

Supriyono

Analisa Pelayanan Bongkar Muat Petikemas Yang Optimal Pada Terminal Petikemas



MEDIA KOMUNIKASI
TEKNIK SIPIL

ANALISA PELAYANAN BONGKAR MUAT PETIKEMAS YANG OPTIMAL PADA TERMINAL PETIKEMAS

Supriyono¹

Diterima 18 Mei 2009

ABSTRACT

The increasing of the flow of container volume in Terminal Petikemas at Surabaya Tanjung Perak Port in line with increasing of world seaborne trade, 80% of trading use of sea transportation. In 2007, the seaborne trade up to 8.02 billion tons or increase 4.8 % per year. This condition in line with the world gross domestic product, GDP 3.8% cause of the global economic recovery in the same countries. Volume of Container serve by TPS up to 1,021,489 TEUs or 846,000 boxes in 2008 and increase 2.71% in 2009 (870,000 boxes), or average 2050 boxes per day, With this matter, The TPS can be very busy container with terminal performance (BOR) is 53,77% (existing condition 2009). Then To facing in a certain direction the increasing of flow containers volume, TPS effort to optimal loading and unloading container serving. The optimal serving can be rich with queue theory approach to analysis loading and unloading container. The optimal value for one unit container vessel in the quay with unit service are 3 CC units, 21 HT units and 4 RTG Units each in import and export container yard.

Keywords : *optimal, loading and unloading container serve.*

ABSTRAK

Peningkatan jumlah petikemas yang keluar masuk terminal petikemas di pelabuhan Tanjung Perak Surabaya sejalan dengan meningkatnya perdagangan lewat laut dimana 80% perdagangan dunia di transfer lewat laut (seaborne trade). Pada tahun 2007, perdagangan dunia lewat laut mencapai 8,02 milyar ton, atau meningkat 4,8% per tahun. Perkembangan ini sejalan dengan meningkatnya produk domestik gross dunia (the world gross domestic product, GDP) yaitu 3,8% seiring dengan pertumbuhan ekonomi di negara-negara berkembang dan berlanjutnya pemulihan ekonomi global. Jumlah petikemas yang dilayani untuk bongkar muat di Terminal Petikemas Surabaya pertahunnya mencapai 1.021.489 TEUs atau 846.000 boxes petikemas di tahun 2008 dan naik 2,71% di tahun 2009 (870.000 boxes), atau tiap harinya jumlah petikemas yang harus dilayani untuk bongkar muat rata-rata 2050 petikemas, hal ini menjadikan TPS terminal yang sangat sibuk ditandai dengan BOR

¹ Jurusan Teknik Sipil FT. UNDIP
Kampus Tembalang Jl. Prof. Soedarto SH. Tembalang Semarang 50275
Email : supriyono.ir@gmail.com

53,77%. Untuk menghadapi arus petikemas yang kian meningkat, maka TPS berupaya untuk mengoptimalkan pelayanan yang mereka berikan kepada para pelanggan, dengan metode antrian dapat diketahui jumlah unit layanan yang optimal terutama untuk kegiatan bongkar muat petikemas. Nilai pelayanan yang optimal dapat dicapai dengan jumlah unit layanan untuk kedatangan satu unit kapal adalah 3 CC, 21 HT dan 4 RTG di lapangan penumpukan impor dan 4 RTG di lapangan penumpukan ekspor.

Kata kunci: optimum, pelayanan bongkar-muat petikemas

PENDAHULUAN

Kapal petikemas memiliki keuntungan dalam segi transportasi yaitu kecepatan bongkar muat, sehingga waktu kapal di pelabuhan dapat ditekan yang berdampak pada ongkos transpor lebih rendah dari kapal barang jenis lainnya, tingkat keamanan dari barang yang terdapat di dalamnya sangat tinggi baik dari kerusakan maupun kehilangan saat di transfer, sehingga tingkat kepercayaan pengirim (*consignor*) dan penerima barang (*consignee*) lebih tinggi. Data terakhir UNCTAD pada kuarter kedua 2008 tercatat ongkos jasa transportasi kapal petikemas untuk jalur pelayaran Asia-Eropa 1899 US\$/TEU atau dalam 1TEU petikemas 20 ft dapat membawa barang seberat 20.000 kg, ongkos angkut (*freight rates*) per kgnya adalah 0.095 US\$/kg. Salah satu kelemahan kapal petikemas adalah Kapal-kapal petikemas ini membu-tuhkan pelabuhan atau terminal khusus untuk melayani kegiatan bongkar muat, tidak semua pelabuhan dapat disingahi oleh kapal petikemas.

Jumlah petikemas yang keluar masuk Terminal Petikemas Surabaya (TPS) tiap tahunnya terus meningkat rata-rata 2,71% atau mencapai 1.021.489 TEUs (846.000 petikemas) di tahun 2008 dan naik 2,71% di tahun 2009 (870.000 boxes), sehingga tiap harinya jumlah petikemas yang harus dilayani TPS untuk bongkar muat rata-rata 2050 petikemas.

Untuk mengantisipasi fluktuasi volume petikemas yang keluar masuk pelabuhan, maka harus dilakukan evaluasi dan analisis kompre-

hensif melalui suatu kegiatan penelitian, untuk mengetahui sampai sejauh mana Terminal Petikemas dapat melayani kegiatan bongkar muat petikemas secara optimal sesuai dengan perkembangan perdagangan dalam negeri maupun luar negeri (ekspor/impor).

METODOLOGI

Berdasarkan *Customs Convention on Containers* 1972, yang dimaksud dengan *container* adalah alat untuk mengangkut barang, dimana seluruhnya atau sebagian tertutup sehingga berbentuk peti untuk diisi barang yang akan diangkut. Berbentuk permanen dan kokoh sehingga dapat dipergunakan berulang kali untuk pengangkutan barang, dibuat sedemikian rupa sehingga memungkinkan pengangkutan barang dengan suatu kendaraan tanpa terlebih dulu dibongkar kembali isinya dan dapat langsung diangkut, khususnya apabila dipindah dari satu ke lain kendaraan. Petikemas dibuat kokoh/kuat dan dilengkapi dengan pintu yang dikunci dari luar. Semua bagian dari Petikemas termasuk pintunya tidak dapat dilepas atau dibuka dari luar. Ukuran standar Petikemas dapat dilihat pada Tabel 1.

Kecepatan bongkar/muat per kapal.

a. Kecepatan Bongkar/Muat di Pelabuhan (*Ton per Ship Hour in Port*)

$$TSHP = \frac{\sum (\text{Bongkar / Muat} \text{ _ PerKapal})}{TRT \text{ _ PerKapal}} \dots\dots(1)$$

dimana :

TSHP = kecepatan bongkar muat di pelabuhan (ton jam).

Tabel 1. Ukuran petikemas berdasarkan *International Standard Organisation (ISO)*.

		20' Container		40' Container		45' High-Cube Container	
		Britis	Metrik	Britis	Metrik	Britis	Metrik
Dimensi Luar	Panjang	20' 0"	6.096 m	40' 0"	12.192 m	45' 0"	13.716 m
	Lebar	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m	8' 0"	2.438 m
	Tinggi	8' 6"	2.591 m	8' 6"	2.591 m	9' 6"	2.896 m
Dimensi Dalam	Panjang	18' 10 ⁵ / ₁₆ "	5.758 m	39' 5 ⁴⁵ / ₆₄ "	12.032 m	44' 4"	13.556 m
	Lebar	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m	7' 8 ¹⁹ / ₃₂ "	2.352 m
	Tinggi	7' 9 ⁵⁷ / ₆₄ "	2.385 m	7' 9 ⁵⁷ / ₆₄ "	2.385 m	8' 9 ¹⁵ / ₁₆ "	2.698 m
Pintu	Lebar	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m	7' 8 ¹ / ₈ "	2.343 m
	Tinggi	7' 5 ³ / ₄ "	2.280 m	7' 5 ³ / ₄ "	2.280 m	8' 5 ⁴⁹ / ₆₄ "	2.585 m
volume		1,169 ft ³	33.1 m ³	2,385 ft ³	67.5 m ³	3,040 ft ³	86.1 m ³
Maximum gross mass		66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg	66,139 lb	30,400 kg
Berat kosong		4,850 lb	2,200 kg	8,380 lb	3,800 kg	10,580 lb	4,800 kg
Net load		61,289 lb	28,200 kg	57,759 lb	26,600 kg	55,559 lb	25,600 kg

b. Kecepatan Bongkar/Muat di Tambatan (*Ton per Ship Hour in Berth*)

$$TSHB = \frac{\sum (Bongkar / Muat \text{ _PerKapal})}{BWT \text{ _PerKapal}} \dots\dots(2)$$

$$TSHB = \frac{\sum (Bongkar / Muat \text{ _PerKapal})}{BT \text{ _PerKapal}}$$

dimana :

TSHB = kecepatan bongkar muat per *shift* di tambatan (ton jam).

Data primer yang diperlukan antara lain: waktu pelayanan, kondisi alat bongkar muat, lapangan penumpukan petikemas dan fasilitas pelayanan petikemas (*utility*) lainnya, jumlah kapal petikemas yang keluar masuk Terminal Petikemas Surabaya.

Data sekunder yang dibutuhkan dalam menganalisa optimasi alat bongkar muat dan utilitas pelayanan petikemas, antara lain: letak dan denah lapangan penumpukan, data pertumbuhan ekonomi dan industri daerah *hinterland* Terminal Petikemas Surabaya, Tenaga operator dan pendukung lainnya.

Metode yang digunakan dalam analisis data guna memperoleh jumlah unit layanan optimal

adalah metode antrian. Model antrian biasanya dinotasikan dengan suatu sistem notasi tertentu agar mudah dikenali dan gampang penerapannya. Sistem notasi antrian yang sering dijumpai adalah **Sistem Markovian**. Sistem notasi Markovian memiliki format (*A/B/m*): (*C/D/E*). *A* merupakan kode untuk model distribusi kedatangan input pada suatu sistem, *B* adalah model distribusi pelayanan sistem, *m* merupakan jumlah server atau pintu pelayanan, *C* merupakan disiplin pelayanan dalam suatu sistem, *D* adalah sumber input, sedangkan *E* merupakan panjang antrian.

Notasi *A* dan *B* memiliki beberapa nilai yaitu ; *M* (Markovian) untuk *Poisson* atau eksponensial, *E* untuk Erlang, *H* untuk *Hiper-eksponensial*, *D* untuk *Deterministik*, dan *G* untuk *General* atau tak tentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini dilakukan di PT.Terminal Petikemas Surabaya (Gambar 1), selama sekitar dua bulan.

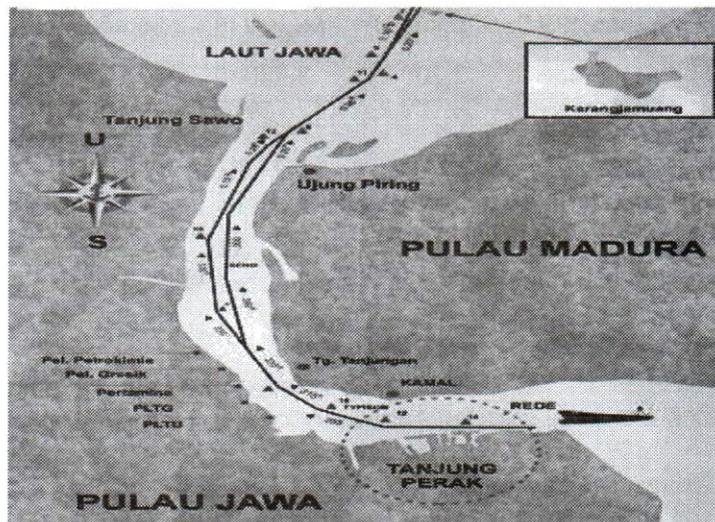
Kedatangan Barang (Container)

Kedatangan barang (*container*) merupakan kedatangan harian petikemas yang akan dibongkar dari kapal (impor) maupun yang akan dimuat (ekspor), melewati atau masuk lapangan penumpukan (*container yard*). Kedatangan barang yang akan dibongkar merupakan banyaknya petikemas dari kapal yang merapat di dermaga petikemas per harinya, sedangkan kedatangan barang yang akan dimuat ke kapal petikemas merupakan jumlah petikemas yang

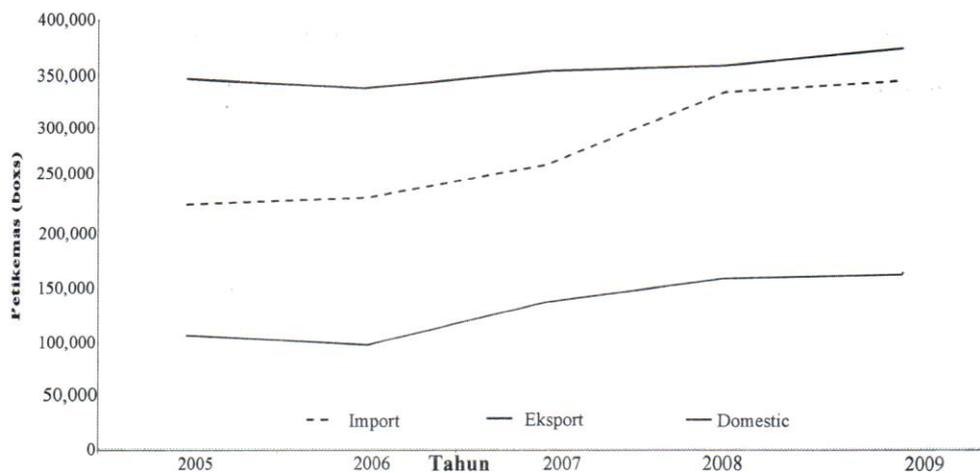
masuk dari pintu terminal petikemas Surabaya dari darat (*hinterland*) perharinya, dimana sebelum dimuat disimpan terlebih dahulu di lapangan penumpukan.

Waktu Pelayanan Dermaga

Waktu pelayanan dermaga merupakan waktu sejak kapal tambat di dermaga sampai meninggalkan dermaga. Waktu pelayanan petikemas di dermaga dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Lokasi dan alur pelayaran pelabuhan Tanjung Perak



Gambar 2. Volume petikemas keluar-masuk PT.TPS (TPS, 2009)

Tabel 2. Lama pelayanan kapal di dermaga TPS

No	Ship's name	LOA (m)	Total		Berth time (T) Hour
			disc / load container Boxes	Teus	
1	Ever ally	165	919	1,423	19.67
2	Cape flores	135	1,046	1,469	23.58
3	Hu tuo he	188	383	501	13.42
4	Re union	122	1,157	1,707	36.00
5	Yang ming image	173	546	784	18.17
6	Sinar buton	147	762	1,084	16.50
7	KMTC shanghai	188	665	994	27.50
8	Francoise gilot	173	624	785	28.83
9	Wan hai 261	198	692	1,026	22.75

Sumber : Survey di PT. TPS 2009

Descriptive Statistics pelayanan dengan waktu minimum

Tabel 3. Pelayanan dengan waktu minimum

	Mean	Std. deviation
Berth time	15.50	4.89
Waktu pelayanan dermaga (CC)	2.54	0.10
Waktu pelayanan transfers (HT)	9.88	0.69
Waktu pelayanan cont. yard (RTG)	2.75	0.49

Persamaan untuk waktu pelayanan minimum :

$$T/c = 12.714 + 4.499 cT_1 - 1.183 cT_2 + 1.103 cT_3 \dots\dots(3)$$

dimana :

- T/c = Berth Time
- c = set unit pelayanan =, 1, 2, 3,
- T_1 = 2,54 Waktu pelayanan minimum oleh CC di Dermaga
- T_2 = 9,88 Waktu pelayanan minimum oleh HT (Transfer dermaga ke CY)
- T_3 = 2,75 Waktu pelayanan minimum oleh RTG di Cont. Yard

Descriptive Statistics pelayanan dengan waktu maksimum

Tabel 4. Pelayanan dengan waktu maksimum

	Mean	Std. deviation
Berth time	22.74	7.03
Waktu pelayanan dermaga (CC)	3.74	0.25
Waktu pelayanan transfers (HT)	34.39	13.39
Waktu pelayanan cont. yard (RTG)	5.08	0.58

Persamaan untuk waktu pelayanan maksimum:

$$T/c = 20.70 + 1.316 cT_1 - 0.061 cT_2 - 0.153 cT_3 \dots\dots(4)$$

dimana :

- T/c = Berth Time
- c = set unit pelayanan =, 1, 2, 3,
- T_1 = 3,74 Waktu pelayanan maksimum oleh CC di Dermaga
- T_2 = 34,39 Waktu pelayanan maksimum oleh HT (Transfer dermaga ke CY)
- T_3 = 5,08 Waktu pelayanan maksimum oleh RTG di lapangan penumpukan

Descriptive Statistics pelayanan dengan waktu rata-rata

Tabel 5. Pelayanan dengan waktu rata-rata

	Mean	Std.deviation
Berth time	17.49	5.62
Waktu pelayanan dermaga (CC)	3.01	0.16
Waktu pelayanan transfers (HT)	17.41	2.46
Waktu pelayanan cont. yard (RTG)	3.81	0.24

Persamaan untuk waktu pelayanan maksimum:

$$T/c = 11.794 - 1.414 cT_1 + 0.194 cT_2 + 1.726c T_3 \dots\dots(5)$$

dimana :

T/c = Berth Time

c = set unit pelayanan =, 1 , 2, 3 ..

T_1 = 3,01 Waktu pelayanan rata-rata oleh CC di Dermaga.

T_2 = 17,41 Waktu pelayanan rata-rata oleh HT (Transfer dermaga ke CY).

T_3 = 3,81 Waktu pelayanan rata-rata oleh RTG di lapangan penumpukan

Waktu pelayanan minimum di dermaga 15,5 jam dengan mengerahkan operator yang memiliki tingkat pengalaman sangat tinggi dan

terampil dalam mengendalikan *container crane* sehingga waktu yang terbuang untuk mengangkat satu bok petikemas dari kapal dan menempatkannya dengan mudah dan cepat di atas *cashing head truck*. Di TPS memiliki operator crane dengan tingkat keterampilan dengan kategori : Rendah, Menengah dan Tinggi bila diukur dengan kemampuan dalam box petikemas adalah sebagai berikut :

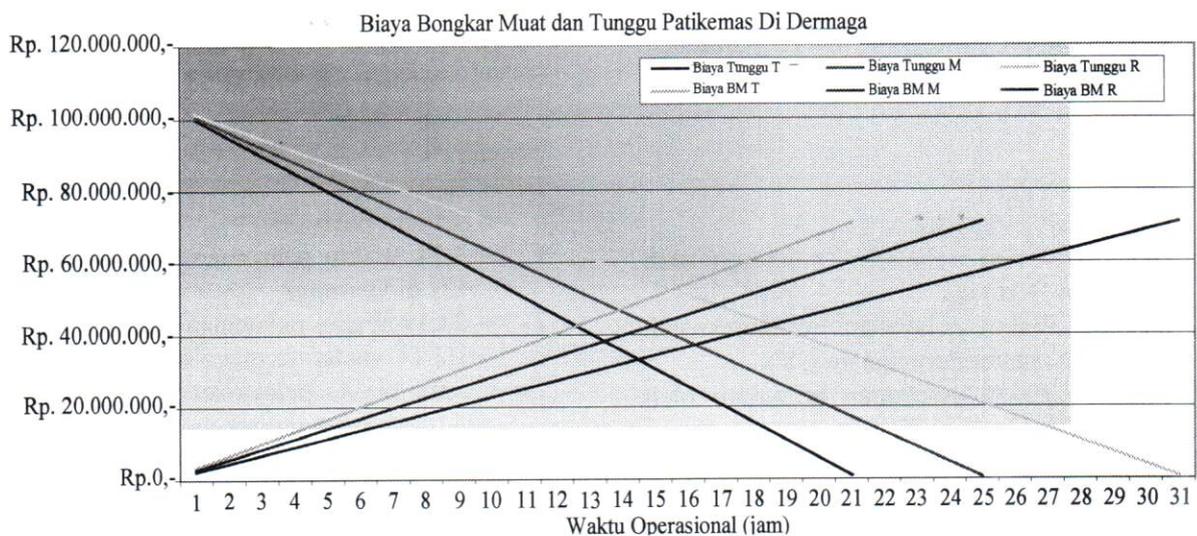
Tabel 6. Tingkat keterampilan operator

Tingkat keterampilan operator <i>container crane</i>	Kemampuan (box/jam)
a. Rendah	< 17
b. Menengah	18-21
c. Tinggi	> 22

Sumber : data primer

Waktu pelayanan dermaga maksimum adalah 22,74 jam dengan rata-rata kemampuan angkat CC berkisar antara 15 – 16 box/jam dan waktu pelayanan dermaga rata-rata adalah 18,31 jam dengan kemampuan angkat 17 – 21 box/jam.

Biaya tunggu yang dikeluarkan oleh pengguna untuk waktu pelayanan yang diberikan di atas adalah sebagai berikut:



Gambar 3. Biaya BM dan tunggu petikemas di dermaga

Kondisi Optimal Pelayanan Petikemas

Pelayanan optimal petikemas di Dermaga PT. TPS dengan panjang dermaga yang tersedia 1000 m dan jumlah kapal yang mampu tambat untuk melakukan kegiatan bongkar muat petikemas adalah 5 unit, namun sampai saat ini rata-rata jumlah kapal yang tambat adalah 3 unit, dimana masing-masing kapal hanya bisa dilayani maksimal 3 (tiga) unit *container craine* (CC). Jumlah maksimum pelayanan CC akibat terbatasnya panjang kapal.

Pada kondisi optimal untuk pelayanan CC dianalisis berdasarkan biaya antrian. Kondisi optimal merupakan total biaya yang timbul akibat adanya pelayanan dan biaya operasional petikemas minimal dan tingkat pelayanan maksimum, dengan parameter :

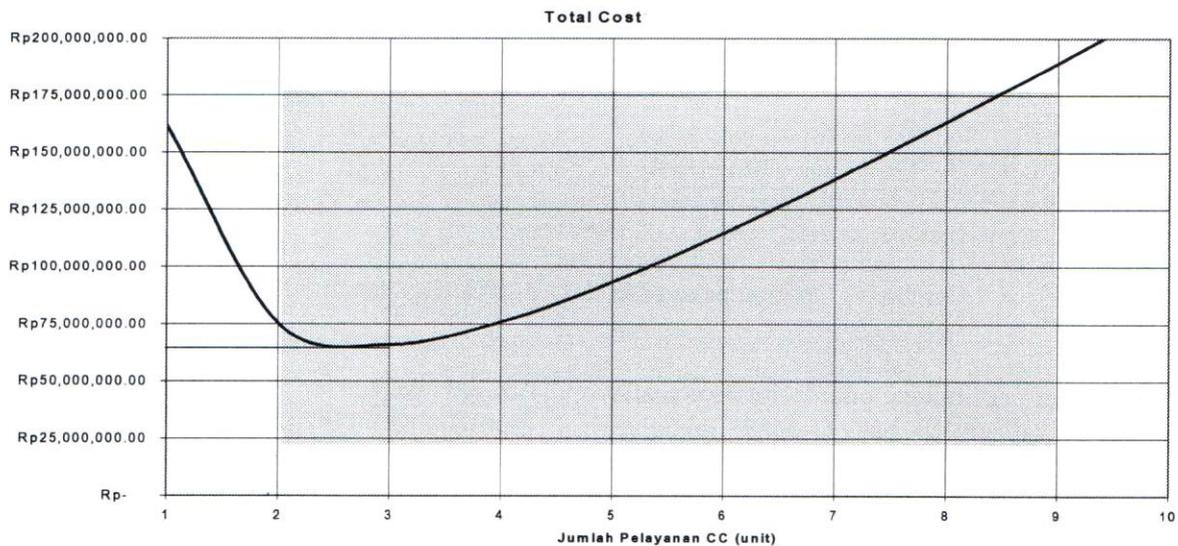
- Tingkat kedatangan petikemas di dermaga 0,78 box/menit
($\lambda = 47$ box/jam atau 1123 box/hari).
- Rata-rata waktu pelayanan petikemas oleh CC = 229,08 menit
- Biaya tunggu petikemas = Rp. 2.094.308,-/jam

- Biaya Pelayanan petikemas = Rp.1.406.000 /box

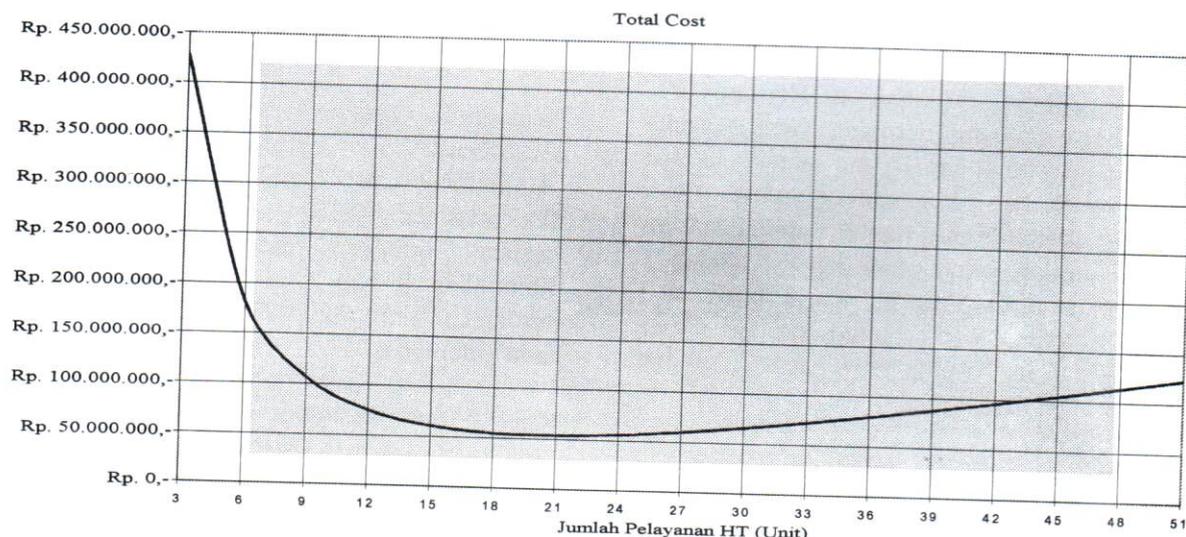
Pada grafik Gambar 4. terlihat bahwa tingkat pelayanan CC yang optimal adalah untuk 3 unit CC melayani satu kapal petikemas, sehingga jika rata-rata jumlah kapal yang melakukan kegiatan bongkar muat petikemas, maka dibutuhkan 9 unit CC di dermaga. Saat ini jumlah CC yang aktif tersedia 10 unit, sehingga sudah memadai.

Kondisi optimal untuk pelayanan *head truck* (HT) berdasarkan pada jumlah unit CC yang dipakai di dermaga dalam kegiatan bongkar muat petikemas, dengan parameter yang digunakan adalah :

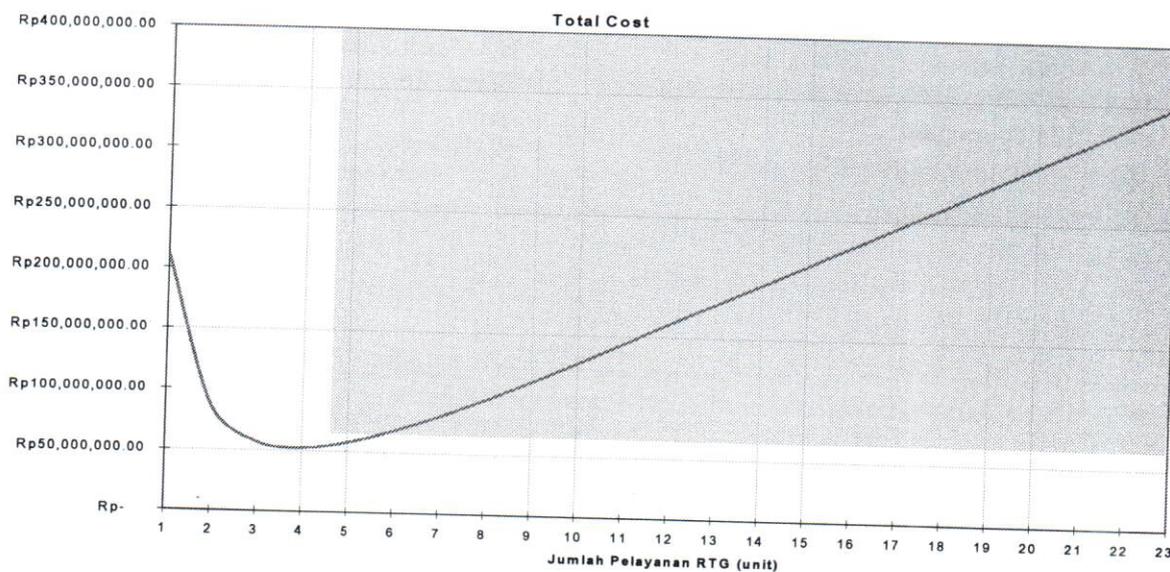
- Tingkat kedatangan petikemas di dermaga 0,78 box/menit
($\lambda = 47$ box/jam atau 1123 box/hari).
- Rata-rata waktu pelayanan petikemas oleh HT = 165,57 menit
- Biaya tunggu petikemas = Rp.2.094.308,-/jam
- Biaya Pelayanan petikemas = Rp.1.252.160,-/box



Gambar 4. Optimal pelayanan CC di dermaga



Gambar 5. Optimal pelayanan HT



Gambar 6. Optimal pelayanan RTG di lapangan penumpukan (CY)

Berdasarkan perhitungan optimasi dalam grafik Gambar 5. diperoleh bahwa untuk mengim-bangi jumlah unit pelayanan CC di dermaga, maka jumlah HT yang dioperasikan adalah 21 unit HT, sehingga jumlah HT yang dibutuhkan jika 3 kapal yang tambat di dermaga melakukan kegiatan bongkar muat petikemas secara ber-

samaan adalah 63 unit. Saat ini HT yang dimiliki oleh TPS Surabaya sebanyak 53 unit HT, dengan demikian dibutuhkan tambahan HT sejumlah 10 unit.

Pelayanan Petikemas di lapangan penumpukan dilakukan oleh RTG. Ini merupakan rangkaian

pelayanan kegiatan bongkar muat petikemas. Kondisi Optimal untuk pelayanan RTG ini dianalisis dengan parameter :

- a. Tingkat kedatangan petikemas di lapangan penumpukan 0,78 box/menit
($\lambda = 47 \text{ box/jam}$ atau 1123 box/hari).
- b. Rata-rata waktu pelayanan petikemas oleh RTG = 229.08 menit
- c. Biaya tunggu petikemas = Rp. 2.094.308,-/jam
- d. Biaya Pelayanan petikemas = Rp.1.226.416,67/box

Jumlah unit pelayanan RTG yang optimal adalah 4 unit, sehingga untuk melayani 3 unit kapal, maka dibutuhkan masing-masing 3 x 4 unit RTG di lapangan penumpukan petikemas impor (CY impor) dan 3 x 4 unit RTG untuk lapangan penumpukan petikemas ekspor (CY ekspor). Sehingga jumlah totalnya adalah 24 unit, sedangkan saat ini RTG yang tersedia adalah 23 unit dengan demikian dibutuhkan 1 unit RTG tambahan.

KESIMPULAN

Evaluasi dalam penelitian ini menggunakan metode antrian *multi chanel multi serve* ($G/M/1:FCFS/\sim/\sim$), karena antrian petikemas dapat masuk melalui lebih dari satu pelayanan di lapangan penumpukan maupun di dermaga, dan diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Waktu pelayanan petikemas di dermaga dengan kemampuan kapal mengangkut 500 TEU atau lebih kurang 400 box per kapal dengan jumlah kapal sebanyak 2 unit dengan dilayani minimal 2 unit container crane dengan kecepatan bongkar muat minimum 2,54 menit/box, maksimum 3,74 menit/box dan rata-rata 3.01 menit/box, hal ini sangat tergantung pada tingkat keterampilan operator CC, sehingga lama pelayanan di dermaga minimum 15,5 jam, maksimum 22,74 jam dan rata-rata 17,49 jam
2. Optimal pelayanan dengan jumlah 3 unit CC, 21 unit HT dan 4 unit RTG di lapangan penumpukan impor dan 4 unit RTG di

lapangan penumpukan ekspor, sehingga jumlah fasilitas pada kondisi rata-rata 3 unit kapal yang sekaligus melakukan bongkar muat perlu ditambah 10 unit HT dan 1 unit RTG.

DAFTAR PUSTAKA

Amir M.S., (1979). "*Petikemas (Masalah dan Aplikasinya)*", PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta.

Haverkort, B.R., (1993). "*Analysis of Communication Networks: Part I*", Fakultas der Elektrotechniek, Universiteit Twente.

Ismiyati, (2003). "*Statistik dan Aplikasi*", PPs-MTS UNDIP, Semarang.

Lamidi, (2006). "*Analisis Kebutuhan Container Yard Pada Kondisi Sibuk (Studi Kasus Pelabuhan Tanjung Emas Semarang)*", MTS, Undip, Semarang.

Levin, Richard I, et al., (1992). "*Quantitative Approaches to Management*", eight edition, New York, McGraw-Hill International Editions.

Nelson, R., (1995). "*Probability, Stochastic Processes and Queueing Theory*", Springer-Verlag, New York.

Nicola, V.F., (1998). "*Performance Analysis of Communication Networks*", Lecture Notes, Fakultas der Elektrotechniek, Univer-siteit Twente.

Pelabuhan Indonesia III, PT., (2001). "*Struktur Organisasi dan Tata Kerja PT. (Persero) Pelabuhan Indonesia III Terminal Petikemas Semarang*", Pelabuhan Indonesia III.