

## STUDI SIMULASI PROSES PEMUATAN DAN PENIMBANGAN KONTAINER EKSPOR DENGAN TUJUAN MEMINIMALKAN STAPEL (Studi Kasus: PT. WINA, Gresik)

**Bobby Chandra Saputra**  
PT. WINA Gresik  
matrik.ie@umg.ac.id

### ABSTRAK

Kinerja dari pelayanan ekspor suatu kontainer biasa diukur dari kecepatan pemuatan serta utilitas dari server yang ada. Pada proses ekspor di PT. WINA, kinerja proses pemuatan dievaluasi dari waktu pemuatan kontainer, serta besarnya stapel. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya waktu proses yang lama serta antrian waktu tunggu untuk dilayani yang tinggi.

Ada tiga alternatif yang diajukan untuk meminimalkan waktu pemuatan dan stapel, yaitu penambahan man power pada personil inspeksi, penambahan jumlah forklift pada setiap WH yang ada, dan menggabungkan kedua alternatif yang ada. Tujuan yang ingin dicapai adalah menentukan skenario alternatif terbaik dalam usaha perbaikan kondisi saat ini. Langkah-langkah untuk melakukan simulasi adalah sebagai berikut: (1) mengumpulkan data dari proses pemuatan kontainer; (2) membuat model konseptual simulasi adalah proses pemuatan pada kondisi eksisting; (3) melakukan proses simulasi pada kondisi eksisting; (4) melakukan uji verifikasi dan uji validasi; (5) mengembangkan model simulasi untuk ketiga alternatif serta melakukan simulasi; dan (6) melakukan analisis dari hasil simulasi yang telah dilakukan. Simulasi diselesaikan dengan menggunakan perangkat lunak ARENA 14.0.

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dari skenario-skenario perbaikan untuk meminimalkan waktu pemuatan dan nilai stapel, dapat disimpulkan bahwa penambahan personiel inspeksi dan penambahan jumlah forklift merupakan alternatif terbaik dalam menurunkan jumlah kontainer yang stapel. Dengan melakukan alternatif tersebut jumlah kontainer stapel mengalami penurunan sebesar sebesar 86% atau sebanyak 50 kontainer dari kondisi eksisting sebanyak 350 kontainer.

**Kata kunci :** *simulasi, waktu pemuatan kontainer, stapel*

### PENDAHULUAN

Ekspor adalah proses transportasi barang atau komoditas dari suatu Negara ke Negara lain. Proses ini seringkali digunakan oleh perusahaan dengan skala bisnis kecil sampai menengah sebagai strategi utama untuk bersaing di tingkat International.

Hampir 70% produk PT WINA adalah diperuntukan untuk ekspor hal ini yang mengharuskan diperlukan *improvement* yang baik agar terjadi kelancaran pada proses. Masalah yang menjadi variabel proses penimbangan dan pemuatan ekspor yang terjadi adalah waktu tunggu yang lama dari *station* yang dilalui. Pertama ialah saat waktu tunggu pemanggilan inspeksi yang lama, rata-rata waktu tunggu inspeksi adalah 5 jam akibat dari karyawan yang *incharge* adalah satu orang dari QC (Quality Control) dan satu orang dari surveyor, akibatnya menimbulkan waktu tunggu yang lama. Hal ke

dua adalah waktu tunggu pemanggilan kontainer oleh pihak WH yang cenderung cukup lama yang mengakibatkan kontainer parkir lama di tempat parkir PT WINA. Penyebabnya terkadang kargo yang akan dimuatkan belum siap atau sedang diproduksi atau juga sedang di *packing*, rata-rata waktu tunggu yang ditimbulkan adalah 5-8 jam setiap kontainernya. Seharusnya sebelum kontainer didatangkan segala macam kargo sudah disiapkan. Dan forklift yang mendukung dari kelancaran pemuatan juga tidak mencukupi. Forklift yang tersedia hanya 4 dari 6 *loading bay* yang tersedia. Aktifitas forklift sudah maksimum, namun karena banyaknya kontainer yang dilayani mengakibatkan banyaknya kontainer yang lama untuk dilayani.

Aktivitas pemuatan (*loading*) merupakan aktivitas yang dikendalikan langsung oleh PT. WINA dan harus dikendalikan dengan baik. Hal ini dikarenakan lamanya suatu kontainer yang datang di pabrik bergantung pada kecepatan

pemuatan. WB 1 yang menjadi lokasi penimbangan kontainer ekspor melayani empat WH sekaligus yaitu WH Finishing Plant, WH Texturizing, WH CPC, dan WH MES Plant, sedangkan masing-masing WH perharinya adalah sebanyak kurang lebih 100 sampai 150 kontainer yang datang. Hal tersebut berimbas pada antrian truk yang panjang saat penimbangan. Apalagi WB 1 tidak hanya diperuntukan untuk menimbang kontainer ekspor saja, melainkan dipakai untuk menimbang material-material yang masuk ke pabrik dan komoditi penjualan local yang secara total perhari kurang lebih 100 transaksi, rata-rata waktu antrian adalah 20 menit sampai dengan 25 menit setiap kontainernya. Dan dari aktifitas penimbangan cukup mempengaruhi dari waktu yang timbul, karena operator timbangan bekerja menggunakan software timbangan yang mengharuskan menginput data-data dari nama sopir, plat nomor, nomor kontainer dan lain-lainnya yang sama yang telah diinput oleh pihak TMC pada saat awal kendaraan mendaftarkan, namun software yang digunakan TMC tidak terintegrasi dengan software timbangan, hal ini mengakibatkan *double input* data yang terjadi, rata-rata waktu aktifitas penimbangan adalah kurang lebih 5 menit, jika dikalikan 150 kontainer adalah 12.5 jam, belum lagi saat timbang isi yang memerlukan waktu lebih lama yaitu 6-7 menit karena petugas timbangan harus menghitung berat muatan yang sesuai dengan toleransi dari setiap pemuatan kontainer. jam, belum lagi saat timbang isi yang memerlukan waktu lebih lama yaitu 6-7 menit karena petugas timbangan harus menghitung berat muatan yang sesuai dengan toleransi dari setiap pemuatan kontainer.

Pada tahun 2014 biaya stapel yang harus dibayarkan oleh PT. WINA mencapai Rp 789.750.000 dengan rata-rata Rp 65.812.500 tiap bulannya. Pada bulan Juli-Agustus, kasus stapel mencapai 6,87%. Terjadi kenaikan yang cukup signifikan disebabkan oleh banyaknya kargo yang belum siap di produksi dan sistem yang harus melayani untuk mengakomodasi permintaan pasar yang meningkat. Walaupun dilihat secara prosentase yang kecil, namun imbasnya ke biaya yang ditimbulkan cukup besar.

Kemudian di tahun 2015 sampai dengan bulan Juli berjalan, sesuai dengan periode pengambilan

data pada skripsi ini menunjukkan biaya stapel yang harus dibayarkan oleh PT. WINA mengalami kenaikan yang signifikan yaitu mencapai Rp 527.520.000 dengan rata-rata Rp 75.360.285 akibat dari kenaikan biaya stapel ditahun 2015 dan prosentase jumlah stapel tidak menunjukkan penurunan yang signifikan.

Penggunaan metode simulasi dalam manajemen operasional pemuatan sangat berguna dalam mengamati sistem nyata yang terjadi. Pengambil keputusan dapat menggunakan simulasi untuk memperkirakan fenomena yang terjadi di masa yang akan datang, ataupun perubahan yang terjadi pada sistem jika upaya perbaikan dilakukan.

### Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, maka perumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Bagaimana memodelkan proses-proses yang dilalui untuk mengetahui kegunaan fasilitas yang dimiliki saat ini.
2. Dimana saja letak terjadinya *bottel neck* yang tinggi pada setiap proses yang dilalui.
3. Bagaimana alternatif agar pemuatan kontainer berjalan lancar untuk menekan biaya stapel yang ditimbulkan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari pembuatan penelitian ini adalah :

1. Dapat memodelkan dan mensimulasikan proses ekspor dari awal hingga akhir.
2. Dapat mengidentifikasi dan menganalisa setiap proses yang dilalui untuk mengetahui letak *bottel neck* yang tinggi.
3. Menentukan skenario alternatif yang terbaik, dengan membandingkan dengan kondisi sebelumnya dari masing-masing skenario.

### Model

Model adalah representasi dari konstruksi, dan kerja dari suatu sistem. Model mirip dengan sistem yang diwakilinya tetapi lebih sederhana dari sistem tersebut.

### Sistem

Sistem didefinisikan sebagai suatu kumpulan entitas, seperti manusia dan mesin, yang bergerak

dan berinteraksi bersama-sama untuk mencapai suatu tujuan akhir yang telah ditentukan. Secara praktis, yang dimaksud sebagai sistem bergantung pada tujuan dari studi yang dilakukan.

### Simulasi

Banyak para ahli memberikan definisi tentang simulasi (Suryani, Erma. 2006:3). Beberapa diantaranya adalah sebagai berikut (Suryani, Erma. 2006:3):

#### 1) Emshoff dan Simon (1970)

Simulasi didefinisikan sebagai suatu model sistem dimana komponennya direpresentasikan oleh proses-proses aritmatika dan logika yang dijalankan komputer untuk memperkirakan sifat-sifat dinamis sistem tersebut.

#### 2) Shannon (1975)

Simulasi merupakan proses perancangan model dari sistem nyata yang dilanjutkan dengan pelaksanaan eksperimen terhadap model yang mempelajari perilaku sistem atau evaluasi strategi.

#### 3) Banks dan Carson (1984)

Simulasi adalah tiruan dari sistem nyata yang dikerjakan secara manual atau komputer yang kemudian di observasi dan disimpulkan untuk mempelajari karakteristik sistem.

### Perangkat lunak simulasi ARENA 14.0

Perangkat lunak simulasi ARENA merupakan perangkat lunak simulasi yang berbasis *Graphical User Interface* (GUI). Pembuat model tidak lagi harus membuat perangkat lunak berupa baris perintah, tetapi cukup menggambarkan dan memasukkan variabel dan parameternya. Disamping itu perangkat lunak ARENA 14.0 ini dapat melakukan animasi setiap kali simulasi dijalankan, sehingga perilaku sistem dapat ditampilkan secara numerik dan visual pada hasil simulasi.

Hal terpenting yang harus ditekankan pada seluruh perangkat lunak simulasi adalah pembuatan model konseptual harus valid untuk dapat menghasilkan model perangkat lunak yang valid pula. Dengan adanya kemudahan dalam memodelkan secara perangkat lunak ini maka diharapkan analis dapat melakukan analisa dengan lebih mendalam dan luas dalam mengenali sistem dan membuat model konseptualnya. Model simulasi dalam ARENA 14.0 disusun atas blok-blok modul dimana setiap

modul mewakili suatu *event*, aktivitas, sumber daya, *server*, ataupun logika aturan tertentu dalam antrian. Tiap blok modul tersebut berisikan data-data yang bersesuaian secara numerik maupun atribut.

### Uji t-Berpasangan (*Paired t-test*)

Uji t-berpasangan adalah sebuah uji hipotesis yang digunakan untuk mengetahui perbedaan antara dua tanggapan yang diukur pada unit statistik yang sama.

Untuk melakukan uji statistik digunakan rumus:

$$t_{hitung} = \frac{(\bar{d} - d_0)\sqrt{n}}{S_d}$$

dengan:

$\bar{d}$  = rata-rata dari selisih antara 2 sampel.

$n$  = jumlah sampel yang berbeda (berpasangan).

$S_d$  = deviasi standar selisih dari 2 sampel.

Jika deviasi standar dari perbedaan tidak diketahui, maka untuk menghitung deviasi standar digunakan rumus:

$$S_d = \left( \frac{\sum d_i^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} \bar{d}^2 \right)^{1/2}$$

Bentuk lengkap dari hipotesis untuk uji-t berpasangan adalah:

$-H_0: \delta = 0$ , tidak ada perbedaan antara sebelum dan sesudah adanya perlakuan.

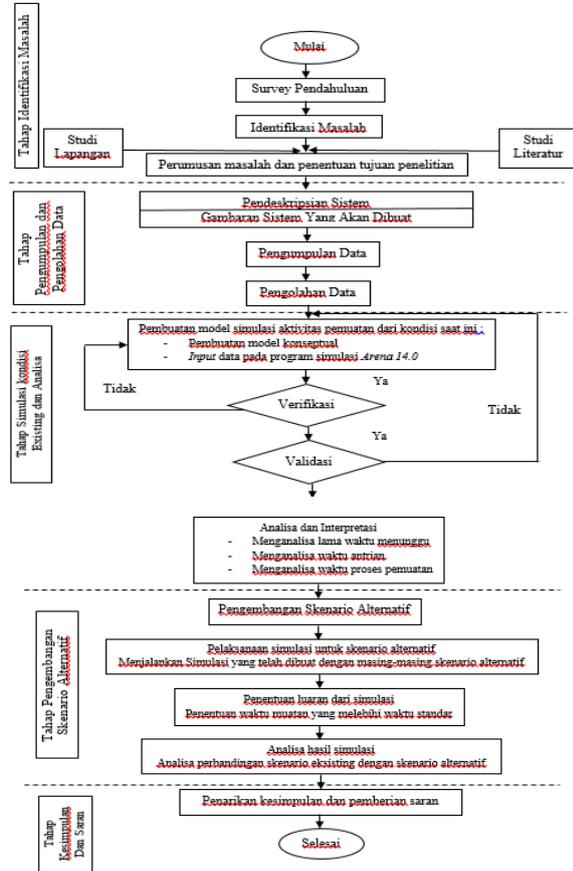
$-H_1: \delta \neq 0$ , ada perbedaan antara sebelum dan sesudah adanya perlakuan.

Dalam pengujian hipotesis untuk uji-t berpasangan, kriteria untuk menolak  $H_0$  atau gagal menolak  $H_0$  berdasarkan  $|t_{hitung}|$  adalah sebagai berikut:

- Jika  $|t_{hitung}| < t_{tabel}$ , maka  $H_0$  gagal ditolak.

- Jika  $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ , maka  $H_0$  ditolak.

**METODOLOGI PENELITIAN**



**Pengumpulan Data**

Jenis data yang dikumpulkan

Tabel 1. Jenis Data yang dikumpulkan

No	Jenis data
1	Waktu kedatangan kontainer ( <i>arrival time</i> )
2	Jumlah kontainer yang dilayani
3	Jenis kargo yang dimuat
4	Waktu awal kedatangan
5	Waktu inspeksi dan waktu tunggu
6	Waktu pemanggilan kontainer dan waktu tunggu setelah inspeksi

7	Jam <i>in</i> timbangan pertama (1 <sup>st</sup> )
8	Waktu awal persiapan <i>stuffing</i>
9	Waktu proses <i>stuffing</i> kontainer
10	Jam <i>out</i> timbang ke dua (2 <sup>nd</sup> )
11	Jarak antar TMC, WB 1, dan WH

**Pengujian Distribusi Data**

Pengujian distribusi data dilakukan dengan menggunakan modul *input analyzer* pada perangkat lunak ARENA 14.0.

Pengujian distribusi dilakukan untuk data waktu tunggu kontainer sebelum dilayani; persiapan *warehouse* (*set-up time*); waktu pemuatan masing-masing *warehouse* (*loading time*); waktu persiapan dokumen setelah pemuatan; waktu tunggu kontainer sebelum diinspeksi (*time before inspection*); waktu proses inspeksi (*inspection process*), waktu timbang pertama dan kedua (*1st weighing and 2nd weighing*), dan waktu antar kedatangan kontainer (*inter-arrival time*).

Tabel 2. Distribusi Data

No	Jenis data	Distribusi	Parameter
1	Waktu tunggu kontainer sebelum dilayani ( <i>time to berth</i> );	Gamma 2 parameter	-5 + 1.6e+003 * BETA(0.208, 2.53)
2	Waktu persiapan pemuatan WH TEX ( <i>set-up time</i> )	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 10 Maximum : 20
3	Waktu persiapan pemuatan WH FIN ( <i>set-up time</i> )	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 10 Maximum

			: 20
4	Waktu persiapan pemuatan WH MES ( <i>set-up time</i> )	Triangular	Minimum: 8 Value ( <i>Most likely</i> ): 11 Maximum : 20
5	Waktu persiapan pemuatan WH CPC ( <i>set-up time</i> )	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 10 Maximum : 20
6	Waktu pemuatan ( <i>loading time</i> ) kelompok WH TEX	Beta 2 parameter	10 + GAMM(128, 2.39)
7	Waktu pemuatan ( <i>loading time</i> ) kelompok WH FIN	Beta 2 parameter	11 + GAMM(196, 1.62)
8	Waktu pemuatan ( <i>loading time</i> ) kelompok WH MES	Weibull 2 parameter	67 + WEIB(163, 1.71)
9	Waktu pemuatan ( <i>loading time</i> ) kelompok WH CPC	Beta 2 parameter	47 + GAMM(91.9, 1.73)
10	Pembuatan dokumen WH TEX	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 10 Maximum : 15
11	Pembuatan dokumen WH FIN	Triangular	Minimum: 4 Value ( <i>Most likely</i> ): 5

			Maximum : 9
12	Pembuatan dokumen WH MES	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 10 Maximum : 15
13	Pembuatan dokumen WH CPC	Triangular	Minimum: 5 Value ( <i>Most likely</i> ): 7 Maximum : 10
14	Waktu tunggu kontainer sebelum diinspeksi ( <i>time before inspection</i> )	ExpoMean	-0.001 + ERLA(85.3, 2)
15	Waktu proses inspeksi	Beta 2 parameter	-0.001 + WEIB(14.6, 0.812)
16	Waktu antar kedatangan kontainer ( <i>interarrival time</i> )	Weibull 2 parameter	-0.001 + WEIB(5.73, 0.419)

### Pengolahan Data Model konseptual

Sebelum mulai merancang suatu model simulasi, sebelumnya dilakukan pembuatan model konseptual. Model konseptual yang dibuat berfungsi untuk memudahkan penerjemahan proses pemuatan menjadi suatu model simulasi. Model konseptual untuk proses pemuatan di PT. WINA Gresik terdiri dari 4 tahapan proses.

Proses pertama diawali dengan kedatangan truk trailer yang membawa kontainer dari depo asal kontainer. Depo kontainer adalah wilayah atau tempat yang ada di pelabuhan yang digunakan untuk menyimpan kontainer dengan dilakukan proses pengeluaran, penerimaan, perawatan dan perbaikan terhadap kontainer kosong. Sebuah kontainer kosong harus memenuhi persyaratan dari asosiasi depo kontainer (ASDEKI), pemerintah, dan pemilik kontainer. Supir truk

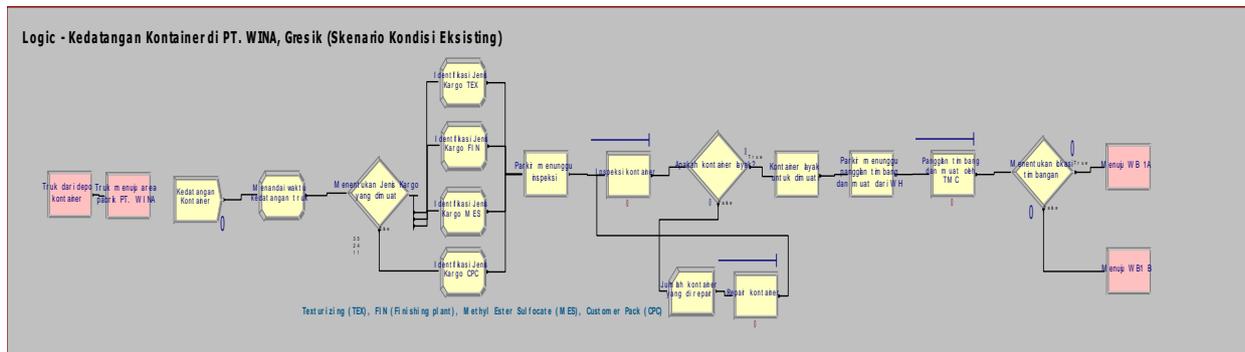
mendaftarkan kendaraannya dan juga kontainer pada petugas TMC (*Traffic Management Center*). TMC merupakan unit yang berfungsi sebagai sumber informasi mengenai segala macam kendaraan yang masuk di PT WINA. Proses kedua adalah inspeksi kontainer. TMC akan menginformasikan pihak *surveyor* dan QC (*Quality Control*) untuk menginspeksi kontainer yang datang. Setelah kontainer dinyatakan layak, kontainer akan diarahkan parkir menunggu panggilan dari gudang. TMC kembali menginformasikan kepada petugas di WH (*warehouse*) bahwa kontainer siap untuk dimuat. Jika gudang sudah siap, maka pihak WH akan mengkonfirmasi kembali ke TMC untuk memasukan kontainer yang sudah siap untuk dilakukan proses pemuatan.

Proses ketiga adalah penimbangan, sebelum menuju WH, kontainer diarahkan untuk menimbang kosong di WB 1 (*Weighbridge 1*) untuk mengetahui muatan kosong sebelum

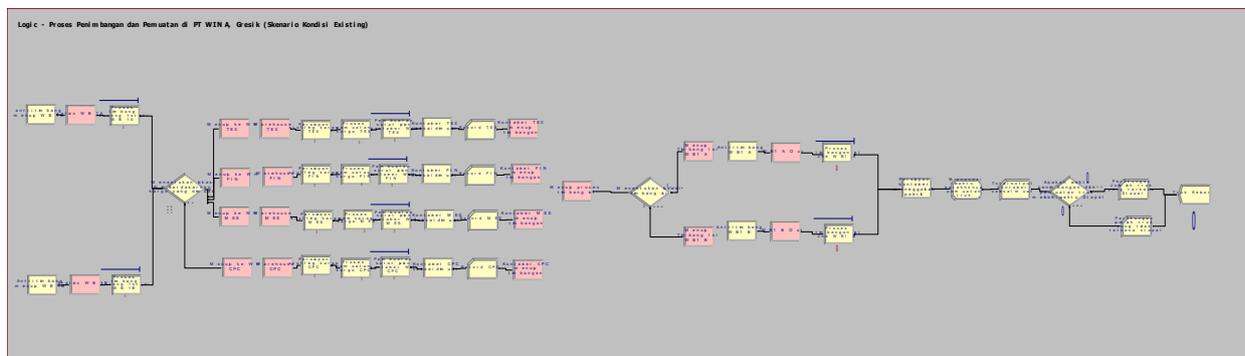
dilakukan pengisian (*stuffing*). Proses terakhir adalah pemuatan di WH masing-masing dibagi menurut kargo yang ada. Jenis-jenis kargo yang di ekspor oleh PT. WINA dibagi menjadi 2 kelompok besar, yaitu barang padat (*solid*) dan barang cair (*liquid*). Masing-masing komodity dihasilkan oleh *plant-plant* yang berada dalam satu lokasi perusahaan. Sebagai mana ditunjukan oleh Table 4.8 nama-nama produk yang diekspor pada setiap *warehouse*

Setelah itu kembali dalam proses ketiga, setelah dilakukan pemuatan kontainer kembali diarahkan untuk menimbang isi untuk mengetahui berat bersih (*Netto*) dari kontainer tersebut. Jika muatan dinyatakan sesuai maka kontainer kembali untuk parkir menunggu kesiapan document ekspor. Namun jika dokumen tersebut sudah siap, maka petugas timbangan sudah bisa *me-release* kontainer keluar pabrik menuju pelabuhan Tanjung Perak, Surabaya.

Gambar 1. Alur kedatangan kontainer



Gambar 2. Alur penimbangan dan pemuatan kontainer



### Verifikasi model

Sebelum model konseptual proses penimbangan dan pemuatan di PT. WINA Gresik disimulasikan pada perangkat lunak ARENA 14.0, maka terlebih dahulu dilakukan proses verifikasi. Verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model konseptual alur penimbangan dan pemuatan kontainer yang digambarkan pada perangkat lunak ARENA 14.0 sudah dapat dijalankan dan tidak terjadi kesalahan pada model simulasi dan *input* data simulasinya. Proses verifikasi dilakukan dengan cara memeriksa ada tidaknya *error* dari model yang dibuat pada perangkat lunak simulasi ARENA 14.0 dengan cara menekan tombol F4 (*check model*), hasilnya adalah muncul tulisan peringatan *No errors or warnings in model* yang artinya model yang dibuat telah memenuhi persyaratan dalam menjalankan model simulasi pada perangkat lunak ARENA 14.0 dan tidak adanya kesalahan pada setiap proses yang dibuat.

Selain itu setelah model simulasi dijalankan, terlihat apakah alur simulasi yang ada menggambarkan seperti apa yang dibuat, seperti terlihat secara visual pada proses *decide* apakah pembagian jalannya *entity* sudah sesuai dengan apa yang diinginkan. Dan juga terdapat *queue* pada suatu proses yang mana hal itu benar adanya. Dan terakhir melihat jumlah *entity* pada *output dispose* yang mendekati pada kondisi *real* dari model yang telah dibuat, sehingga dapat dinyatakan bahwa model konseptual yang dibuat telah sesuai dengan model simulasi yang diinginkan.

Setelah model yang dibuat telah diverifikasi dan tidak terdapat kesalahan, maka selanjutnya dilakukan uji validasi terhadap model yang dibuat. Uji validasi digunakan untuk membuktikan bahwa model yang telah dibuat, mampu untuk mempresentasikan kondisi nyata (*real*). Pada model proses pemuatan ini dilakukan perbandingan antara *output* dari lama waktu proses pemuatan per kontainer saat kondisi nyata (*real*) dengan *output* dari lama proses pemuatan per kontainer pada saat simulasi. Gambar 3 menunjukkan perbandingan *output* waktu pemuatan per kontainer pada kondisi nyata dengan model simulasi untuk

kelompok kargo WH Texturizing. Model simulasi dapat dikatakan valid jika hasil dari perbandingan menunjukkan bahwa antara kondisi nyata dengan model simulasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Tabel 3. Perbandingan *output* waktu pemuatan per kontainer pada kondisi nyata dengan model simulasi

Replikasi ke-	Jumlah kontainer yang dilayani	Output real proses pemuatan per kontainer		Output simulasi proses pemuatan per kontainer		Selisih (menit)	
		dalam jam	dalam menit	dalam jam	dalam menit	$d_i (s_0)$	$d_i^2$
1	926	30,57	1834	30,92	1855	-21	460
2	989	41,90	2514	40,37	2422	92	8.464
3	952	44,05	2643	44,64	2678	-35	1.225
4	984	30,30	1818	30,06	1804	14	196
5	870	27,16	1629,6	27,09	1625	4	16
6	865	19,65	1179	19,80	1188	-9	81
7	926	15,60	936	15,77	946	-10	100
8	916	28,75	1725	28,68	1721	4	16
9	850	33,56	2013,6	33,44	2006	7	49
10	921	18,21	1092,6	18,68	1121	-28	784
Total		289,75	17384,80	289,46	17367,49	17,31	11390,67
Rata-rata		28,97	1738,48	28,95	1736,75	1,73	1139,07
Deviasi standar		9,46	567,34	9,24	554,41	35,49	

Pengujian validasi ini dilakukan dengan menggunakan metode uji-t berpasangan untuk membandingkan dua *output*, yaitu *output* dari sistem nyata dengan *output* dari model simulasi. Hipotesa awal yang dilakukan untuk uji dua sisi menggunakan  $\delta_0 = 0$ , yaitu:

- $H_0: \delta = 0$
- $H_1: \delta \neq 0$

Dengan menggunakan  $\alpha = 0.95$  dan statistik sampel  $n$ ,  $\bar{d}$ , dan  $S_d$ , maka dapat dilakukan test statistik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n &= 10 \\
 \bar{d} &= \sum d_i / n \\
 &= (17,31) / 10 \\
 &= 1.731 \\
 S_d &= \left( \frac{\sum d_i^2}{n-1} - \frac{n}{n-1} \bar{d}^2 \right)^{1/2} \\
 &= \left( \frac{1139}{9} - \frac{10}{9} (1.731)^2 \right)^{1/2} \\
 &= \left( \frac{1139}{9} - \frac{29.96361}{9} \right)^{1/2} \\
 &= \left( \frac{1109.03}{9} \right)^{1/2} \\
 &= 11.10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 t_{hitung} &= \frac{(\sum d_i/n)\sqrt{n}}{S_d} \\
 &= \frac{(1.731)\sqrt{10}}{11.10} \\
 &= 0.49
 \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel distribusi *t* dengan *two-tail*,  $\alpha = 0,95$  dan  $v = n - 1 = 10 - 1 = 9$ , maka:

$$\begin{aligned}
 |t_{hitung}| &< t_{tabel} \\
 |0.49| &< 2.262, \text{ maka } H_0 \text{ diterima}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian dapat diambil keputusan untuk diterima  $H_0$ . Keputusan ini mengindikasikan bahwa pada perbandingan antara sistem nyata dengan model simulasi tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

**Simulasi model kondisi yang ada saat ini**

Simulasi kondisi yang ada saat ini menghasilkan data waktu untuk masing-masing aktivitas dalam proses pemuatan kontainer. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui jumlah kontainer yang dilayani, waktu proses inspeksi dan *loading*, utilisasi pada *resources*, dan jumlah kontainer yang stapel sebelum dilakukan skenario perbaikan. Tabel 4 menunjukkan hasil simulasi pada kondisi yang ada saat ini.

Tabel 4. Hasil simulasi pada kondisi yang ada saat ini.

Replikasi ke-	Jumlah kontainer yang dilayani		Waktu tunggu sebelum stapel (menit)		Waktu proses inspeksi (menit)		Proses pemuatan WH TEX (menit)		Proses pemuatan WH FIN (menit)		Proses pemuatan WH MES (menit)		Proses pemuatan WH CPC (menit)		Jumlah kontainer yang terstapel
	System Num Out	Queue	Accum Time	Time per Entry	Time per Entry	Time per Entry	Time per Entry	Time per Entry	Time per Entry	Time per Entry	Counter				
1	926	17,28	10,62	989,70	1020,44	406,12	1754,07	341							
2	989	17,66	17,94	1078,22	1221,99	364,78	1634,77	374							
3	952	19,81	20,09	1055,62	1089,93	429,53	1898,01	391							
4	984	18,16	18,43	1548,12	1259,02	386,50	916,45	216							
5	870	27,45	27,70	1521,08	1089,2	397,28	948,03	372							
6	865	32,73	33,00	1741,2	1150,73	406,27	955,22	305							
7	926	15,09	15,36	1687,94	1271,61	326,64	830,31	261							
8	916	11,78	32,46	1564,57	1219,23	332,98	1030,87	589							
9	850	19,82	20,08	1696,04	1321,12	365,87	979,56	437							
10	921	16,82	17,09	1712,65	1118,75	433,60	1073,44	216							
Total	9199	196,6	212,77	14595,14	11762,02	770,9	12020,73	3502							
Rata-rata	919,9	19,66	21,277	1459,514	1176,202	385,45	1202,073	350,2							

Pada model simulasi kondisi yang ada saat ini menunjukkan rata-rata nilai kontainer yang terkena stapel adalah 350 kontainer.

**Pengembangan skenario alternatif perbaikan**

Setelah model simulasi pada kondisi yang ada saat ini dibuat, diverifikasi, dan divalidasi maka dilakukan perancangan skenario perbaikan dari kondisi yang ada saat ini yang ada beserta dengan model simulasi

perbaikannya. Dari skenario perbaikan yang dilakukan nantinya diharapkan dapat diperoleh alternatif skenario perbaikan terbaik untuk mengatasi permasalahan yang terjadi dalam proses pemuatan. Dari hasil waktu pada proses-proses yang terjadi, dapat dilihat bahwa yang memiliki waktu proses yang tinggi adalah pada proses inspeksi kontainer dan proses *stuffing*. Namun pada setiap proses memiliki variabel didalamnya, sehingga dapat dicari sumber permasalahan yang dapat dicarikan solusi agar waktu stapel dapat diminimalkan. Penentuan variabel yang paling berpengaruh dalam penyebab banyaknya stapel dengan menggunakan matriks pembobotan (Husni 2014).

Kondisi-kondisi yang memberikan persentase terbesar terhadap peningkatan waktu pemuatan kontainer dan stapel di PT. WINA Gresik. Dua kondisi yang memberikan persentase terbesar adalah variabel dari proses inspeksi dan proses *stuffing* kontainer yaitu, karyawan yang kurang pada proses inspeksi dan jumlah forklift yang kurang mendukung pada proses pemuatan kontainer pada masing-masing WH.

Sehingga, alternatif yang dipilih untuk meminimalkan stapel dan waktu pemuatan adalah:

- (1) Penambahan karyawan pada proses inspeksi,
- (2) Penambahan jumlah forklift pada masing-masing WH.

**Simulasi skenario perbaikan 1 penambahan karyawan pada proses inspeksi**

Skenario perbaikan 1 adalah penambahan karyawan pada proses inspeksi, karyawan yang awalnya hanya dua orang pershiftnya yaitu, satu karyawan dari surveyor dan satu karyawan dari QC PT. WINA, selanjutnya ditambah dua orang pershiftnya menjadi empat orang yaitu, 2 orang karyawan dari *surveyor* dan 2 orang dari QC PT. WINA. Hasil dari skenario 1 menunjukkan rata-rata nilai kontainer yang terkena stapel adalah berjumlah 97 kontainer dimana hal itu setelah dilakukan simulasi penambahan karyawan inspeksi kontainer.

### Simulasi skenario perbaikan 2 penambahan jumlah forklift pada masing-masing WH

Skenario perbaikan 2 adalah penambahan forklift untuk men-support kelancaran proses *loading* di WH. Penambahan yang dimaksud adalah agar setiap *loading bay* memiliki satu forklift untuk mendukung kelancaran proses *loading* yang dilakukan. Dari hasil simulasi tersebut dapat diketahui jumlah kontainer yang dilayani, waktu proses inspeksi dan *loading*, utilisasi pada *resources*, dan jumlah kontainer yang stapel setelah dilakukan skenario perbaikan.

Hasil simulasi ke 2 menunjukkan rata-rata nilai kontainer yang terkena stapel adalah berjumlah 140 kontainer dimana hal itu setelah dilakukan simulasi penambahan forklift pada setiap *loading bay* di WH.

### Simulasi skenario perbaikan 3 penambahan karyawan pada proses inspeksi dan penambahan jumlah forklift pada masing-masing WH

Pada skenario 3 adalah penggabungan skenario 1 dan skenario 2 dimana dilakukan penambahan jumlah karyawan pada proses inspeksi dan penambahan jumlah forklift pada masing-masing WH. Hasil simulasi ke 3 menunjukkan rata-rata nilai kontainer yang terkena stapel adalah berjumlah 50 kontainer dimana hal itu setelah dilakukan simulasi penambahan jumlah karyawan pada proses inspeksi dan penambahan jumlah forklift pada setiap *loading bay* di WH.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 5. Hasil Simulasi

Skenario	Rata-rata Waktu tunggu sebelum inspeksi (menit)	Rata-rata Waktu proses inspeksi (menit)	Rata-rata Proses pemuatan WH TEX (menit)	Rata-rata Proses pemuatan WH FIN (menit)	Rata-rata Proses pemuatan WH MES (menit)	Rata-rata Proses pemuatan WH CPC (menit)	Rata-rata Jumlah kontainer yang terkena stapel
Kondisi Eksisting	19,66	21,277	1459,514	1176,202	385,45	1202,073	350,2
Skenario perbaikan 1	8,723	4,672	18185,063	1188,571	370,262	1034,157	96,9
Selisih dibanding kondisi eksisting	10,937	16,605	16725,549	12,369	15,188	167,916	253,3
<b>Persentase penurunan</b>							<b>72 %</b>
Skenario perbaikan 2	17,756	18,083	825,914	583,556	177,127	470,217	139,7
Selisih dibanding kondisi eksisting	1,904	3,194	633,6	592,646	208,323	731,856	210,5
<b>Persentase penurunan</b>							<b>60 %</b>
Skenario perbaikan 3	8,723	4,672	825,914	583,556	177,127	470,217	50,4
Selisih dibanding kondisi eksisting	9,033	13,411	0	0	0	0	299,8
<b>Persentase penurunan</b>							<b>86 %</b>

Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata nilai stapel pada kondisi yang ada saat ini adalah 350 kontainer. Setelah dilakukan penambahan karyawan pada proses inspeksi, nilai stapel mengalami penurunan sebesar 253 kontainer menjadi 96 kontainer atau persentase penurunan sebesar 72%. Pada alternatif ke dua banyaknya kontainer yang terkena stapel mengalami penurunan sebesar 210 kontainer menjadi 139 kontainer atau persentase penurunan sebesar 60%. Sedangkan pada alternatif ke 3 banyaknya kontainer yang terkena stapel mengalami penurunan sebesar 300 kontainer menjadi 50 kontainer atau persentase penurunan sebesar 86 %.

## KESIMPULAN & SARAN

### Kesimpulan

Simulasi dalam memodelkan proses ekspor kontainer di PT WINA, Gresik dari awal kedatangan kontainer sampai selesai dengan menggunakan ARENA 14.0, telah sesuai dengan kondisi yang ada dan menghasilkan perbandingan waktu yang mendekati kondisi *real* setelah dilakukan test menggunakan *paired t-test*.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa *bottleneck* yang terjadi terdapat pada proses inspeksi kontainer dan proses *stuffing* di WH yang mana variabel prosesnya adalah kurangnya personel inspeksi dan kurangnya jumlah forklift yang mendukung kelancaran proses *loading* kontainer, memiliki waktu yang cukup lama dan berpotensi menyebabkan stapel.

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan dari skenario-skenario perbaikan untuk meminimalkan waktu pemuatan dan nilai stapel, dapat disimpulkan bahwa penambahan karyawan pada proses inspeksi dan penambahan jumlah forklift merupakan alternatif terbaik dalam menurunkan jumlah kontainer yang stapel. Dengan melakukan alternatif tersebut jumlah kontainer stapel mengalami penurunan sebesar sebesar 86% atau sebanyak 50 kontainer dari kondisi yang ada sebanyak 350 kontainer pada setiap replikasi atau selama dua minggu selama simulasi dilakukan.

### Saran

Saran-saran yang diberikan untuk perusahaan dan pengembangan penelitian selanjutnya adalah:

1. Perusahaan diharapkan dapat melakukan skenario-skenario perbaikan dalam menyelesaikan permasalahan yang terjadi pada proses pemuatan. Skenario tersebut diujicobakan agar dapat diperoleh solusi yang terbaik dengan tujuan mengurangi stapel.
2. Pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan mempertimbangkan alternatif-alternatif skenario perbaikan lain yang dimungkinkan untuk dilakukan, seperti:
  - a. Pertimbangan pengaruh faktor eksternal (lamanya pengurusan dokumen Bea Cukai/NPE).
  - b. Jumlah timbangan dan proses penimbangan menjadi perhatian khusus agar waktu antri timbang dan proses penimbangan berjalan efektif dan efisien.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahse Susila, Doeranto, P dan Dania, W.A.P., 2000, *Analisis Sistem Antrian Untuk Menentukan Tingkat Pelayanan Yang Optimal Pada Kasir (Server) Rumah Makan Kober Mie Setan Malang Dengan Metode Simulasi*. Jurnal Teknik Industri
- Andiana, Heni., 2010, *Skripsi Perbaikan Sistem Pelayanan Pendaftaran Pasien Loker Satu Jamkesmas Di RSUD Dr. Moewardi Surakarta Dengan Metode Business Process Improvement Dan Simulasi*.
- Arifin, Miftahol., 2008, *Simulasi Sistem Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Banks, J., dkk., 2001, *Discrete-Event System Simulation Third Edition*, Prentice Hall: New Jersey
- Blank, L., 1980, *Statistical Procedures for Engineering, Management and Science*, McGraw-Hill Book Company, USA
- Cassandras, C.G. dan S. Lafortune., 2008, *Introduction to Discrete Event System*, 2<sup>nd</sup> Edition, Springer.
- Iskandar, Tommy., 2015, *Skripsi Simulasi Antrian Di Jembatan Timbang Untuk Mengurangi Antrian Dan Waktu Tunggu Kendaraan*.
- Kelton, W. David, R.P. Sadowski dan D.T. Sturrock., 2007, *Simulation With Arena*, 4<sup>th</sup> ed.. McGraw-Hill.
- Khosnevis, B., 1994, *Discrete System Simulation*, McGraw-Hill, Inc., USA.
- Nashrulhaq, Mochamad Iqbal, Cahyadi Nugraha & Arif Imran., 2014, *Jurnal Model Simulasi Elevator*.
- Nugraha, D. S., 2001, *Simulasi Aktivitas Loading dan Unloading Peti Kemas untuk Meningkatkan Utilitas Alat*, Tugas akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Industri ITS.
- Nugroho, M. S., 2002, *Pengalokasian Jumlah Sumber Daya yang Optimal pada sebuah Terminal Peti Kemas dengan Pendekatan Simulasi*, Tugas akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Industri ITS.
- Priantomo, H., 1995, *Penentuan Kebutuhan Peralatan Container Handling pada Unit Terminal Peti Kemas PT. Pelabuhan Indonesia III Surabaya*, Tugas akhir yang tidak dipublikasikan, Jurusan Teknik Industri ITS.
- Rizal, Husni., 2014, *Tesis Simulasi Proses Pemuatan Kapal Di Pelabuhan PT. WINA Gresik Dengan Tujuan Mengurangi Demorage*.
- Sari, Dewi Navulan, Syechalad, M.N dan Sofyan., 2001, *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Ekspor Kopi Arabika Aceh*. Jurnal Ekonomi
- Siagian, P., 1987, *Penelitian Operasional : Teori dan Praktek*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Suryani, Erma., 2006, *Pemodelan dan Simulasi Edisi Pertama*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

Taha, H.A., 2011, *Operations Research; An Introduction*, 9<sup>th</sup> Edition, Pearson Prentice Hall, New Jersey, USA.

Utami, Anella Khafiza., 2000, *Simulasi Antrian Pada Supermarket Mitra Anda Pontianak Menggunakan Arena*. Jurnal Teknik Industri

Wahyani, Widhy dan Ahmad, N.H., 2010, *Analisa Bottle Neck Dengan Pendekatan Simulasi Arena Pada Produk Sarung Tenun Ikat Traditional (Studi Kasus Pada UKM Sarung Tenun Ikat Traditional di Desa Wedani, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik)*. Jurnal Teknik Industri.