



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Penambahan Alat Bongkar Muat Terhadap Penurunan Nilai YOR di Terminal Petikemas Surabaya

Alexander Mario Ticris Nainggolan¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾, Ahmad Fauzan Zakki¹⁾

¹⁾Laboratorium Las dan Material Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl.

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

^{*}e-mail: alexandermario119@gmail.com

Abstrak

Terminal Petikemas Surabaya dirancang untuk memproses pelayanan petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Adanya Peningkatan arus petikemas setiap tahunnya diperlukan fungsi Pelabuhan Petikemas dengan kinerja yang optimal agar dapat menangani arus petikemas setiap tahunnya. Yard Occupancy Ratio (YOR%) adalah parameter yang diperlukan untuk mengukur laju pengoperasian Terminal Petikemas Surabaya dalam melaksanakan arus bongkar muat petikemas. Setelah melakukan perhitungan arus petikemas dan fasilitas yang ada di Terminal Petikemas Surabaya, nilai dwelling time dan utilitas peralatan untuk bongkar muat pada tahun 2016-2020, dipergunakan dalam merencanakan skenario yang paling efektif tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan sehingga nilai Yard Occupancy Ratio (YOR%) sesuai PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT NOMOR : HK.103/2/18/DJPL-16 dan UNCTAD sebesar $\leq 60\%$. Penelitian ini akan menghasilkan perhitungan nilai YOR% dan utilitas alat pada tahun 2016-2020, skema penambahan jumlah HT yaitu skema penambahan 2 unit dan 8 unit HT menggunakan metode analisa antrian. Sehingga diperoleh yaitu skema penambahan 8 unit HT menjadi 87 unit HT merupakan skema paling efektif dikarenakan mampu menurunkan nilai utilitas HT $\leq 80\%$ dan nilai YOR% $\leq 60\%$ tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan.

Kata Kunci : Lapangan Penumpukan, Petikemas, YOR%, Utilitas, Dwelling time

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan memiliki peran penting untuk mendukung proses kegiatan bongkar muat barang. Demi membantu laju proses bongkar muat, peningkatan arus petikemas seharusnya diimbangi dengan meningkatnya ketersediaan fasilitas bongkar muat dan juga ketersediaan lapangan penumpukan petikemas[1]. PT. TPS (Terminal Petikemas Surabaya) adalah perusahaan dalam bidang pengadaan dan jasa operasional terminal bongkar muat barang dan petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya yang melayani perdagangan arus keluar masuk container dari dalam negeri khususnya Indonesia bagian timur dan rute internasional.

Kegiatan Proses bongkar muat barang di pelabuhan, ada suatu prosedur inti yang disebut Dwelling Time. Dwelling Time merupakan waktu yang dihitung mulai dari suatu peti kemas container dibongkar (loading) dan diangkat (unloading)

dari kapal hingga container tersebut meninggalkan terminal melalui pintu utama[2]. Semakin lama dwelling time maka akan semakin tinggi nilai YOR (Yard Occupancy Ratio), dan itu akan mengakibatkan tidak adanya lahan untuk bongkaran dari kapal yang akan sandar[3].

Terdapat faktor - faktor yang memengaruhi nilai dwelling time yaitu, daya tampung lapangan penumpukan, fasilitas alat bongkar muat, tingkat kepadatan arus bongkar muat peti kemas yang dioperasikan, prosedur administrasi kepabeanan[4].

Yard Occupancy Ratio di sebuah lapangan penumpukan yang tinggi menyebabkan kongesti di areal terminal petikemas dan bisa menyulitkan pihak terminal memiliki ruang bebas sewaktu proses bongkar muat[5]. Dwelling time juga mempengaruhi menambahnya ketidakjelasan terhadap proses ekspor mengakibatkan rumitnya bagi industri lokal untuk menjual barang ke luar negeri. . Kedua, penanguhan proses impor meningkatkan biaya bagi bisnis lokal /domestik[6]. Yard Occupancy Ratio (YOR%) di terminal

petikemas harus $\leq 60\%$ dari kapasitas lapangan yang tersedia supaya manuver arus container tidak terhambat dikarenakan penumpukan container yang terlalu lama [7].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, penelitian tersebut menggunakan metode antrian untuk menurunkan nilai dwelling time dengan variabel penambahan jumlah alat bongkar muat dan menghasilkan penurunan nilai dari dwelling time di Pelabuhan Tanjung Priok[8].

Berdasarkan penelitian lain, penulis memperhitungkan aspek utilitas alat bongkar muat seperti CC, RTG dan HT untuk melakukan simulasi menurunkan nilai YOR di Terminal Multipurpose Teluk Lamong[9].

Penelitian ini menjelaskan perbedaan dengan penelitian sebelumnya adalah lebih menyempurnakan metode dan indikator dari penelitian sebelumnya serta melakukan beberapa simulasi untuk menurunkan nilai YOR (*Yard Occupancy Ratio*) sehingga sesuai dengan standar yaitu nilai YOR $\leq 60\%$ [7].

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR%) dan melakukan perhitungan nilai utilitas alat bongkar muat sesuai standart yang ditetapkan yaitu $\leq 80\%$ dari kapasitas maksimal[7]. Hasil dari penambahan alat bongkar muat akan berpengaruh dalam perhitungan dwelling time. Sehingga tujuan akhirnya untuk melakukan analisa beberapa skenario dan simulasi untuk memperoleh skenario yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR% sesuai standart yang ditetapkan yaitu nilai YOR $\leq 60\%$ tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan[7].

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

PT. TPS (Terminal Petikemas Surabaya) adalah perusahaan di bidang pengadaan dan jasa operasional lapangan bongkar muat barang dan kontainer di pelabuhan yang melayani perdagangan arus keluar masuk container dari dalam negeri khususnya indonesia bagian timur dan rute internasional. Pada Terminal Petikemas Surabaya terdapat lapangan penumpukan petikemas (container yard) yang berfungsi membongkar (loading) dan mengangkat (unloading), untuk menimbun petikemas impor/ekspor, dan kontainer kosong dan juga untuk memuat alat – alat bongkar muat kontainer untuk standby[10].

Permasalahan yang terdapat di lapangan penumpukan petikemas surabaya yaitu tingginya nilai YOR (*Yard Occupancy Ratio*) diatas standart yang ditetapkan yaitu sebesar $\leq 60\%$ [7]. Pada penelitian ini dilakukan beberapa simulasi seperti

optimalisasi utilitas alat bongkar muat dan menurunkan nilai dwelling time sehingga mendapatkan simulasi yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR tahun 2016-2020 tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan di Terminal Petikemas Surabaya.

Tabel 1. Kondisi eksisting tahun 2016-2020

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	Nilai YOR %
2016	1.378.974	64.08%
2017	1.392.785	64.72%
2018	1.409.881	65.52%
2019	1.464.258	68.04%
2020	1.379.630	64.11%

Pada Tabel 1. Dijelaskan nilai arus petikemas di Terminal Petikemas Surabaya pada tahun 2016-2019 mengalami kenaikan jumlah arus petikemas. Namun pada tahun 2020 mengalami penurunan arus petikemas. Nilai YOR% pada tahun 2016-2020 semuanya diatas standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$ dari kapasitas lapangan penumpukan. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan skema yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR sehingga sesuai standart yaitu $\leq 60\%$ [7].

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan beberapa tahapan agar mendapatkan hasil simulasi yang paling efektif untuk menyelesaikan masalah. Tahap –tahap pengolahan data yang akan dikerjakan adalah:

A. Mengumpulkan data penunjang penelitian seperti arus petikemas, holding capacity dan jumlah alat bongkar muat serta nilai dwelling time.

B. Merumuskan masalah pokok yang terjadi pada Lapangan Terminal penumpukan seperti nilai YOR% yang melebihi standart yaitu $\leq 60\%$ dan nilai utilitas alat bongkar muat yang melebihi standart yaitu $\leq 80\%$ [7].

C. Menghitung nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR%) untuk mengetahui apakah kondisi eksisting lapangan penumpukan sesuai dengan PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT NOMOR : HK.103/2/18/DJPL-16 dan UNCTAD yaitu nilai YOR $\leq 60\%$ pada tahun 2016-2020[7].

D. Menentukan 2 skema untuk menurunkan nilai YOR% yaitu melakukan penambahan alat jika utilitas alat $\leq 80\%$ dan melakukan perhitungan penurunan nilai dwelling time dengan metode antrian.

E. Melakukan perhitungan penambahan alat jika utilitas alat bongkar muat yaitu CC, RTG dan

HT jika melebihi standart yaitu sebesar $\leq 80\%$ [9]

F. Menghitung nilai perubahan dwelling time dengan penambahan alat dengan menggunakan metode analisa antrian dengan aplikasi winqsb[8].

G. Melakukan simulasi dengan 2 skema untuk menentukan skema yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR% sesuai standart yaitu $\leq 60\%$ tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan.

2.3 Lokasi Penelitian

Tempat dilakukannya penelitian ini bertempat di PT. Terminal Petikemas Surabaya Departemen Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro.

2.4 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yaitu komputer dengan spesifikasi sebagai berikut:

- OS : Windows 10 Home single 64 Bit
- Processor : Intel® Core™ i5-9700 CPU @ 3.00GHz (8 CPUs)
- Ram : 32.0 GB
- Software yang digunakan dalam pemodelan dan perhitungan :
- *Software Excel 2013.*
- *Software Winqsb* [11].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tingkat Pemanfaatan Lapangan Penumpukan Peti Kemas

Kuantitas penggunaan lapangan penumpukan peti kemas (Yard Occupancy Ratio)/YOR adalah parameter jumlah penggunaan container yard yang dihitung 1 TEU per tahun atau per m² per tahun berdasarkan daya tampung lapangan penumpukan.

Penghitungan fase penggunaan lapangan peti kemas/ YOR di Terminal Petikemas Surabaya tahun 2016, harus diketahui terlebih dahulu keperluan luas container yard tahun 2016. sesuai data dari PT. Terminal Petikemas Surabaya dapat diperoleh nilai YOR% sesuai rumus dari PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT NOMOR : HK.103/2/2/DJPL-17 didapat hasil sebagai berikut [12] :

$$YOR = \frac{\text{Produktifitas} \times \text{Dwelling Time}}{\text{Kapasitas Lapangan} \times \text{Hari Kerja}} \times 100\% \quad (1)$$

$$YOR = \frac{1.378.974 \text{ teus} \times 4 \text{ hari}}{23583 \text{ teus} \times 365 \text{ hari}} \times 100\%$$

$$YOR = 64.08 \%$$

Dimana :

Produktifitas = Jumlah arus petikemas dalam 1 tahun

Dwelling Time = 4 hari (rata-rata di Terminal Petikemas Surabaya)

Kapasitas lapangan = 23583 teus

Hari kerja efektif = 365 hari

Nilai YOR% sebesar 64.08% di Terminal Petikemas Surabaya berdasarkan PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT NOMOR : HK.103/2/18/DJPL-16 dinyatakan kurang bagus kinerjanya, karena penrolehannya melebihi standart yang ditetapkan sebesar maksimal 60% dari luasan lapangan penumpukan yang dimiliki Terminal Petikemas Surabaya [7].

3.2 Perhitungan Nilai YOR Dari Arus Petikemas Tahun 2016-2020

Setelah mendapatkan hasil perhitungan nilai Yard Occupancy Ratio pada tahun 2016 sesuai rumus perhitungan YOR%, selanjutnya melakukan perhitungan nilai YOR dan kondisi eksisting pada tahun 2016-2020 agar diketahui apakah nilai YOR nya melebihi standart yang ditetapkan yaitu nilai YOR $\leq 60\%$ dari luas lapangan penumpukan [7].

Tabel 2. Kondisi eksisting tahun 2016-2020

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	Nilai YOR %
2016	1.378.974	64.08%
2017	1.392.785	64.72%
2018	1.409.881	65.52%
2019	1.464.258	68.04%
2020	1.379.630	64.11%

Pada Tabel 2 Nilai YOR% $\leq 60\%$ memperlihatkan bahwa tingkat pemanfaatan lapangan penumpukan sedang dalam kondisi yang kurang baik dan tidak sesuai dengan standart dari kementerian perhubungan. Hal ini mengindikasikan akan terjadi overcapacity pada tahun berikutnya. maka menganalisis skenario yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR tersebut.

Optimalisasi terhadap kapasitas lapangan penumpukan agar tidak terjadi overcapacity bisa dilakukan dengan beberapa skema dengan tidak perlu melakukan perluasan lapangan penumpukan. Skema yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

A. Skenario 1: Menurunkan nilai dwelling time di terminal petikemas dari 4 hari menjadi dibawah 4 hari. Penurunan nilai dwelling time dilakukan dengan menambah jumlah alat yang tersedia di terminal petikemas surabaya jika utilitas alat tersebut melebihi 80% dari kapasitas maksimal sesuai PERATURAN DIREKTUR JENDERAL

PERHUBUNGAN LAUT NOMOR :
HK.103/2/18/DJPL-16[7] dengan Analisa
Metode Antrian menggunakan Winqsb.

B. Skenario 2 : Menentukan penambahan unit alat yg paling efektif untuk menurunkan nilai dwelling time di terminal petikemas surabaya agar dari penurunan nilai dwelling time didapat perubahan nilai YOR% sesuai dengan standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$ [7].

3.3 Perhitungan Utilitas Alat Bongkar Muat di Terminal Petikemas Surabaya

Utilitas alat yaitu parameter perhitungan peralatan dimana peralatan tersebut melaksanakan pekerjaan sesuai dengan manfaatnya dan dijelaskan dalam bentuk persen. Fasilitas alat bongkar muat kontainer yang tersedia di Terminal Petikemas Surabaya sebagai berikut : kontainer Crane 12 Unit *Rubber tyred gantry crane* (RTG) berjumlah 30 unit dan Head Truck (HT) berjumlah 79 Unit. Tingkat pelayanan masing-masing alat bisa dilihat dari data dibawah ini[9]:

Tabel 3. Arus Container yang Diangkat oleh Crane per Jam di Terminal Petikemas Surabaya

Peralatan	T (Menit)	Y (Teus)
Container Crane	2.64	23
Rubber Tyred Gantry	3.91	15
Head Truck	21.54	3

Dimana :

T = Waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan satu Petikemas (TEUs)

Y = Jumlah Petikemas (TEUs) yang diangkut oleh alat dalam satu jam

Tabel 3. 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 di lapangan Perikemas Surabaya paada tahun 2016 menggunakan perhitungan Utilitas Alat Bongkar Muat sebagai berikut :

3.3.1 Utilitas Container Crane (CC)

Fasilitas *Container Crane* yang tersedia di Terminal yang ada sejumlah 12 unit. Perhitungan Nilai Utilitas *Container Crane* di Terminal Petikemas Surabaya pada tahun 2016 sebagai berikut[9]:

$$UCC = \frac{X}{Ncc \cdot Ycc \cdot Bwt \cdot Wd} \times 100\% \quad (2)$$

$$UCC = \frac{1.378.974 \text{ teus}}{12 \cdot 23 \cdot 21 \cdot 365} \times 100\%$$

$$UCC = 65\%$$

Dimana :

Ucc = Utilitas Container Crane (%)

X = Jumlah TEUs yang diangkut di Pelabuhan Tahun 2016 (1.378.974 TEU's)

Ncc = Jumlah crane (12 Unit)

Ycc = Jumlah TEUs yang diangkut oleh crane/jam (23 TEUs)

BWT = Jam kerja per hari (21 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

3.3.2 Utilitas Rubber Gantry Crane (RTG)

Fasilitas *Rubber Tyred Gantry Crane* (RTG) yang tersedia di Terminal Petikemas Surabaya yaitu 30 unit. Setiap unit menempati satu alur lapangan penumpukan petikemas, namun jika dibutuhkan dapat diaplikasikan dalam arus bongkar muat sesuai dengan jumlah kapal dan petikemas yang akan dilakukan bongkar - muat dari dan ke kapal. Kinerja Utilitas RTG pada Tahun 2016 sebagai berikut[9]:

$$URTG = \frac{X}{Nrtg \cdot Yrtg \cdot Bwt \cdot Wd} \times 100\% \quad (3)$$

$$URTG = \frac{1.378.974 \text{ Teus}}{30 \cdot 15 \cdot 21 \cdot 365} \times 100\%$$

$$URTG = 40\%$$

Dimana :

URTG = Utilitas Rubber Tyred Gantry Crane (%)

X = Jumlah TEUs yang diangkut di Pelabuhan Tahun 2016 (1.378.974 teus)

Nrtg = Jumlah RTG (30 Unit)

Yrtg = Jumlah TEUs yang diangkut oleh Crane/jam (15 TEUs)

BWT = Jam kerja per hari (21 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari)

3.3.3 Utilitas Head Truck (HT)

Terminal Petikemas Surabaya memiliki ukuran dermaga yang cukup luas, Sehingga diperlukan waktu yang cukup lama untuk membawa kontainer dari terminal penumpukan ke dermaga yang diangkat oleh *Head Truck* (HT). Jumlah HT yang tersedia di Terminal Petikemas

Surabaya yaitu 79 unit. Dapat diperoleh utilitas HT pada tahun 2016 sebagai berikut [9]:

$$UHT = \frac{X}{Nht. Yht. Bwt. Wd} \times 100\% \quad (4)$$

$$UHT = \frac{1.378.974 \text{ Teus}}{79. 3. 21. 365} \times 100\%$$

$$UHT = 76\%$$

Dimana :

UHT = Utilitas Head Truck (%)

X = Jumlah TEUs yang diangkut di Pelabuhan Tahun 2016 (1.378.974 TEU's)

Nht = Jumlah alat (79 Unit)

Yht = Jumlah TEUs yang diangkut oleh Alat/Jam (3 TEUs)

BWT = Jam kerja per hari (21 jam)

Wd = Hari kerja yang tersedia pertahun (365 hari).

Setelah dilakukan perhitungan Utilitas Alat bongkar muat di Terminal Petikemas Surabaya pada tahun 2016, maka akan dilakukan perhitungan utilitas alat bongkar muat pada tahun 2016 – 2020 sesuai dengan rumus diatas dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Perhitungan Nilai Utilitas alat bongkar muat dengan fasilitas terpasang

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	CC%	RTG%	HT%
2016	1.378.974	65%	40%	69%
2017	1.392.785	66%	40%	70%
2018	1.409.881	67%	41%	71%
2019	1.464.258	69%	43%	73%
2020	1.379.630	65%	40%	69%

Dari hasil perhitungan utilitas peralatan bongkar muat pada Tabel 4, suatu alat dapat dikatakan overload jika memiliki nilai $\leq 80\%$ dari kapasitas maksimal[7]. Untuk Container Crane (CC) dan Rubber tyred gantry crane (RTG) berdasarkan data diatas masih memiliki standart utilitas yang baik dan tidak perlu penambahan alat dikarenakan masih sesuai dengan standart 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 Head Truck (HT) di tahun 2018-2019 sudah dinyatakan overload dikarenakan memiliki nilai $\leq 80\%$. Maka dari itu perlu dilakukan penambahan jumlah alat agar tidak terjadi overload dimasa mendatang.

3.5 Perkiraan Penambahan Alat

Berdasarkan hasil perhitungan utilitas dengan alat yang sudah ada di Terminal Petikemas Surabaya, maka untuk alat Head Truck (HT) Perlu dilakukan penambahan alat dikarenakan sudah mengalami overload. Berdasarkan perhitungan diatas akan dilakukan perhitungan kembali sesuai dengan peningkatan jumlah unit *Head Truck* (HT), dengan skema sebagai berikut:

Tabel 5. Skema A Perhitungan Penambahan Alat

Peralatan	Pertambahan Alat
Container Crane (CC)	0 unit
Rubber Gantry Crane (RTG)	0 unit
Head Truck (HT)	2 unit

Tabel 6. Kondisi Utilitas Alat Bongkar Muat Sesudah dilakukan Penambahan Alat

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	CC%	RTG%	HT%
2016	1.378.974	65%	40%	74%
2017	1.392.785	66%	40%	75%
2018	1.409.881	67%	41%	76%
2019	1.464.258	69%	43%	79%
2020	1.379.630	65%	40%	74%

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, perlu melakukan peningkatan peralatan pada *Head Truck* (HT) sebanyak 2 unit. Untuk CC dan RTG tidak dilakukan penambahan alat dikarenakan masih sesuai dengan PERATURAN DIREKTUR JENDERAL PERHUBUNGAN LAUT NOMOR : HK.103/2/18/DJPL-16 dan UNCTAD yaitu nilai utilitas $\leq 80\%$ sehingga pada masa mendatang masih dapat menampung arus bongkar muat dan tidak mengalami *overcapacity* seperti yang dialami oleh Head Truck (HT) yang pada tahun 2018-2019 yang sudah melebihi standar yang ditetapkan sehingga berpotensi mengalami *overcapacity* di masa mendatang.

Penambahan alat bongkar muat yaitu Head Truck (HT) Sebanyak 2 unit, sudah mampu mengikuti standart yaitu $\leq 80\%$, namun perlu dilakukan perhitungan kembali terkait YOR% dengan menggunakan 2 unit HT apakah mampu menurunkan nilai Yard Occupancy Ratio sehingga sesuai dengan standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$ [7]. Maka dari perlu dilakukan skema B untuk mengetahui skema penambahan alat yang paling efektif untuk menurunkan nilai dwelling time sehingga nilai YOR% $\leq 60\%$.

Tabel 7. Skema B Perhitungan Penambahan Alat Bongkar Muat

Peralatan	Pertambahan Alat
Container Crane (CC)	0 unit
Rubber Gantry Crane (RTG)	0 unit
Head Truck (HT)	8 unit

Tabel 8. Kondisi Utilitas Alat Bongkar Muat Sesudah dilakukan Penambahan Alat

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	CC%	RTG%	HT%
2016	1.378.974	65%	40%	69%
2017	1.392.785	66%	40%	70%
2018	1.409.881	67%	41%	71%
2019	1.464.258	69%	43%	73%
2020	1.379.630	65%	40%	69%

Setelah dilakukan skema B yaitu penambahan alat bongkar muat yaitu Head Truck (HT) sebanyak 8 unit menjadi 87 HT, diperoleh perhitungan nilai utilitas alat bongkar muat pada CC, RTG dan HT pada tahun 2016-2020 sudah sesuai dengan standart yang ditetapkan yaitu $\leq 80\%$ [7]. Setelah diperoleh perhitungan utilitas alat pada skema A dan B, perlu dilakukan analisa metode antrian untuk menggunakan aplikasi winqsb untuk mendapatkan nilai dwelling time pada skema A dan B sehingga dapat dilakukan perhitungan nilai YOR% untuk menentukan skema yang paling efektif untuk menurunkan nilai YOR% sesuai standar yaitu $\leq 60\%$ [7].

3.6 Analisa Metode Antrian dengan Aplikasi winqsb 2020

Sistem dan jenis antrian yang berlangsung di terminal berkaitan dengan semua aspek dari suatu kejadian, dimana pelanggan diharuskan mengantri agar mendapatkan suatu pelayanan dalam sistem. Apabila aplikasi untuk suatu pelayanan tertentu melebihi kapasitas pelayanan yang tersedia, maka terjadi antrian. Penambahan fasilitas pelayanan yaitu alat bongkar muat dapat mengurangi panjang antrian tetapi dapat pula menyebabkan biaya untuk pengadaan fasilitas pelayanan bertambah dan menimbulkan terjadi penurunan keuntungan bagi perusahaan. Terdapat banyak jenis sistem antrian tetapi kesemuanya dapat digolongkan sesuai dengan karakteristik sebagai berikut :[13].

1. Proses kedatangan meliputi jumlah kedatangan persatuan waktu, jumlah antrian yang diijinkan, maksimum panjang antrian dan maksimum jumlah pelanggan yang membutuhkan pelayanan.

2. Proses pelayanan meliputi distribusi waktu untuk melayani tiap pelanggan, jumlah fasilitas pelayanan dan susunan fasilitas pelayanan (sistem parallel dan lain sebagainya).

3. Sistem Antrian yang digunakan adalah Single Channel Single Server menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$[M/M/1] \quad (5)$$

Dimana:

M pertama : rata-rata kedatangan mengikuti distribusi probabilitas Poisson

M kedua : tingkat pelayanan yang mengikuti distribusi probabilitas eksponensial

1 : jumlah fasilitas pelayanan dalam sistem atau satu Saluran

4. Disiplin pelayanan mengikuti pedoman FIFO (First In First Out). Sistem FIFO ini diterapkan di terminal petikemas yaitu sistem dengan pelanggan yang pertama datang yang akan dilayani.

3.6.1. Analisa antrian dengan peralatan 79 bongkar muat yaitu Head Truck di Terminal Petikemas Surabaya.

Perhitungan metode antrian dengan Aplikasi Winqsb menghasilkan perhitungan Sistem Antrian menggunakan server : **M/M/79** yaitu perhitungan sistem antrian menggunakan 79 Unit HT didapatkan hasil sebagai berikut :

06-04-2021	Performance Measure	Result
1	System: M/M/79	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	19.1200
3	Service rate per server (mu) per hour =	0.2430
4	Overall system effective arrival rate per hour =	18.4998
5	Overall system effective service rate per hour =	17.7698
6	Overall system utilization =	89.4911 %
7	Average number of customers in the system (L) =	76.1551
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	5.4573
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	14.3741
10	Average time customer spends in the system (W) =	4.1471 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.3063 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.8069 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	0.0342 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	37.9662 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	100.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	1777

Gambar 1. Hasil Perhitungan Metode Antrian dengan 79 HT

Gambar 1. Pada analisa metode antrian diperoleh data sebagai berikut : Kedatangan pelanggan per jam : 19.1200 Tingkat pelayanan per server : 0.2430 Sistem secara keseluruhan tingkat kedatangan efektif per jam 18.499, Pemanfaatan sistem secara keseluruhan yaitu : 84.491% Rata rata jumlah pelanggan dalam sistem (**L**): 76.155 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian (**Lq**): 5.457 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian yang sibuk (**Lb**):14.374 Waktu rata rata pelanggan menghabiskan dalam sistem (W) :4.147 jam Waktu rata rata pelanggan menghabiskan di antrian (Wq):0.306 jam Waktu rata rata pelanggan menghabiskan di antrian untuk Sistem yang sibuk (Wb) : 0.8269 jam Probabilitas pelanggan menunggu (Pw) atau sistem yang sibuk (Pb) : 37.966%.

3.6.2 Analisa antrian dengan peralatan 81 bongkar muat yaitu Head Truck di Terminal Petikemas Surabaya

Perhitungan metode antrian dengan Aplikasi Winqsb menghasilkan perhitungan Sistem Antrian menggunakan server : **M/M/81** yaitu perhitungan sistem antrian menggunakan 81 Unit HT didapatkan hasil sebagai berikut :

06-04-2021	Performance Measure	Result
1	System: M/M/81	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	20.1500
3	Service rate per server (mu) per hour =	0.2560
4	Overall system effective arrival rate per hour =	19.7798
5	Overall system effective service rate per hour =	19.0398
6	Overall system utilization =	90.5703 %
7	Average number of customers in the system (L) =	77.8405
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	4.4785
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	10.2082
10	Average time customer spends in the system (W) =	3.9632 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.2349 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.5354 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	0.0324 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	43.8711 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	100.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	1904

Gambar 2. Hasil Perhitungan Metode Antrian dengan 81 HT

Gambar 2. Pada analisa metode antrian diperoleh data sebagai berikut : Kedatangan pelanggan per jam : 20.150 Tingkat pelayanan per server : 0.2560 Sistem secara keseluruhan tingkat kedatangan efektif per jam: 19.779, Pemanfaatan sistem secara keseluruhan yaitu :90.57% Rata

rata jumlah pelanggan dalam sistem (L): 77.840 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian (Lq): 4.478 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian yang sibuk (Lb): 10.208 Waktu rata rata pelanggan menghabiskan dalam sistem (W) :3.9632 jam Waktu rata rata pelanggan menghabiskan di antrian (Wq) :0.2349 jam Waktu rata rata pelanggan menghabiskan di antrian untuk Sistem yang sibuk (Wb) : 0.5354 jam Probabilitas pelanggan menunggu (Pw) atau sistem yang sibuk (Pb) : 43.8711%.

3.6.3 Analisa antrian dengan peralatan 87 bongkar muat yaitu Head Truck di Terminal Petikemas Surabaya

Perhitungan metode antrian dengan Aplikasi Winqsb menghasilkan perhitungan Sistem Antrian menggunakan server : **M/M/87** yaitu perhitungan sistem antrian menggunakan 87 Unit HT didapatkan hasil sebagai berikut :

06-04-2021	Performance Measure	Result
1	System: M/M/87	From Simulation
2	Customer arrival rate (lambda) per hour =	23.2400
3	Service rate per server (mu) per hour =	0.2830
4	Overall system effective arrival rate per hour =	22.5597
5	Overall system effective service rate per hour =	21.7497
6	Overall system utilization =	87.9893 %
7	Average number of customers in the system (L) =	77.7399
8	Average number of customers in the queue (Lq) =	1.1893
9	Average number of customers in the queue for a busy system (Lb) =	5.0747
10	Average time customer spends in the system (W) =	3.4376 hours
11	Average time customer spends in the queue (Wq) =	0.0544 hours
12	Average time customer spends in the queue for a busy system (Wb) =	0.2320 hours
13	The probability that all servers are idle (Po) =	0.0281 %
14	The probability an arriving customer waits (Pw) or system is busy (Pb) =	23.4354 %
15	Average number of customers being balked per hour =	0
16	Total cost of busy server per hour =	\$0
17	Total cost of idle server per hour =	\$0
18	Total cost of customer waiting per hour =	\$0
19	Total cost of customer being served per hour =	\$0
20	Total cost of customer being balked per hour =	\$0
21	Total queue space cost per hour =	\$0
22	Total system cost per hour =	\$0
23	Simulation time in hour =	100.0000
24	Starting data collection time in hour =	0
25	Number of observations collected =	2175

Gambar 3. Hasil Perhitungan Metode Antrian dengan 87 HT

Gambar 3. Pada analisa metode antrian diperoleh data sebagai berikut : Kedatangan pelanggan per jam : 23.240 Tingkat pelayanan per server : 0.2830 Sistem secara keseluruhan tingkat kedatangan efektif per jam: 22.559, Pemanfaatan sistem secara keseluruhan :87.989% Rata rata jumlah pelanggan dalam sistem (L): 77.739 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian (Lq): 1.189 Rata rata jumlah pelanggan dalam antrian yang sibuk (Lb): 5.074 Waktu rata rata pelanggan menghabiskan dalam sistem (W) :3.437 jam Waktu rata

rata pelanggan menghabiskan di antrian (W_q) :0.544 jam Waktu rata rata pelanggan menghabiskan di antrian untuk Sistem yang sibuk (W_b) : 0.232 jam Probabilitas pelanggan menunggu (P_w) atau sistem yang sibuk (P_b) : 23.435%.

3.7 Perhitungan Dwelling Time

Berdasarkan hasil analisa metode antrian dihasilkan nilai rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (L), rata-rata pelanggan menghabiskan di antrian (L_q), dan rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian yang sibuk (L_b) yang setelah itu dihitung menggunakan rumus dwelling time[8].

- Perhitungan dwelling time dengan 79 HT sebagai berikut :

$$Dt = (L+L_q+L_b) / 24 \quad (6)$$

$$Dt = (76.155 + 3.597 + 14.374) / 24$$

$$Dt = 3.99 \text{ Hari} / 4 \text{ Hari}$$

- Perhitungan dwelling time dengan 81 HT sebagai berikut :

$$Dt = (L+L_q+L_b) / 24 \quad (7)$$

$$Dt = (77.840 + 4.478 + 10.208) / 24$$

$$Dt = 3.85 \text{ Hari}$$

- Perhitungan dwelling time dengan 87 HT sebagai berikut :

$$Dt = (L+L_q+L_b) / 24 \quad (8)$$

$$Dt = (77.739 + 1.189 + 5.074) / 24$$

$$Dt = 3.5 \text{ Hari}$$

3.8 Simulasi Skenario Penurunan Nilai YOR%

Skenario 1 : Menurunkan nilai dwelling time di terminal petikemas dari 4 hari menjadi dibawah 4 hari. Penurunan nilai dwelling time dilakukan dengan menambah jumlah alat yang tersedia di terminal petikemas surabaya jika utilitas alat tersebut melebihi 80% sesuai dengan standart yang berlaku sebesar $\leq 80\%$. Berikut hasil dwelling penurunan dwelling time dengan metode antrian menggunakan Winqsb[8].

- Perhitungan dwelling time dengan menambahkan 2 unit HT sebagai berikut :

$$Dt = (L+L_q+L_b) / 24 \quad (9)$$

$$Dt = (77.840 + 4.478 + 10.208) / 24$$

$$Dt = 3.85 \text{ Hari}$$

- Perhitungan dwelling time dengan menambahkan 8 unit HT sebagai berikut :

$$Dt = (L+L_q+L_b) / 24 \quad (10)$$

$$Dt = (77.739 + 1.189 + 5.074) / 24$$

$$Dt = 3.5 \text{ Hari}$$

Skenario 2 : Menentukan penambahan unit alat yg paling efektif untuk menurunkan nilai dwelling time sehingga dapat menurunkan nilai YOR% agar sesuai dengan standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$. Berikut hasil dari perhitungan YOR% dengan skema penambahan alat yaitu 2 unit HT menjadi 81 Head Truck (HT) dan skema penambahan alat 8 unit HT menjadi 87 Head Truck (HT).

Tabel 9. Hasil Perhitungan Nilai YOR dengan Skema A dengan 81 HT

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	Nilai YOR %
2016	1.378.974	61.68%
2017	1.392.785	62.29%
2018	1.409.881	63.06%
2019	1.464.258	65.49%
2020	1.379.630	61.71%

Tabel 10. Hasil Perhitungan Nilai YOR dengan Skema B dengan 87 HT

Tahun	Arus Petikemas (Teus)	Nilai YOR %
2016	1.378.974	56.07%
2017	1.392.785	56.63%
2018	1.409.881	57.33%
2019	1.464.258	59.54%
2020	1.379.630	56.10%

Dari hasil skema penambahan alat yaitu HT sebanyak 2 unit menjadi 81 unit HT dan skema penambahan 8 unit HT menjadi 87 unit, Maka didapatkan hasil sebagai berikut :

- Hasil perhitungan skema dengan penambahan alat yaitu HT sebanyak 2 unit menjadi 81 unit HT mampu menurunkan nilai utilitas alat bongkar muat pada tahun 2016-2020 sehingga sesuai dengan standart yang ditetapkan sebesar $\leq 80\%$ dan dapat menurunkan nilai dwelling time dari 4 hari menjadi 3.85 hari.
- Hasil perhitungan skema dengan penambahan alat yaitu HT sebanyak 8 unit menjadi 87 unit HT mampu menurunkan nilai utilitas alat bongkar muat pada tahun 2016-2020 sehingga sesuai dengan standart yang ditetapkan sebesar $\leq 80\%$ dan dapat menurunkan nilai dwelling time dari 4 hari menjadi 3.5 hari.
- Perhitungan YOR% pada skema penambahan alat yaitu HT sebanyak 2 unit belum mampu untuk menurunkan nilai YOR% sesuai standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$ dikarenakan nilai YOR% melebihi 60% pada tahun 2016-2020.
- Perhitungan YOR% pada skema penambahan

alat yaitu HT sebanyak 8 unit didapatkan hasil perhitungan YOR% pada tahun 2016-2020 sudah sesuai standart yang ditetapkan yaitu $\leq 60\%$.

4. KESIMPULAN

Berdasar pada hasil dari perhitungan dan analisa yang dihitung dapat ditarik kesimpulan yaitu skema penambahan Head Truck sebanyak 2 unit menjadi 81 HT sudah mampu menurunkan nilai utilitas alat sesuai standart yang ditetapkan sebesar $\leq 80\%$. Namun pada perhitungan YOR%, skema A belum mampu menurunkan nilai YOR% sesuai dengan standart yaitu $\leq 60\%$.

Pada perhitungan skema B dengan penambahan 8 unit HT menjadi 87 unit HT, diperoleh penurunan nilai dwelling time menjadi 3,5 hari dan Skema B adalah skema yang paling efektif dikarenakan mampu menurunkan YOR% pada tahun 2016- 2020 sesuai standart yaitu $\leq 60\%$ dan nilai utilitas alat sesuai standart yaitu $\leq 80\%$ tanpa melakukan perluasan lapangan penumpukan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Republik Indonesia, UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 17 TAHUN 2008 tentang Pelayaran.
- [2] Dr. D.A. Lasse, Manajemen Peralatan Aspek Operasional Dan Perawatan. Jakarta : RajaGrafindo Persada, 2012.
- [3] 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," *J. Logistik Indonesia*, vol. 4, no. 1, pp. 1-11, 2020.
- [4] Dr. D.A. Lasse, Manajemen Bisnis Transportasi Laut, Carter, dan Klaim. Jakarta : RajaGrafindo Persada, 2015.
- [5] A. Yuliani, "Evaluasi Penurunan Dwelling Time Menjadi Empat Hari," *Warta Penelit Perhub*, vol. 28, pp. 57-70, 2016.
- [6] E. Gultom, "Pelabuhan Indonesia sebagai Penyumbang Devisa Negara dalam Perspektif Hukum Bisnis," *Kanun J. Ilmu Huk*, vol. 19, no. 3, pp. 419-444, 2017.
- [7] Republik Indonesia, Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. HK.103/2/18/DJPL-16 tahun 2016 tentang Standar Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan pada Pelabuhan yang diusahakan secara komersil.
- [8] W. A. Nugraha, U. Budiarto, and W. Amirudin "Analisa Waktu Bongkar Muat Kapal Peti Kemas Pada Terminal III Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 3, no. 4, pp. 524-532, 2015.
- [9] S. K. Aryandi and H. Widyastuti, "Analisis Kebutuhan Container Yard Terminal Multipurpose Teluk Lamong," *J. Tek. POM ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 1-6, 2015.
- [10] D. Wahono, "Terminal Petikemas pada Pelabuhan Internasional Pantai Kijing di Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten Pontianak," *J. Online Tek. Arsitektur Universitas Tanjungpura*, vol. 3, no. 1, pp. 37-55, 2015.
- [11] E. N. Hayati, D. Fakultas, T. Universitas, S. Semarang, and R. Terpendek, "Penerapan Program Dinamis Untuk Menentukan Jalur Perjalanan Yang Optimum Dengan Bantuan Software Winqsrb," *Din. Tek.*, vol. VI, no. 2, pp. 57-65, 2012.
- [12] Republik Indonesia, Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut No. HK.103/2/2/DJPL-17 tahun 2017 tentang Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan.
- [13] Jesenia Matasik, Khaeruddin and Agustinus Ribal, "Simulasi Antrian di Pelabuhan ("Studi Kasus : Pelabuhan Soekarno")," *J. Fak Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin*, vol. 6, no. 1, pp. 12-18, 2015.