

**ANALISIS EFISIENSI BONGKAR MUAT KONTAINER PADA PELAYANAN
DERMAGA
(Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2013)**

Muhammad Fadil

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Muhamadfadil945@gmail.com

ABSTRACT

This research aims to analyze how much influence on the calculation of the performance of the services and ports to support the decision making process in order to improve the quality of service. The object in this research is the queue system service is applied with the advent of the ship every day and month and year in a port. To calculate the level of use of pier, the average number of customers in queue, the average number of customers in the system, the advent of the ship and the number of the total of the average served the unity of time and do optimization of the number of ships that operate.

Based on the analysis that has been done obtained the result that the quality of service of pier at the return of the ship and services that are used in the queue type II PT. Bases Branch Port of Tanjung Priok. in the queue model applied to produce the level of the use of a larger piers with the average time customers in the queue a little.

Keywords: Operation characteristics, Queue Model M/M/S/I/I, Mount Usage of Dock.

Pendahuluan

Latar Belakang Penelitian

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar di dunia, dan secara geografis posisi negara Indonesia sangat strategis karena menjadi penghubung dua samudera dan dua benua. Maka sebab itu untuk jalur antar barang dan jasa dapat melewati perairan dengan mudah intensitasnya. Kemajuan teknologi transportasi mengikuti perkembangan melalui ekonomi dan perdagangan dan perkembangan perdagangan juga dipengaruhi oleh teknologi sistem transportasi. Transportasi berperan memperluas daerah cakupan distribusi barang atau jasa, mendukung distribusi input industri yang efisien, dan memungkinkan terjadinya pola spesialisasi kegiatan produksi, sehingga menciptakan konsentrasi aktivitas produksi di suatu tempat tertentu, yang pada akhirnya dapat menimbulkan "*Economics of Scale*" dan "*Agglomeration Economics*" (Jinca, 2011).

Terdapat lima Pelabuhan utama di wilayah kesatuan Republik Indonesia, yaitu Pelabuhan Belawan, Tanjung Priok, Tanjung Perak, Balikpapan, dan Makassar. Pelabuhan Tanjung Priok merupakan salah satu dari pelabuhan utama di Indonesia yang terletak di Jakarta yang dipergunakan sebagai suatu sarana laut lintas bongkar muat. Berdasarkan UU no 17 tahun 2008, peraturan pemerintah nomor 61 tahun 2009 dan keputusan menteri perhubungan No. KM 53 tahun 2002 tentang tatanan kepelabuhan nasional, menurut hierarkinya, Pelabuhan Tanjung Priok dikategorikan merupakan Pelabuhan utama yang berfungsi sebagai tulang punggung pembangunan nasional. Posisi yang begitu penting dalam sistem transportasi dan logistik nasional tersebut. Menuntut pelabuhan Tanjung Priok secara berkesinambungan harus mampu memfasilitasi aktivitas perekonomian dan perdagangan Indonesia. Pelabuhan Tanjung Priok merupakan pelabuhan terbesar dan tersibuk di Indonesia yang terletak dipesisir

Jakarta Utara. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pintu gerbang arus keluar masuk barang ekspor impor maupun barang antar pulau. Pelabuhan Tanjung Priok dibangun pada akhir abad ke-19. Ketika itu Pemerintah Kolonial Belanda memutuskan untuk membangun pelabuhan baru karena pelabuhan yang ada yakni pelabuhan Sunda Kelapa sudah tidak mampu menerima kapal-kapal besar yang datang dari berbagai belahan dunia.

Tabel 1.1
Arus Perdagangan di Pelabuhan Tanjung Priok 2009-2011

	impor	Ekspor	<i>in bound</i>	<i>out bound</i>
Satuan	Unit	Unit	Unit	Unit
2009	11.900.538	5.427.255	15.152.551	7.363.821
2010	12.536.807	4.693.648	18.117.924	8.341.276
2011	16.480.907	4.353.493	16.889.804	9.395.079

Sumber : www.priokport.co.id(diakses 4 september 2015)

Pada Tabel 1.1 tersebut, maka dapat diketahui bahwa terjadi suatu arus keluar masuk baik dalam (ekspor) maupun dari luar (impor) yang mengalami pertumbuhan di Pelabuhan Tanjung Priok, jika dilihat dalam tiap tahunnya arus perdagangan ekspor mengalami kondisi yang menurun dan untuk impor meningkat setiap tahunnya. Maka untuk kemajuan tingkat pelayanan Pelabuhan Tanjung Priok harus dapat memberikan kontribusi yang baik dalam model antrian di Pelabuhan.

Terminal petikemas adalah terminal yang mengumpulkan petikemas dari hinterland ataupun pelabuhan lainnya untuk selanjutnya di angkut ketempat tujuan ataupun terminal petikemas lainnya. Terminal petikemas di gunakan sebagai tempat untuk menumpuk petikemas-petikemas baik yang akan dikirim atau di ekspor maupun yang akan diterimah atau di impor selama proses admistrasi untuk

pengambilan petikemas oleh pemilik dari petikemas tersebut. Penentuan alokasi petikemas dilapangan penumpukan maupun di atas kapal harus memperhitungkan faktor-faktor yang mempengaruhi penumpukan petikemas tersebut, antara lain : dimensi/ukuran petikemas, berat petikemas, jenis petikemas, tujuan pengiriman dan jadwal kapal pengangkut.

Salah satu komponen penting dari sistem transportasi laut untuk Negara kepulauan seperti Indonesia adalah pelabuhan. berfungsi sebagai gerbang komoditi perdagangan dalam suatu wilayah serta merupakan tempat bongkar dan muat barang, embarkasi dan debarkasi bagi penumpang kapal laut. Dengan demikian perencanaan sistem transportasi laut perlu memperhatikan aspek pelayanan kapal, infrastrukturu pelabuhan, potensi wilayah dan jaringan transportasi darat ke wilayah hinterland dalam suatu rencana yang terintegrasi dan terkoordinasi penanganan peti kemas di lapangan penumpukan bisa dilakukan dengan dua cara yaitu meletakkan di atas chassis atau menumpuk langsung di atas tanah (*stacking on the ground*). Sistem chassis dapat dengan mudah diakses akan tetapi butuh tempat yang luas. Sistem stack on the ground tidak bisa langsung diakses namun ruang yang dibutuhkan tidak banyak karena peti kemas dapat disusun, karena tempat untuk menumpuk/lapangan penumpukan yang terbatas sehingga menumpuk langsung di atas lapangan penumpukan (*stacking on the ground*) yang umum dilakukan (Vis dan Koster, 2002). Optimasi digunakan untuk menemukan satu kondisi yang diperlukan untuk mencapai hasil terbaik dari situasi yang ada.

Saat ini, Pelabuhan Tanjung Priok melayani kapal penumpang, barang domestik dan mancanegara. Fasilitas intermoda yang lengkap di Pelabuhan Tanjung Priok mampu mendistribusikan logistik ke seluruh kota di Indonesia. Letaknya yang strategis dengan *hinterland* yang merupakan kawasan dengan aktivitas perdagangan

dan industri, menjadikan Pelabuhan Tanjung Priok sebagai pelabuhan utama di Pulau Jawa. Pelabuhan ini berfungsi sebagai pintu gerbang arus keluar masuk barang ekspor impor maupun barang antar pulau. Trafik bongkar muat barang dipelabuhan akan terus meningkakan setiap tahunnya. Arus petikemas tercatat sebesar 3,7 juta TEUs (petikemas ukuran 20 kaki) pada tahun 2009 dan 4,19 juta TEUs pada tahun 2010. Angka ini kembali meningkat ditahun 2011 dengan 5,35 juta TEUs. Aktivitas bongkar muat tersebut didukung oleh peralatan dan perlengkapan fasilitas bongkar muat yang dimiliki pelabuhan tanjung priok.

Untuk memecahkan masalah-masalah praktis di lapangan dikembangkan teknik-teknik optimasi. Secara umum ada banyak jawaban bagi sebuah persoalan, tetapi yang dipilih tentu saja yang terbaik. Caranya dengan menentukan tujuan terlebih dahulu. Tujuan ini beragam tetapi pada umumnya berkisar pada teknik atau ekonomis. Dari segi ekonomis bentuk tujuan ini dapat bersifat maksimasi atau minimasi. terminal Petikemas merupakan pelabuhan yang khusus melayani petikemas.

Dari hasil kajian terhadap studi terdahulu yang menjadi dalam penulisan di dapat dirangkum sebagai berikut :

1. Kajian yang membahas penanganan petikemas dengan lokasi berbeda, di antaranya ada yang menggunakan dengan motode sebagai berikut :
 - a. Kinerja dermaga (*Berthing Occupancy Ratio*, BOR).
 - b. Kinerja arus lalu dermaga (*berth through-put*,BTP)
 - c. Kinerja lapangan penumpukan (*container yard occupancy ratio*)
2. Kajian yang membahas penanganan petikemas dengan lokasi yang sama, di antaranya ada yang menggunakan dengan motode sebagai berikut :
 - a. Model 1 : M/M/1/I

- b. Model 2 : M/M/S/I/I
- c. Model 3 : M/M/1/I/F
- d. Model 4 : M/M/S/F/I

Untuk menguji pengelolaan Pelabuhan Tanjung Priok apakah sudah efisien dilapangan dalam mengelola bongkar muat. Hal ini akan membantu dalam meningkatkan pengelolaan yang efisien yang dimiliki Pelabuhan Tanjung Priok.

Tujuan Penelitian

Dari permasalahan yang telah dirumuskan, maka tujuan untuk efisiensi dalam bongkar muat petikemas diPelabuhan Tanjung Priok dalam menganalisis pada hubungan banyaknya barang di Pelabuhan,antara lain :

1. Untuk mengetahui rata-rata tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan kapal.
2. Untuk mengetahui karakteristik sistem antrian pelabuhan di lihat dari kedatangan dan tingkat pelayanan.

Metode Penelitian

Objek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Multi Terminal Indonesia (MTI) di bawah PT. Pelabuhan Indonesia II (Pelindo II) cabang Tanjung Priok Jakarta Utara, Penelitian dilakukan pada bulan Agustus dengan bulan Desember 2015.

Definisi kinerja pelayanan operasional yang terkait dengan jasa pelabuhan terdiri dari :

1. Waktu Tunggu Kapal (*Waiting Time*).

Merupakan jumlah waktu sejak pengajuan permohonan tambat setelah kapal tiba di lokasi labuh sampai kapal digerakkan menuju tambatan.

2. Waktu Pelayanan Pemanduan (*Approach Time*).

Merupakan jumlah waktu terpakai untuk kapal bergerak dari lokasi labuh sampai ikat tali di tambatan atau sebaliknya.

3. Waktu Efektif (*Effective Time*).

Merupakan jumlah jam bagi suatu kapal yang benar-benar digunakan untuk bongkar muat selama kapal ditambatan

4. Produktivitas Kerja (*Berth Time*).

Merupakan jumlah waktu siap operasi tambatan untuk melayani kapal.

5. *Receiving / Delivery* petikemas

Merupakan kecepatan pelayanan penyerahan/ penerimaan di terminal petikemas yang dihitung sejak alat angkut masuk hingga keluar yang dicatat di pintu masuk/keluar.

6. Tingkat Penggunaan Gudang (*Shed Occupancy Ratio*).

Merupakan perbandingan antara jumlah pengguna ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia yang dihitung dalam satuan ton hari atau satuan m^3 hari.

7. Tingkat Penggunaan Lapangan Penumpukan (*Yard Occupancy Ratio*).

Merupakan perbandingan antara jumlah penggunaan ruang penumpukan dengan ruang penumpukan yang tersedia (siap operasi) yang dihitung dalam satuan ton hari atau m^3 hari.

8. Kesiapan Operasi Peralatan

Merupakan perbandingan antara jumlah peralatan yang siap untuk dioperasikan dengan jumlah peralatan yang tersedia dalam periode waktu tertentu.

Jenis Data

Jenis Penelitian dapat dilakukan dengan cara mencari sumber-sumber yang berkaitan dengan cara melakukan pendekatan mengenai tujuan, nilai, sumber, dan manfaat. Maka tahap awal dalam pelaksanaan penelitian adalah observasi yang dapat dilakukan studi lapangan untuk pengamatan secara langsung turun lapangan.

Berdasarkan jenis yang digunakan penelitian adalah data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber-sumber yang berpengaruh dengan objek penelitian, dan yang berkaitan dengan pihak-pihak yang terlibat dalam sistem penggunaan petikemas, ialah data yang diperoleh dari Pelabuhan Tanjung Priok, dan hasil dari penelitian perpustakaan dan sumber dari internet.

Metode Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui kegiatan-kegiatan dilapang petikemas, teknik data sekunder dengan

memperoleh melalui studi kepustakaan. Studi kepustakaan dilakukan melalui penelusuran data-data dari sumber yang sudah ada.

Data yang diperlukan untuk penelitian ini data sekunder dari PT. Multi Terminal Indonesia (MTI) di bawah PT. Pelindo II cabang Tanjung Priok, serta pustaka lainnya untuk melengkapi data-data yang diperlukan.

Adapun data yang digunakan untuk penelitian ini adalah arus kunjungan kapal, jumlah dermaga, waktu pelayanan, tingkat kedatangan, dan sasaran mutu.

Metode Pengolahan Data

Data yang diterima dari PT. Multi Terminal Indonesia (MTI) di bawah PT. Pelindo II Cabang Tanjung Priok di susun berdasarkan tanggal, bulan, tahun kemudian dibagi-bagi berdasarkan kode dermaga. Adapun langkah-langkah penyusunannya sebagai berikut:

- a. Data diurutkan berdasarkan tanggal dan bulan, dari tanggal 1 sampai dengan 31 begitu juga dengan bulan dari bulan januari sampai dengan bulan desember.
- b. Data yang sudah urut dipisahkan sesuai dengan dermaga yang akan digunakan.
- c. Kemudian data tersebut di bagi menjadi perbulan sehingga dapat di ketahui berapa kapal yang masuk dan kapal keluar.

Data yang telah dikelompokkan akan di uji terlebih dahulu dengan menggunakan uji kecocokan *Chi Square*. Kecocokan dari suatu distribusi empirik terhadap distribusi teoritik seperti distribusi poisson dapat di uji dengan *Chi Square*. Uji ini dapat membuat perbandingan antara frekuensi pengamatan (f_n) dengan frekuensi yang diharapkan (e_n) untuk berbagai nilai variabel random. Frekuensi yang diharapkan selalu timbul dari suatu dugaan atau hipotesa.

Alat Analisis

Analisis ini untuk menguji hipotesa bahwa jumlah kedatangan mengikuti distribusi poisson atau mendekati distribusi poisson maka digunakan pengujian *Chi Square* dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Menentukan hipotesa

H_i : Kedatangan tidak berdistribusi poisson

H_o : Distribusi kedatangan mengikuti distribusi poisson dengan fungsi probabilitas atau peluang yaitu :

$$Pr(x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!} \text{ untuk } x = 0, 1, 2, \dots \quad (3.1)$$

Keterangan :

$Pr(x)$ = probabilitas terjadinya suatu kejadian

λ = Rata-rata hitung suatu kejadian dengan selang waktu tertentu.

e = Bilangan napier = 2,71828

$x!$ = X faktorian = $(x(x-1)(x-2)\dots\dots\dots 1$

2. Pengujian statistik chi-square yang digunakan

$$\chi^2 = \sum_{n=0}^r \frac{(f_n - e_n)^2}{e_n} \quad (3.2)$$

Keterangan :

f_n = frekuensi pengamatan untuk masing-masing kelas pengamatan

e_n = frekuensi yang diharapkan untuk masing-masing kelas pengamatan yang merupakan hasil kali antara total jumlah frekuensi dengan probabilitas teoritis masing-masing pengamatan.

r = jumlah kelas.

Selanjutnya bandingkan nilai χ^2 dengan nilai kritis dari distribusi χ^2 dengan derajat kebebasan v dan tingkat signifikan $\alpha(\chi^2 v(\alpha))$. Nilai v untuk uji kecocokan adalah :

Jika nilai $\chi^2 \leq \chi^2 v(\alpha)$ maka dapat diterima bahwa hipotesa tersebut mengikuti distribusi poisson. Pengujian ini akan di bantu dengan SPSS 20.0.

Setelah data di uji dengan menggunakan metode yang sudah ditentukan dan dibantu dengan microsoft excel. Maka sampel data tersebut diapatkan karakteristik sistem antriannya dengan menggunakan model antrian yang sudah ditentukan yaitu model M/M/S/I/I adalah :

Adapun rumus yang digunakan dalam model multichanel-single ini adalah :

$$\rho = \lambda / c\mu \quad (3.3)$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)}} \quad (3.4)$$

Untuk jumlah rata-rata satuan dalam antrian atau rata-rata satuan yang menunggu fasilitas pelayanan adalah :

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^2}{c[1-P]^2} \quad (3.5)$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata langganan atau satuan dalam sistem (antrian dan fasilitas pelayanan), digunakan formula sebagai berikut:

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu} \quad (3.6)$$

Untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam antrian digunakan

formula sebagai berikut:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda} \quad (3.7)$$

Sedangkan untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam sistem (waktu dari saat mulai mengantri sampai selesai dilayani oleh fasilitas pelayanan), maka digunakan formula sebagai berikut:

$$Ws = Wq + \frac{1}{\mu} \quad (3.8)$$

Untuk model di atas, berlaku definisi-definisi sebagai berikut:

- λ = Tingkat kedatangan rata-rata per satuan waktu
- μ = Tingkat pelayanan rata-rata fasilitas pelayanan
- $1/\lambda$ = Rata-rata waktu antar kedatangan
- $1/\mu$ = Rata-rata waktu pelayanan
- ρ = Faktor utilitas ($0 < \rho < 1$)
- ρ_0 = Kemungkinan tidak ada pelanggan dalam sistem antrian
- L = Jumlah konsumen
- Lq = Panjang antrian yang diharapkan
- W = Waktu menunggu dalam sistem yang diharapkan
- Wq = Waktu menunggu dalam antrian yang diharapkan.

Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Pembahasan Data Sistem Antrian Kapal

Data yang di dapat dari PT. Pelabuhan Indonesia II (Pelindo II) di susun berdasarkan urutan hari dan bulan, selama 1 tahun yaitu pada tahun 2013 dan hanya di ambil di pangkalan II yang memiliki jumlah dermaga 12, kemudian dikelompokkan kedalam jumlah kapal masuk dan jumlah kapal keluar dermaga setiap bulan, seperti pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1
Data Kapal Per Bulan Tahun 2013

No	Periode Perbulan	Kapal masuk (Mi)	Kapal keluar (Ni)
1	Januari	38	36
2	Februari	40	39
3	Maret	45	47
4	April	38	38
5	Mei	46	53
6	Juni	51	48
7	Juli	38	39
8	Agustus	31	34
9	September	44	45
10	Oktober	46	46
11	November	38	39
12	Desember	38	41
	jumlah	493	505

Dari Tabel 5.1 dapat kita lihat jumlah kapal masuk dan kapal keluar selama setahun dibagi menjadi perbulan yang memiliki jumlah yang berbeda-beda, kemudian akan dihitung rata-rata kapal masuk dan rata-rata kapal keluar dermaga setiap bulan dalam satu tahun. Kemudian akan di uji distribusi kapal masuk dan distribusi kapal

keluar dari dermaga.

Rata-rata kapal masuk dapat dihitung dengan cara menjumlahkan seluruh nilai kapal masuk dan membaginya dengan jumlah pengamatan, perhitungan adalah sebagai berikut :

$$\text{Rata-rata kapal masuk } (\lambda) = \frac{\sum_{i=1}^{12} M_i}{12} = \frac{493}{12} = 41,084 \text{ kapal perbulan.}$$

Begitu juga dengan rata-rata kapal keluar dari dermaga dapat di hitung dengan cara menjumlahkan seluruh nilai kapal keluar dari dermaga dan membaginya dengan jumlah pengamatan, perhitungan adalah sebagi berikut:

$$\text{Rata-rata kapal keluar } (\mu) = \frac{\sum_{i=1}^{12} N_i}{12} = \frac{505}{12} = 42,083 \text{ kapal per bulan.}$$

Menguji Kesesuaian Distribusi Kapal Masuk

Untuk menguji kesesuaian distribusi kapal masuk, berdasarkan dari jumlah kedatangan kapal masuk, maka di buat Tabel 5.2 (Distribusi frekuensi jumlah kapal masuk (f_n) dan jumlah kapal keluar (x_n)).

Tabel 5.2
Distribusi Frekuensi Jumlah Kapal Masuk

x_n	f_n	x_n	f_n	x_n	f_n
31	1	37	0	43	0
32	0	38	5	44	1
33	0	39	0	45	1
34	0	40	1	46	2
35	0	41	0	>47	1
36	0	42	0	$\Sigma f_n = 12$	

Dapat kita ketahui dari Tabel 5.2 terdapat jumlah distribusi frekuensi kapal masuk. Untuk menguji Tabel 5.2 mengikuti distribusi nilai-nilai bagi suatu variabel random x , yaitu banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu (distribusi poisson), dengan menggunakan uji *Chi Square* yaitu membandingkan frekuensi pengamatan (f_n) dengan frekuensi harapan (e_n), dan jumlah satuan dalam antrian (n). Probabilitas untuk distribusi poisson (p_n) dengan menggunakan rumus Ms.Excel dan untuk rata-rata kapal masuk (λ) = 41,084 kapal per bulan menggunakan rumus :

$$p_n = \frac{\lambda^n e^{-\lambda}}{n!} = \frac{(41,084)^n e^{-41,084}}{n!}$$

Untuk menentukan frekuensi harapan (e_n) dapat di hitung dari hasil distribusi poisson (p_n) dengan menggunakan cara:

$$e_n = [\sum_{n=0}^{31} f_n] = 12 \cdot p_n$$

Hasil dari perhitungan p_n dan e_n dapat di lihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3
Hasil Perhitungan Distribusi Poisson(p_n) dan Frekuensi Harapan(e_n) Kapal Masuk

n	p_n	e_n
31	0,018462	0,221544
32	0,023703	0,284436
33	0,029509	0,354108
34	0,035658	0,427896
35	0,041856	0,502272
36	0,047767	0,573204
37	0,053039	0,636468
38	0,057344	0,688128
39	0,060408	0,724836
40	0,062045	0,744544
41	0,062172	0,746064
42	0,060817	0,729804
43	0,058107	0,697284
44	0,054256	0,651072
45	0,049534	0,594408
46	0,044241	0,530892
>47	0,038672	0,464064

Sedangkan nilai *Chi-Square* dapat di hitung dengan cara sebagai berikut :

$$x^2 = \sum_{n=0}^r \frac{(f_n - e_n)^2}{e_n}$$

Nilai v untuk tes Chi Square ini adalah :v = (jumlah kelas)-1

Pada Tabel 5.4 berikut ini r = 6 kelas, agar menentukan banyaknya kelas yang dipergunakan untuk mengelompokkan data yang ada (Bernard W, Taylor III. (2005)), jumlah satuan dalam antrian (n), dan nilai-nilai berurutan dari f_n dapat dikombinasikan untuk memenuhi syarat ini, maka didapat: v = 6-1 = 5

Dengan menggunakan tingkat signifikan α 0,05 dari tabel *Chi Square* didapat nilai Distribusi $x^2_{5(0,05)} = 11,0705$.

Tabel 5.4
Nilai *Chi Square* Hitung Kapal Masuk

n	f_n	e_n	x^2
31	1	2,363461	-1,363461
32	0		
33	0		
34	0		
35	0		
36	0		
37	0	4,269844	1,730156
38	5		
39	0		
40	1		
41	0		
42	0		
43	0	0,697284	-0,697284
44	1	0,651072	0,348928
45	1	0,594408	0,405592
46	2	0,530892	1,469108
>47	1	0,464064	0,535936
	TOTAL		2,428975

Dari perhitungan Tabel 5.4 didapatkan $x^2 = 2,428975$ dan $x^2_{5(0,05)} = 11,0705$ oleh karena itu $x^2 < x^2_{5(0,05)}$ sehingga hipotesa jumlah kapal keluar di dermaga mengikuti distribusi poisson dengan rata-rata kapal masuk sebesar 41,084 kapal/bulan.

1. Menguji Kesesuaian Distribusi Kapal Keluar

Untuk menguji kesesuaian distribusi kapal keluar, maka di buat tabel 5.5 (Distribusi frekuensi jumlah kapal keluar (Y_n) dan jumlah kapal keluar (g_n)).

Tabel 5.5
Distribusi Frekuensi Jumlah Kapal Keluar

Y_n	g_n	Y_n	g_n	Y_n	g_n
34	1	40	0	46	1
35	0	41	1	47	1
36	1	42	0	48	1
37	0	43	0	49	0
38	1	44	0	>50	1
39	3	45	1	$\Sigma g_n = 12$	

Untuk menguji hasil Tabel 5.5 mengikuti distribusi Poisson dengan menggunakan uji *Chi Square* yaitu membandingkan frekuensi pengamatan (g_n) dengan frekuensi harapan (e_n), dengan perhitungan poisson di dapat tabel 5.6

Tabel 5.6
Hasil Perhitungan Distribusi Poisson (p_n) dan Frekuensi Harapan (e_n) Kapal Keluar

n	g_n	e_n
34	0,029719	0,356628
35	0,035734	0,428808
36	0,041773	0,501276
37	0,047511	0,570132
38	0,052616	0,631392
39	0,056779	0,681348
40	0,059732	0,716784
41	0,061319	0,735828
42	0,061431	0,737172
43	0,060121	0,721452
44	0,057502	0,690024
45	0,053774	0,645288
46	0,049195	0,590339
47	0,044049	0,528588
48	0,038619	0,463428
49	0,033167	0,398004
>50	0,027915	0,335011

Sedangkan untuk nilai Chi- Square dapat di hitung dengan cara sebagai berikut :

$$x^2 = \sum_{n=0}^r \frac{(f_n - e_n)^2}{e_n}$$

Nilai v untuk tes Chi Square ini adalah :v = (jumlah kelas)-1

Pada Tabel 5.7 berikut ini r = 6 kelas, agar menentukan banyaknya kelas yang dipergunakan untuk mengelompokkan data yang ada (Bernard W, Taylor III. (2005)), jumlah satuan dalam antrian (n), dan nilai-nilai berurutan dari f_n dapat dikombinasikan untuk memenuhi syarat ini, maka didapat: v = 6-1 = 5

Dengan menggunakan tingkat signifikan α 0,05 dari Tabel *Chi Square* didapat nilai kritis $x^2_{5(0,05)} = 11,0705$.

Tabel 5.7
Nilai Chi Square Hitung Kapal Keluar

n	f_n	e_n	x^2
34	1	3,169584	2,830146
35	0		
36	1		
37	0		
38	1		
39	3		
40	0	4,246548	-2,246548
41	1		
42	0		
43	0		
44	0		
45	1		
46	1	0,590339	0,409661
47	1	0,528588	0,471412
48	1	0,463428	0,536572
49	0	0,398004	-0,398004
>50	1	0,335011	0,664989
	TOTAL		2,268228

Dari perhitungan di Tabel 5.7 didapatkan $x^2 = 2,268228$ dan $x^2_{5(0,05)} = 11,0705$ oleh karena itu $x^2 < x^2_{5(0,05)}$ sehingga hipotesa jumlah kapal keluar di dermaga mengikuti distribusi poisson dengan rata-rata kapal keluar sebesar 42,083 kapal/bulan.

Dari hasil yang di peroleh sebelumnya didapat rata-rata kapal masuk (λ) = 41,084. Sedangkan rata-rata kapal keluar (μ) = 42,083. Dari hasil di atas di dapat nilai $\lambda < \mu$ artinya keadaan pelayanan telah memiliki rata-rata kapasitas peleyanan lebih besar dari laju rata-rata kapal masuk, sehingga dapat dikatakan antrian tersebut dapat diselesaikan dan dapat menggunakan model antrian yang telah ditentukan yaitu model M/M/S/I/I . Adapun rumus yang digunakan dalam model *multichanel-single phase* ini adalah :

$$\rho = \lambda / c\mu$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c! \left(1 - \frac{\lambda}{c\mu}\right)}}$$

Untuk jumlah rata-rata satuan dalam antrian atau rata-rata satuan yang menunggu fasilitas pelayanan adalah :

$$L_q = \frac{P_0 (\lambda/\mu)^2}{c[1-P]^2}$$

Untuk menghitung jumlah rata-rata langganan atau satuan dalam sistem (antrian dan fasilitas pelayanan), digunakan formula sebagai berikut:

$$L_s = L_q + \frac{\lambda}{\mu}$$

Untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam antrian digunakan formula sebagai berikut:

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Sedangkan untuk menghitung waktu tunggu rata-rata dalam sistem (waktu dari saat mulai mengantri sampai selesai dilayani oleh fasilitas pelayanan), maka digunakan formula sebagai berikut:

$$W_s = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Kriteria Efisiensi Pelayanan Dermaga

Untuk mengetahui pelayanan dermaga, penelitian membuat asumsi mengenai kriteria penilaian, asumsi ini di buat berdasarkan wawancara dengan manajemen Pelindo II.

Tabel 5.8
Kriteria Tingkat Penggunaan Dermaga (P)

No	Kriteria	Nilai
1	Sangat Baik	>90%
2	Baik	90-80%
3	Cukup	80-70%
4	Buruk	70-60%
5	Sangat Buruk	60%

Berth Occupancy Ratio (BOR) atau tingkat penggunaan Dermaga adalah perbandingan antara waktu penggunaan Dermaga dengan waktu yang tersedia (Dermaga siap operasi) dalam periode waktu tertentu yang dinyatakan dalam prosentase, dengan adanya peningkatan jumlah permintaan jasa transportasi di dermaga.

Tabel 5.9
Kriteria Waktu Pelanggan dalam Antrian (w_q)

No	Kriteria	Nilai
1	Sangat Baik	<3
2	Baik	3-5
3	Cukup	5-8
4	Buruk	8-9
5	Sangat Buruk	>10

Rata-rata waktu dalam sistem merupakan rata-rata keseluruhan waktudaripada pelanggan yang menunggu pelayanan dan waktu rata-rata fasilitas dalam menyelesaikan pelayanan. Waktu total dalam sistem dihitung ketika pelangganmulai mengantri, menunggu untuk dilayani, saat dilayani sampai pelangganselesai dilayani.

Rata-rata total waktu dalam sistem merupakan petunjuk tentang tingkat pelayanan yang diberikan oleh unit didalam menyelesaikan yang dibutuhkan pelanggan.

Tabel 5.10
Kriteria Waktu Pelanggan dalam Sistem (w_s)

No	Kriteria	Nilai
1	Sangat Baik	<6
2	Baik	6-8
3	Cukup	8-11
4	Buruk	11-12
5	Sangat Buruk	>12

Rata-rata waktu dalam sistem merupakan rata-rata keseluruhan waktu dari pada pelanggan yang menunggu pelayanan dan waktu rata-rata fasilitas dalam menyelesaikan pelayanan. Waktu total dalam sistem dihitung ketika pelanggan mulai mengantri, menunggu untuk dilayani, saat dilayani sampai pelanggan selesai dilayani. Rata-rata total waktu dalam sistem merupakan petunjuk tentang tingkat pelayanan yang diberikan oleh sebuah unit didalam menyelesaikan yang dibutuhkan pelanggan.

Tabel 5.11
Kriteria Waktu Jumlah Pelanggan dalam Sistem (L_s)

No	Kriteria	Nilai
1	Sangat Baik	>17
2	Baik	11-17
3	Cukup	5-11
4	Buruk	1-5
5	Sangat Buruk	<0

Jumlah pelanggan rata-rata dalam seluruh sistem merupakan jumlah rata-rata pelanggan yang menunggu untuk dilayani oleh fasilitas dan

termasuk pelanggan yang sedang dilayani. Jumlah pelanggan yang dihitung adalah pelanggan yang menunggu mendapatkan giliran untuk melakukan unit dan pelanggan yang sedang mendapatkan pelayanan dari fasilitas.

Jumlah pelanggan rata-rata dalam sistem merupakan petunjuk tentang berapa jumlah pelanggan yang dilayani oleh sebuah unit selama jam kerja beserta jumlah antrian pelanggan yang sedang menunggu untuk mendapatkan pelayanan. Informasi ini dapat dipergunakan sebagai dasar penentuan jumlah jalur pelayanan yang dibuka supaya antrian yang terjadi tidak menumpuk dan pelanggan dapat segera mendapatkan pelayanan.

Tabel 5.12
Kriteria Waktu Jumlah Pelanggan dalam Antrian (L_q)

No	Kriteria	Nilai
1	Sangat Baik	0
2	Baik	0-5
3	Cukup	5-10
4	Buruk	10-15
5	Sangat Buruk	>15

Jumlah pelanggan rata-rata dalam antrian adalah banyaknya permintaan pelayanan yang datang menunggu dari pelanggan untuk dilayani. Adanya pelanggan dalam antrian disebabkan adanya keterbatasan kemampuan dalam pelayanan dimana tingkat kedatangan permintaan pelayanan dari pelanggan bersifat acak.

Karakteristik Sistem Antrian Kapal

Misalkan rata-rata kapal masuk (λ) = 41,084 dan rata-rata kapal keluar (μ) = 42,083 dan jumlah pelayanan (dalam ini adalah dermaga) sebanyak 12 dermaga. Sehingga didapatkan tingkat kegunaan fasilitas pelayanan pada dermaga Tanjung

Priok dengan melakukan perbandingan jumlah dermaga yang berbeda dan akan disesuaikan dengan kriteria efisiensi pelayanan dermaga yang telah didapatkan dari hasil wawancara dengan manajemen Pelindo.

Pembahasan Karakteristik Sistem Antrian Kapal

Dari hasil perhitungan tersebut maka agar dapat dibandingkan karakteristik sistem antrian berdasarkan jumlah kapal masuk dan keluar. Dapat di buat tabel perbandingannya seperti di bawah ini :

Tabel 5.16
Perbandingan Karakteristik Sistem Antrian

Kriteria	12 dermaga	11 dermaga	10 dermaga
Tingkat kegunaan bagian dermaga (P)	0,97	1,06501	1,17529
Peluang tidak ada kapal dalam antrian (Po)	$1,62817 \times 10^{-10}$	$1,74694 \times 10^{-11}$	$1,85852 \times 10^{-10}$
Rata-rata jumlah pelanggan dalam antrian (Lq)	2,5241	3,9691	8,4795
Rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (Ls)	14,2400	15,6850	20,1954
Waktu pelanggan dalam antrian (Wq)	1,843	2,898	6,191
Waktu Pelanggan dalam sistem (Ws)	10,397	11,452	14,746

Berdasarkan hasil analisa yang didapatkan bahwa sebagian besar setiap dermaga yang karakteristik sistem antrian memiliki pengaruh yang berbeda, jika di lihat dari tabel 5.16. Perbandingan di atas karakteristik sistem antrian sangat baik dengan menggunakan 12 dermaga, karena tingkat penggunaan dermaga mempunyai nilai sebesar 97% berarti hanya 3% yang menganggur, kemudian untuk jumlah pelanggan dalam antrian (Lq) yang memiliki nilai dikurang dari 5 yaitu 2,5241 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (Ls) yang memiliki nilai lebih dari 11 yaitu 14,2400 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk waktu

pelanggan dalam antrian (W_q) yang memiliki nilai kurang dari 3 yaitu 1,8431 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang sangat baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam sistem (W_s) yang memiliki nilai kurang dari 11 yaitu 10,397 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang cukup.

Jika dibandingkan dengan jumlah dermaga 11 yang memiliki tingkat penggunaan dermaga mencapai 100% yang memiliki 1,06501, untuk nilai karakteristik sistem antrian untuk jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) yang memiliki nilai dikurang dari 5 yaitu 3,9691 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) yang memiliki nilai lebih dari 11 yaitu 15,6850 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam antrian (W_q) yang memiliki nilai kurang dari 3 yaitu 2,898 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang sangat baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam sistem (W_s) yang memiliki nilai kurang dari 12 yaitu 11,452 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang buruk.

Sedangkan dibandingkan dengan jumlah dermaga 10 yang memiliki tingkat penggunaan dermaga mencapai 100% yang memiliki 1,17529, untuk nilai karakteristik sistem antrian untuk jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) yang memiliki nilai dikurang dari 10 yaitu 8,4795 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang cukup, kemudian untuk rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) yang memiliki nilai lebih dari 17 yaitu 20,1954 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang sangat baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam antrian (W_q) yang memiliki nilai kurang dari 8 yaitu 6,191 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang cukup, kemudian untuk waktu pelanggan dalam sistem (W_s) yang memiliki nilai lebih dari 12 yaitu 20,1954 yang berarti memiliki

karakteristik sistem antrian yang sangat buruk.

Oleh karena itu karakteristik sistem antrian untuk jumlah dermaga sangat baik pelayanan dermaga yaitu dengan jumlah sebanyak 12 dermaga. Sehingga pelayanan dermaga lebih terlihat jelas dengan tidak adanya antrian didalam sistem tersebut. Dan itu semua mengakibatkan pihak manajemen pelindo II telah dapat menggulangi kedatangan kapal yang ada di pangkalan II dengan jumlah dermaga sebanyak 12 dermaga.

Jika dibandingkan dengan temuan penelitian sebelumnya Kusmadi (2013) Analisis Penerapan Teori Antrian Pada Sistem Penambatan Kapal Pelabuhan PT. Pelindo II cabang Tanjung Priok dapat di asumsikan bahwa memiliki karakteristik antrian yang berbeda, dengan sistem masih dibawah 0,89 atau 89 % yang seharusnya berada pada kondisi yang tidak sesibuk saat ini. Selain itu nilai waktu tunggu total, rata-rata waktu tunggu dalam antrian (W_q), dan rata-rata waktu tunggu dalam sistem (W_s) yang jauh lebih singkat dari kondisi pada realisasi. Selain itu diperoleh juga bahwa utuilitas sistem dari setiap dermaga dibawah angka 0,89atau 89%. Berdasarkan yang dilakukan dengan *software* didapati bahwa kondisi pada sistem antrian realisasi dermaga. Hal tersebut menandakan bahwa kondisi yang ada saat ini telah berada kondisi yang sudah cukup baik dan jumlah fasilitas peralatan dan dermaga pun sudah cukup karena berdasarkan perhitungan nilai relaisasi berada diatas nilai simulasi *software* meskipun masih dapat ditingkatkan lagi hingga mencapai kondisi pada simulasi secara manual.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari jumlah yang sudah ada bahwa rata-rata tingkat kapal mempunyai nilai rata-rata per bulan dengan satu tahun (λ) sebesar 41,084 kapal/bulan. Sedangkan rata-rata kapal keluar (μ) pangkalan mempunyai nilai sebesar 42,083 kapal / bulan.
2. Karakteristik sistem antrian sangat baik dengan menggunakan 12 dermaga, karena tingkat penggunaan dermaga mempunyai nilai sebesar 97% berarti dapat mengoptimalkan penggunaan dermaga, kemudian untuk jumlah pelanggan dalam antrian (L_q) yang memiliki nilai interval 0-5 kapal yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk rata-rata jumlah pelanggan dalam sistem (L_s) yang memiliki nilai interval 11-17 kapal yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam antrian (W_q) yang memiliki nilai kurang dari 3 yaitu 1,8431 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang sangat baik, kemudian untuk waktu pelanggan dalam sistem (W_s) yang memiliki nilai kurang dari 11 yaitu 10,397 yang berarti memiliki karakteristik sistem antrian yang cukup, ini berarti sistem antrian dapat diselesaikan dengan kategori sangat baik.

Saran

Beberapa saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil dari penelitian ini adalah:

1. Pihak manajemen Pelindo untuk dapat memperbaiki pelayanan waktu pelanggan dalam sistem (W_s), karena masih memiliki kriteria yang cukup untuk sebab itu perlu memperbaikinya, dan mempertahankan pelayanan yang sudah sangat baik.
2. Bagi peneliti selanjutnya agar meneliti permasalahan waktu pelanggan dalam sistem (W_s), biaya tunggu bagi kapal-kapal yang singgah di Pelabuhan, dan dapat mencari model antrian yang cocok jika menggunakan semua dermaga yang ada di Pelabuhan Tanjung Priok, serta meneliti optimalisasi pelayanan dengan melihat faktor-faktor yang mempengaruhi pelayanan tersebut.

Daftar Rujukan

- Amir M.S. 1979. *Petikemas (Masalah dan Aplikasinya)*. PT. Pustaka Binaman Pressindo, Jakarta
- Kotler, Philip. 1995. *Manajemen Pemasaran Analysis Perencanaan dan Implementas*. Salemba Empat, Jakarta
- Tjakranegara, Soegijatna. 1995. *Hukum Pengangkutan Barang dan Penumpang*. Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Salim, Abbas A, Drs. 1994. *Manajemen Pelabuhan*. Raja Grafindo Perkasa, Jakarta.
- Huala Adolf dan A. Chandrawulan. 1995. *Masalah-masalah Hukum Dalam Perdagangan Internasional*. Jakarta : Rajawali Press, Cet. Ke-2, h.53
- Subagyo, Pangestu, Drs, MBA, dkk. 1986. *Dasar-dasar Operation Research*. Edisi kedua. Yogyakarta: BPFE.
- Setiono, Agus Benny. 2010."Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Pelabuhan".*Jurnal Aplikasi Pelayanan dan Kepelabuhanan*, Vol.1, No. 01.
- Taylor III, Bernard W. 2005. *Introduction to Management Science Sains Manajemen*. Edisi 8. Jakarta: Salemba empat.
- D Djakman, Chaerul, Silvira Vita. 1996. "*Sains Manajemen: Pendekatan Matematika untuk Bisnis*". Edisi ke empat. Jakarta: Salemba Empat.
- Sudjatmiko. 2006. *Sistem Angkutan Petikemas*. Penerbit Janiku. Pustaka. Jakarta.
- Sutedjo, W. 2007. *Panduan Layanan Konsumen*. Jakarta: PT Grasindo.
- Yunitawaty, Nita. 2008. "*Sistem Antrian Pada Pelayanan Dermaga (Studi Kasus di Pelabuhan Tanjung Priok Tahun 2006)*". *Skripsi*: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.
- M.T. Mardiono, Nurhayati. 1988. *Penelitian Operasional: Teori dan Latihan*. Bandung: Dharma Patria.
- Siswadi. 2005. "Kajian Kinerja Peralatan Bongkar Muat Peti Kemas Di Terminal Peti Kemas Semarang (TPKS)". *Tesis*: Magister Teknik Sipil UNDIP, Semarang.
- Sunyoto, D. 2009. *Analisis Regresi dan Hipotesis*. Cet.1 Yogyakarta Media Presindo, Penerbit, Med Press, Yogyakarta.
- Wignjosoebroto, S. 1995. *Ergonomi, Study gerak dan waktu*. Prima Printing. Surabaya.
- Sugiyono. 2008. *Statistika untuk Penelitian, Metode Penelitian Bisnis*. Cetakan keenam. Bandung: Penerbit CV Alfabeta.
- Triatmodja B. 2007. *Pelabuhan (cetakan ke-7)*. Yogyakarta (ID): Beta Offset.
- Heizer J, Render B. 2005. *Operation Management (terjemahan)*. Jakarta (ID): Salemba

Empat.

J Kakiay, Thomas. 2004. *Dasar Teori Antrian untuk kehidupan Nyata*. Yogyakarta.

Wibawa, Presetya D. 2014. "Pemodelan dan Optimasi Antrian Peti Kemas di Pelabuhan Tanjung Priok". *Jurnal Electrans*, Vol.12, No 02.

Ashari, Muchamad Luqman, Wiediartini, dan D.Dermawan. 2013. "Evaluasi Emergency Respon Plan Pada Kapal 42M Crew Boat Berdasarkan IMO Interim Guidelines". *Jurnal Kapal*, Vol.15, No.03.

Kusmadi, M. F. 2013. "Penerapan Teori Antrian Pada Sistem Penambatan Kapal Pelabuhan PT. Pelindo II cabang Tanjung Priok". *Skripsi*: Institut Pertanian Bogor.