

## **SIMULASI MODEL SISTEM PELAYANAN *TRUCK* PADA PROSES MUAT PUPUK DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE ARENA* UNTUK MENGOPTIMALKAN FASILITAS PELAYANAN**

**(Studi Kasus: Gudang Multiguna (GMG) PT Petrokimia Gresik)**

Siti Rohmawati\*<sup>1</sup>, Dzakiyah Widyaningrum\*<sup>2</sup>, Moh. Jufriyanto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik

<sup>2</sup>Dosen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik Jl. Sumatera No. 101  
GKB-Gresik 61121, Jawa Timur, Indonesia

\*E-mail: [rahmama172@gmail.com](mailto:rahmama172@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Kelancaran proses distribusi pelayanan yang optimal memerlukan dukungan sistem penunjang distribusi yang baik dan lancar, dengan itu akan berdampak pada ketepatan waktu proses pendistribusian. Sedangkan hambatan yang sering terjadi didalam kelancaran proses distribusi pelayanan adalah hambatan di dalam lintasan pelayanan atau pada kesibukan sistem pelayanan itu sendiri. Ketidakseimbangan lintasan dalam kegiatan pelayanan distribusi di pabrik dapat dilihat dari terlalu padatnya tingkat kedatangan pelanggan dalam sistem, sedangkan di server tetap bekerja secara penuh. Hal ini juga dialami oleh PT. Petrokimia Gresik pada kegiatan proses pemuatan pupuk di Gudang Multiguna (GMG) dimana pada gudang ini terjadi kedatangan truck untuk muat pupuk yang sangat padat pada setiap harinya yang melebihi kemampuan server, hal ini yang menyebabkan antrian yang panjang setiap harinya karena terjadi ketidakseimbangan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mensimulasikan model sistem pelayanan untuk mengatasi permasalahan yang tersebut dengan menggunakan *software Arena 14.0*, kemudian melakukan analisis *study* kelayakan investasi pada usulan perbaikan. Dari hasil simulasi model awal yaitu dengan menggunakan 2 server diketahui rata-rata lamanya waktu tunggu server 1 adalah 3,0808 jam dan waktu tunggu pada server 2 adalah 3,2425 jam, output kondisi saat ini sebesar 38,867 output, dan utilitas masing-masing sebesar 1,00. dari kondisi awal tersebut dilakukan beberapa usulan perbaikan dan didapatkan hasil usulan terbaik yaitu pada usulan pertama dengan rata-rata waktu tunggu pada server 1 adalah 0,47118 jam dan waktu tunggu pada server 2 adalah 1,2083 jam. Output sebesar 89,8 output, dengan nilai NPV terbesar dibandingkan dengan model usulan lainnya yaitu Rp608.573.989,6 dengan periode pengembalian tercepat yaitu 1,28 tahun dibandingkan dengan umur ekonomisnya 5 tahun. Untuk itu, dari hasil penelitian ini diharapkan bisa menjadi rekomendasi perbaikan pada kegiatan proses muat pupuk di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik.

**Kata kunci** : Ketidakseimbangan sistem pelayanan, antrian, studi kelayakan, simulasi, *software Arena 14.0*

### **ABSTRACT**

*Continuity of the optimal service distribution process require the support of a good and streamlined distribution support system, this will have an impact on the timeliness of the distribution process. While the obstacles that often occur in the smooth distribution process are the obstacles in the service line or the service system itself. Imbalance of trajectories in distribution service activities in factories can be seen from the too dense level of customer arrival in the system, while the server is still working fully. This was also experienced by PT. Petrokimia Gresik in the fertilizer loading process at the Multiguna Warehouse (GMG) where the truck arrives at the warehouse to load very dense fertilizers every day which exceeds the server's capability, this causes long queues every day because of occur the imbalance. Therefore, this study aims to determine and simulate a service system model to overcome these problems by using the Arena 14.0 software, then perform an analysis of the feasibility of investing in repair solutions. From the simulation results of the initial model using 2 servers, it is known that the average waiting time for server 1 is 3.0808 hours and the waiting time on server 2 is 3.2425 hours, the current state output is 38.867 outputs, and the utility 1.00 each. From these initial conditions, several suggestions for improvement were made and the best results were obtained, namely the first recommendation with the average waiting time on server 1 is 0.47118 hours and the waiting time on server 2 is 1.2087 hours. Output of 89.8 output, with the largest NPV value compared to other proposed models, namely Rp608.573.989,6 with the fastest payback period of 1.28 years compared to the economic age of 5 years. Therefore, from the results of this study are expected to be a recommendation for improvement in the fertilizer loading process at PT Petrokimia Gresik's Multiguna Warehouse.*

**Keywords** : imbalance service system, queues, study of feasibility, simulation, *software Arena 14.0*

---

## Jejak Artikel

Upload artikel : 12 November 2022

Revisi : 14 Desember 2022

Publish : 30 Januari 2023

---

## 1. PENDAHULUAN

Di era globalisasi yang semakin maju, permintaan akan kebutuhan barang dan jasa akan sangat meningkat. Peningkatan ini tentunya akan menimbulkan masalah pada sektor jasa dan sistem pelayanan lainnya. Permintaan yang tinggi melebihi jumlah barang dan kapasitas suatu layanan maka akan menyebabkan antrian. Oleh karena itu, jika persentase layanan yang tidak terpakai kecil, pelanggan membutuhkan waktu tunggu yang lebih lama, yang berarti layanan tersebut tidak memiliki waktu diam sama sekali. Perusahaan tentunya tidak mengharapkan antrian yang panjang, yang akan berdampak pada berkurangnya kepuasan pelanggan. Masalah antrian juga terjadi di PT Petrokimia Gresik. PT Petrokimia Gresik adalah perusahaan produksi pupuk terbesar di Indonesia yang berlokasi di Kabupaten Gresik, Indonesia. PT Petrokimia Gresik sebagai produsen pupuk terbesar dengan memenuhi 50% kebutuhan pupuk bersubsidi negara (Sumber: petrokimia-gresik.com). PT Petrokimia Gresik terdapat beberapa Departemen Distribusi, salah satunya Departemen Distribusi Wilayah I yang memiliki 2 (dua) fungsi pokok, yaitu bertanggung jawab atas terselenggaranya fungsi distribusi pupuk dan nonpupuk, serta pengelolaan gudang pemasaran di wilayah Jawa-Bali. Pada distribusi wilayah I terdapat dua area gudang, yaitu Gudang Gresik (GG) I dan Gudang Gresik (GG) II yang masing-masing memiliki strukturnya tersendiri. Gudang Gresik (GG) I berfungsi sebagai tempat *packing* (pengemasan) pupuk dan penyimpanan pupuk setelah pengemasan. Namun pada penelitian ini hanya difokuskan ke wilayah GG II yaitu pada Gudang Multiguna yang terletak di Roomo. Hal tersebut dikarenakan Gudang Multiguna merupakan Gudang penyimpanan terakhir sebelum pupuk didistribusikan, sehingga terjadi antrian pada proses pemuatan pupuk yang panjang setiap hari.

Untuk transportasi pupuk ke gudang penyangga di area Jawa-Bali, PT Petrokimia Gresik menggunakan *truck*. Jumlah muatan

pupuk adalah seragam, menggunakan *truck* internal dari Gudang penyangga yang mempunyai kapasitas sama. Pada gudang Multiguna (GMG) ini hanya memiliki 2 fasilitas pelayanan (*server*), yang tiap *server* terdiri dari 10 pekerja dan 1 mesin forklift, jam pelayanan berlangsung selama 3 *shift*, satu *shift* sama dengan 7 jam. Biasanya dalam 1 jam sekali terdapat kedatangan *truck* sebanyak kurang lebih 5-6 atau 7 *truck* untuk melakukan proses muat pupuk. Sedangkan waktu pelayanan untuk melakukan proses muat pupuk tersebut kurang lebih membutuhkan waktu 15-20 menit per *truck*. Maka seharusnya dalam 1 jam hanya bisa melayani 3-4 *truck*.

Namun berdasarkan data yang diperoleh, dalam 1 jam mendapati kedatangan *truck* sejumlah 5-6 dan bahkan ada 7 *truck* pada hari dan jam tertentu. Jika hal tersebut tidak diimbangi dengan penyediaan fasilitas pelayanan yang cukup maka akan menyebabkan antrian, hal tersebut yang menjadi permasalahan di GMG ini, banyak *truck* yang mengantri panjang untuk melakukan proses muat pupuk.

Untuk itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja sistem pelayanan dengan membuat model simulasi dari sistem antrian pada Gudang Multiguna (GMG) menggunakan *software Arena*. Model yang dibuat terdiri dari model eksisting (saat ini) dan model usulan yang dibuat untuk memperbaiki model kondisi awal. Kemudian hasil tersebut dapat dijadikan perbandingan. Dengan model yang telah dibuat diharapkan pihak perusahaan mampu mengevaluasi kinerja pelayanan menggunakan model eksisting atau model usulan. Setelah memberikan usulan juga akan dilakukan *study* kelayakan terhadap usulan tersebut dengan menggunakan metode analisis investasi *payback period*, NPV (*Net Present Value*), dan ROR (*Rate Of Return*).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun metode penelitian yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan dengan langkah – langkah sebagai berikut:

**a. Pengumpulan data**

Dalam tahap ini dilakukan pengumpulan data dimana data yang didapatkan berasal dari perusahaan. Pengumpulan data dilakukan pada tanggal 3 Februari 2020 sampai 24 Maret 2020. Data ini digunakan untuk analisis dengan pendekatan simulasi untuk mengetahui lebih detail persoalan yang ada. Adapun pengumpulan data yang dimaksudkan adalah sebagai berikut :

- Data waktu antar kedatangan
- Data waktu pelayanan
- Jumlah server pelayanan, jumlah pekerja pada masing-masing server dan jumlah alat bantu
- Kapasitas waktu pelayanan maksimal yang seharusnya dapat dikerjakan.
- Pendapatan bersih setelah bunga dan pajak (*Earning After Tax*) selama 5 tahun dan peramalan 5 tahun kedepan, tingkat suku bunga pinjaman, tingkat pajak penghasilan.

**Tabel 1** Banyaknya Kedatangan dan Waktu Pelayanan

No.	Tanggal	Jumlah Kedatangan	Total Waktu	Rata-Rata Waktu
			Pelayanan (Detik)	Pelayanan Per Unit (Detik)
1	3/2/2020	67	93760	1399.4
2	4/2/2020	68	87212	1282.5
3	5/2/2020	68	87446	1286
4	6/2/2020	67	89984	1343.04
5	10/2/2020	66	87200	1321.2
6	11/2/2020	64	96540	1508.4
7	13/2/2020	65	88580	1362.8
8	14/2/2020	68	96858	1424.4
9	17/2/2020	63	95400	1514.3
10	19/2/2020	67	89288	1332.6
11	20/2/2020	69	89792	1302.3
12	24/2/2020	69	95256	1380.5
13	25/2/2020	67	96420	1439.1
14	26/2/2020	66	88400	1339.4
15	27/2/2020	62	93120	1501.9
16	2/3/2020	74	94700	1279.7
17	3/3/2020	63	94920	1506.7
18	4/3/2020	64	96720	1511.25
19	5/3/2020	65	95280	1465.8
20	6/3/2020	68	92780	1364.4
21	9/3/2020	64	89660	1400.9
22	10/3/2020	69	89420	1295.9
23	12/3/2020	64	88376	1380.875
24	13/3/2020	67	90284	1347.5
25	16/3/2020	61	93180	1527.5
26	18/3/2020	66	96720	1465.4
27	19/3/2020	64	87140	1361.6
28	20/3/2020	65	96900	1490.8
29	23/3/2020	64	94620	1478.4
30	24/3/2020	67	88640	1323

Lanjutan

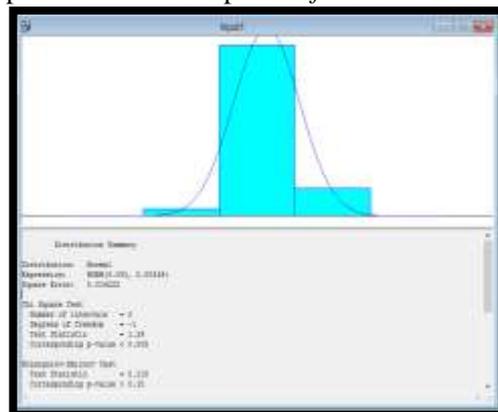
Rata-Rata Waktu Pelayanan Per Unit (Jam)	Rata-Rata Waktu Pelayanan Per Unit Per Server (Jam)	Rata-Rata Waktu Pelayanan Per Unit Per Server (Jam)
	10 Pekerja	11 Pekerja
0.3887	0.19435	0.214
0.35625	0.178125	0.196
0.357	0.1785	0.196
0.3731	0.18655	0.205
0.367	0.1835	0.202
0.419	0.2095	0.23
0.3786	0.1893	0.208
0.3957	0.19785	0.218
0.4206	0.2103	0.231
0.3702	0.1851	0.204
0.36175	0.180875	0.199
0.3835	0.19175	0.211
0.39975	0.199875	0.22
0.3721	0.18605	0.205
0.4172	0.2086	0.229
0.3555	0.17775	0.195
0.4185	0.20925	0.23
0.4198	0.2099	0.23
0.4072	0.2036	0.223
0.379	0.1895	0.208
0.3891	0.19455	0.214
0.3599	0.17995	0.198
0.3836	0.1918	0.21
0.3743	0.18715	0.206
0.4243	0.21215	0.233
0.4071	0.20355	0.224
0.3782	0.1891	0.208
0.4141	0.20705	0.228
0.4107	0.20535	0.226
0.3675	0.18375	0.202

**b. Pengolahan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data terhadap data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan yang diperoleh dari pengamatan yaitu menguji data tersebut dengan menggunakan *Input Analyzer* dan kemudian membuat model konseptual dengan *Activity Cycle Diagram* (ACD).

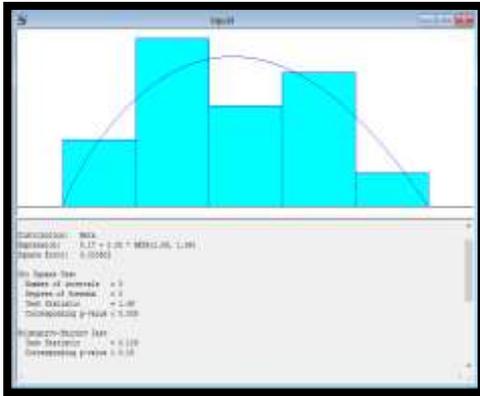
**Input Analyzer**

*Input Analyzer* adalah pengujian data waktu antar kedatangan dan waktu pelayanan guna mengetahui pola distribusi masing-masing data yang kemudian akan dimasukkan dalam pembuatan model pada *software* Arena.



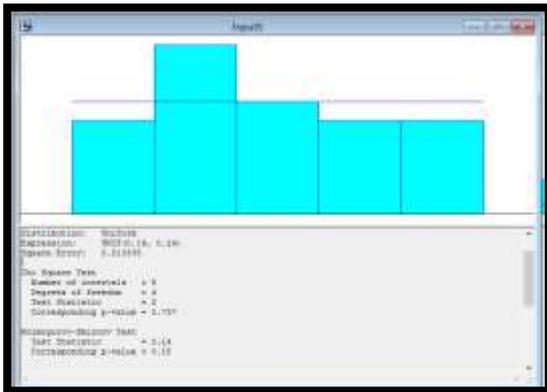
**Gambar 1** Uji Distribusi Waktu Antar Kedatangan Menggunakan *Input Analyzer*

Distribution Summary  
 Distribution : Normal  
 Expression : NORM(0.91 , 0.00349 )  
 Square Error : 0.016222



**Gambar 2** Uji Distribusi Waktu Pelayanan Server 1 Menggunakan *Input Analyzer*

Distribution Summary  
 Distribution : Beta  
 Expression :  $0.17 + 0.05 + BETA$   
 (1.86, 1.99)  
 Square Error : 0.015602



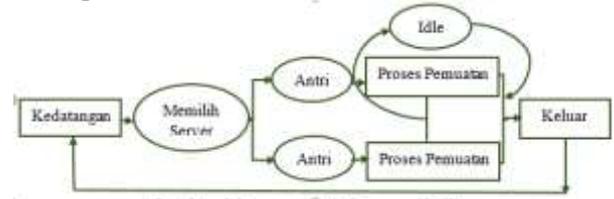
**Gambar 3** Uji Distribusi Waktu Pelayanan Setelah penambahan 2 pekerja Menggunakan *Input Analyzer*

Distribution Summary  
 Distribution : Uniform  
 Expression : UNIF (0.19, 0.24)  
 Square Error : 0.013333

**Activity Cycle Diagram (ACD)**

*Activity Cycle Diagram (ACD)* adalah sebuah gambaran model sistem dalam bentuk diagram siklus aktivitas yang menjadi dasar awal dalam merancang model simulasi (Ratnasari *et al.*, 2018) Berikut merupakan pemodelan ACD

pada proses pemuatan pupuk di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik.

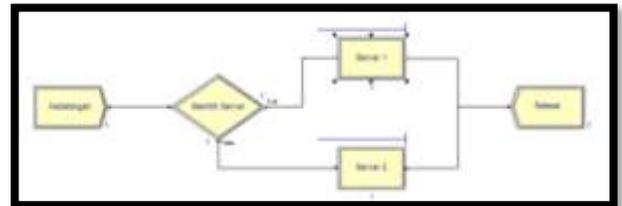


**Gambar 4** Activity Cycle Diagram (ACD)

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Model Simulasi Kondisi Awal**

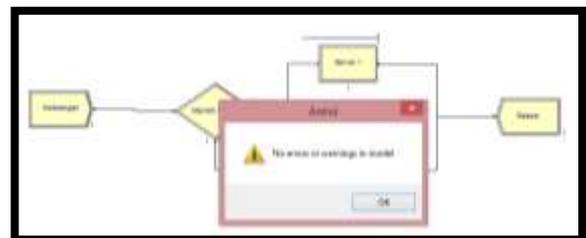
Berikut ini merupakan model dalam simulasi aktivitas pelayanan di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik :



**Gambar 5** Simulasi Pelayanan Kondisi Awal

Gambar diatas merupakan model pelayanan kondisi saat ini di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik. Pada sistem pelayanan tersebut menggunakan 2 server pelayanan, pada setiap server terdapat 1 mesin forklift dan 10 pekerja. Sehingga pada sistem pelayanan kondisi saat ini terdapat 20 pekerja dan 2 mesin forklift.

**Verifikasi dan Validasi**



**Gambar 6** Verifikasi Model Awal

Gambar diatas menunjukkan hasil “No errors or warning in model”, hal ini berarti bahwa hasil verifikasi model simulasi arena tidak menunjukkan eror, sehingga model yang telah dibuat sama dan sesuai dengan model konseptual.

**Jumlah Replikasi**

**Tabel 1** Jumlah Replikasi Model Awal

Replikasi	Output Simulasi	Output Nyata
-----------	-----------------	--------------

1	42	39
2	34	36
3	39	37
4	39	37
5	39	38
6	44	40
7	37	35
8	36	34
9	34	36
10	41	42
11	38	35
12	31	36
13	37	34
14	46	42
15	46	42
<b>Jumlah</b>	<b>583</b>	<b>563</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>38.86667</b>	<b>37.53333</b>
<b>SD</b>	<b>4.373078</b>	<b>2.85023</b>

2	34	36
3	39	37
4	39	37
5	39	38
6	44	40
7	37	35
8	36	34
9	34	36
10	41	42
11	38	35
12	31	36
13	37	34
14	46	42
15	46	42
<b>Jumlah</b>	<b>583</b>	<b>563</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>38.86667</b>	<b>37.53333</b>
<b>SD</b>	<b>4.373078</b>	<b>2.85023</b>

Dengan selang kepercayaan 95%. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$n = 15 \quad n-1 = 14 \quad \alpha = 0,05$$

$$hw = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2,144 \times 4,37}{\sqrt{15}} = 2,4$$

Jadi perhitungan replikasinya sebagai berikut :

$$n' = \left\lceil \frac{Z_{\alpha/2} \times s}{\beta} \right\rceil^2$$

$$n' = \left\lceil \frac{1,96 \times 4,37}{2,4} \right\rceil^2 = 12,73 \approx 13$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah minimal replikasi yang dibutuhkan adalah 13.

Validasi merupakan proses pengecekan model dengan *real system*. Suatu model akan dianggap valid jika hasil perbandingan antara model simulasi dengan model kondisi riil tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Perbandingan dua alternatif dalam simulasi sistem industri pada umumnya digunakan dalam validasi, antara model yang dibuat dengan sistem pada dunia nyata. Dalam kasus ini metode yang digunakan Uji t berpasangan dengan bantuan *Software Minitab*.

**Tabel 2** Hasil Output Simulasi dan Output Sistem Nyata

Replikasi	Output Simulasi	Output Nyata
1	42	39

- 1)  $H_0 : \mu_1 = \mu_2$   
Rata-rata output produksi sistem nyata = output produksi simulasi
- 2)  $H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$   
Rata-rata output produksi sistem nyata  $\neq$  output produksi simulasi
- 3) Kriteria daerah pengujian pada *level of significance* ( $\alpha$ ) sebesar 0,05
- 4) Menentukan peraturan-peraturan pengujian:  
Jika  $t_{hitung} < t_{tabel}$  atau  $P_{value} > \alpha$ , maka  $H_0$  di terima  
Jika  $t_{hitung} > t_{tabel}$  atau  $P_{value} < \alpha$ , maka  $H_0$  di tolak

$H_0$ : Tidak ada perbedaan yang signifikan antara output sistem nyata dengan output model simulasi.

$H_1$ : Ada perbedaan yang signifikan antara output sistem nyata dengan output model simulasi.

Berikut ini merupakan hasil perhitungan uji t-berpasangan menggunakan *software Minitab 16.0* :

```

Paired T for output sim - output ny
  N   Mean  StDev  SE Mean
output sim  15  38.87  4.37   1.13
output ny   15  37.53  2.85   0.74
Difference  15  1.333  2.664  0.628

95% CI for mean difference: (-0.142, 2.803)
T-Test of mean difference = 0 (vs not = 0): T-Value = 1.94  P-Value = 0.073
    
```

**Gambar 7** Hasil Validasi Model Simulasi Awal

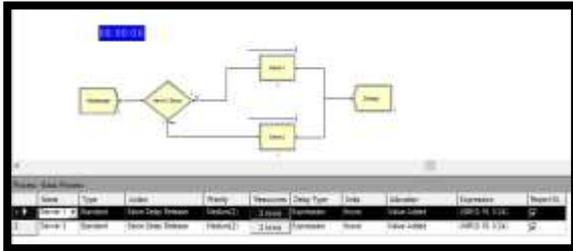
Kesimpulan :

Dengan mengambil  $\alpha$  (*level of significance* = taraf nyata) = 0,05, maka tampak nilai P-Value

= 0,073 >  $\alpha = 0,05$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  diterima, rata-rata hasil output pada sistem nyata (real) sama dengan rata-rata pada sistem simulasi dan dinyatakan valid karena tidak ada perbedaan secara signifikan.

**Skenario Usulan**

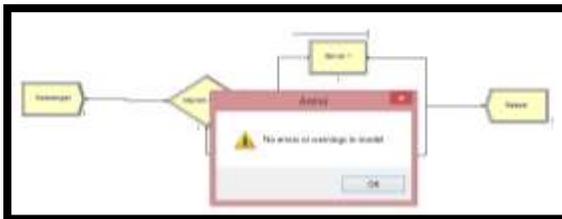
**a. Skenario Usulan 1**



**Gambar 8** Hasil Pengembangan Model (Skenario Usulan 1)

Gambar diatas merupakan model usulan pertama pada sistem pelayanan di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik. Pada model usulan pertama disini penulis hanya menambahkan 1 pekerja dari masing-masing server, sehingga pada setiap server terdapat 11 pekerja. Sedangkan jumlah server akan tetap yaitu 2 server.

Setelah adanya pengembangan model tersebut, kemudian dilakukan proses verifikasi. Pada gambar dibawah ini memunculkan informasi yang bertuliskan "No errors or warnings in model" yang artinya didalam model yang telah dibuat tidak ada kesalahan.



**Gambar 9** Hasil Verifikasi Pengembangan Model (Skenario Usulan 1)

Kemudian setelah model terverifikasi dan terbebas dari eror, maka dilakukan penentuan jumlah replikasi. Untuk menghitung jumlah replikasi sejumlah n dalam simulasi dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut ini :

**Tabel 3** Hasil Output Simulasi dan Output Sistem Nyata Model Usulan 1

Replikasi	Output Simulasi	Output Nyata
1	91	39
2	90	36
3	90	37
4	90	37
5	91	38
6	89	40
7	89	35
8	89	34
9	90	36
10	89	42
11	89	35
12	91	36
13	88	34
14	89	42
15	92	42
<b>Jumlah</b>	<b>1347</b>	<b>563</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>89.8</b>	<b>37.53333</b>
<b>SD</b>	<b>1.082326</b>	<b>2.85023</b>

Dapatkan nilai hw atau error dengan rumus berikut :  $hw = e = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$

Dengan selang kepercayaan 95%. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$n = 15 \quad n-1 = 14 \quad \alpha = 0,05$$

$$hw = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2,144 \times 1,08}{\sqrt{15}} = 0,6$$

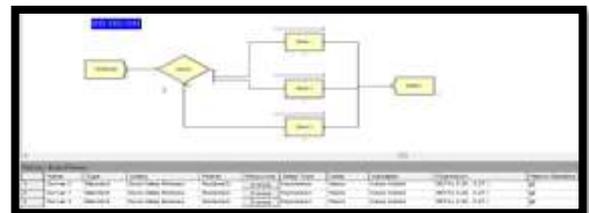
Jadi perhitungan replikasinya sebagai berikut :

$$n' = \left[ \frac{Z_{\alpha/2} \times s}{\beta} \right]^2$$

$$n' = \left[ \frac{1,96 \times 1,08}{0,6} \right]^2 = 12,446 \approx 13$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah minimal replikasi yang dibutuhkan adalah 13.

**b. Skenario Usulan 2**

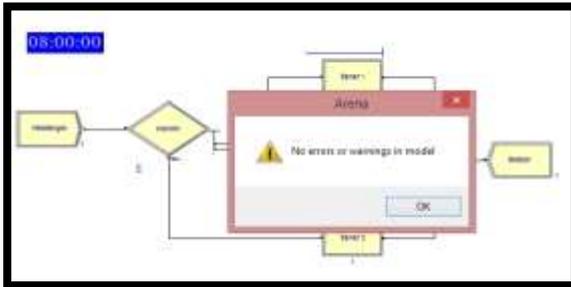


**Gambar 10** Hasil Pengembangan Model (Skenario Usulan 2)

Gambar diatas merupakan model usulan kedua pada sistem pelayanan di Gudang Multiguna PT Petrokimia Gresik. Pada model usulan kedua disini penulis menambahkan 1 server yaitu server 3 dengan mesin forklift beli. Namun pada usulan ini penulis tidak menambah jumlah karyawan di masing-masing server.

Sehingga jumlah karyawan pada masing-masing server menjadi 7:7:6.

Setelah adanya pengembangan model tersebut, kemudian dilakukan proses verifikasi dengan cara memeriksa ada atau tidaknya error seperti gambar berikut :



**Gambar 11** Hasil Verifikasi Pengembangan Model (Skenario Usulan 2)

Kemudian setelah model terverifikasi dan terbebas dari eror, maka dilakukan penentuan jumlah replikasi. Untuk menghitung jumlah replikasi sebagai berikut:

**Tabel 4** Hasil Output Simulasi dan Output Sistem Nyata Model Usulan 2

Replikasi	Output Simulasi	Output Nyata
1	58	39
2	56	36
3	54	37
4	66	37
5	62	38
6	57	40
7	54	35
8	53	34
9	53	36
10	62	42
11	52	35
12	57	36
13	51	34
14	59	42
15	68	42
<b>Jumlah</b>	<b>862</b>	<b>563</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>57.46666667</b>	<b>37.53333</b>
<b>SD</b>	<b>4.937835783</b>	<b>2.85023</b>

Dapatkan nilai hw atau *error* dengan rumus berikut :  $hw = e = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$

Dengan selang kepercayaan 95%. Berikut ini adalah perhitungannya :

$$n = 15 \quad n-1 = 14 \quad \alpha = 0,05$$

$$hw = t_{\alpha/2, n-1} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

$$hw = \frac{2,144 \times 4,94}{\sqrt{15}} = 2,73$$

Jadi perhitungan replikasinya sebagai berikut :

$$n' = \left\lceil \frac{Z_{\alpha/2} \times s}{\beta} \right\rceil^2$$

$$n' = \left\lceil \frac{1,96 \times 4,94}{2,73} \right\rceil^2 = 12,57 \approx 13$$

Dari perhitungan yang telah dilakukan diperoleh jumlah minimal replikasi yang dibutuhkan adalah 13.

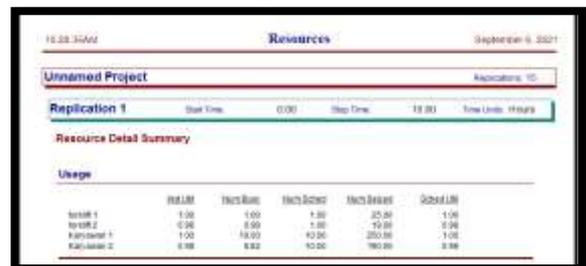
### Hasil Simulasi Model Awal

Dari hasil pengolahan data, hasil sistem nyata dengan sistem simulasi tidak jauh berbeda. Sistem nyata dengan total 563 *output* dengan rata-rata yaitu sebesar 37,53 *output*. Sedangkan sistem simulasi dengan total 583 *output* dengan rata-rata 38,867 *output*. Terdapat juga hasil data waktu tunggu sebagai berikut :



**Gambar 12** Detail Waktu Tunggu Pada Simulasi Model Awal

Dari hasil *output* simulasi di atas dapat diketahui data waktu tunggu pada *server 1* adalah 3,08 jam atau 184,8 menit dan waktu tunggu pada *server 2* adalah 3,24 jam atau 194,4 menit. Kemudian di dalam simulasi juga dapat diketahui utilitas sebagai berikut :



**Gambar 13** Detail Utilitas Hasil Simulasi Kondisi Awal

Pada gambar diatas terlihat bahwa masing-masing *resources* memiliki nilai yang berbeda. *Resources* pada *server 1* digunakan secara terus-menerus/tingkat kesibukan yang tinggi dengan nilai utilitas sebesar 1,00. Sedangkan *resources* pada *server 2* memiliki tingkat kesibukan 0,98.

## Simulasi Skenario Usulan

### 1. Usulan 1

Dari hasil pengolahan data usulan 1 di atas, hasil sistem nyata dengan sistem simulasi sangat jauh berbeda. Sistem nyata dengan total 563 *output* dengan rata-rata yaitu sebesar 37,53 *output*. Sedangkan sistem simulasi dengan total 1347 *output* dengan rata-rata 89,8 *output*. Terdapat juga hasil data waktu tunggu sebagai berikut:

Time	
Server 1 Queue	0,47
Server 2 Queue	1,21
Other	
Server 1 Queue	2,39
Server 2 Queue	2,56

**Gambar 14** Detail Waktu Tunggu Pada Simulasi Model Usulan I

Dari hasil *output* simulasi di atas dapat diketahui data waktu tunggu pada *server* 1 adalah 0,47 jam atau 28,2 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 1,21 jam atau 72,6 menit. Kemudian di dalam simulasi juga dapat diketahui utilitas sebagai berikut :

Usage	utilLM	utilRM	utilRM2	utilRM3	utilRM4
Forklift 1	0,98	0,98	1,00	40,00	0,98
Forklift 2	0,98	0,98	1,00	47,00	0,98
Manpower 1	0,98	0,98	1,00	49,00	0,98
Manpower 2	0,98	0,98	1,00	47,00	0,98

**Gambar 15** Detail Utilitas Hasil Simulasi Model Usulan I

Pada gambar 15 terlihat bahwa *resources* masing-masing server memiliki nilai yang sama. Pada server 1 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98. Pada server 2 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98.

### 2. Usulan 2

Dari hasil pengolahan data usulan 2 di atas, hasil sistem nyata dengan sistem simulasi sedikit jauh berbeda. Sistem nyata dengan total 563 *output* dengan rata-rata yaitu sebesar 37,53 *output*. Sedangkan sistem simulasi dengan total

862 *output* dengan rata-rata 57,5 *output*. Terdapat juga hasil data waktu tunggu sebagai berikut:

Time	
Server 1 Queue	2,39
Server 2 Queue	2,56
Server 3 Queue	2,57
Other	
Server 1 Queue	7,78
Server 2 Queue	7,80
Server 3 Queue	11,45

**Gambar 16** Detail Waktu Tunggu Pada Simulasi Model Usulan II

Dari hasil *output* simulasi di atas dapat diketahui data waktu tunggu pada *server* 1 adalah 2,39 jam atau 143,4 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 2,56 jam atau 153,6 menit, waktu tunggu pada *server* 3 adalah 2,57 jam atau 154,2 menit. Kemudian di dalam simulasi juga dapat diketahui utilitas sebagai berikut :

Usage	utilLM	utilRM	utilRM2	utilRM3	utilRM4
Forklift 1	0,97	0,97	1,00	33,00	0,97
Forklift 2	0,98	0,98	1,00	33,00	0,98
Forklift 3	0,98	0,98	1,00	37,00	0,98
Manpower 1	0,97	0,97	1,00	39,00	0,97
Manpower 2	0,98	0,98	1,00	34,00	0,98
Manpower 3	0,98	0,98	0,98	36,00	0,98

**Gambar 17** Detail Utilitas Hasil Simulasi Model Usulan II

Pada gambar diatas terlihat bahwa *resources* masing-masing server memiliki nilai yang berbeda. Pada server 1 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,97. Pada server 2 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98. Sedangkan pada server 3 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,95.

Dari hasil simulasi diatas, dapat dilihat bahwa usulan yang terbaik adalah usulan pertama, dikarenakan hasil simulasi terkait dengan total waktu tunggu dan hasil *output*, usulan pertama memiliki waktu tunggu paling minimum yaitu pada *server* 1 adalah 0,47118 jam atau 28,3 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 1,2083 jam atau 72,5 menit. Untuk hasil

utilitas pada usulan pertama, forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98.

Dalam hal ini, perbedaan hasil simulasi dengan *output* nyata terlihat jelas, pada saat kondisi awal *output* nyata yaitu sebesar 37,53 *output* sedangkan pada saat hasil simulasi pengembangan model yaitu sebesar 89,8 *output*, mengalami peningkatan sebanyak 52 *output*. Namun, usulan tersebut belum dapat dikatakan layak untuk diterapkan sebelum dilakukan perhitungan biayanya. Berikut akan diuraikan perhitungan analisis kelayakan pada masing-masing model usulan.

### Analisis Kelayakan Investasi

#### A. Data Laba Bersih Perusahaan Antara Tahun 2016 s/d 2020

Data laba bersih / pendapatan setelah bunga dan pajak antara tahun 2016 s/d 2020 adalah sebagai berikut :

**Tabel 7** Data Laba Bersih / Pendapatan Setelah Bunga Dan Pajak Antara Tahun 2016 S/D 2020

Tahun	Laba Bersih (Rupiah)
2016	233.540.000
2017	211.700.000
2018	192.240.000
2019	243.800.000
2020	234.642.000

#### B. Hasil Peramalan Laba Bersih Lima Tahun Yang Akan Datang

Peramalan laba bersih ini menggunakan Analisis Trend atau metode time series dengan bantuan Microsoft excel. Analisis Trend merupakan metode analisis yang ditujukan untuk melakukan suatu estimasi atau peramalan pendapatan pada masa yang akan datang. Sehingga untuk ramalan laba bersih/pendapatan setelah bunga dan pajak antara tahun 2021 s/d 2025 adalah sebagai berikut :

**Tabel 8** Data Peramalan Laba Bersih / Pendapatan Setelah Bunga Dan Pajak Antara Tahun 2021 S/D 2025

Tahun	Laba Bersih (Rupiah)
2021	233.475.000
2022	236.906.000
2023	240.336.400
2024	243.766.800
2025	247.197.200

#### C. Tingkat Bunga Pinjaman

Tingkat Bunga Pinjaman ini adalah berasal dari laba ditahan. Laba ditahan adalah bagian dari laba bersih perusahaan yang dengan sengaja tidak dibagikan kepada para pemegang saham dikarenakan untuk membiayai kepentingan perusahaan dalam jangka panjang maupun jangka pendek (Wikipedia Bahasa Indonesia). Tingkat bunga pada penelitian ini ditetapkan adalah 10 % pertahun.

#### D. Tingkat Pajak Penghasilan

Tarif pajak yang ditetapkan sesuai dengan pasal 5 Perppu No. 1 Tahun 2020 adalah sebesar 22%.

#### E. Biaya Modal (*Cost of Capital*)

Biaya modal (CoC) = Tingkat bunga x (1-pajak). Pajak yang harus ditanggung perusahaan dengan adanya usulan investasi mesin baru adalah :

Biaya modal setelah pajak tahun 2021 s/d 2025 adalah =  $10\% \times (1 - 22\%) = 7,8\%$

Hasil dari *Cost of Capital* ini fungsinya digunakan untuk membandingkan hasil dari perhitungan *internal rate of return* yang akan dilakukan, jika IRR/ROR lebih besar dari CoC, maka investasi tersebut diterima, jika sebaliknya maka. investasi ditolak.

### Analisis Kelayakan Usulan 1

#### A. Rencana Biaya Investasi

Rencana biaya investasi yaitu biaya yang dikeluarkan untuk penambahan masing-masing satu karyawan di setiap server. Upah karyawan sebesar Rp 2.500.000/orang per bulan, sehingga untuk penambahan 2 karyawan sebesar Rp 5.000.000. Jika dikalikan dengan estimasi perhitungan 5 tahun kedepan menjadi Rp 300.000.000/5 tahun.

#### B. Nilai Sekarang (*Present worth*)

*Present worth* adalah aliran kas yang akan disesuaikan menjadi nilai sekarang (P) dan dijumlahkan sehingga nilai sekarang yang diperoleh mencerminkan nilai bersih dari keseluruhan aliran kas yang terjadi selama adanya perencanaan.

**Tabel 9** Hasil Perhitungan *Present Worth* Usulan 1

Tahun	CoC	Interest factor (10%)	Benefit	Cost	PW Benefit	PV Cost
2020	-	-	-	300.000.000	-	300.000.000
2021	7,8%	0,9091	233.475.000	-	212.252.668	-
2022	7,8%	0,8264	236.906.000	-	195.779.118,4	-
2023	7,8%	0,7513	240.336.400	-	180.564.737,3	-
2024	7,8%	0,6830	243.766.800	-	166.492.724,4	-
2025	7,8%	0,6209	247.197.200	-	153.484.741,5	-
Jumlah					908.573.989,6	-

### C. Net Present Value (NPV)

Perhitungan *Net Present Value* investasi mesin Forklift adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPV &= PW \text{ benefit} - PV \text{ cost} \\ &= \text{Rp. } 908.573.989,6 - \text{Rp.} 300.000.000 \\ &= \text{Rp. } 608.573.989,6 \end{aligned}$$

*Net Present Value* positif atau lebih besar dari biaya investasi yang dikeluarkan. Dengan kriteria *Net Present Value* investasi sewa Mesin Forklift layak dilakukan.

### D. Payback Period

Perhitungan *Payback period* untuk usulan investasi Mesin Forklift dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Investasi mula-mula} &= 300.000.000 \\ \text{Benefit tahun I} &= \underline{233.475.000} \\ &\quad -66.525.000 \\ \text{Benefit tahun II} &= \underline{236.906.000} \\ &\quad +170.381.000 \\ \text{Benefit tahun III} &= \underline{240.336.400} \\ &\quad +50.717.400 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Payback period} &= 1 + \frac{300.000.000 - 233.475.000}{470.381.000 - 233.475.000} \times 1 \text{ Tahun} \\ &= 1 + \frac{66.525.000}{236.906.000} \times 1 \text{ Tahun} \\ &= 1,28 \end{aligned}$$

Jadi *Payback period* untuk investasi sewa Mesin Forklift adalah 2,28 tahun. Ini berarti lebih pendek dari waktu ekonomis investasi yaitu 5 tahun. Dengan kriteria *Payback period*

investasi sewa mesin Forklift tersebut dapat diterima.

### E. Profitability Index

*Profitability index* dari investasi Mesin Forklift dapat dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Profitability Index} &= \frac{\text{Present worth of benefit}}{\text{Present worth of cost}} \\ &= \frac{908.573.989,6}{300.000.000} = 3,03 \end{aligned}$$

*Profitability Index* lebih besar dari 1. Menurut kriteria *Profitability Index* usulan investasi sewa Mesin Forklift dapat diterima.

### F. Internal Rate of Return

Perhitungan *Internal rate of Return* dapat dilakukan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} NPW &= PW_R - PW_E = 0 \\ &= 908.573.989,6 - (P/F, i\%, 5) - \\ &\quad 300.000.000 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$(P/F, i\%, 5) = \frac{300.000.000}{908.573.989,6} = 0,33018$$

Dicari nilai yang mendekati melalui tabel pemajemukan diskrit

- $i = 6\% \Rightarrow (P/F, 20\%, 5) = 0,4019$
- $i = 25\% \Rightarrow (P/F, 25\%, 5) = 0,3277$

Dicari dengan interpolasi

$$\begin{aligned} \frac{25\% - i}{25\% - 20\%} &= \frac{0,3277 - 0,33018}{0,3277 - 0,4019} \\ \frac{25 - i}{5} &= \frac{[-0,00248]}{[-0,0742]} \\ 5 - i &= 0,033 \\ i &= 4,96\% \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapat *internal rate of return* penambahan 2 karyawan adalah 3,34%. Ternyata *internal rate of return* ini diatas tingkat suku bunga yang disyaratkan, yaitu 7,8%. Dengan demikian, kriteria *internal rate of return* investasi Mesin Forklift tersebut dapat diterima.

## Analisis Kelayakan Usulan 2

### A. Rencana Biaya Investasi

Rencana biaya investasi yaitu biaya yang dikeluarkan untuk penambahan satu server yang terdiri dari 1 buah mesin forklift dengan harga sewa Rp240.000.000/tahun dengan umur ekonomis selama 5 tahun. Biaya operasional mesin  $\pm$ Rp40.0000.000/tahun dikalikan umur ekonomis 5 tahun menjadi Rp200.000.000.

Sehingga total biaya investasi pada usulan ini senilai Rp440.000.000.

**B. Nilai Sekarang (Present worth)**

berikut adalah *Present worth* pada usulan kedua :

**Tabel 10** Hasil Perhitungan *Present Worth* Usulan 2

Tahun	CoC	Interest factor (10%)	Benefit	Cost	PW Benefit	PV Cost
2020	-	-	-	440.000.000	-	440.000.000
2021	7,8%	0,9091	233.475.000	-	212.252.668	-
2022	7,8%	0,8264	236.906.000	-	195.779.118,4	-
2023	7,8%	0,7513	240.336.400	-	180.564.737,3	-
2024	7,8%	0,6830	243.766.800	-	166.492.724,4	-
2025	7,8%	0,6209	247.197.200	-	153.484.741,5	-
<b>Jumlah</b>					908.573.989,6	-

**C. Net Present Value (NPV)**

Perhitungan *Net Present Value* investasi mesin Forklift adalah sebagai berikut :

$$NPV = PW \text{ benefit} - PV \text{ cost}$$

$$= \text{Rp. } 908.573.989,6 - \text{Rp. } 440.000.000$$

$$= \text{Rp. } 468.573.989,6$$

*Net Present Value* positif atau lebih besar dari biaya investasi yang dikeluarkan.. Dengan kriteria *Net Present Value* investasi Mesin Forklift dan layak dilakukan.

**D. Payback Period**

Perhitungan *Payback period* untuk usulan investasi Mesin Forklift dapat dilihat sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Investasi mula-mula} &= 440.000.000 \\ \text{Benefit tahun I} &= 233.475.000 \\ &\quad -206.525.000 \\ \text{Benefit tahun II} &= 236.906.000 \\ &\quad +30.381.000 \\ \text{Payback period} &= 1 + \frac{440.000.000 - 233.475.000}{470.481.000 - 233.475.000} \times 1 \text{ Tahun} \\ &= 1 + \frac{206.525.000}{237.006.000} \times 1 \text{ Tahun} \\ &= 1,87 \end{aligned}$$

Jadi dengan demikian *Payback period* untuk investasi Mesin Forklift adalah 1,87 tahun. Ini berarti lebih pendek dari waktu ekonomis investasi yaitu 5 tahun. Dengan kriteria *Payback*

*period* investasi sewa mesin Forklift tersebut dapat diterima.

**E. Profitability Index**

*Profitability index* dari investasi Mesin Forklift dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Profitability Index} = \frac{\text{Present worth of benefit}}{\text{Present worth of cost}}$$

$$= \frac{908.573.989,6}{440.000.000} = 2,065$$

*Profitability Index* lebih besar dari 1. Menurut kriteria *Profitability Index* usulan investasi Mesin Forklift dapat diterima.

**F. Internal Rate of Return**

Perhitungan *Internal rate of Return* dapat dilakukan sebagai berikut :

$$NPW = PW_R - PW_E = 0$$

$$= 908.573.989,6 - (P/F, i\%, 5) 440.000.000 = 0$$

$$(P/F, i\%, 5) = \frac{440.000.000}{908.573.989,6} = 0,4843$$

Dicari nilai yang mendekati melalui tabel pemajemukan diskrit

- $i = 15\% \Rightarrow (P/F, 15\%, 5) = 0,4972$
- $i = 18\% \Rightarrow (P/F, 18\%, 5) = 0,4371$

Dicari dengan interpolasi

$$\frac{18\% - i}{18\% - 15\%} = \frac{0,4371 - 0,4843}{0,4371 - 0,4972}$$

$$\frac{18 - i}{3} = \frac{-0,0071}{-0,0081}$$

$$6 - i = 0,146$$

$$i = 5,85\%$$

Dari perhitungan diatas didapat *internal rate of return* investasi Mesin Forklift adalah 5,85%. Ternyata *internal rate of return* ini dibawah tingkat suku bunga yang disyaratkan, yaitu 7,8%. Dengan demikian, kriteria *internal rate of return* investasi tersebut layak digunakan.

Setelah dilakukan analisis kelayakan dari kedua model usulan diatas, hasil model usulan terbaik yaitu pada model usulan pertama, dengan nilai NPV terbesar yaitu Rp 608.573.989,6 dengan periode pengembalian tercepat yaitu 1,28 tahun. Periode tersebut memiliki selisih yang jauh dibandingkan dengan umur ekonomisnya yaitu 5 tahun. Jika dilihat dari segi lamanya waktu tunggu antrian, pada model usulan pertama memiliki waktu antrian yang lebih pendek dari model lainnya.

**4. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian di Gudang Multiguna (GMG) PT. Petrokimia Gresik maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil simulasi model kondisi awal yaitu waktu tunggu pada *server* 1 adalah 3,0808 jam atau 184,85 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 3,2425 jam atau 194,55 menit., output kondisi saat ini sebesar 38,867 output, dan utilitas masing-masing sebesar 1,00.
2. Hasil simulasi dari masing-masing model adalah sebagai berikut:
  - a. Model Usuan I : Waktu tunggu pada *server* 1 adalah 0,47118 jam atau 28,27 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 1,2083 jam atau 72,5 menit, Output sebesar 89,8 output, dan *resources* masing-masing server memiliki nilai yang sama. Forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98.
  - b. Model Usuan II : Waktu waktu tunggu pada *server* 1 adalah 2,3891 jam atau 143,346 menit dan waktu tunggu pada *server* 2 adalah 2,5565 jam atau 153,39 menit, waktu tunggu pada *server* 3 adalah 2,5708 jam atau 154,25 menit. output sebesar 57,467 output, dan *resources* masing-masing server memiliki nilai yang berbeda. Pada server 1 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,97. Pada server 2 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,98. Sedangkan pada server 3 forklift dan karyawan memiliki nilai utilitas sama yaitu sebesar 0,95.

Setelah didapatkan hasil tersebut, usulan pertama memiliki rata-rata waktu tunggu yang lebih kecil, namun penulis harus memperhitungkan kelayakan dari usulan tersebut. Setelah dilakukan analisis kelayakan dari kedua model usulan diatas, didapatkan hasil terbaik yaitu pada model usulan pertama, dengan nilai NPV terbesar dibandingkan dengan model usulan lainnya yaitu Rp608.573.989,6 dengan periode pengembalian tercepat yaitu 1,28 tahun. Periode tersebut memiliki selisih yang jauh dibandingkan dengan umur ekonomisnya yaitu 5 tahun.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anisah, Siti. (2015). Analisis Antrian Dalam Optimalisasi Sistem Pelayanan Kereta Api

Di Stasiun Purwosari Dan Solo Balapan. *JURNAL GAUSSIAN, Volume 4, Nomor 3, Tahun 2015, Halaman 669-677.*

- Amri, Muhammad dan Teuku Sybran Malasy. (2013). Analisis Sistem Antrian pada Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) dengan menggunakan simulasi Arena. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal Vol.2 No.2 (2013) 16-23.*
- Ekoanindiyo, Firman Ardiansyah, (2011). Pemodelan Sistem Antrian Dengan Menggunakan Simulasi. *Dinamika Teknik Vol. V, No. 1 Januari 2011 Hal 72 - 85*
- Murti, Karima Batennia. Laurentius Damas S., dan Eko Liquidannu. (2018). Simulasi Model Antrian Kasir Alfamart Pucangsawit Menggnakan Software Arena. *Seminar dan Konferensi Nasional Surakarta, 7-8 Mei 2018.*
- Nengsih, M. (2017). Analisis Sistem Antrian Pelayanan Administrasi Pasien Rawat Jalan Pada Rumah Sakit Padmalalita Muntilan . *Management Insight Vol 12, No 1 (2017).*
- Endro Prihastono, dan Enti Nur Hayati. (2015). Analisis Kelayakan Investasi Mesin Untuk Meningkatkan Kapasitas Produksi Studi Kasus di CV Djarum Mulia Embroidery Semarang. *DINAMIKA TEKNIK Vol. IX, No. 2 Juli 2015 Hal 47 - 60.*
- Prima Denny Sentia, I. R. (2016). Pendekatan Simulasi Untuk Analisis Antrian Pada Bengkel Servis PT. X. *Jurnal Optimasi Sistem Industri, 105-113.*
- Saputra, B. C. (2015). *Studi Simulasi Proses Pemuatan dan Penimbangan Kontainer Ekspor dengan Tujuan Meminimalkan Stapel (Studi Kasus : PT.WINA,Gresik).* Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Sidik, Abdullah. (2018). *Usulan Minimalisasi Antrian Proses Pemuatan Pupuk Dengan Simulasi di PT Petrosida Gresik.* Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.
- Subagyo, F. F. (2018). Simulasi Antrian Pasien Rawat Inap Untuk Mengurangi *Waiting List* VIP Di Rumah Sakit. *Jurnal Tekno Sains, 13-25.*
- Sugito. (2013). Proses Antrian Dengan Kedatangan Berdistribusi Poisson Dan Pola Pelayanan Berdistribusi General. *Media Statistika Vol. 6, No. 1, Juni 2013 : 51-60.*
- Sultan, A. Z. (2007). *Pemodelan dan Simulasi Proses Produksi PT. Sermani Steel Untuk Peningkatan Kapasitas Produksi dan*

*Utilisasi Mesin.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Taslim, S. (2015). *Perencanaan Produksi Pupuk Guanoku Untuk Memenuhi Permintaan Konsumen Di UD. Pupuk Guanoku Dengan Pendekatan Simulasi.* Gresik: Universitas Muhammadiyah Gresik.