perhubungan dan dapat menampung arus petikemas yang mengalami peningkatan setiap tahunnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. A. Lasee, *Manajemen Kepelabuhan*. Jakarta: Rajawali Press, 2014.
- [2] B. Triadmodjo, *Perencanaan Pelabuhan*. Beta Offset, 2010.
- [3] N. Nurania and T. E. Bhakty, "Analisa Pengembangan Terminal," *Semin. Akad. FT-UJB, 12 Juli 2007*, no. May, pp. 1–12, 2005.
- [4] Supriyono, "Analisa Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya," *Anal. Kinerja Termin. Petikemas di Tanjung Perak Surabaya*, vol. 9, p. 9, 2010.
- [5] Kementerian Perhubungan RI. 2011. Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan, Keputusan Direktur Jendral Perhubungan Laut Nomor UM.002/38/18/DJPL-11. Jakarta: Kementerian Perhubungan RI.
- [6] S. K. Aryandi and H. Widyastuti, "Analisis Kebutuhan Container Yard Terminal Multipurpose Teluk Lamong," *J. Tek. POMITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2015.
- [7] F. F. Muhammad Safrianda, Rinaldi, "Analisis Penyebab Keterlambatan

Bongkar Muat Barang Akibat Faktor Peralatan,” vol. 3, no. 2, pp. 1–12, 2016.

- [8] D. C. Montgomery, C. J. Jennings, and M. Kulahci, *Introduction to Time Series Analysis and Forecasting*, 2nd ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2015.
- [9] S. Makridakis, S. C. Wheelwright, and V. E. McGee, *Metode dan Aplikasi Peramalan*. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [10] G. Casella and R. L. Berger, *Statistical Inference*, 2nd ed. Pacific Grove: Duxbury Press, 2002.
- [11] D. N. Palguno and U. Supangat, “Efektivitas Kinerja Bongkar Muat Petikemas Di Terminal Operasi I PT. Pelabuhan Indonesia II Cabang Tanjung Priok,” *J. Logistik D III Transp. UNJ*, vol. 9, no. 2, pp. 19–24, 2016.
- [12] M. Handajani, “Analisis Kinerja Operasional Bongkar Muat Peti Kemas Pelabuhan Tanjung Emas Semarang,” *J. Transp. Juni*, vol. 4, no. 1, pp. 1–12, 2004.
- [13] A. M. . Nainggolan, W. Amiruddin, and A. Zakki, “Analisa Pengaruh Penambahan Alat Bongkar Muat Terhadap Penurunan Nilai YOR Di Terminal Petikemas Surabaya,” *Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 4, pp. 152–160, 2021.
- [14] Jumawan.(2018).“Analisa Kinerja Fasilitas dan Peralatan Bongkar Muat Di Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS),”Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.