

## **Efektivitas *Dwelling Time* di Terminal Petikemas Pelabuhan Soekarno Hatta Makassar**

**Henny Haerany<sup>1</sup>, M. Azhar Shauqy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Dosen jurusan Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota UIN Alauddin Makassar

<sup>2</sup>Dosen Politeknik Maritim AMI Makassar

### ***ABSTRACT***

*An important issue in transportation planning is the technological response to the growing demand for transportation services. Today the world's attention in the field of transportation is focused on container technology because of the high loading and unloading speed. Another advantage of container technology is that the damage and loss of payloads is very small, and with the use of containers the function of the warehouse can be eliminated requiring only a wide open field. The purpose of this study was to analyze the performance of CC, RTG, and HT tools in TPM, analyze the working time of the tools in the container terminal, and formulate effective scenarios of container dwelling time in TPM. The results showed that the best proposed scenario in handling loading and unloading in container terminals is scenario 1 based on the average total time of container handling cycle both in the loading and unloading process. The time difference in the initial condition and the result of scenario 1 simulation is 14 minutes. As for the loading process of 3 minutes. From the simulation results, with the selection of scenario 1 as the best scenario for TPM, with a lower average cycle time then this can be one of the efforts to reduce dwelling time for the handling system.*

***Keywords:*** *transportation; container port; dwelling time*

### **PENDAHULUAN**

Interaksi antar ruang dan keterkaitan ekonomi antar pulau sangat ditentukan oleh peran dan tatanan transportasi nasional. Pentingnya peranan transportasi juga tersirat dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang (RPJP) Nasional tahun 2005-2025 yang menyatakan bahwa sistem transportasi diarahkan untuk mendukung kegiatan ekonomi, sosial, dan budaya serta lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah; membentuk dan memperkuat kesatuan nasional untuk memantapkan pertahanan dan keamanan

nasional; serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran pembangunan nasional.

Persoalan penting dalam perencanaan transportasi adalah respon teknologi terhadap pertumbuhan permintaan jasa transportasi. Dewasa ini perhatian dunia dalam bidang transportasi tertuju pada teknologi petikemas karena kecepatan bongkar muat yang cukup tinggi. Keunggulan lain teknologi petikemas adalah kerusakan dan kehilangan muatan sangat kecil, dan dengan penggunaan petikemas fungsi gudang dapat ditiadakan hanya membutuhkan lapangan terbuka yang luas (Adisasmita, 2010).

Jumlah kapal yang memerlukan pelayanan pelabuhan cukup banyak, hal ini dapat dilihat dari perkembangan perusahaan angkutan laut maupun angkutan laut khusus yang mengalami pertumbuhan rata-rata pertahun sebesar 13,6 % untuk angkutan laut dan 7,7 % untuk angkutan laut khusus. Perkembangan armada angkutan laut nasional mempunyai pertumbuhan rata-rata pertahun sebesar 7,7 % untuk angkutan laut dan 2,3 % untuk angkutan laut khusus (Direktur Jenderal Perhubungan Laut, 2000).

Laju pertumbuhan lalu lintas barang yang ditangani PT (Persero) Pelindo IV selama 1997-2002 mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 3,81 % pertahun. Khusus untuk angkutan peti kemas laju pertumbuhan rata-rata peti kemas periode 1997-2002 adalah 17,65 % pertahun. Peralihan muatan menurut bentuk kemasan selama periode tahun 1984-2002, khusus di pelabuhan Makassar, Bitung, Samarinda, Balikpapan, dan Pantoloan sangat drastis peralihannya yaitu dari muatan *general cargo* dan curah kering menjadi muatan dalam bentuk peti kemas. Perubahan drastis terjadi pada periode 1991-2002 kemasan *general cargo* mengalami penurunan 42,36 % menjadi 8,18 % sedang share peti kemas dari 8,98 % menjadi 40,03 %. (Jinca dan Raga, 2008).

Berdasar hal tersebut di atas diperlukan kajian penentuan kapasitas lapangan penumpukan petikemas yang optimal/sesuai kebutuhan baik bagi pengguna (pemilik barang dan pemilik kapal) maupun bagi operator (pengelola pelabuhan). Tujuan penelitian ini adalah menganalisis kinerja alat CC, RTG, dan HT di TPM, menganalisis waktu kerja alat di terminal petikemas, dan merumuskan skenario efektif *dwelling time* petikemas di TPM.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini berlokasi di Pelabuhan Soekarno Hatta Kota Makassar. Sumber data yang digunakan adalah data primer dan data sekunder. Data Primer diambil dengan cara mengamati, mewawancarai, dan mengukur langsung seperti data lamanya peti kemas ditumpuk di lapangan penumpukan, cara peti kemas ditumpuk, jenis muatan yang di kemas dengan peti kemas, biaya pengadaan dan pemeliharaan lapangan, biaya pengadaan dan pemeliharaan alat penanganan peti kemas, dan lain-lain. Data sekunder diperoleh dengan mengutip dokumen yang ada pada instansi yang bersangkutan seperti data arus barang yang masuk ke lapangan penumpukan, tingkat pertumbuhan muatan, luas lapangan penumpukan, biaya pembuatan lapangan penumpukan, biaya menunggu peti kemas, nilai barang dan biaya kapal, dan lain-lain.

Penentuan kapasitas menggunakan metode sebagai berikut (Kepmen No KM 53, 2002):

- (a) Waktu siap operasi adalah waktu tersedia untuk lapangan penumpukan, yaitu jumlah hari kalender pada periode bersangkutan, yaitu 365 hari pertahun.
- (b) Luas efektif adalah luas lantai keseluruhan dikurangi luas lantai yang digunakan untuk lalu lintas peralatan dan orang, kantor dan batas pengaman, yaitu 60 % dari total luas lapangan penumpukan.
- (c) Kapasitas penumpukan adalah jumlah maksimal peti kemas yang dapat ditampung lapangan penumpukan, yaitu : (luas efektif/luas tempat yang digunakan peti kemas) x (jumlah tumpukan)
- (d) Rata-rata waktu peti kemas ditumpuk (*Dwelling time/DT*), adalah jumlah hari rata-rata peti kemas ditampung selama periode tertentu, yaitu:

$$DT = \frac{\text{Jumlah Teus Tiap party barang x lama hari penumpukan tiap party}}{\text{Jumlah Teus barang yang ditumpuk pada periode bersangkutan}}$$

Jumlah Teus barang yang ditumpuk pada periode bersangkutan

- (e) Kapasitas lapangan penumpukan per satuan waktu (Teus/tahun) adalah sebagai berikut:

$$\frac{(\text{luas efektif/luas peti kemas}) \times \text{jumlah tumpuka}}{(\text{jumlah hari dalam setahun} \times \text{lamanya peti kemas ditumpuk})}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Fisik Terminal Petikemas Makassar

Secara geografis pelabuhan Makassar yang didalamnya terdapat Pelabuhan Petikemas, terletak di koordinat  $05^{\circ} 08' 00''$  LS dan  $119^{\circ} 24' 00''$  BT. Terminal Peti kemas Makassar memiliki dermaga dengan panjang 1.360 m dengan lebar 9 m, gudang CFS dengan luas 19.200 m<sup>2</sup>, serta lapangan peti kemas yang luas 59.203 m<sup>2</sup>.

PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia (Pelindo) IV sebagai salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) di lingkungan Departemen Perhubungan bertugas menunjang kebijaksanaan dan program di bidang ekonomi dan pembangunan. Salah satu lingkup usaha Pelindo IV di Makassar adalah usaha

terminal petikemas yang dalam beberapa tahun ini terus mengalami perkembangan seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan pembangunan di Makassar dan daerah sekitarnya. Pada awalnya terminal ini dikelola Divisi Pelayanan Petikemas PT. Pelindo IV Makassar, namun mulai 1 Agustus 2007 menjadi unit tersendiri. Terminal ini dibangun sebagai upaya menangani kegiatan pelayanan petikemas seiring dengan meningkatnya perkembangan kontainerisasi melalui Pelabuhan Makassar saat ini maupun yang akan datang. Pelayanan yang diberikan oleh terminal petikemas berorientasi kepada efisiensi biaya dan efektivitas waktu serta kepuasan pelanggan.

Terminal Petikemas Makassar (TPM) khusus menangani kegiatan bongkar muat petikemas yang dilengkapi dengan peralatan yang modern. Pelaksanaan kegiatannya didukung oleh sarana dan prasarana berupa dermaga, lapangan penumpukan dan empat pintu (*gate*) dari dan menuju *hinterland* pelabuhan yang dilengkapi dengan jembatan timbang.



**Gambar 1. Terminal Petikemas Makassar**

Terminal Petikemas Makassar sudah menerapkan sistem pelayanan berstandar Internasional (Setifikat ISO 14001-2015) yang khusus menangani kegiatan bongkar muat petikemas yang dilengkapi peralatan modern. Pelaksananannya didukung oleh

sarana dan prasarana berupa lapangan penumpukan, dermaga dan empat pintu (*gate*) masuk dari dan ke *hinterland* pelabuhan yang dilengkapi dengan jembatan timbang dengan kapasitas 45 ton. Data Terminal Petikemas Makassar yakni

dermaga pangkalan Hatta merupakan pangkalan yang khusus untuk melayani kapal petikemas bertambat dan melakukan bongkar muat petikemas. Luas dermaga 7.650 meter<sup>2</sup> dengan lebar 9 meter<sup>2</sup> dan panjang 1000 m. Luas lapangan penumpukan petikemas 114.488,62 meter<sup>2</sup> dengan kapasitas kurang lebih 600.000 teus/tahun, lapangan serbaguna 15.000 meter<sup>2</sup>, gudang CFS 4.000 meter<sup>2</sup>, bengkel peralatan 750 meter<sup>2</sup>.

Peralatan bongkar muat petikemas di TPM, dalam pelaksanaan kegiatan

bongkar muat didukung sarana prasarana yang memadai. Peralatan tersebut digunakan untuk mengambil petikemas dari dan ke kapal dan meletakkan di atas *Chasis Head Truck*, memindahkan petikemas dari satu tempat ke tempat yang lain di lapangan penumpukan. Sarana dan prasarana di TPM dapat dilihat pada tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Peralatan Terminal Petikemas Makassar (TPM)

Peralatan	Jumlah (Unit)
Container Crane (CC)	7
Rubber Tyred Gantry (RTG)	18
Reach Staker	2 @ 40 Ton
Side Loader	1
Forklift; Forklift Battery Kap. Forklift Kap. Forklift Kap.	6 @ 25 Ton 1 @ 7 Ton 1 @ 32 Ton
Head Truck (HT)	30
Chasis	36
Mobil PMK	1
Mobil Tangki	1

Sumber: PT. Pelindo IV Cab. Makassar

Terminal Petikemas Makassar dapat melayani 3-5 kapal tergantung dari besar kecilnya ukuran suatu kapal, luas penumpukan serta produktivitas kerja di TPM. Waktu operasional kerja di TPM 24

jam namun waktu kerja terhitung 21 jam/hari dan 363 hari dalam setahun.

Adapun data arus kunjungan kapal dan data arus petikemas dari tahun 2014 hingga tahun 2018, dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Data arus kedatangan kapal dan arus bongkar muat di TPM

No	Tahun	Arus Kapal	Perd. LN (Teus)		Perd. DN (Teus)		Total Bongkar Muat (Teus)
		Call	Impor	Ekspor	Bongkar	Muat	
1	2014	1.255	5.534	22.363	276.154	257.995	562.046
2	2015	1.366	5.199	22.810	274.679	256.269	558.957
3	2016	1.514	9.913	21.705	295.267	285.323	612.208
4	2017	1.544	9.057	26.794	298.760	280.791	615.402
5	2018	1.409	7.763	27.284	313.696	288.663	637.406

Sumber: Terminal Petikemas Makassar PT Pelindo IV, 2019

Tabel 2 menunjukkan arus bongkar muat semakin meningkat ditahun 2018. Hal ini dibuktikan dengan semakin ramainya aktivitas di lapangan penumpukan Makassar. Adapun kunjungan kapal di tahun 2018 menurun, sejalan dengan jumlah impor di tahun yang sama mengalami penurunan. Hal ini diakui oleh pengelola pelabuhan bahwa salah satu penyebab berkurangnya arus petikemas import salah satunya karena *dwelling time* yang belum stabil. Namun, jika dilihat jumlah arus petikemas ekspor dan perdagangan dalam negeri mengalami peningkatan pada tahun 2018, hal ini dapat disimpulkan kunjungan kapal yang datang ke TPM sedikit namun membawa muatan yang lebih besar.

### Analisis Kinerja Alat CC, RTG, dan HT

Proses bongkar muat di Terminal Petikemas Makassar (TPM) dibantu dengan menggunakan peralatan-peralatan seperti, *ship to shore, transfer, storage* dan *delivery/receive*. Ada berbagai jenis alat yang digunakan sebagaimana telah dipaparkan dalam tabel 2, namun berdasar pada ruang lingkup penelitian dan sistem penanganan petikemas di TPM tipe *rubber tyred gantry crane*, maka pembahasan peralatan di TPM hanya pada alat

*Container Crane (CC), Rubber Tyred Gantry (RTG) dan Head Truck (HT)*.

Adapun rincian jumlah alat yang digunakan di TPM adalah berjumlah 55 unit, dengan rincian CC 7 unit namun sejak awal tahun 1 unit CC telah dipindahkan ke Makassar New Port (MNP), demikian pula halnya RTG, berjumlah 18 unit namun yang beroperasi di TPM ada 16 unit dikarenakan dalam perawatan, untuk HT berjumlah 30 unit dengan jumlah chasis 36 unit.

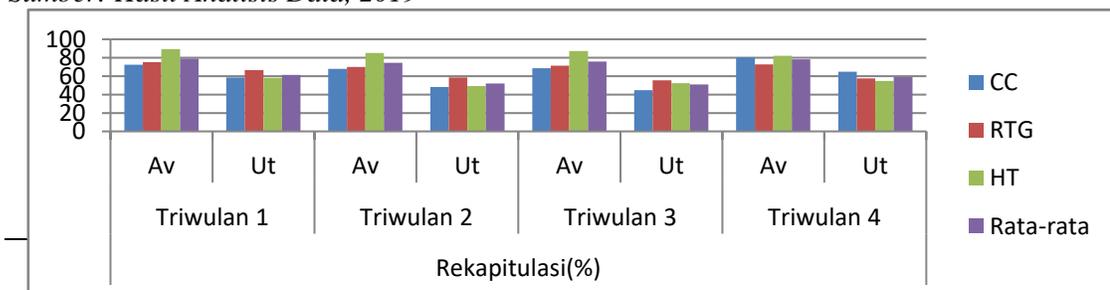
Kinerja peralatan bongkar muat diukur berdasarkan besar utilitas dan avabilitas alat. Berdasarkan peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut nomor HK103/2/2/DJPL-17 tentang Pedoman Perhitungan Kinerja Pelayanan Operasional Pelabuhan, 2017 ditetapkan formula menghitung utilitas dan avabilitas pada rumus (2) dan (3) pada Bab III.

Hasil dari olahan data harian operasi alat selama tahun 2018 dibagi dalam 4 triwulan dapat dilihat pada lampiran 3 nilai avabilitas dan utilitas alat yang ditunjukkan dalam persen. Nilai dalam tabel 5 merupakan rekapan dari semua unit CC, RTG dan HT yang ada di TPM selama satu tahun. Untuk nilai avabilitas dan utilitas 4 unit HT yang tidak beroperasi lama tidak dimasukkan dalam perhitungan ini tabel 3 dan gambar 2 berikut.

**Tabel 3.** Rekapitulasi avabilitas dan utilitas alat CC, RTG, HT Tahun 2018

No	Jenis Alat	Rekapitulasi (%)							
		Triwulan 1		Triwulan 2		Triwulan 3		Triwulan 4	
		Av	Ut	Av	Ut	Av	Ut	Av	Ut
1	CC	72,24	58,60	67,76	48,12	68,64	44,87	80,30	64,60
2	RTG	75,09	66,66	69,98	58,66	71,27	55,49	72,66	57,50
3	HT	89,17	58,33	85,15	49,19	87,20	52,40	81,95	54,71
<b>Rata-rata</b>		78,83	61,20	74,30	51,99	75,70	50,92	78,30	58,94

Sumber: Hasil Analisis Data, 2019



**Gambar 2.** Grafik Avibilitas Dan Utilitas *Container Crane* Tahun 2018

Pada tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa utilitas peralatan CC, RTG, HT selama tahun 2018 berada diantara 50-60%. Indikasi ini menunjukkan bahwa pemanfaatan peralatan tersebut masih rendah dibandingkan nilai rata-rata avabilitas yang berkisar antara 74-78%. Perbedaan nilai tersebut menunjukkan masih kurang optimalnya pemakaian alat di TPM. Adapun rata-rata utilitas alat ketiga alat tersebut selama satu tahun, diperoleh RTG yang pemanfaatannya lebih baik dari kedua alat lainnya yakni 59,5% sedangkan nilai rata-rata utilitas CC dan HT adalah 54%. Berdasarkan standar kinerja alat pada keputusan Dirjen Perhubungan Laut untuk Terminal Petikemas Makassar adalah 80%. Hal ini menguatkan bahwa peralatan TPM perlu dimaksimalkan dengan meningkatkan usaha perawatan alat, kondisi ini terlihat dari banyaknya alat yang mengalami kerusakan.

**Analisis Waktu Kerja Alat CC, RTG, dan HT**

Waktu kerja alat untuk alat CC, RTG dan HT dari hasil pengamatan di TPM berdasarkan langkah kerja alat yang dibagi menjadi 4 langkah kerja untuk alat CC dan RTG dan dua langkah kerja untuk pengamatan waktu kerja HT.

Pada Tabel 4 menjelaskan rata-rata penanganan satu box untuk proses bongkar berdasarkan total waktu langkah kerja alat dimulai saat CC mengambil petikemas sampai menurunkan ke HT adalah 108 detik, dengan langkah kerja terlama ada pada langkah ke 3 yakni saat CC menurunkan petikemas ke HT. Dari ke empat kelompok alat diperoleh, kelompok 2 yang memiliki waktu penanganan yang lama, hal ini dikarenakan umur alat di kelompok 2 lebih tua dibanding CC 1, 3 dan 4. Rata-rata waktu efektif untuk seluruh kelompok alat sebesar 44.16 menit dengan waktu terbuang (*idle time*) 13.39 menit. Adapun rata-rata produktivitas per jam diperoleh penanganan 24-25 box.

**Tabel 4.** Rekap waktu kerja CC pada proses bongkar

Kel.	Box/ Jam	Langkah Kerja (detik)				Total / box Detik	Total waktu efektif		<i>Idle time</i> menit	Total Kerja Alat menit	Rata2 / box menit
		L1	L2	L3	L4		detik	menit			
1	26	35	17	42	13	108	2808	46.48	11.49	58.37	02.16
2	23	40	19	44	14	117	2720	45.20	11.22	56.42	02.26
3	25	38	15	39	13	105	2625	43.45	13.49	57.34	02.19
4	24	35	16	37	16	103	2472	41.12	17.36	58.48	02.26

Sumber: Hasil Analisis Data Primer, 2019

Adapun untuk proses muat, hasil analisis waktu kerja CC diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda dengan proses muat. Rata-rata penanganan box berdasarkan jumlah waktu langkah kerja alat adalah 111 detik. Sama halnya kerja alat pada proses bongkar. Dari 4 kelompok alat yang dibagi menurut kedekatan karakteristik pada alat, CC no 2 yang paling

lama pada penanganan alat, hal ini dikarenakan umur alat antara ke tiga kelompok lainnya. Rata-rata waktu efektif kerja alat CC untuk semua kelompok alat sebesar 44.57 menit dengan waktu terbuang (*idle time*) 13.14 menit. Produktivitas bongkar muat CC dalam sejam adalah 24 box, dengan rata-rata penanganan per box selama satu jam adalah 02.14 menit. Hasil

rekapan untuk keempat kelompok dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Rekap waktu kerja CC pada proses muat

Kel	Box/Jam	Langkah Kerja (detik)				Total / box	Total waktu efektif		Idle time	Total Kerja Alat	Rata2 / box
		L1	L2	L3	L4	Detik	detik	menit	menit	menit	menit
1	26	30	13	46	18	107	2782	46.22	11.39	58.01	2.14
2	23	39	14	47	17	117	2691	44.51	13.58	58.49	2.33
3	26	35	16	38	20	109	2834	47.14	10.59	58.13	2.14
4	22	35	18	40	18	111	2442	40.42	17.00	57.42	2.37

Sumber: Hasil Analisis Data Primer, 2019

Waktu kerja alat RTG dihitung sebagaimana langkah kerja CC, yakni 4 langkah kerja. Hasil yang diperoleh untuk

proses bongkar dan muat dapat dilihat pada Tabel 6 dan 7 berikut ini.

**Tabel 6.** Rekap waktu kerja RTG pada proses bongkar

Kel.	Box/Jam	Langkah Kerja (detik)				Total / box	Total waktu efektif		Idle time	Total Kerja Alat	Rata2 / box
		L1	L2	L3	L4	detik	detik	menit	menit	menit	menit
1	26	36	18	46	14	114	2964	49.24	09.11	58.35	02.15
2	27	32	17	43	17	109	2943	49.03	09.43	58.47	02.11
3	31	37	19	39	14	103	3193	53.13	06.40	59.53	01.56
4	26	35	17	39	13	104	2704	45.07	13.33	58.40	02.15

Sumber: Hasil Analisis Data Primer, 2019

**Tabel 7.** Rekap waktu kerja RTG pada proses muat

Kel.	Box/Jam	Langkah Kerja (detik)				Total / box	Total waktu efektif		Idle time	Total Kerja Alat	Rata2 / box
		L1	L2	L3	L4	detik	detik	menit	menit	menit	menit
1	23	53	23	46	14	136	3128	52.08	05.31	57.39	02.30
2	25	44	22	39	14	119	2975	49.34	09.38	59.12	02.22
3	29	48	18	39	14	119	3451	57.52	06.37	04.29	02.13
4	22	51	19	47	13	130	2860	47.40	09.53	57.33	02.37

Sumber: Hasil Analisis Data Primer, 2019

Nilai dalam Tabel 6 dan 7 menunjukkan waktu penanganan petikemas di lapangan penumpukan, yang dilakukan oleh alat RTG. RTG yang diamati selama pengambilan data adalah No. 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15. Untuk proses bongkar dan muat, rata-rata kerja RTG untuk satu box masing-masing 108 detik dan 126 detik yang dihitung berdasarkan total langkah kerja alat 1-4. Total waktu efektif sebesar 49.12 menit dan 51.48 menit dengan rata-

rata produktivitas 28 box/jam dan 25 box/jam untuk proses bongkar dan muat.

Analisis waktu kerja alat *head truck* (HT) diambil siklus saat penanganan petikemas. Langkah kerja HT hanya 2 langkah, yakni dari dermaga ke lapangan penumpukan dan kembali ke dermaga. Demikian pula untuk proses muat dari lapangan penumpukan ke dermaga dan kembali ke lapangan penumpukan. Rata-rata waktu siklus selama proses bongkar

adalah 22 menit untuk bongkar dan 18 menit untuk proses muat. Waktu efektif kerja HT tidak sebanding dengan waktu terbang, hal ini dikarenakan saat pengantaran dari dan ke lapangan penumpukan sering terjadi kemacetan. Kemacetan truk akibat *bottleneck* maupun macet alat yang disebabkan karena alat yang rusak. Dari hasil pengamatan waktu terbang pada proses HT berkisar antara 7-30 menit dalam satu kali siklus bongkar ataupun muat.

Berdasar hasil perhitungan waktu kerja alat, tahapan selanjutnya adalah membuat persamaan hubungan antara beberapa variabel yang dianggap berpengaruh dalam waktu kerja alat. Hal ini untuk mengetahui faktor yang

Tahapan dimulai dengan mengidentifikasi beberapa variabel bebas yang dianggap berhubungan dengan variabel terikat, dalam hal ini waktu kerja masing-masing alat. Selanjutnya memasukkan variabel-variabel tersebut ke aplikasi R Studio untuk menganalisis variabel yang berhubungan erat, dalam aplikasi ini menggunakan *stepwise*.

$$Y_{CC} = -0.3021 + 1.012.X_1 - 0.044.X_2 + 0.03.X_3 + 1.024.X_4$$

$$Y_{RTG} = -2.155 + 1.052.X_1 - 0.001.X_2 + 1.04.X_3$$

$$Y_{HT} = 0.3225 + 0.9918.X_1 - 0.001.X_2 + 0.01.X_3 + 0.9802.X_4$$

Dimana:

Y = Waktu kerja alat sama untuk semua alat;

X1 = Waktu terbang

X2 = Jumlah Alat (CC); Kecepatan BM (RTG); Jarak (HT)

X3 = Kecepatan BM (CC); Kecepatan Truk (HT)

X4 = Waktu efektif

Persamaan ini dipilih berdasarkan nilai  $R^2$  yang mendekati nilai 1. Nilai  $R^2$  yang diperoleh sebesar 0,97 untuk persamaan hubungan waktu kerja alat CC dengan variabel bebas waktu terbang, jumlah alat, kecepatan bongkar muat dan waktu efektif kerja alat. Nilai  $R^2$  untuk persamaan hubungan waktu kerja alat RTG dengan variabel bebas waktu terbang, kecepatan bongkar muat dan waktu efektif kerja alat adalah 0,99. Adapun nilai  $R^2$  untuk persamaan hubungan waktu kerja alat HT

mempengaruhi kerja alat dalam penanganan petikemas selama proses bongkar dan muat. Pembentukan persamaan regresi hubungan antara waktu kerja alat dengan waktu terbang, jumlah alat serta kecepatan bongkar muat untuk alat CC sedangkan untuk RTG, hubungan antara waktu kerja alat serta waktu terbang, waktu efektif dan kecepatan bongkar muat saja yang memiliki pengaruh kuat setelah melakukan *stepwise* pada aplikasi R studio. Adapun untuk HT sama dengan RTG dan CC memasukkan waktu efektif dan waktu terbang sebagai variabel bebas, variabel tambahannya adalah kecepatan truk dan jarak antara dermaga dan lapangan penumpukan.

Hasilnya menunjukkan variabel tidak signifikan dengan ditunjukkan dari nilai R square dan nilai t dan F juga uji normalitas. Tahapan selanjutnya adalah memasukkan variabel yang memiliki hubungan antara waktu kerja alat, tahapan terakhir menguji model. Persamaan hasil model regresi linear dari olah data adalah sebagai berikut:

dengan variabel bebas waktu terbang, jarak (km), kecepatan HT (km/jam) dan waktu efektif kerja HT adalah 0,99. Hasil ini menunjukkan variabel bebas merupakan faktor yang berpengaruh kuat dengan waktu kerja alat. Nilai sig, uji F dan uji t serta ujian normalitas, multikorelasi memenuhi syarat diterimanya persamaan hubungan waktu kerja ketiga alat.

### Simulasi Skenario Usulan

Penelitian ini mencoba melakukan skenario usulan sebanyak dua skenario usulan. Skenario pertama menambah alat pada dermaga setelah proses langkah kerja CC. Pada skema awal model setelah proses CC ditambahkan atribut pilihan, yakni membuat pilihan untuk proses pengantaran. Pilihan tersebut dengan menambah alat bantu dalam hal ini reach stacker sebagai alternatif lain pada proses pengantaran. Hal ini dilakukan berdasar pengamatan dilapangan serta running program pada sistem arena diperoleh, terjadi penumpukan atau keterlambatan pada proses

pengantaran. Sehingga *reach stacker* yang dapat menangani petikemas untuk blok-blok terdekat dari dermaga. Demikian pula pada proses muat, alat bantu yang direncanakan adalah side/top loader untuk membantu kerja RTG khusus untuk petikemas yang dapat dijangkau oleh side/top loader tersebut. Skenario 2 dilakukan dengan menambah alat bantu di dermaga dan dilapangan penumpukan. Demikian juga untuk proses muat. Hasil dari skenario usulan dan kondisi awal dapat dilihat pada tabel 8 dan 9 berikut ini.

**Tabel 8.** Hasil Simulasi Proses Bongkar

No	Simulasi	Waktu siklus (detik)	Waktu terbang (detik)	Total Waktu siklus (detik)	Total Waktu siklus (menit)	Penanganan petikemas 1 siklus (menit)
1	Model Awal	617.09	32238.92	32856.02	547.60	18.25
2	Skenario I	325.25	10486.91	10812.16	180.20	6.01
3	Skenario II	550.35	33839.17	34389.52	573.16	19.11

Sumber: Hasil Simulasi

**Tabel 9.** Hasil Simulasi Proses Muat

No	Simulasi	Waktu siklus (detik)	Waktu terbang (detik)	Total Waktu siklus (detik)	Total Waktu siklus (menit)	Penanganan petikemas 1 siklus (menit)
1	Model Awal	476.75	20900.64	21377.40	356.29	11.88
2	Skenario I	354.26	15403.74	15758.00	262.63	8.75
3	Skenario II	492.36	37815.55	38307.92	638.47	21.28

Sumber: Hasil simulasi

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa skenario usulan terbaik adalah skenario I berdasarkan rata-rata total waktu siklus penanganan petikemas baik pada proses bongkar dan muat. Selisih waktu pada kondisi awal dan hasil simulasi skenario I sebesar 14 menit. Sedangkan untuk proses muat sebesar 3 menit. Perbedaan pada proses bongkar dan muat sama dengan kondisi awal sebagaimana hasil pengamatan di lapangan, proses bongkar yang memiliki waktu siklus yang lama. Dari hasil simulasi, dengan pemilihan skenario I sebagai skenario terbaik untuk TPM, dengan rata-rata waktu siklus yang lebih rendah maka ini dapat menjadi salah

satu upaya untuk mengurangi *dwelling time* bagi sistem penanganan petikemas.

## KESIMPULAN

Kinerja alat RTG memiliki daya pemanfaatan lebih baik dari kedua alat lainnya yakni 59,5% sedangkan nilai rata-rata utilitas CC dan HT adalah 54%. Sementara Waktu kerja alat dalam penanganan satu petikemas untuk alat CC dan RTG masih berkisar adalah 2 menit, sedangkan untuk waktu siklus HT 16-20 menit. Hasil ini disebabkan masih banyak antrian dan kondisi alat yang macet saat penanganan petikemas. Adapun kecepatan bongkar muat sudah hampir mendekati

standar pelabuhan yakni 25 box/jam. Model waktu penanganan petikemas di TPM sebagai upaya dalam mengurangi *dwelling time* adalah dengan menambahkan alat bantu yang dapat mengantar petikemas langsung pada blok yang dituju. Hal ini dilakukan untuk menghindari *bottle neck* yang sering terjadi di tahapan pengantaran petikemas dari dan ke lapangan penumpukan. Adapun model persamaan untuk hubungan waktu siklus dengan jumlah trus dan jumlah unit CC adalah sebagai berikut:  $Y = 28077.1023 + (-132.9103).X_1 + (503.1707).X_2 + (-10.7463).X_1.X_2$  sehingga didapatkan skenario usulan terbaik adalah skenario I berdasarkan rata-rata total waktu siklus penanganan petikemas baik pada proses bongkar dan muat. Selisih waktu pada kondisi awal dan hasil simulasi skenario I sebesar 14 menit.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, Raharjo 2010. *Dasar-dasar Ekonomi Transportasi*. Edisi Pertama, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Direktorat Pelabuhan dan Pengerukan dan Jica, 2000. *Pedoman Pembangunan Pelabuhan*, Terjemahan dari *Port Development Handbook*, UNCTAD
- EL-Naggar, M. E., 2010. *Application of Queuing Theory to the Container Terminal at Alexander Seaport*, Journal of Science and Environmental Management Vol.1 (4), pp 77-85
- Eric Rath, Transportation Engineer, President, TRC Development, INC 1973. *Container System*. John Wiley & Sons
- Gambradella, L.M., Mastrolilli, M., Rizzoli, A.E., and Zaffalon, M, 1998, *Simulation and Planning of Intermodal Container Terminal*, Simulation, Vol 71, No.2, pp 107-116.
- Henry Y.K. Lau, Ying Zhao, 2008, *Integrated Scheduling of Handling Equipment at Automated Container Terminals*. International Journal of Production Economics 112 : 665-682
- Idrisa, Alli. 2015 *dwelling time for import transit containers at dar es salaam port: an analysis of the role of free storage time*
- Karmadibrata, 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. ITB. Bandung.
- Jinca, M.Y. dan Raga P., 2008. *Kondisi Layanan Angkutan Laut Perintis di Daerah Tertinggal*. Badan Penelitian dan Pengembangan. Departemen Perhubungan Jakarta.
- Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 18 Tahun 2002 tentang Tatanan Kepelabuhan Nasional
- Undang-undang No 17 tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005-2025*
- Undang-undang RI No 17 Tahun 2008. Tentang Pelayaran. Jakarta*