

Pengurangan Dwelling Time pada Aktivitas Pembongkaran Terminal Petikemas

Fitra Lestari¹, Muhammad Iqbal Rachman¹

¹ Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau
Jl. HR. Soebrantas No. 155 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
Email: fitra.lestari@uin-suska.ac.id, rachmanbale@gmail.com

ABSTRAK

Studi kasus ini mendeskripsikan aktivitas pada suatu terminal petikemas yang memiliki rata-rata *dwelling time* selama 8 hari. Hal ini memperlambat aktivitas pada terminal petikemas dan merugikan berbagai pihak meliputi pemilik barang dan pihak terminal petikemas. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat skenario perbaikan dalam mengurangi aktivitas *dwelling time* di terminal petikemas. Penelitian ini menggunakan pendekatan *discrete event simulation* untuk melakukan perbaikan aktivitas pembongkaran dengan membuat beberapa skenario perbaikan. Hasil yang diperoleh bahwa skenario pertama dengan penambahan 1 unit reach steker dan skenario kedua melakukan penambahan 1 unit reach steker dan 1 unit top loader. Dengan menggunakan *Software Arena*, diperoleh output truk pada skenario satu adalah 38 truk dan pada skenario dua adalah 37 truk. Dengan demikian, skenario satu lebih tepat untuk menjadi skenario terpilih. Lebih lanjut, rata-rata total biaya storage setiap bulan yang dibayar customer adalah Rp 1.528.400 untuk container 20" dan Rp 3.437.950 untuk container 40". Implikasi pada penelitian ini dapat memberikan usulan perbaikan pada aktivitas pembongkaran di petikemas. Penelitian selanjutnya di harapkan dapat menambah jumlah skenario perbaikan untuk pengurangan *dwelling time*.

Kata Kunci: *dwelling time*, discrete event simulation, terminal, petikemas, Arena.

ABSTRACT

This case study describes the activity of container terminal that has an average dwelling time of 8 days. Consequently, it reduced service level at the container terminal and provided lost for various parties including the goods owner and the container terminal. The purpose of this study is to make improvements in reducing dwelling time activities in container terminals. This study used discrete event simulation approach to improve demolition activities by making several scenarios. The results obtained that the first scenario with the addition of 1 unit reach steker and the second scenario add 1 unit reach steker and 1 unit top loader. By using Software Arena, the truck output in first scenario was 38 trucks and in second scenario was 37 trucks. Thus, scenario one is more appropriate to be the chosen scenario. Furthermore, the average total cost of storage each month showed that the customer pays was IDR 1,528,400 for container 20 "and IDR 3,437,950 for container 40". The implication in this study abbe to suggest improvements in demolition activities in containers. Future research is expected to increase the number of improvement scenarios for dwelling time reduction.

Keywords: *dwelling time*, discrete event simulation, terminal, container, Arena.

Corresponding Author:

Fitra Lestari

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau,
Email: fitra.lestari@uin-suska.ac.id

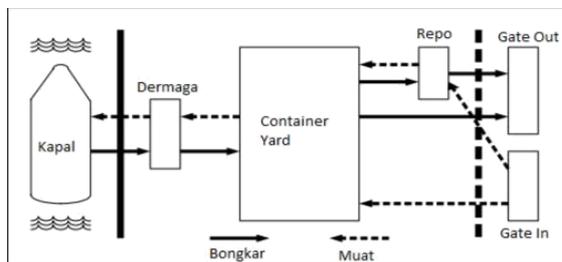
Pendahuluan

Kegiatan perdagangan merupakan salah satu sektor pembangunan ekonomi yang harus membutuhkan sarana pengangkutan barang yang memadai. Transportasi laut memainkan peran penting yang merupakan fasilitator utama dalam mendistribusikan barang lokal dan

internasional. Kondisi industri perkapalan saat ini terjadinya lalu lintas barang di pelabuhan yang terus meningkat sehingga menyebabkan design kapal semakin besar dan jenis barang yang diangkut bervariasi [1]. Lebih lanjut, beberapa kapal dengan ukuran besar dibangun untuk sarana transportasi masal sehingga membutuhkan terminal yang luas. Konsekuensinya, industri

membutuhkan waktu yang lama dalam proses bongkar muat barang di pelabuhan. Penelitian ini juga menyatakan bahwa Pelabuhan dengan kapasitas besar yang tidak memenuhi standard akan kehilangan daya saing dalam pelayanan transportasi barang.

Penelitian ini mengkaji aktivitas bongkar muat pada Terminal Petikemas di Provinsi Riau. Terminal Petikemas memiliki panjang dermaga 308 meter dengan lebar 33,5 meter sehingga mampu melayani dua kapal. Industri ini memiliki fasilitas meliputi *Container Yard* (CY) seluas 24.000 m² dengan daya tampung 88.155 TEUs/tahun. Lebih lanjut, Terminal Petikemas ini memiliki fasilitas 2 *Shore crane*, 4 *head truck*, 2 *reach steker* dan 1 *top loader*. Aktivitas pada studi kasus in dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Bongkar Muat Pelabuhan

Permasalahan yang terjadi pada studi kasus ini menunjukkan adanya *dwelling time* rata-rata selama 8 hari. Kondisi ini menyebabkan biaya logistik semakin tinggi dan terbatasnya ruang untuk petikemas dalam aktivitas bongkar di pelabuhan. Rafi dan Purwanto (2016) menyatakan bahwa kondisi ideal untuk rata-rata *dwelling time* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Waktu *Dwelling time* Petikemas

Country/port	Dwell (in day)	Remarks
Singapore	1,1	Excellent/cepat
Hong Kong, China	2	Sangat baik/cepat
France	3	Baik/sedang
Australia, New Zealand	3	Baik/sedang
United Kingdom, Los Angeles (USA)	4	Moderate/rata
Port Klang (Malaysia)	4	Moderate/rata
Thailand	5	Kurang baik/lambat
Tanjung Priok (Indonesia)	6,7	sangat lambat

Kondisi pada studi kasus ini dapat disimpulkan bahwa *dwelling time* yang lama pada aktivitas bongkar di pelabuhan. Untuk rekomendasi perbaikan *dwelling time*, Nashrulhaq et al. (2014) meneliti menggunakan metode *discrete event simulation*. Penelitian ini dapat mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Pada kasus ini pendekatan *discrete event simulation* dibutuhkan karena setiap perubahan suatu status pada sistem dipicu oleh suatu kejadian (*event*). Lebih lanjut, pendekatan ini diperuntukan bagi sistem yang memiliki tahapan proses

dalam waktu tertentu dan untuk kejadian-kejadian yang muncul secara diskrit pada saat-saat tertentu.

Dengan jelas penelitian ini memiliki tujuan membuat skenario perbaikan untuk mengurangi *dwelling time* pada aktivitas bongkar pelabuhan petikemas. Penelitian ini mengasumsikan bahwa waktu kerja pada terminal peti kemas adalah 24 jam. Waktu ini dibagi menjadi 4 shift dan setiap shift bekerja selama 4 jam dan istirahat selama 2 jam. Kondisi antrian di asumsikan mengikuti pola First In First Out. Lebih lanjut, metode antrian yang diterapkan menggunakan pendekatan *Single Chanel Multi Phase*.

Discrete Event Simulation

Sistem adalah kumpulan dari beberapa entitas yang melakukan interaksi untuk mencapai tujuan. Sistem antrian ialah suatu garis tunggu dari pelanggan yang memerlukan layanan dari satu atau lebih pelayan. Heizer dan Render (2004) mengklasifikasikan sistem antrian menjadi sistem yang berbeda-beda sehingga teori antrian dapat digunakan dan diterapkan secara luas. Lebih lanjut mereka mengklasifikasikan metode antrian menjadi 4 model meliputi: *Single Channel Single Phase*, *Single Channel Multi Phase*, *Multi Channel Single Phase* dan *Multi Channel Multi Phase*.

Sistem yang baik secara kualitatif dapat mewakili suatu kejadian dimana dapat menggambarkan secara jelas hubungan interaksi antar berbagai faktor-faktor penting yang akan diamati. Untuk mengembangkan model maka diperlukan penelitian pada sistem nyata untuk mengetahui pengaruh atau hasil *output* dari input yang berbeda-beda [5]. Pendekatan perbaikan pada sistem nyata dapat dilakukan dengan menerapkan metode simulasi. Ashari (2014) menyatakan bahwa simulasi merupakan salah satu cara untuk memecahkan berbagai persoalan yang dihadapi di dunia nyata ke dalam model matematika.

Discrete Event Simulation merupakan *tools* yang mampu membantu, memahami dan mengelola sistem manufaktur yang dapat mewakili sistem nyata [7]. Lebih lanjut, *Software Arena* merupakan suatu perangkat lunak simulasi dan otomasi yang dikembangkan oleh System Modelling. Software ini mampu membangun model eksperimen dengan menggunakan modul-modul yang menyatakan proses atau logika [8]. Lebih lanjut, software ini memiliki garis penghubung yang digunakan untuk menyatakan hubungan antar modul dan atau menyatakan aliran entitas.

Sebelumnya telah banyak peneliti yang meneliti tentang simulasi bongkar muat di berbagai tempat seperti penelitian Alqorni dan Kromodihardjo (2012) pada dermaga antrian kapal. Lebih lanjut, Medianto et al. (2013) melakukan simulasi prosedur kedatangan pada terminal Air Space. Oleh karena itu maka, peneliti ini akan menggunakan metode simulasi pada aktivitas pembongkaran di terminal petikemas.

Metode Penelitian

Pengumpulan data ini berdasarkan data primer dan sekunder. Ranman et al. (2019) menyatakan bahwa data primer merupakan data yang diperoleh dengan wawancara secara langsung dengan melakukan pencatatan ulang terhadap sampel yang diteliti untuk kemudian dilakukan pengolahan data. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah waktu proses pembongkaran petikemas, waktu Pelayanan dan waktu antri. Lebih lanjut, data yang digunakan sebagai pendukung adalah data umum perusahaan yang meliputi profil perusahaan beserta struktur perusahaan dan fasilitas yang disediakan oleh pihak perusahaan.

Pengolahan data penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu membuat *Activity Cycle Diagram* kemudian melakukan uji kecukupan data uji keseragaman data dan uji distribusi data. Selanjutnya membuat dan verifikasi model simulasi awal pada *software* Arena yang dilanjutkan dengan menentukan replikasi dan melakukan validasi model awal. Untuk perbaikannya membuat skenario perbaikan dan *comparing system* untuk membandingkan *output* simulasi perbaikan untuk di pilih. Lebih lanjut, tahapan terakhir penelitian ini adalah menghitung kerugian dari *dwelling time*.

Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengkaji aktivitas bongkar muat pada Terminal Petikemas di Provinsi Riau.. Terminal Petikemas ini memiliki fasilitas 2 Shore crane, 4 head truck, 2 reach steker dan 1 top loader. Hasil pengolahan data diperoleh bahwa model translasi menggunakan *Activity Cycle Diagram*. Gambar 2 Menunjukkan *Activity Cycle Diagram* aktivitas pembongkaran di terminal petikemas. Kemudian dilakukan pengolahan data dengan menggunakan uji kecukupan dan uji keseragaman data. Hasil ini menunjukkan bahwa data bisa di olah untuk dilakukan eksperimen. Untuk mewakili data dilakukan uji distribusi data. Distribusi data didapatkan pada *software* Arena dengan menu *Input Analyzer*. Berikut rekapitulasi distribusi data dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 2. Rekapitulasi Distribusi Data

Aktivitas	Jenis Distribusi	Expression
Waktu Kedatangan Truk Internal	Weibull	0.001 + WEIB(11.4, 0.432)
Waktu Kedatangan Truk Eksternal	Weibull	-0.5 + WEIB(6.83, 1.36)
Waktu Proses Shorecrane1	Beta	9.5+29*BETA(0.585,0.787)

Waktu Proses Shorecrane2	Beta	8.5 + 27 * BETA(0.817, 0.844)
Waktu Proses Reachsteker1	Lognormal	9.5 + LOGN(14.1, 26.1)
Waktu Proses Reachsteker2	Lognormal	9.5 + LOGN(14.1, 26.1)
Waktu Proses Top Loader	Beta	8.5 + 27 * BETA(0.938, 0.904)

Model translasi pada penelitian ini dibuat menggunakan *software* Arena. Model ini berguna untuk melihat simulasi sesuai dengan kondisi nyata pada studi kasus. Gambar 3 menunjukkan model translasi di terminal petikemas. Untuk mengurangi variansi maka pengujian simulasi dilakukan sebanyak 10 kali replikasi awal. Selanjutnya ditentukan jumlah replikasi yang dibutuhkan hal ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode *absolute error* dengan interval kepercayaan sebesar 95% maka perhitungannya adalah :

$$\begin{aligned}
 n &= 10 \\
 n-1 &= 9 \\
 \alpha &= 0,05 \\
 hw &= \frac{(t_{n-1}, \alpha / 2)xs}{\sqrt{n}} \\
 &= \frac{2,26 \times 3,14}{\sqrt{10}} \\
 &= 2,25
 \end{aligned}$$

Sehingga perhitungan replikasinya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 n' &= \left[\frac{(Z_{0,05/2}xs)}{\beta} \right]^2 \\
 &= \left[\frac{1,96 \times 3,14}{2,255} \right]^2 \\
 &= 7,51 \approx 8
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan replikasi maka di dapat replikasi yang seharusnya dilakukann adalah 8 replikasi. Berikut dalah Hasil dari *output* simulasi.

Tabel 3. Output Simulasi

Replikasi Ke-	Jumlah Input (Truk)	Jumlah Output (Truk)	Tidak Terlayani (Truk)	Waktu Antri (Menit)
1	43	24	19	9,9
2	43	26	17	7,8

3	57	29	28	7,2
4	64	32	32	9,3
5	47	29	18	5,6
6	52	22	30	9,5
7	47	29	18	9,3
8	46	26	20	9,9
Total	399	217	182	68,5
Rata-rata	49,8	27,1	22,75	8,6

Selanjutnya melakukan validasi dengan cara membandingkan *output* simulasi dengan *output* nyata.

Tabel 4. *Troughput Difference* Simulasi

Replikasi Ke-	Output Simulasi	Output Nyata	Troughput Difference
1	24	30	-6
2	26	29	-3
3	29	31	-2
4	32	29	3
5	29	28	1
6	22	28	-6
7	29	31	-2
8	26	30	-4
Rata-rata	29,50	27,13	-2,38
Variansi	1,20	3,23	9,98
Standar Deviasi	1,43	10,41	3,16

Setelah itu dilkuka uji hipotesa dengan level signifikan $\alpha = 0.05$.

$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$ atau tidak ada perbedaan yang signifikan antara *output* nyata dengan *output* simulasi.

$H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$ atau terdapat perbedaan signifikan antara *output* nyata dengan *output* simulasi.

$$\begin{aligned}
 hw &= \frac{(t_{n-1}, \alpha / 2)xs}{\sqrt{n}} \\
 &= \frac{2,365 \times 3,16}{\sqrt{8}} \\
 &= 2,6
 \end{aligned}$$

Sehingga *confidence interval*-nya adalah:

$$\begin{aligned}
 &= [(X_1 - X_2) - Hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (X_1 - X_2) + Hw] \\
 &= [-2,38 - 2,6 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq -2,38 + 2,6] \\
 &= (-4,98 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 0,22)
 \end{aligned}$$

Karena nilai berada pada rentang yang ditentukan, maka keputusannya adalah H_0 diterima. dengan demikian dapat diambil kesimpulan tidak ada perbedaan signifikan antara *output* sistem kondisi nyata dengan *output* saat simulasi. Untuk itu dapat dikatakan bahwa simulasi yang telah dirancang valid.

Pada penelitian ini, peneliti membuat dua usulan alternatif untuk di simulasikan dengan software Arena. Usulan alternatif pertama dengan cara menambah satu unit alat reachsteker dan Alternatif kedua dilakukan percobaan berupa penambahan satu unit alat reachsteker dan satu unit alat top loader. Skenario perbaikan terpilih berdasarkan perbandingan jumlah pelanggan yang dapat dilayani antara skenario eksisting dan setiap skenario perbaikan. Skenario perbaikan terpilih juga dapat dilihat dari waktu menunggu yang lebih sedikit (minimal) dan dari utilitas dengan nilai rata-rata yang tidak terlalu tinggi ataupun terlalu rendah yang dapat dilihat pada tabel 5 yang terlihat skenario 1 lebih baik dari skenario 2.

Tabel 5. Perbandingan Model Awal dan Usulan

No	Nama Skenario	Jumlah Input (Truk)	Jumlah Output (Truk)	Tidak Terlayani (Truk)	Waktu Antri (Menit)
1	Model Awal	50	27	23	7,6
2	Alternatif 1	50	38	12	5,5
3	Alternatif 2	53	37	16	7,9

Kapal akan lebih lama bersandar untuk menunggu. Dengan lebih lamanya kapal yang bersandar, maka membuat kapal selanjutnya juga ikut mengantri lebih lama.

Tabel 6. Biaya Storage

	Masa I (1-3 hari) /days	Masa II (4-6 hari) /days	Masa III (lebih 6 hari) /days
20' /c ont	Rp 10.189	Rp 20.379	Rp 30.568
40' /co nt	Rp 22.920	Rp 45.839	Rp 68.759

Dwelling time yang sampai 8 hari akan menyebabkan biaya storage sebagai berikut :

a. *Container 20''*

$$\begin{aligned}
 \text{Masa I (3 hari)} &= 3 \times 10.189 \\
 &= \text{Rp } 30.567
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Masa II (3 hari)} &= 3 \times 20.379 \\
 &= \text{Rp } 61.137
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Masa III (2 hari)} &= 2 \times 30.568 \\
 &= \text{Rp } 61.136
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total} &= \text{Masa I} + \text{Masa II} + \text{Masa III} \\
 &= 30.567 + 61.137 + 61.136 \\
 &= \text{Rp } 152.840
 \end{aligned}$$

b. Container 40''

Masa I (3 hari)	= 3 x 22.920
	= Rp 68.760
Masa II (3 hari)	= 3 x 45.839
	= Rp 137.517
Masa III (2 hari)	= 2 x 68.759
	= Rp 137.518
Total = Masa I + Masa II + Masa III	
	= 68.760 + 137.517 + 137.518
	= Rp 343.795

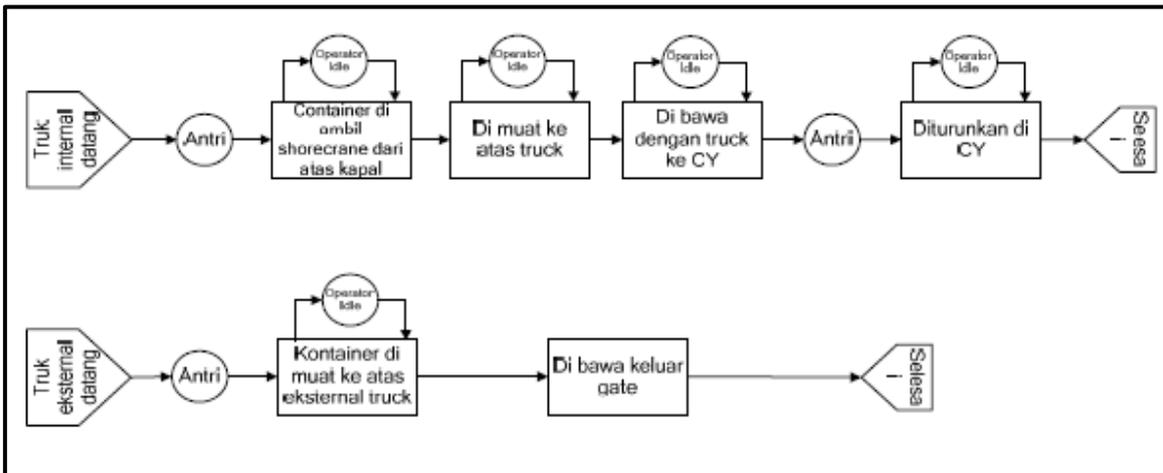
Biaya yang terjadi karena *dwelling time* yang sampai 8 hari adalah Rp 152.840 setiap kontainer untuk kontainer 20'' dan Rp 343.795 setiap kontainer untuk kontainer 40''. Dengan arus bongkar muat yang semakin bertambah setiap tahunnya, membuat kerugian semakin bertambah. Jika arus kontainer rata-rata 10.000 kontainer perbulannya, maka estimasi pendapatan terminal petikemas dari storage penumpukan saja adalah sebesar Rp 1.528.400.000 untuk 20'' dan Rp 3.437.950.000.

Kesimpulan

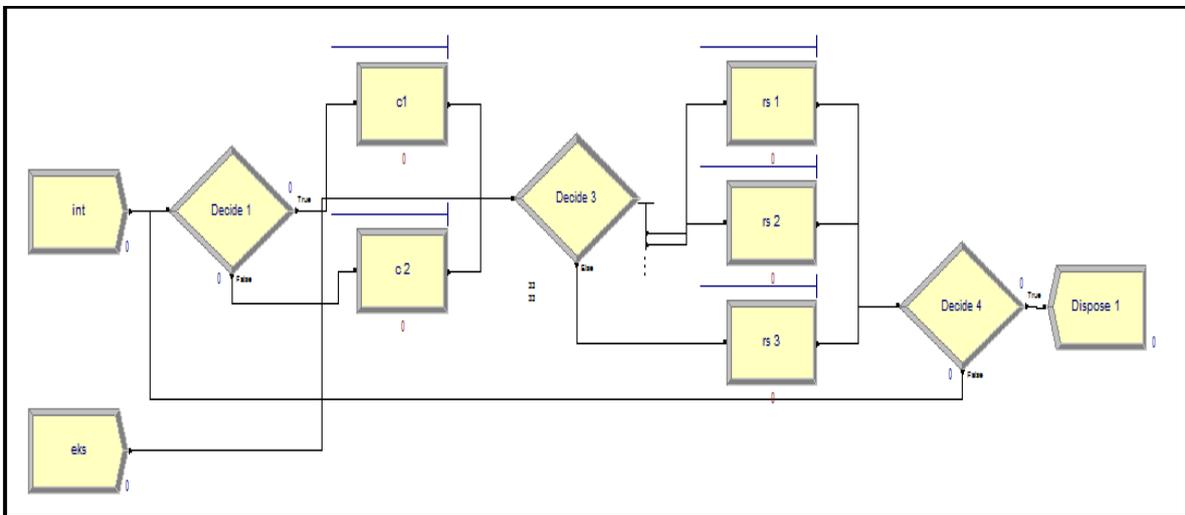
Skenario perbaikan yang dipilih pada studi kasus ini adalah skenario perbaikan 1. Skenario perbaikan 1 dipilih karena dilihat dari perbandingan sistem jumlah truk yang dilayani, menunjukkan bahwa pada skenario perbaikan 1 memiliki waktu tunggu atau waiting time lebih kecil serta memiliki nilai utilisasi yang cukup baik. Untuk peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan kajian terhadap perhitungan material handling yang digunakan pada proses pembongkaran kontainer pada terminal petikemas.

Daftar Pustaka

- [1] Setiawan, R., Tedjakusuma, B., Hendrasetia, Y. A., & Lukito, F.. Simulasi Sistem Penanganan Di Lapangan Penumpukan Peti Kemas. *Jurusan Teknik Sipil Universitas Kristen Petra*, 2015.
- [2] Rafi. S dan Purwanto, B. *Dwelling Time Management : Antara Harapan Dan Kenyataan Di Indonesia. Jurnal Manajemen Bisnis Transportasi Dan Logistik*, 2016. 2 (2). Pp. 220- 228.
- [3] Nashrulhaq, M. I., Nugraha, C., & Imran, A. Model Simulasi Sistem Antrean Elevator. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 02(Model Simulasi), 2014, pp. 121–131.
- [4] Heizer and Render. *Operations Management – Waiting Line Models Module D*, Prentice Hall, Inc, Upper Saddle River, N.J. USA. 2004.
- [5] Riyanto, O. A. W.. Simulasi Model Sistem Kerja Pada Departemen Injection Untuk Meminimasi Waktu Work-In-Process. *Jurnal Teknik Industri*, 2016, 15(1), 69–78.
- [6] Ashari. Penerapan Metode Times Series Dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa. *Jurnal Program Studi Teknik Informatika*, 2014. Pp. 9–16.
- [7] Lestari, F., Ismail, K., Bakar, A., Hamid, A., Supriyanto, E., & Sutopo, W. Simulation of Refinery-Supplier Relationship. *In The International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*, 2016. Vol. II, pp. 740–744.
- [8] Kelton, W. D. Sadowski, R. P. and Sadowski, D. A. *Simulation with Arena*. Second Edition, New Jersey: McGraw-Hill. 2002.
- [9] Alqorni, K., & Kromodihardjo, S. Meningkatkan Laju Pembongkaran Pada Dermaga Bongkar Untuk Mengurangi Masalah Antrian Kapal Dengan Metode Simulasi (Studi Kasus: PT Petrokimia Gresik). *Jurnal Teknik Pomits*, 2012. 1(2), 1–5.
- [10] Medianto, R., Sadono, M., & Pasaribu, H. M. Simulasi Prosedur Kedatangan Pada Terminal Airspace. *Angkasa*, 2013. Pp.143–154.
- [11] Rahman, A. L., Astuti, E. S., & Saifi, M.. Analisis Pelaksanaan Pemeriksaan Pajak Dalam Pencapaian Target Penerimaan Pajak. *Jurnal Perpajakan (JEJAK)*, 2016, 9(1), 1–5.



Gambar 2. Activity Cycle Diagram



Gambar 3. Model Tranlasi Arena Software