

Standarisasi Jumlah Armada *Trucking Haulage* Berdasarkan Jumlah Bongkar Muat pada PT. X

Patricia Angelina Dewi¹, I Gede Agus Widyadana²

Abstract: In loading and unloading container activities at the terminal, a trucking fleet will be needed. PT. X is a company that engaged in domestic and international logistics shipping. The company's current problem is that there are containers that stacked in the terminal stacking yard. Some factors that can this problem is due to the imbalance of loading and unloading activities with the trucking haulage assignment. The percentage of the company containers stacked in the terminal stack yard reaches 6,9 percent and they desires to accomplish unloading activity in less than five hours. The company wants to determine the standard of the truck fleets so that the need for trucks is not less and not more, so it will be well drafted. This research uses simulation method with Promodel software to model the system. The simulation results of the initial model shows that there are 36 boxes stacked from the request for unloading 500 boxes using 30 trucks to move them. The results of the proposed simulation show that using 39 trucks to move 500 boxes does not result in containers stacked in the terminal stacking yard and achieves the company desire to accomplish the unloading activity within five hours.

Keywords: simulation; trucking; promodel

Pendahuluan

PT. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pelayaran pengiriman barang (*shipping logistic*) domestik dan internasional dalam bentuk kontainer. PT. X berdiri sejak tahun 1970 dan saat ini memiliki 41 kantor cabang yang tersebar di berbagai wilayah di Indonesia. Dalam kegiatan bongkar muat di terminal pelabuhan membutuhkan armada *haulage* untuk kegiatan *stevedoring*. Kegiatan *stevedoring* adalah jasa bongkar muat dari/ke kapal, dari/ke dermaga, tongkang, gudang, truk atau lapangan dengan menggunakan derek kapal atau alat bantu pemuatan lainnya (Suyono [1]). Diperlukan perhitungan jumlah armada yang sesuai atau standar untuk menghindari adanya penumpukan kontainer yang ada pada terminal. Dengan adanya penumpukan kontainer pada terminal akan ada biaya *pick-up* yang menambahkan biaya fasilitas. Penumpukan dapat disebabkan oleh ketidakseimbangannya kegiatan bongkar muat dengan *trucking*. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan penumpukan adalah seperti ketersediaan armada truk dari vendor, jadwal sandar kapal yang tidak *on-time*, *trucking vendor* yang terlambat untuk *assign* kegiatan bongkar muat, kerusakan alat bantu bongkar muat, sopir truk yang tidak taat dengan perintah orderan dari *supervisor*, dan terdapatnya

keterbatasan waktu untuk melakukan kegiatan bongkar muat. Perusahaan akan menyewa *vendor trucking* jika ada kapal yang sandar lebih dari dua kapal, sedangkan jumlah truk aktif yang dimiliki perusahaan hanya 44 truk. Jumlah *container* perusahaan yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal untuk kegiatan bongkar pada terminal NPTI saat ini memiliki rata-rata 6,9%. PT. X ingin menentukan standar dari jumlah armada truk sebagai persiapan unit dimana truk ini digunakan untuk membawa kontainer keluar dari pelabuhan dan dibawa ke terminal, sehingga kebutuhan truk tidak kurang dan tidak lebih, supaya terkonsep dengan baik. Selama ini PT. X menghitung kebutuhan jumlah armada yang dibutuhkan berdasarkan jumlah kapal, posisi *berthing*, dan dengan prediksi kecepatan operasional masing-masing terminal, dimana sejauh ini lebih sering acak untuk menentukan jumlah truk yang dibutuhkan.

Metode Penelitian

Pada bagian ini akan membahas mengenai metode penyelesaian yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini.

Haulage

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM. 11 Tahun 2007 [2] tentang Pedoman Penetapan Tarif Pelayanan Jasa Bongkar Muat Petikemas (*Container*) di Dermaga Konvensional di

^{1,2} Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: patriciaangelinadewi21@gmail.com, gede@petra.ac.id

Pelabuhan yang Diselenggarakan Oleh Badan Usaha Pelabuhan Pasal 1 Ayat 6, menjelaskan bahwa “*Haulage* adalah pekerjaan mengangkut petikemas dengan menggunakan *trailer/chassis* dari sisi lambung kapal ke lapangan penumpukan petikemas atau sebaliknya dalam area terminal yang sama.”

Simulasi

Menurut *Oxford American Dictionary* [3], simulasi merupakan bagaimana membuat ulang suatu kondisi atau model untuk *testing*. Simulasi adalah imitasi dari sistem yang sifatnya dinamik menggunakan model komputer untuk evaluasi dan melakukan perbaikan atau *improvement* sistem (Harrel *et al.* [4]). Simulasi digunakan dikarenakan dapat memprediksi performa sistem hingga sistem yang kompleks sekalipun.

Langkah – Langkah Simulasi

Setiap penelitian harus dimulai dari pernyataan masalah, dan pernyataan tersebut haruslah jelas. Selanjutnya adalah membuat tujuan untuk menjawab permasalahan yang diselesaikan menggunakan simulasi. Kemudian akan dilakukan konseptualisasi model dan pengambilan data yang diperlukan untuk simulasi, langkah selanjutnya adalah membuat program model awal pada *software* simulasi. Model yang telah dibuat diperlukan uji verifikasi dan validasi, jika tidak terverifikasi dan tervalidasi maka harus dilakukan pemeriksaan ulang pada konsel dan model awal. Setelah model simulasi terveridikasi dan tervalidasi, maka model simulasi dapat dijalankan dan dianalisis apakah memerlukan replikasi ulang atau sudah cukup.

Promodel

Promodel adalah sebuah *software* yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi model dari suatu sistem. Model yang dihasilkan adalah berupa gambar yang dibuat dengan metode *programming* (Law[5]). Model yang dibuat dalam *promodel* terdiri dari beberapa bagian dasar, yaitu:

- *Locations*, berfungsi untuk mendefinisikan tempat tetap dimana sebuah *entities* dapat diproses. Setiap lokasi memiliki kapasitas dengan nilai yang berbeda-beda.
- *Entities*, berfungsi untuk mendefinisikan material yang akan diproses dalam model. *Entities* memiliki tiga atribut, yaitu *name*, *speeds*, dan *stats*.
- *Arrivals*, berfungsi untuk menunjukkan mekanisme untuk menentukan masuknya *entity* ke dalam sistem, baik banyaknya lokasi tempat kedatangan atau frekuensi beserta dengan waktu kedatangannya.

- *Processing*, berfungsi untuk menunjukkan seluruh operasi yang dialami oleh *entity* dalam lokasi tertentu dan tujuan *entity* setelah diproses di suatu lokasi.

Verifikasi dan Validasi

Tujuan dari verifikasi model adalah untuk memastikan bahwa model konseptual sudah sesuai dengan model operasional yang dibuat. Tahap verifikasi dapat dilakukan dengan cara membandingkan model konseptual dengan model pada simulasi atau melakukan pemeriksaan apakah adanya *error* pada model simulasi. Sebelum melakukan validasi, simulasi harus memenuhi jumlah replikasi yang dibutuhkan. Jumlah replikasi yang dibutuhkan didapatkan dengan cara menghitung uji kecukupan data (Law [5]) yang rumusnya dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$n' = \left(\frac{s \times t}{k \times \bar{x}} \right)^2 \quad (1)$$

n' adalah jumlah replikasi yang dibutuhkan, s adalah standar deviasi dari replikasi awal, t adalah nilai distribusi pada $\alpha/2$ dengan $df = n - 1$, k adalah tingkat ketelitian, dan \bar{x} adalah rata-rata data.

Data simulasi dianggap lolos uji kecukupan data jika jumlah replikasi yang dilakukan sudah lebih besar daripada jumlah replikasi yang dibutuhkan, yaitu $n \leq n'$. Proses validasi diperlukan supaya dapat menentukan keakuratan model dalam mempresentasikan sistem yang nyata. Suatu model dapat dikatakan valid jika hasil simulasi tidak berbeda secara signifikan dengan data nyata.

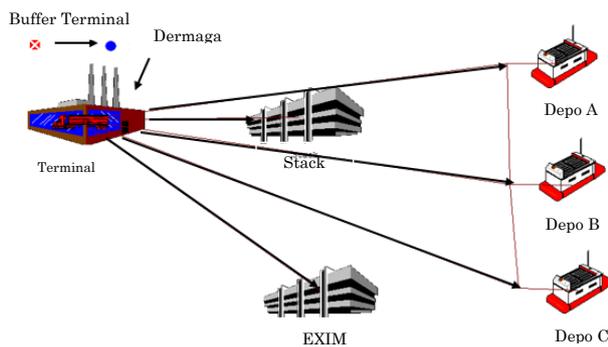
Hasil dan Pembahasan

Gambaran Alur Pengiriman *Container*

Proses pengiriman *container* berawal dari staf kapal yang memberi tahu pihak pelabuhan bahwa kapalnya akan sandar. Kapal yang membawa *container* (petikemas) akan bersandar di Pelabuhan Nilam Port Terminal Indonesia di Surabaya sesuai dengan arahan dari kapal pandu. Setelah kapal bersandar, maka akan dilanjutkan dengan proses pembongkaran muatan. Jangka waktu kapal sandar akan dikoordinasikan antara pihak pelabuhan dengan pihak perusahaan ekspedisi dan akan dibantu dengan alat bantu *crane* yang disediakan oleh pelabuhan. Suatu kapal dapat membawa *container* dari beberapa perusahaan ekspedisi sekaligus. *Container* yang dibongkar dari kapal akan didistribusikan ke depo-depo, lapangan penumpukan, maupun ke terminal eksim sesuai dengan permintaan dari konsumen. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk membongkar dan

mengangkut *container* dari kapal atau ke truk di dermaga maupun di depo adalah 4,2 menit yang didapatkan dari data observasi perusahaan.

Container didistribusikan ke lokasi tujuan diangkut dengan menggunakan truk. Truk yang membawa keluar *container* dari terminal menuju lokasi tujuan akan kembali ke terminal untuk mengangkut sisa *container* yang belum diangkut. Sebuah truk dapat membawa dan mengangkut 2 *container* berukuran 20 feet atau 2 *box* dalam sekali jalan. Perusahaan saat ini memiliki 44 unit truk yang aktif, dimana jika terdapat kekurangan truk pihak perusahaan akan menyewa *vendor trucking*. *Container* dapat diletakkan di lapangan penumpukan terminal sesuai dengan permintaan konsumen. *Container* juga dapat menumpuk di lapangan penumpukan terminal dikarenakan adanya keterbatasan waktu untuk melakukan kegiatan bongkar muat seiring dengan koordinasi mengenai waktu sandar kapal yang ditentukan oleh pihak pelabuhan dengan pihak perusahaan. Aliran pengiriman *container* dari kondisi awal dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Aliran Pengiriman *Container*

Aliran dari pengiriman *container* ini akan dibuat menjadi model simulasi untuk mengetahui jumlah *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal. Simulasi yang dijalankan memiliki batasan-batasan, pelabuhan yang diteliti hanyalah terminal NPTI, depo yang diteliti adalah tiga depo di Surabaya, kegiatan yang diteliti adalah kegiatan *stevedoring*, tidak menimbang faktor-faktor seperti ketersediaan armada, jadwal sandar kapal yang tidak *on-time*, kerusakan alat bongkar, dan lain-lain. Simulasi juga diasumsikan hanya melihat satu *deck* saja. Kemudian kondisi ini akan dianalisa dan ditentukan jumlah truk yang dibutuhkan berdasarkan jumlah bongkar muat.

Pengambilan Data

Pengambilan data akan dilakukan dengan mengambil data masa lalu yang dimiliki oleh perusahaan. Data waktu sandar kapal kemudian diolah untuk mendapatkan waktu interval

kedatangan kapal disertai dengan jumlah *container* yang tertumpuk di *container yard* (CY) terminal pada saat kegiatan bongkar maupun muat. Data waktu sandar kapal beserta dengan jumlah *container* yang tertumpuk untuk kegiatan bongkar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data waktu sandar dan jumlah *container* tertumpuk di CY Terminal NPTI

No.	Berthing	Discharge	
		Total box stack	Total box discharge
1	30/09/21 15:30	107	687
2	01/10/21 02:35	0	0
3	02/10/21 08:05	24	387
4	03/10/21 18:20	0	0
5	04/10/21 23:50	11	216
6	06/10/21 17:40	25	458
7	07/10/21 03:48	8	155
8	08/10/21 00:50	10	213
9	09/10/21 04:30	4	249
10	09/10/21 05:00	10	147
11	10/10/21 17:08	0	0
12	11/10/21 08:25	34	311
13	11/10/21 17:08	2	210
14	13/10/21 02:35	4	157
15	13/10/21 22:40	33	441
16	14/10/21 21:10	0	402
17	15/10/21 15:50	3	174
18	16/10/21 16:30	41	218
19	16/10/21 15:15	54	320
20	18/10/21 04:00	0	0
21	18/10/21 11:25	8	286
22	22/10/21 17:30	0	0
23	23/10/21 19:31	19	160
24	25/10/21 07:00	2	230
25	26/10/21 14:43	11	395
26	26/10/21 20:46	32	210
27	27/10/21 08:55	0	0
28	28/10/21 00:30	0	276
29	30/10/21 01:55	0	0
30	30/10/21 16:00	0	0
31	30/10/21 16:45	6	429

Berthing adalah waktu sandar kapal, total *box stack* adalah jumlah *container* yang tertumpuk di terminal, dan total *box disc*, dimana *disc* artinya adalah *discharge*, dimana artinya merupakan jumlah *container* yang berhasil dibongkar. Data jumlah *container stack* di CY akan digunakan untuk menggambarkan permasalahan perusahaan saat ini. Data waktu perjalanan *trucking* dari terminal NPTI menuju depo dapat dilihat pada Tabel 2.

Data waktu perjalanan dari terminal NPTI menuju depo maupun lapangan penumpukan dan terminal eksim didapatkan dengan cara observasi

menggunakan *google maps* selama 24 jam dan selama 7 hari yang kemudian dilakukan verifikasi dengan pihak sopir truk dan pihak perusahaan. Data waktu perjalanan dari terminal menuju lokasi tujuan diambil pada waktu yang berbeda-beda dan tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Dapat terlihat bahwa depo terjauh dari terminal NPTI adalah Depo C, yang membutuhkan waktu 11 menit. Lama waktu perjalanan ini sama saat truk membawa *container* maupun tidak membawa *container*.

Tabel 2. Data waktu perjalanan *trucking*

Tujuan	Lama waktu perjalanan
Depo A	5 menit
Depo B	6 menit
Depo C	11 menit
Lapangan <i>stack</i>	3 menit
Port EXIM	3 menit

Model Awal

Pembuatan model awal dilakukan dengan menggunakan *software* Promodel. Model awal simulasi ini akan diawali dengan menentukan semua identitas dari komponen simulasi, yaitu *Location, Entities, Arrival, Resource, Network, dan Variable*. Gambaran dari model awal dapat dilihat pada bagian *processing* Promodel. Langkah selanjutnya adalah membuat simulasi proses pengiriman *container* dengan menggunakan komponen *Process* pada *software* Promodel.

Location

Location berfungsi untuk mendefinisikan tempat tetap dimana sebuah *entities* dapat diproses atau datang. Terminal pelabuhan yang diteliti pada penelitian ini adalah Nilam Port Terminal Indonesia, Surabaya. *Stats* disini dapat melihat detail statistik yang dapat dilihat dari lokasi dalam Promodel. Terdapat tiga level dari pengambilan statistik, yaitu *none, basic, dan time series*. Jika memilih *none* maka tidak akan mengambil data statistik apapun, dan jika memilih *basic* maka hanya akan melihat utilisasi dan *average time*. Peneliti menggunakan pengambilan data statistik *time series*, dimana dalam lokasi tersebut akan mengumpulkan statistika dasar dan dapat melacak konten lokasi dari waktu ke waktu.

Dalam fitur *location* Promodel juga terdapat *rules*, dimana *rules* dapat mendefinisikan bagaimana lokasi memilih *entity* yang akan masuk berikutnya dari beberapa *entity* yang menunggu untuk memasuki lokasi ini. Juga *rules* bisa mendefinisikan beberapa *entity* di antrian lokasi untuk output, dan mendefinisikan unit mana dari beberapa lokasi yang

dipilih oleh *entity* yang akan masuk. Pada simulasi ini, peneliti menggunakan *rules oldest by priority* karena *entity container* akan langsung dikirimkan maupun dibongkar setibanya di terminal pelabuhan.

Buffer pada model ini digunakan sebagai penunjang atau *location* bantuan. Lokasi *buffer* terminal merupakan tempat *buffer* antri kapal sebelum masuk ke terminal. Lokasi dermaga merupakan lokasi untuk menghitung jumlah kapal yang ada di terminal. Pada lokasi terminal akan terdapat proses bongkar/muat dan pendistribusian *container* ketiga depo (Depo A, Depo B, dan Depo C), ke lapangan penumpukan terminal sesuai dengan permintaan konsumen, maupun ke terminal eksim. *Buffer* dari ketiga depo merupakan lokasi untuk penentuan jika kapasitas depo penuh maka *container* akan dialihkan ke depo yang memiliki aktivitas depo terendah atau memiliki kapasitas terbesar. Dalam penelitian ini Depo B diasumsikan sebagai depo yang memiliki aktivitas depo terendah maupun memiliki kapasitas terbesar. *Location* yang digunakan pada Promodel dapat dilihat pada Gambar 2.

Name	Cap.	Units
Terminal	INF	1
Stack	INF	1
DepoA	360	1
DepoB	1250	1
DepoC	712	1
BufferA	INF	1
BufferB	INF	1
BufferC	INF	1
Bufferterminal	INF	1
Dermaga	1	1
EXIM	3689	1

Gambar 2. *Location* Model Awal

Entities

Entities merupakan segala sesuatu yang akan diproses oleh model. *Entity* utama dalam simulasi penelitian ini adalah *Containerbongkar*. *Entity* lainnya merupakan *container* dan *container* yang dikelompokkan berdasarkan jumlah. *Entity Containerbongkar* pada penelitian ini merupakan *entity* utama yang akan dibawa oleh truk dari terminal menuju ke lapangan penumpukan maupun menuju depo. *Containerbongkar* merupakan *entity* yang berisikan dua *box* atau *container* dari jumlah bongkar kapal. *Container500* merupakan *entity* yang berisikan 500 *box* dari jumlah bongkar kapal. Saat membuat *entity* baru, maka *software* Promodel akan secara otomatis memberikan kecepatan *default* sebesar 150 fpm. Kecepatan dari *entity* dibuat mengikuti *default* karena kecepatan *entity* akan bergantung dengan pergerakan dari pengiriman *container*.

Arrival

Entity utama yang datang pada elemen *arrival* adalah *container*. Setiap kali datangnya *entity container* membawa 500 *container*. *Container* akan datang pada lokasi *Bufferterminal* dengan waktu antar kedatangan (*frequency*) yang diasumsikan adalah selama sepuluh jam. *Occurance* adalah jumlah total *batch* atau *entity* yang datang dan pada simulasi penelitian ini *container* dengan jumlah 500 *box* akan datang terus hingga waktu simulasi diberhentikan. Waktu kedatangan *entity* pertama kali disebut sebagai *first time*, dimana dalam simulasi penelitian ini diasumsikan bahwa saat simulasi dijalankan *entity* akan langsung datang di lokasi *Bufferterminal*.

Path Network

Path network digunakan untuk menentukan arah dan jalur yang ditempuh oleh *resource* ataupun *entity* ketika bergerak dari suatu lokasi ke lokasi lainnya. Pada simulasi membutuhkan satu *path network* yang dinamakan "jalur", dimana akan diisi dengan *location* tujuan beserta dengan waktu perjalanan. Dalam penelitian ini digunakan satuan waktu untuk pergerakan *container* dan menggunakan tipe *network passing*, dimana tipe *network* ini digunakan jika *entity* atau *resource* diperbolehkan untuk saling mendahului satu sama yang lain.

N1 merupakan terminal, N2 merupakan bufferA, N3 merupakan DepoA, N4 merupakan buffer, N5 merupakan DepoB, N6 merupakan bufferC, N7 merupakan DepoC, N8 merupakan lapangan penumpukan (*stack*), dan N9 adalah terminal eksim. Waktu perjalanan dari setiap *path* didapatkan dengan pengamatan yang dilakukan oleh peneliti dan detail waktunya dapat dilihat pada Tabel 4.2. Untuk noda-noda *buffer* depo yang akan menuju depo (seperti N2, N4, N6) tidak akan ada waktu perjalanan karena *buffer* depo diasumsikan berada di depo. Alur *path network* dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.

From	To	BI	Time
N2	N1	B1	
N1	N4	B1	6 MIN
N4	N5	B1	
N1	N6	B1	11 MIN
N6	N7	B1	
N1	N8	B1	2 MIN
N2	N4	B1	6 MIN
N6	N4	B1	6 MIN
N1	N9	B1	3 MIN

Gambar 3. Alur *path network* model awal

Resource

Resource yang dibutuhkan pada penelitian ini berupa transportasi, yaitu truk. Truk ini akan membawa

keluar *container* dari terminal pelabuhan menuju lokasi tujuan (tiga depo, lapangan penumpukan terminal, dan terminal eksim). Satu truk dapat mengangkut dua *box* atau *container*. Untuk model awal ini terdapat 30 unit truk yang digunakan, jumlah ini didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak perusahaan maupun dengan supir truk perusahaan.

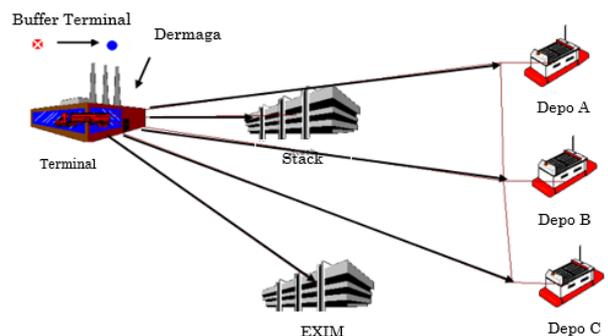
Variable

Terdapat beberapa variabel yang digunakan dalam simulasi ini untuk membantu peneliti menghitung jumlah entitas yang masuk. Variabel antri merupakan variabel yang menunjukkan jumlah kapal yang datang pada lokasi *buffer* terminal dan membawa 500 *box* setiap kedatangannya, sedangkan variabel hitung terminal merupakan variabel yang menghitung jumlah kapal yang ada pada terminal. Jika di dalam terminal terdapat 1 kapal yang bersandar, maka variabel hitung terminal akan bernilai 1. Variabel datang merupakan variabel yang menunjukkan jumlah *container* yang ada pada lokasi terminal. Variabel hitungA, hitungB, hitungC, hitungStack, hitungEXIM merupakan variabel yang menghitung jumlah *container* yang ada pada masing-masing lokasi, yaitu DepoA, DepoB, DepoC, lapangan penumpukan, dan terminal eksim. Sedangkan variabel *stacknyantol* merupakan variabel yang menghitung jumlah *container* yang tertumpuk akibat ketidakseimbangan kegiatan bongkar muat dengan *trucking*. Variabel-variabel yang digunakan oleh peneliti dapat dilihat pada Gambar 4.

ID	Type	Initial value
Datang	Integer	0
HitungPKS	Integer	0
HitungBayur	Integer	0
HitungS	Integer	0
HitungStack	Integer	0
Stacknyantol	Integer	0
Antri	Integer	0
Hitungterminal	Integer	0
hitungA	Integer	0
hitungEXIM	Integer	0

Gambar 4. Variabel model awal

Process



Gambar 5. Alur proses pengiriman *container*

Proses yang dilakukan dalam penelitian ini adalah proses bongkar muat dan pengiriman *container* dari kapal hingga ke depo, lapangan penumpukan terminal, dan terminal eksim. *Processing* dari Promodel ini dibuat berdasarkan aliran proses pengiriman *container*. *Layout* dari proses pengiriman dapat dilihat pada Gambar 5.

Proses dari model awal simulasi diawali dengan entitas *container* yang datang pada lokasi *bufferterminal* yang merupakan perairan pelabuhan terminal dengan membawa 500 *container*. Kemudian 500 *container* tersebut akan dikelompokkan menjadi satu dan membuat entitas baru, yaitu *container500*. Kemudian entitas *container500* akan diteruskan ke lokasi dermaga. Di dermaga akan dikondisikan bahwa kapal telah bersandar, dan dalam penelitian ini hanya akan meneliti satu *deck* saja. Program *processing* di dermaga akan melihat kondisi dari jumlah entitas *container* di lokasi terminal sudah mencapai 0 maka sistem akan mengirimkan 500 *container* menuju terminal. Jika belum mencapai 0 maka akan menunggu jumlah *container* yang ada hingga habis.

Container yang diteruskan ke terminal akan dibongkar dan kembali menjadi entitas *container*, dengan jumlah 500. Entitas *container* yang telah dibongkar akan dikelompokkan kembali menjadi 2 *box*, dan membuat entitas baru yang disebut *containerbongkar*. Entitas ini dibuat untuk pengangkutan *container* menggunakan truk menuju ke lokasi yang dituju. Satu truk dapat mengangkut 2 *box*. Entitas *containerbongkar* yang telah keluar dari kapal akan didistribusikan secara acak menuju lokasi yang dituju (ketiga depo, lapangan penumpukan, maupun terminal eksim). Truk yang akan mengangkut *container* akan mengantri di depan *deck* secara seri ke belakang, dan akan menunggu gilirannya untuk mengangkut keluar *container* dari kapal.

Truk yang telah membawa *container* keluar dari terminal dapat kembali ke terminal untuk mengangkut sisa *container* yang belum terangkut hingga habis. Terdapat waktu proses untuk menurunkan ataupun menaikkan *container* dari atau ke truk adalah 4,2 menit, beserta dengan waktu perjalanan truk yang sudah terdefiniskan dalam *path network*. Setibanya entitas *containerbongkar* di lokasi tujuan, maka *container* akan diturunkan dengan waktu proses penurunannya adalah 4,2 menit. Jika jumlah *container* yang ada di terminal sudah mendekati angka acak sekitar 35 *box* maka secara otomatis sisa dari *container* dari terminal akan menuju ke lapangan penumpukan, karena memiliki jarak yang lebih dekat.

Uji Verifikasi

Uji verifikasi dilakukan dengan cara mengganti waktu proses simulasi untuk melihat apakah ada perbedaan pada hasil *output*. Waktu simulasi yang diubah adalah waktu proses bongkar, yaitu 4.2 menit. Hasil uji verifikasi yang dibandingkan adalah perbedaan jumlah *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal saat diubah waktu prosesnya. Waktu simulasi dijalankan selama 100 jam dan hasil uji verifikasi menunjukkan bahwa semakin tinggi waktu proses bongkar maka jumlah *container* yang tertumpuk juga semakin banyak. Uji verifikasi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji verifikasi *container* di lapangan penumpukan terminal pelabuhan

	< 4.2 menit	4.2 menit	> 4.2 menit
Jumlah <i>container</i> di lapangan <i>stack</i>	34 <i>box</i>	36 <i>box</i>	38 <i>box</i>

Uji Validasi

Uji validasi dilakukan untuk menyesuaikan apakah hasil simulasi sudah sesuai dengan kenyataan atau tidak. Sebelum dilakukan uji validasi maka perlu dilakukan uji replikasi terlebih dahulu. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji replikasi

Keterangan	Hasil uji
s	0,14
mean	35,95
t	2,776
k	0,05
alfa	5%
n	5
n'	0,0467474

Dapat dilihat bahwa jumlah replikasi model awal sudah tecukupi, hal ini ditunjukkan dari jumlah n' (jumlah replikasi yang dibutuhkan) yang lebih besar dari n (jumlah replikasi yang dilakukan).

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji validasi, dilakukan dengan mencocokkan data jumlah *container* yang tertumpuk perusahaan di lapangan penumpukan terminal. Data jumlah *container* yang tertumpuk pada bulan Oktober 2021 adalah 6,9% sehingga dari model awal 500 *box* adalah 36 *box*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *confidence interval* dengan nilai 95% adalah sebesar 35,78 *box* dan 36,13 *box*. Jumlah *container* yang tertumpuk pada bulan Oktober 2021 sudah termasuk dalam *confidence interval*

yang membuktikan bahwa model yang telah dibuat sudah dapat mewakili kondisi kenyataan.

Analisis Model Awal

Hasil dari simulasi model awal menunjukkan bahwa terdapat 36 *box* atau *container* yang dijalankan simulasi selama 100 jam. Setiap kedatangan kapal dengan frekuensi sepuluh jam, membawa 500 *container* akan didistribusi secara acak ke lapangan penumpukan terminal, 3 depo, dan terminal untuk eksim (sesuai dengan permintaan konsumen). Kemudian *container* akan diletakkan di lapangan penumpukan terminal jika waktu untuk aktivitas bongkar sudah habis. Terdapat 10 kali kedatangan dan digunakan 30 truk untuk memindahkan semua *container* dari terminal menuju depo maupun ke lapangan *stack* dan ke terminal eksim. Simulasi ini dijalankan dengan waktu bongkar muat di terminal maupun di depo adalah 4,2 menit. Dalam satu jam dengan keadaan tujuan lokasi adalah acak, sebuah truk dapat mengangkut 8 hingga 12 *container* dari terminal keluar menuju ke lokasi yang dituju.

Hasil simulasi model awal menunjukkan bahwa untuk memindahkan seluruh 500 *container* dengan menggunakan 30 unit truk membutuhkan waktu 7 jam 24 menit. Keinginan perusahaan adalah untuk menyelesaikan kegiatan bongkar *container* dari kapal setidaknya dalam waktu kurang dari sama dengan lima jam. Sehingga dapat dilihat dari hasil simulasi model awal menunjukkan bahwa dengan menggunakan 30 truk itu masih kurang untuk memindahkan 500 *container* dari terminal menuju lokasi yang dituju. Maka dari itu perlu ditentukan standar jumlah armada *trucking* yang selama ini di-*assign* secara acak dan dikarenakan keacakan tersebut membuat adanya *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal.

Model Usulan

Pada usulan ini akan dilakukan *trial and error* pada jumlah *resource* truk dan disesuaikan berdasarkan jumlah permintaan bongkar dan berdasarkan dengan target waktu bongkar yang ingin dicapai oleh perusahaan. *Trial and error* yang dilakukan untuk model usulan dibuat dengan menambahkan jumlah *resource* truk kemudian melihat jumlah *container* yang tertumpuk dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan bongkaran tersebut. Model usulan dijalankan dengan kondisi-kondisi yang sama dengan model awal, hanya perubahan pada jumlah *resource* truk. Usulan ini nantinya akan membandingkan jumlah truk yang dibutuhkan dari model awal. Oleh karena itu tidak diperlukan untuk melakukan uji verifikasi.

Analisis Model Usulan

Pada model usulan tidak dilakukan perubahan dari model awal, hanya dilakukan *trial and error* pada jumlah *resource* truk untuk meminimalkan adanya *container* yang tertumpuk pada lapangan penumpukan pada kegiatan bongkar dan untuk dapat memindahkan/membongkar seluruh *container* dari kapal dalam waktu yang ingin dicapai oleh perusahaan, yaitu setidaknya lima jam. Hasil dari *trial and error* yang dilakukan pada *resource* truk untuk memindahkan 500 *container* dari terminal menuju lokasi yang dituju, jumlah *container* yang tertumpuk pada lapangan penumpukan terminal, beserta dengan jumlah waktu yang diperlukan untuk memindahkan *container* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *trial and error* pada *resource* truk dan jumlah *container* yang tertumpuk

Jumlah truk	Jumlah <i>container</i> yang tertumpuk	Jumlah waktu yang diperlukan
30	36	7 jam 24 menit
31	32	7 jam 6 menit
32	28	6 jam 46 menit
33	24	6 jam 16 menit
34	20	5 jam 55 menit
35	16	5 jam 36 menit
36	12	5 jam 18 menit
37	8	4 jam 58 menit
38	4	4 jam 40 menit
39	0	4 jam 11 menit

Hasil *trial and error* menunjukkan bahwa setidaknya membutuhkan 39 truk untuk memindahkan 500 *container* dari terminal menuju lokasi yang dituju dengan tanpa adanya *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk memindahkan seluruh *container* tersebut keluar dari terminal pelabuhan ke lokasi tujuan dengan menggunakan 39 truk adalah sebesar 4 jam 11 menit. Hal ini sudah mencapai keinginan perusahaan untuk menyelesaikan kegiatan bongkar di terminal dalam waktu setidaknya kurang dari sama dengan lima jam. Terdapat perbedaan 9 unit truk jika dibandingkan dengan model awal yang hanya menggunakan 30 unit truk. Hal ini dikarenakan dengan diberi penambahan setiap satu truk untuk pengangkutan, dimana setiap truk dapat membawa 2 *box* dalam sekali jalan secara langsung dapat meningkatkan jumlah *container* yang dibongkar dari kapal. Dalam satu jam satu truk dapat membawa 8 hingga 12 *box* sesuai dengan lokasi tujuan (dekat atau jauh), sehingga dapat mengurangi waktu bongkar selama kapal

sandar dan mempercepat perputaran truk di terminal pelabuhan.

Simpulan

Dari aktivitas bongkar muat container pada terminal, terjadi penumpukan container dikarenakan adanya ketidakseimbangan antara kegiatan bongkar muat dengan *trucking*. Berdasarkan data perusahaan, saat ini terdapat rata-rata 6,9 persen *container* yang tertumpuk pada lapangan penumpukan Nilam Port Terminal Indonesia. Perusahaan ingin mengusahakan sebisa mungkin tidak ada penumpukan dan kegiatan bongkar dapat terselesaikan dalam waktu setidaknya kurang dari sama dengan lima jam. Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya 500 *container* yang datang dan dengan menggunakan 30 truk untuk memindahkan dari terminal menuju lokasi terdapat 36 *box* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa membutuhkan waktu 7 jam 24 menit untuk memindahkan seluruh *container* tersebut.

Hal ini menunjukkan bahwa perusahaan perlu untuk menambahkan unit truk untuk mengurangi jumlah *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan truk dapat mengurangi jumlah *container* yang tertumpuk pada lapangan penumpukan. Didapatkan 39 unit truk yang dibutuhkan untuk memindahkan 500 *box* dari terminal menuju lokasi yang dituju tanpa adanya *container* yang tertumpuk di lapangan penumpukan terminal. Diperlukan waktu 4 jam 11 menit, dimana waktu ini sudah mencapai keinginan perusahaan untuk menyelesaikan kegiatan bongkar dalam kurang dari sama dengan lima jam.

Daftar Pustaka

1. Suyono, R. P., *Shipping: Pengangkutan Intermodal Ekspor Impor Melalui Laut*. PPM, Jakarta, 2005.
2. *Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM. 11 Tahun 2007 tentang Pedoman Penetapan Tarif Pelayanan Jasa Bongkar Muat Petikemas (Container) di Dermaga Konvensional di Pelabuhan yang Diselenggarakan oleh Badan Usaha Pelabuhan*.
3. Ehrlich, E. *Oxford American Dictionary*. Oxford University Press, New York, 1980.
4. Harrel, C., Ghosh, B. K., and Bowden, R., *Simulation Using Promodel*. Mc Graw Hill, New York, 2011.
5. Law, A. M., *Simulation Modelling and Analysis*. Mc Graw Hill, New York, 2007.