

## SIMULASI PROSES BONGKAR MUAT DAN PENGIRIMAN CARGO COAL DI PT.XYZ DENGAN PENDEKATAN *LEAN MANUFACTURING*

Lely Herlina<sup>1\*</sup>, Teresia Febriarti<sup>2</sup>, Bobby Kurniawan<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Industri, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jln. Jendral Sudirman Km. 3 Cilegon, Banten  
\*Email: lely@untirta.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ, perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pelabuhan. Salah satu kegiatannya adalah bongkar muat dan pengiriman cargo coal dari PT. XYZ ke PT. ABC. Waktu total yang disepakati untuk menyelesaikan proses bongkar muat dan proses pengiriman cargo coal dari PT. XYZ ke PT. ABC sebesar 48 jam atau 2 hari. Namun pada kenyataannya, proses tersebut melebihi dari waktu yang disepakati. Keterlambatan yang terjadi menunjukkan adanya waste pada proses bongkar muat dan pengiriman cargo coal. Penelitian ini bertujuan merancang simulasi eksisting, mengidentifikasi aktivitas-aktivitas value added (VA), non value added (NVA) dan necessary but non value added (NNVA) dan menentukan usulan perbaikan guna meminimasi takt time. Penyelesaian masalah pada penelitian ini menggunakan simulasi dan pendekatan lean manufacturing. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan antara sistem eksisting dan sistem nyata. Aktivitas yang termasuk ke dalam aktivitas value added yaitu proses bongkar muat, penimbangan dan pembongkaran, sementara aktivitas non value added yaitu trouble gate hopper #5, waiting truck dan meal time operator, dan aktivitas necessary but non value added adalah stop disch rain, waiting frontloader, cleaning dan sailing. Sementara dari hasil simulasi diperoleh bahwa usulan perbaikan yang dipilih adalah skenario 1 yaitu dengan penambahan shipunloader pada dermaga 1.4.

**Kata kunci:** lean manufacturing, simulasi, takt time, waste.

### 1. PENDAHULUAN

Konsep lean manufacturing adalah berusaha menghilangkan waste di dalam proses, atau merupakan konsep perampingan atau efisiensi. Konsep lean dapat diaplikasikan pada perusahaan manufaktur maupun jasa, karena efisiensi selalu menjadi target yang ingin dicapai oleh setiap perusahaan (Putra, 2011). Agar dapat menerapkan konsep lean, perusahaan harus mampu mengidentifikasi waste, kemudian mengurangi dan bahkan mengeliminasi waste. Waste merupakan segala kegiatan yang tidak memiliki nilai tambah. Gasperz (2011) membagi waste menjadi dua tipe, yaitu tipe I dan tipe II. Waste Tipe I adalah aktivitas kerja yang tidak memberikan nilai tambah sepanjang aliran produksi namun aktivitas ini tidak dapat dihindarkan karena berbagai alasan. Sementara Waste Tipe II merupakan aktivitas kerja yang tidak memberi nilai tambah dan harus segera dikurangi.

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang jasa pelabuhan. Salah satu kegiatannya adalah bongkar muat serta proses pengiriman kepada PT. ABC. PT. ABC merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang manufaktur dimana PT. ABC membutuhkan beberapa macam material yang digunakan untuk proses produksi baik sebagai bahan baku utama maupun bahan baku pendukung yaitu pembakaran. Sejak Juli 2013 PT. ABC mempercayakan PT. XYZ untuk menangani bongkar-muat serta pengiriman beberapa material yang diperlukan seperti *coal*, *iron ore pellet*, *limestone* dan *scrap*. Salah satu material yang banyak diperlukan adalah *coal* (batu bara). Batu bara merupakan material pendukung untuk bahan bakar dalam proses produksi PT. ABC. Sehingga PT. XYZ mengutamakan proses bongkar muat dan pengiriman terhadap PT. ABC dan memaksimalkan kinerja dalam segala proses baik proses bongkar muat maupun proses pengiriman material pada PT. ABC. Waktu yang disepakati untuk menyelesaikan proses bongkar muat dan proses pengiriman dari PT. XYZ kepada PT. ABC sebesar 48 jam atau selama 2 hari. Namun pada kenyataannya kesepakatan PT. XYZ dan PT. ABC tidak mencapai target dikarenakan waktu total untuk memproses bongkar muat dan pengiriman *cargo coal* sebesar 63,99 jam atau kurang lebih 3 hari. Keterlambatan pengiriman tersebut sangat merugikan kedua belah pihak

dimana PT. XYZ dikenakan penalti/*demurrage* oleh PT. ABC, sedangkan PT. ABC terkena *complain*/penalti oleh pihak jasa perkapalan yang sandar melebihi waktu yang ditargetkan. Dalam keterlambatan tersebut dapat dipastikan ada hambatan-hambatan yaitu *waste* (pemborosan) yang terjadi baik dalam proses bongkar muat *coal* dan proses pengiriman sampai kepada pemilik barang. Untuk mengatasi permasalahan ini digunakan pendekatan *lean manufacturing* dan juga pembuatan simulasi pada proses bongkar muat dan pengiriman *cargo coal* untuk melihat kesesuaian antara sistem nyata dengan simulasi.

Penelitian mengenai *lean manufacturing* dengan menggunakan simulasi telah dilakukan, diantaranya Putra (2011) dan Herlina (2013). Kedua penelitian tersebut menggunakan simulasi dengan pendekatan *lean manufacturing*. Herlina (2013) melakukan simulasi pada proses bongkar muat *iron ore* dengan tujuan meminimasi *makespan*.

Penelitian ini bertujuan merancang simulasi eksisting, mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang tergolong ke dalam aktivitas *value added* (VA), aktivitas *non value added* (NVA) dan aktivitas *necessary but non value added* (NNVA) dan menentukan usulan perbaikan guna meminimasi *takt time*. *Takt time* adalah waktu proses bongkar-muat dan pengiriman curah *coal* yang berdasarkan pada kecepatan permintaan konsumen.

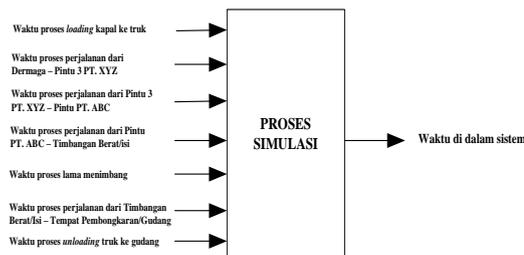
## 2. METODOLOGI

Data pada penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan atau observasi terhadap objek penelitian. Pengamatan dilakukan dengan dua cara yaitu melakukan pengamatan secara langsung di area objek penelitian dan mengumpulkan informasi dengan cara wawancara kepada karyawan. Data primer meliputi data waktu proses muat (*load*) dari kapal ke truk, data waktu proses pengiriman dari dermaga ke pintu PT. XYZ, data waktu proses pengiriman dari pintu PT. XYZ ke PT. ABC, data waktu proses pengiriman dari pintu PT. ABC ke tempat penimbangan, data waktu proses lama menimbang, data waktu proses pengiriman dari tempat penimbangan ke tempat pembongkaran dan data waktu proses lama pembongkaran. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari perusahaan yaitu data yang berhubungan dengan gambaran umum perusahaan ataupun arsip perusahaan yang menunjang penelitian ini.

Data-data yang telah dikumpulkan dilakukan pengolahan data. Pengolahan data yang dilakukan yaitu analisis data input, pembuatan simulasi sistem eksisting yaitu dengan uji kecukupan data, setelah data yang diuji dinyatakan cukup maka tahap selanjutnya adalah perancangan model simulasi eksisting, setelah dirancang maka masuk ke verifikasi dan validasi model. Setelah model valid maka dapat dikatakan tidak terdapat perbedaan antara sistem eksisting dan sistem nyata (Zuhdi, 2004). Tahap selanjutnya adalah pembuatan *flow process chart*, lalu masuk ke tahap *waste workshop* atau identifikasi pemborosan, pembuatan *current state* aktivitas proses, pembuatan *current state big picture mapping*, perancangan model simulasi skenario 1,2, dan 3. Kemudian melakukan perbandingan model sistem eksisting dengan skenario 1,2, dan 3. Lalu pemilihan model simulasi skenario terbaik. Tahap terakhir adalah pembuatan *future state* aktivitas proses dan *future state big picture mapping*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum identifikasi *waste* dilakukan, dilakukan simulasi terhadap sistem nyata. Hal ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada perbedaan antara sistem eksisting yang dibuat dengan sistem nyata. Gambar 1 merupakan bagan yang menunjukkan model konseptual pada penelitian ini :



**Gambar 1. Entity flow diagram**

Analisis data *input* meliputi *statistika deskriptif*, pengujian asumsi pada data yaitu uji independensi dan homogenitas serta dilakukan *distribution fitting* untuk mengetahui distribusi dari data yang telah diambil. Pengujian pada data *input* menggunakan *software Stat:fit*. Sebelum melakukan pengujian data *input*, dilakukan uji kecukupan data terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data yang diambil telah mewakili populasi yang ada. Tabel 1 merupakan tabel waktu proses muat kapal ke truk. Tabel ini digunakan sebagai contoh perhitungan uji kecukupan data untuk data waktu proses muat (*load*) dari kapal ke truk.

**Tabel 1. Waktu proses muat kapal ke truk (menit)**

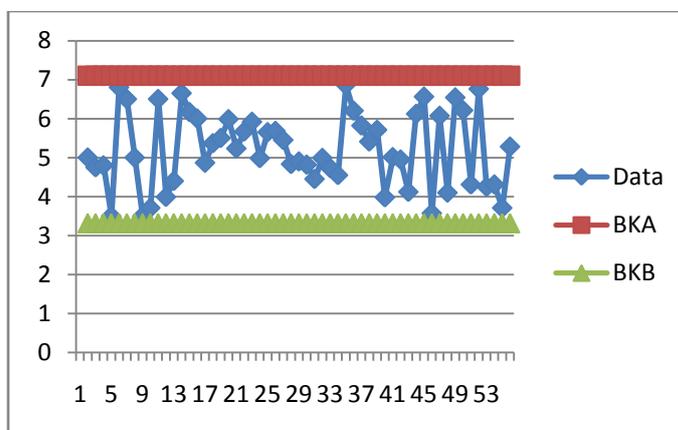
No	Dermaga (Muat)								
1	5.00	12	4.40	23	4.98	34	6.86	45	3.57
2	4.75	13	6.65	24	5.65	35	6.20	46	6.07
3	4.80	14	6.17	25	5.68	36	5.82	47	4.10
4	3.50	15	6.00	26	5.45	37	5.41	48	6.54
5	6.80	16	4.87	27	4.83	38	5.71	49	6.21
6	6.50	17	5.37	28	4.90	39	3.98	50	4.31
7	5.00	18	5.50	29	4.82	40	5.01	51	6.76
8	3.50	19	5.98	30	4.45	41	4.95	52	4.25
9	3.71	20	5.23	31	4.99	42	4.12	53	4.31
10	6.50	21	5.67	32	4.73	43	6.12	54	3.71
11	3.99	22	5.92	33	4.55	44	6.56	55	5.28

a. Uji Keseragaman Data

$$BKA = \bar{X} + 2\sigma = 5.212 + 2(0.95) = 7.11$$

$$BKB = \bar{X} - 2\sigma = 5.212 - 2(0.95) = 3.32$$

b. Peta Kontrol



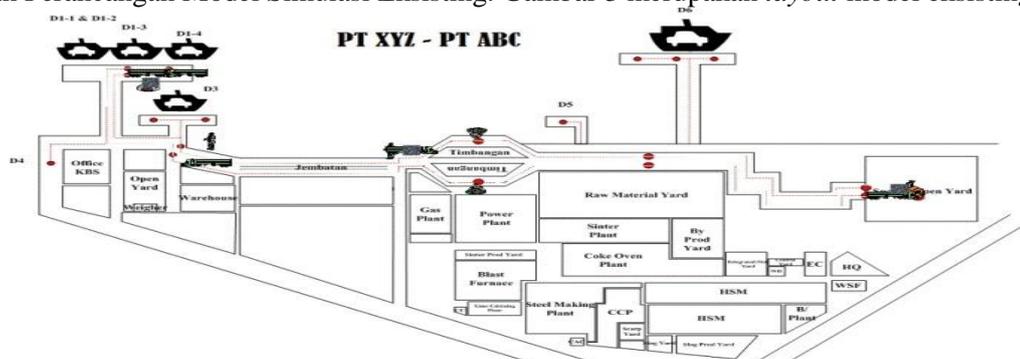
**Gambar 2. Peta kontrol**

Pada peta control diatas tidak terdapat data yang keluar (*out of control*) baik batas atas maupun bawah. Sehingga dapat disimpulkan data ini sudah seragam.

c. Uji Kecukupan : tingkat keyakinan yaitu sebesar 95% dengan tingkat ketelitian sebesar 5%

$$N' = \left[ \frac{40\sqrt{55(1542.73)} - (82189.24)}{286.69} \right]^2 = 51.79 \approx 52$$

Jika  $N > N'$ , maka data sudah mencukupi. Pengambilan data (N) sebanyak 55 data waktu proses, sedangkan perhitungan uji kecukupan ( $N'$ ) dihasilkan sebanyak 52 data. Sehingga dapat disimpulkan dengan 52 data saja telah mencukupi *sample* data yang diambil. Tahap selanjutnya adalah Perancangan Model Simulasi Eksisting. Gambar 3 merupakan *layout* model eksisting :



Gambar 3. *Layout* model eksisting

Setelah merancang model simulasi eksisting maka tahap selanjutnya adalah uji replikasi dimana uji replikasi ini untuk mengetahui apakah replikasi yang dijalankan sudah mencukupi replikasi minimal yang dibutuhkan. Replikasi yang dilakukan sebanyak 10 kali, sementara jumlah replikasi yang dibutuhkan adalah 3, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan replikasi 10 kali telah mencukupi replikasi minimal yang diperlukan. Setelah uji replikasi maka dilakukan uji verifikasi dan validasi model. Uji verifikasi model dilakukan dengan memperhatikan animasi. Animasi model yang dijalankan, berjalan sesuai dengan yang diinginkan peneliti serta menggunakan fasilitas *trace* dan *debugging*. Pada saat model dijalankan, fasilitas tersebut tidak memunculkan informasi bahwa model bermasalah atau dapat dikatakan bahwa model berjalan lancar sesuai yang diinginkan, sehingga model simulasi ini telah memenuhi uji verifikasi model. Setelah melakukan uji verifikasi terhadap model simulasi, maka selanjutnya diperlukan uji validitas antar model simulasi dengan sistem nyata yang ada. Uji validitas dilakukan untuk melihat apakah model simulasi yang dibuat sudah mewakili sistem nyata yang ada. Berikut perhitungan uji validitas menggunakan *Paired Sample T-Test* :

1.  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$  : Rata-rata waktu bongkar muat serta proses pengiriman sistem nyata = rata rata waktu bongkar muat serta proses pengiriman model simulasi
2.  $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$  : Rata-rata waktu bongkar muat serta proses pengiriman sistem nyata  $\neq$  rata rata waktu bongkar muat serta proses pengiriman model simulasi
3.  $\alpha$  : 0,05
4. Wilayah Kritik tolak  $H_0$  jika :
  - $t_{hitung} > t_{tabel}$
  - $t_{hitung} > t_{(n-1, \alpha/2)}$
  - $t_{hitung} > t_{(9 ; 0,025)}$
  - $t_{hitung} > 2,262$
5. Hasil perhitungan menggunakan *software* SPSS, ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Paired samples T-test**

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Sistem_Nyata - Sistem_Eksisting	.0010 0	.01197	.00379	-.00756	.00956	.264	9	.798

6. Keputusan : Dari *output* dapat dilihat bahwa Sig (2 tailed) = 0,798. Hal itu berarti probabilitas lebih dari  $\alpha = 0,05$  dengan demikian  $H_0$  diterima yang berarti adalah tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata *output* sistem nyata (riil) dibanding sistem simulasi. Selain itu, nilai  $t_{hitung}$  sebesar 0,264 kurang dari nilai  $t_{tabel}$  sebesar 2,262 yang berarti juga  $H_0$  diterima.

Setelah diketahui bahwa model simulasi eksisting tidak terdapat perbedaan dengan sistem nyata maka tahap selanjutnya adalah pembuatan *waste workshop* melalui proses wawancara dan penyebaran kuesioner. Proses wawancara dan penyebaran kuesioner ini dilakukan terhadap sepuluh orang yang berkaitan langsung dengan proses pengiriman curah batu bara (*coal*) dari PT. XYZ ke PT. ABC. Tabel 3 menunjukkan rata-rata hasil skor masing-masing *waste* berdasarkan urutan dari yang tertinggi ke yang terendah :

**Tabel 3. Skor rata-rata tiap pemborosan**

Pemborosan	Rata-Rata	Rangking
<i>Transportation</i>	7.99	1
<i>Unappropriate Processing</i>	7.89	2
<i>Defect</i>	7.39	3
<i>Waiting</i>	6.07	4
<i>Inventory</i>	5.66	5
<i>Motion</i>	0	6
<i>Overproduction</i>	0	7

Berdasarkan tabel terlihat bahwa nilai rata-rata *transportation* menempati rangking pertama dengan nilai rata-rata sebesar 7,99. Namun karena *transportation* terbesar berada pada titik lokasi timbangan dengan tempat pembongkaran yang merupakan wilayah PT. ABC, *transportation* tidak dapat diteliti dikarenakan bukan daerah penelitian. Setelah dilakukan observasi lapangan, maka proses bongkar muat dari kapal ke truk merupakan *waste* terbesar atau merupakan titik utama masalah dalam penelitian ini, maka tahap selanjutnya menjabarkan aktivitas setiap proses mulai dari proses bongkar-muat serta proses pengiriman curah batu bara dari PT. XYZ ke PT. ABC. Berikut adalah penggolongan aktivitas :

a. *Value Added* : Aktifitas yang memberikan nilai tambah

**Tabel 4. Aktivitas value added**

No	Aktivitas	Waktu	Kategori
1	Proses muat dari kapal ke truk	2693.57	VA
2	Proses Penimbangan	330.88	VA
3	Proses pembongkaran	816.86	VA
<b>Total</b>		<b>3841.31</b>	

b. *Necessary But Non Value Added* : Aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah ke dalam proses pengiriman namun perlu dilakukan untuk mendukung aktifitas yang memberikan nilai tambah (*Value Added*)

**Tabel 5. Aktivitas necessary but non value added**

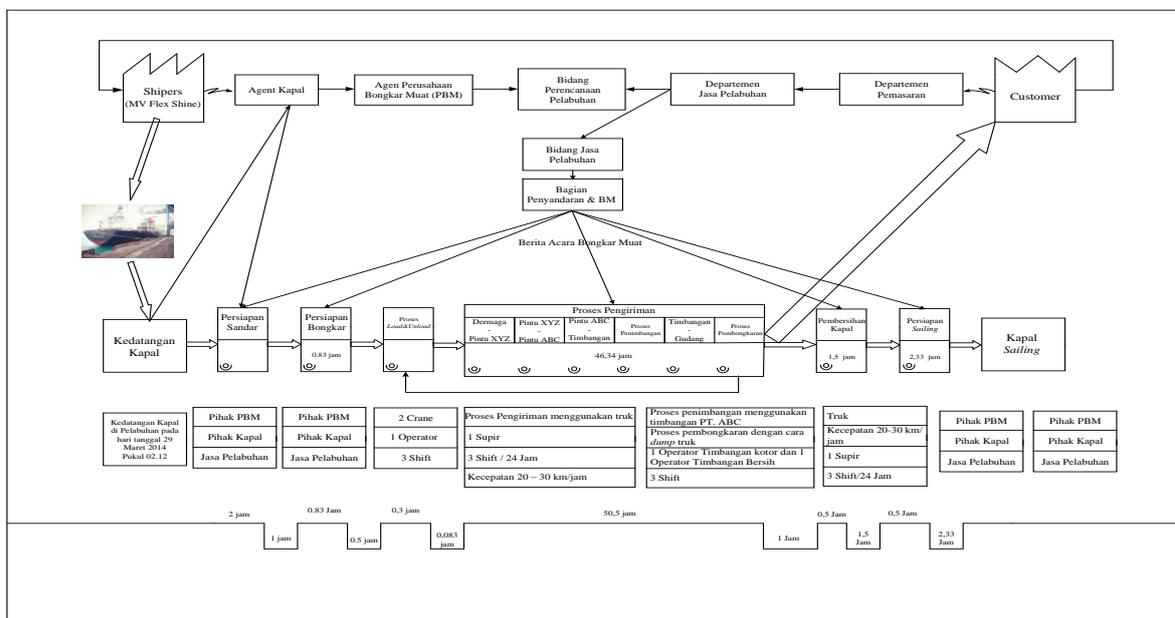
No	Aktivitas	Waktu	Kategori
1	Stop dish due to rain	60	NNVA
2	Stop dish due to rain	30	NNVA
3	Waiting frontloader	16.43	NNVA
4	Cleaning	90	NNVA
5	Sailing	140	NNVA
<b>Total</b>		<b>336.43</b>	

c. Non Value Added : Aktifitas yang tidak memberikan nilai tambah

**Tabel 6. Aktivitas non value added**

No	Aktivitas	Waktu	Kategori
1	Trouble Gate hopper #5	120	NVA
2	Trouble Gate hopper #5	210	NVA
3	Waiting truck #1,5/ problem in stock yard (full)	180	NVA
4	Waiting truck #1,5/ problem in stock yard (full)	90	NVA
5	Meal time operator	60	NVA
<b>Total</b>		<b>660</b>	

Selanjutnya adalah tahap pembuatan *Big Picture Mapping* guna mengetahui alur proses dari konsumen sampai supplier seperti apa. Berikut ini adalah gambaran *Big Picture Mapping* dari proses pengiriman curah batu bara dari PT. XYZ ke PT. ABC :



**Gambar 4. Big Picture Mapping**

Rancangan skenario usulan dibuat untuk mengurangi waktu proses di dalam proses bongkar muat serta proses pengiriman dari PT. XYZ ke PT. ABC. Berikut ini rencana skenario yang akan dibuat :

1. Skenario 1 : menambahkan *shipunloader*
2. Skenario 2 : menambahkan timbangan
3. Skenario 3 : *combine* skenario 1 dan 2

Perbandingan hasil simulasi antara sistem eksisting dengan skenario 1,2, dan 3 dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7. Perbandingan sistem eksisting dan scenario**

No	Sistem Eksisting	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
1	63.98	53.14	63.98	53.24
2	63.99	53.16	63.99	53.26
3	64	53.16	64	53.26
4	63.99	53.15	63.99	53.25
5	64	53.17	64	53.26
6	63.99	53.16	63.99	53.28
7	64	53.20	64	53.28
8	64	53.19	64	53.29
9	63.99	53.17	63.99	53.25
10	63.99	53.16	63.99	53.26
Rata-rata	63.99	53.17	63.99	53.26
S	0.0067	0.017	0.0067	0.015

Pada tabel menjelaskan mengenai perbandingan waktu rata-rata proses bongkar-muat serta proses pengiriman dari PT. XYZ kepada PT. ABC. Terdapat 3 skenario dan 1 simulasi eksisting dimana pada simulasi eksisting rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut sebesar 63.99 jam, untuk skenario 1 dengan penambahan *crane (shipunloader)* membutuhkan waktu sebesar 53.17 jam, untuk skenario 2 dengan menambahkan jumlah timbangan pada PT. ABC membutuhkan waktu sebesar 63.99 jam dan untuk skenario 3 dengan mengkombinasikan penambahan yaitu penambahan *crane (shipunloader)* dan timbangan membutuhkan waktu sebesar 53.26 jam.

Dari skenario dan kondisi eksisting yang disimulasikan didapatkan bahwa skenario 1 menghasilkan *output* yang lebih baik dibandingkan yang lainnya. Oleh karena itu skenario 1 adalah skenario usulan yang lebih baik.

Setelah dilakukan usulan perbaikan maka selanjutnya dilakukan perhitungan Persentase *Process Cycle Efficiency (PCE)* yang diperoleh setelah memilih usulan perbaikan yang terbaik yaitu pada skenario 1. Berikut perhitungannya :

$$\begin{aligned}
 PCE_{\text{eksisting}} &= 0,7299 = 72,99\% \\
 PCE_{\text{Skenario 1}} &= 0,8889 = 88,89\% \\
 \text{Maka PCE} &= PCE_{\text{skenario 1}} - PCE_{\text{eksisting}} \\
 &= 15,9\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai *Process Efficiency (PCE)* diatas maka diketahui bahwa efisiensi waktu proses bongkar muat dan pengiriman cargo *coal* dari PT. XYZ ke PT. ABC mengalami peningkatan sebesar 15,9%.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan adalah hasil simulasi pada sistem eksisting menunjukkan waktu rata-rata proses bongkar muat dan pengiriman cargo *coal* dari PT. XYZ ke PT. ABC membutuhkan waktu sebesar 63,99 jam, Aktivitas-aktivitas pada proses bongkar muat dan pengiriman cargo *coal* dari PT. XYZ ke PT. ABC, aktivitas *Value Added (VA)* terdiri dari 4 aktivitas yaitu proses bongkar dari kapal untuk dimuat ke truk, proses penimbangan isi, proses pembongkaran dan proses penimbangan kosong. Untuk aktivitas *Non Value Added (NVA)* terdiri dari 5 aktivitas yaitu *Trouble Gate Hopper #5* sebanyak 2 kali, *Waiting Truck #1,5* sebanyak 2 kali dan *Meal Time Operator*. Dan untuk aktivitas *Necessary but Non Value Added* terdiri dari 5 aktivitas yaitu *Stop Dish Due to Rain* sebanyak 2 kali, *Waiting Frontloader*, *Cleaning*, dan *Sailing* dan dari ketiga

usulan perbaikan maka skenario yang terpilih adalah skenario 1 yaitu dengan usulan perbaikan penambahan *shipunloader* pada dermaga 1.4 guna mempercepat proses bongkar muat dan pengiriman cargo *coal* dari PT. XYZ ke PT. ABC. Sehingga didapat *takt time* yang hampir mendekati target dengan waktu penyelesaian sebesar 53,17 jam.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Gaspersz, V., dan Fontana, A. 2011, *Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries*, Bogor, Vichisto Publication.
- Herlina, Lely., 2013, Aplikasi Lean Manufacturing pada Proses Unloading Cargo Iron Ore dengan Pendekatan Simulasi, *Prosiding IENACO 2013, ISSN 2377-4349*.
- Putra, Arie R., Penerapan Simulasi pada Perusahaan Berbasis Lean, *Jurnal Teknik Industri* Vol 1 No. 2 Juli 2011: 181 - 188.
- Zuhdi, A. 2004. *Pelatihan Dasar Optimasi Proses Produksi Dengan Metode Simulasi*. Yogyakarta: UGM.