

USULAN PERBAIKAN JALUR *INBOUND* DAN *OUTBOUND* UNTUK MENGATASI ANTRIAN (*QUEUE*) DI GUDANG 2 PT. WXY MENGGUNAKAN PENDEKATAN TEORI ANTRIAN DAN METODE SIMUASI

Rahmatya Dwi Arini Rahadina¹, Dida Diah Damayanti², Budi Santosa³

¹ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom

Email : ¹rahmatvaarini23@gmail.com ²didadiah@telkomuniversity.ac.id ³bschulasoh@gmail.com

Abstrak

PT. WXY adalah perusahaan distribusi yang mendistribusikan makanan, alat kesehatan, obat dan *cosmetic*. Dalam proses pendistribusian barangnya terdapat masalah antrian pelayanan penyiapan pada mobil perusahaan PT. WXY yang mengakibatkan Waktu rata-rata mengantri (W_s) sebesar 1.25 jam pada gudang 2 PT. WXY dan keterlambatan pengiriman. Setelah melakukan observasi didapatkan gejala awal yang diduga menjadi akar masalah adalah akibat kurangnya fasilitas pintu. Pada gudang 2 PT. WXY hanya terdapat 1 buah pintu yang melayani 2 pelayanan yaitu *inbound* dan *outbound*, dengan tingkat rata-rata kedatangan mobil supplier dan mobil perusahaan 5,44 sehingga perlu adanya penambahan fasilitas. Setelah melakukan perhitungan dengan pendekatan teori antrian didapatkan hasil perbaikan 19% dan peningkatan kuantitas mobil perusahaan yang melakukan p

engiriman sebesar 45,4%

Analisis sistem antrian dilakukan dengan teknik simulasi karena dengan simulasi kondisi eksisting perusahaan bisa tergambarkan dengan benar bagaimana proses pengiriman dan pelayanan yang pada gudang 2 PT. WXY. Bentuk kedatangan kendaraan yang dilayani di gudang 2 memiliki variasi dan kriteria yang berbeda-beda sesuai dengan volume barang dan jenis barang yang dibawa, tujuan yang dituju kendaraanpun berbeda-beda, bentuk pelayanan yang diberikan perusahaan juga berbeda beda antara pelayanan gudang 1 dan gudang 2 tergantung dari jenis barang yang akan dibawa dan disimpan, dan tingkat kedatangan supplier yang *randomize* semakin mempersulit perhitungan secara statistical.

Aplikasi simulasi yang digunakan adalah ProModel yang dijalankan selama 1 hari dengan jam kerja dari jam 08:00-17:00. Dengan replikasi mobil supplier sebanyak jumlah kendaraan mobil perusahaan. Setelah melakukan penambahan pintu (server) penelitian ini juga mengusulkan perbaikanjadwal bongkar, yang awalnya bersifat *randomize* kini disusun berdasarkan waktu proses tercepat.

Usulan penelitian yang ditawarkan adalah dengan penambahan 1 server pintu dengan perkiraan pembangunan sebesar Rp. 9.275.600 rupiah. Hasilnya menunjukkan dengan penambahan 1 server pintu mampu menaikan volume keberangkatan mobil perusahaan yang sebelumnya berjumlah 11 mobil/hari menjadi 16 mobil/hari dengan peningkatan (L_s) sebesar 40.36%, (W_s) sebesar 40.13%, (L_q) sebesar 86,30% dan (W_q) sebesar 86.33%.

Keywords – Teori Antrian, Simulasi, Promodel, Penjadwalan, Disiplin Pelayanan, *Operational Research*

Abstract

PT. WXY is a distribution company that distributes food, medical equipment, medicine and *cosmetic*. In the process of distribution of goods there is a problem queue setup on the car service company PT. WXY resulting average time queuing (W_s) of 1.25 hours in the barn 2 PT. WXY and delivery delays. After making observations obtained early symptoms suspected to be the root of the problem is due to lack of facilities the door. In warehouse 2 PT. WXY there is only one piece door that serves two services, namely *inbound* and *outbound*, with an average rate of arrival of car suppliers and car companies 5.44 so the need for additional facilities. After doing the calculations with queuing theory approach showed improvement of 19% and an increase in the quantity of car companies that make deliveries amounted to 45.4%

Analisis queuing system is done with simulation techniques for the simulation of the existing condition of the company can be portrayed correctly how the process of delivery and services provided at the warehouse 2 PT. WXY. Forms of vehicle arrival served in the barn 2 have variations and criteria vary according to the volume of goods and type of goods carried, the purpose intended kendaranpun different, the type of services provided by the company is also different between warehouse services 1 and shed 2 hanging of the type of goods to be carried and stored, and the arrival rate suppliers *randomize* more difficult perhitungan statistical basis.

Simulation application used is ProModel run for 1 day with working hours from 08: 00-17: 00. With replication automobile suppliers as much as the number of vehicles a company car. After the addition the door (server)

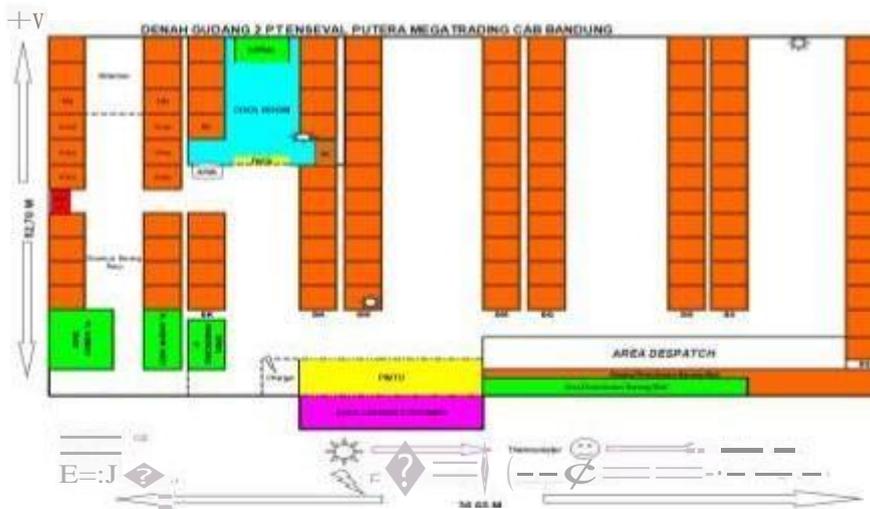
This study also proposes perbaikanjadwal unloading, which initially is randomize now arranged by the time the fastest processes.

Proposed research offered is by addition of 1 server door with an estimated construction amounted to Rp. 9.2756 million rupiah. The results show with the addition of 1 server is able to increase the volume departure door car company which previously amounted to 11 cars / day to 16 cars / day with an increase (Ls) amounted to 40.36%, (Ws) amounted to 40.13%, (Lq) of 86.30% and (Wq) amounted to 86.33%.

Keywords – Overstock, Continuous Review (s, Q), lead time, probabilistic

1. Pendahuluan

PT. WXY adalah salah satu perusahaan distribusi obat dan makanan dan kegiatan utamanya adalah mendistribusikan barang yang diberikan *supplier* untuk didistribusikan ke *customer*. Berdasarkan fungsi dan perusahaan yang menjadi supplyernya, gudang PT. XWY dipisahkan menjadi 2 bagian, yaitu untuk obat, makan ringan dan alat kesehatan serta susu disimpan di gudang 1 yang mayoritas barang yang disimpan berasal dari pharma dan kalbe. Sedangkan kosmetik, obat hewan dan santan disimpan di gudang 2 yang mayoritas barang yang disimpan berasal dari PT. CHB dan Veteriner.

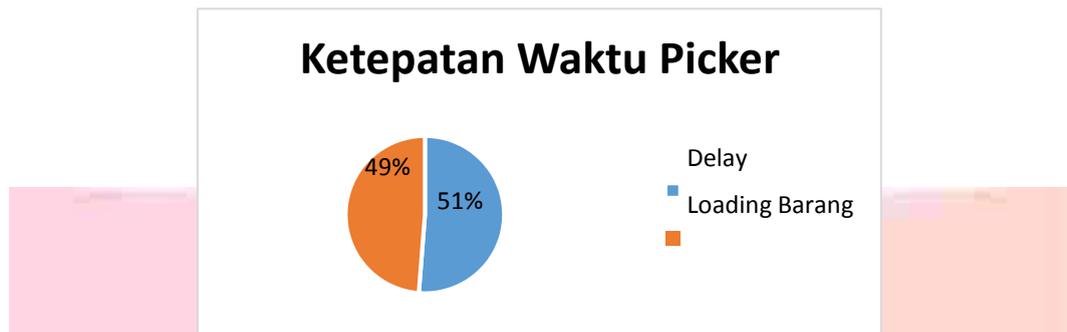


Gambar 1 Layout gudang 2 PT. WXY

jumlah SKU (*Stock Keeping Unit*) yang disimpan didalam gudang tersebut adalah 448 jenis. Total SKU tersebut terdiri dari beberapa kategori yaitu, kosmetik, makanan, minuman dan obat hewan.

Tabel 1 Data *Overstock* Semua Sediaan Periode Januari – September 2015

No.	Direktorat	Klasifikasi Produk	Contoh Produk
1	CHB	Cosmetic	BB Cream, Bedak, lipstick, eyeliner, eyebrow, nivea, dan lain-lain
2	CHB	Obat & vitamin hewan	Denytox, Kalvidog, Virbac Vitamino, Kalbazen dan lain-lain
3	Veteriner	Makanan dan Minuman	Nata de coco, go fresh, BBN Gula batu, Sun Kara santan dan lain-lain



Gambar 2 presentase ketepatan waktu picker 2 Januari 2015

Tabel 2 Perbandingan waktu mobil perusahaan dan supplier aktual

	Supplier	Perusahaan
Rata-Rata Pelanggan Dalam Sistem	0.12	4.86
Waktu rata-rata sistem mengantri	1.5	1.25
Panjang antrian	0.00055	0.01005
Waktu rata-rata menunggu antrian	0.00685	0.00258

permasalahan lain yang menjadikan permasalahan semakin kompleks adalah:

1. Jenis kendaraan yang datang untuk dilayani berbeda.
2. Jenis pelayanan yang diberikan tidak homogen.
3. Jumlah kedatangan mobil supplier tidak tentu.
4. Waktu kedatangan dan keberangkatan tidak bisa ditentukan.
5. Waktu pelayanan kendaraan berbeda-beda sesuai dengan volume barang yang dibawa.

Setelah melakukan pengamatan langsung selama 1 minggu, Secara singkat hal itu terjadi karena apabila ada kejadian barang datang (*inbound*) dari *supplier* maka aktivitas *loading* barang keluar (*outbound*) harus dihentikan dan mendahulukan aktivitas *inbound* terkait keterbatasan fasilitas, waktu dan biaya *penalty* apabila *supplier* telat kembali.

Pada kondisi seperti ini penyelesaian yang bisa digunakan adalah menggunakan metode simulasi guna mengatasi factor ketidakpastian (*randomize*). Kondisi eksisting perusahaan yang ingin dilakukan perbaikan adalah pada segi rancangan sarana pelayanan yaitu dengan menambahkan pintu sebagai akses baru *inbound* dan *outbound* dengan meminimasi *service time distribution*.

1. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian

1.1 Dasar Teori

1.1.1 Distribusi

Distribusi merupakan sekumpulan organisasi yang membuat sebuah proses kegiatan penyaluran suatu barang atau jasa siap untuk dipakai atau dikonsumsi oleh para konsumen (*Philip Kotler 1991*). Sedangkan distributor adalah orang atau pelaku yang melakukan proses distribusi.

1.1.2 Teori Antrian

Teori antrian pertama kali ditemukan pada tahun 1909 di Denmark. Saat itu terjadi penumpukan permintaan yang dilayani secara manual oleh operator dan pada saat itu kondisi operator dalam keadaan sibuk sehingga harus menunggu untuk dilayani. Kemudian istilah sistem antrian (*queing theory*) dijumpai pertama pada tahun 1951 di dalam *Journal Royal Statistical Society*. (Arifin, 2009)

1.1.3 Model

Model adalah pola (contoh, acuan, ragam) dari sesuatu yang akan dibuat atau dihasilkan (Departemen P dan K, 1984). Model dapat didefinisikan sebagai proses penggambaran operasi sistem nyata untuk menjelaskan atau menunjukkan relasi-relasi penting yang terlibat (Arifin, 2009)

1.1.4 Konsep Simulasi

Pada dasarnya simulasi adalah aplikasi atau praktek dari *building model* yang meepresentasikan sistem nyata atau pendugaan dimasa yang akan datang (*ekspektation*) atas model yang digunakan untuk mempelajari perilaku sistem, peningkatan performansi atau untuk merancang sistem baru. Sehingga simulasi dapat didefinisikan sebuah teknik dalam pembuatan suatu model dari sistem yang nyata atau usulan sistem sehingga perilaku dari sistem tersebut bisa dipelajari. (Arifin, 2009)

1.1.5 Software Promodel

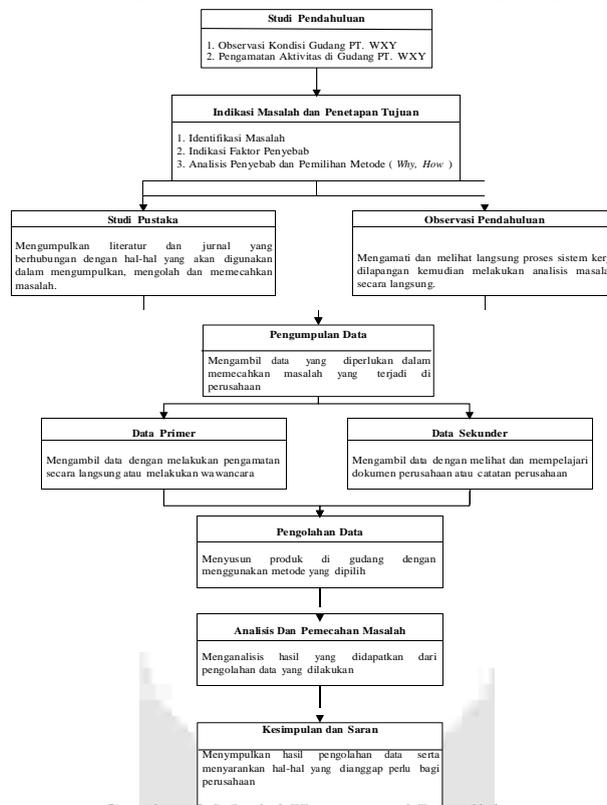
Promodel merupakan *software* simulasi diskrit walaupun untuk beberapa proses industry dapat dimodelkan dengan cara mengkonversi sistem *continuos* seperti produksi minyak menjadi sistem produksi minyak berdasarkan *barrel*. Promodel didesain untuk memodelkan sistem ketika kejadian pada sistem muncul pada waktu tertentu. Pada simulasi menggunakan promodel dapat ditampilkan animasi yang mewakili sistem yang telah dimodelkan. Promodel melihat suatu sistem produksi ssebagai susunan dari *location process* seperti mesin atau stasiun kerja dimana entitas diproses sesuai logika proses yang telah dibuat. (Djati)

1.1.6 Penjadwalan

Penjadwalan adalah kegiatan pengalokasian sumber-sumber atau mesin-mesin yang ada untuk menjalankan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu (Barker,1974). Penjadwalan juga didefinisikan sebagai rencana pengurutan urutan kerja secara pengalokasian sumber, baik waktu maupun fasilitas untuk setiap operasi yang harus diselesaikan (Vollman,1998). Dari beberapa definisi yang telah disebutkan maka dapat ditarik suatu definisi “Penjadwalan adalah suatu kegiatan perancangan berupapengalokasian sumber daya baik mesin maupun tenaga kegiatan perancangan berupa pengalokasian sumber daya baik mesin maupun tenaga kerja untuk menjalankan sekumpulan tugas sesuai proses dalam jangka waktu tertentu”.

1.2 Model Konseptual

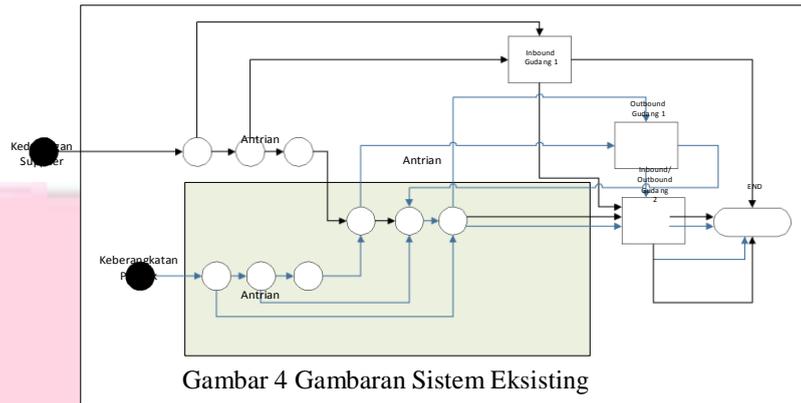
Merupakan konsep pemikiran yang dapat membantu peneliti merumuskan kerangka pemecahan masalah dan membantu merumuskan solusi ayau usulan dari permasalahan yang dibaha. Secara garis besar penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki tata letak pada gudang 2 PT. WXY bandung yang dijabarkan pada gambar 3.1



Gambar 3 Model Konseptual Penelitian

2. Pembahasan

Bentuk model fisik antrian secara keseluruhan pada PT. WXY terlihat pada gambar 4 namun penelitian ini hanya berfokus pada minimasi antrian yang terjadi pada gambar yang diberi keterangan lebih gelap.



a) Data kedatangan supplier

Data kedatangan mobil Supplier dan perusahaan diambil dari hasil pengamatan pada hari Kamis, 02 Juni 2016 kemudian dikelompokkan berdasarkan interval perjam dan dapat dilihat pada Tabel 4.1

Waktu	Supplier
08.00-09.00	5
09.00-10.00	1
10.00-11.00	0
11.00-12.00	1
12.00-13.00	0
13.00-14.00	0
14.00-15.00	2
15.00-16.00	1
Jumlah	10
Rata-rata	0,8

Tabel 3 data kedatangan mobil supplier

Waktu	Perusahaan
08.00-09.00	5
09.00-10.00	4
10.00-11.00	0
11.00-12.00	1
12.00-13.00	0
13.00-14.00	3
14.00-15.00	4
15.00-16.00	2
16.00-17.00	1
Jumlah	20
Rata-rata (λ)	2,22

Tabel 4 data kedatangan mobil perusahaan

b) Data waktu pelayanan

Data waktu pelayanan gudang dihitung untuk mengetahui butuh waktu berapa lama untuk melayani 1 mobil dalam satuan jam. Data tersebut dapat dilihat pada tabel

Data Primer Gudang mobil Supplier	Waktu pelayanan
1	2:00:00
2	2:00:00
3	1:00:00
4	2:00:00

5	2:00:00
6	1:00:00
7	2:00:00
8	1:00:00
9	0:20:00
Σ	13:20:00
Rata rata	1:28:54

Tabel 5 waktu pelayanan mobil supplier

Pengamatan mobil perusahaan	Waktu pelayanan
1	0:33:00
2	0:34:00
3	0:34:00
4	0:24:00
5	0:05:00
6	1:11:00
7	1:08:00
8	1:16:00
9	0:41:00
10	1:15:00
11	1:10:00
12	0:47:00
13	0:51:00
14	0:37:00
15	0:44:00
16	1:07:00
17	1:43:00
18	2:01:00
19	2:16:00
20	2:23:00
Σ	21:20:00
Rata rata	1:04:00

Tabel 5 waktu pelayanan mobil perusahaan

Setelah melakukan perhitungan waktu kedatangan dan pelayanan mobil selanjutnya akan menghitung tingkat pelayanan Gudang 2

Waktu tunngu	Waktu Pelayanan (detik)	Tingkat Pelayanan (WP/Jam)
Supplier	5254	0,6749156355
Perusahaan	4492	0,8014247551

Tabel 6 Perbandingan Waktu Pelayanan

Setelah kedatangan mobil (χ), tingkat pelayanan (μ), dan jumlah gudang diketahui, maka dapat dihitung kinerja sistem antrian dengan menggunakan teori antrian pelayanan single server. Langkah-langkah menghitungnya:

1. Menghitung probabilitas tidak adanya mobil supplier dalam sistem antrian dengan rumus.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{c-1} \frac{1}{n!} \left(\frac{\chi}{\mu}\right)^n + \frac{1}{c!} \frac{(\chi/\mu)^c}{1 - \chi/\mu}}$$

2. Menghitung rata – rata jumlah mobil dalam sistem antrian dengan rumus :

$$L_s = \frac{\chi(\chi/\mu)^c}{(c-1)!(c\mu - \chi)^2} P_0 + \frac{\chi}{\mu}$$

3. Menghitung rata – rata waktu menunggu mobil dalam antrian dengan rumus :

$$W_s = \frac{L_s}{\lambda}$$

4. Menghitung rata-rata jumlah mobil supplier untuk dilayani dengan rumus:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu}$$

5. Menghitung rata – rata waktu yang dihabiskan dalam antrian dengan rumus :

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Tabel 7 Perbandingan Perhitungan Teori Antrian

	Supplier	Perusahaan
λ	0.08	2.22
μ	0.67	0.99
C	1	1
Po	0.4995	-0.1413
Ls	0.12	2.39
Ws	1.50	1.08
Lq	0.00055	0.14590
Wq	0.00685	0.06572

• Analisis sistem alternatif

Konfigurasi sistem antrian pada Gudang dua PT.WXY Bandung menggunakan 2 fasilitas gudang dengan pintu *inbond* dan *outbond* jalur pelayanan atau unit yang diteliti. Karena Gudang yang diteliti adalah gudang dua dimana gudang ini menggunakan 1pintu (unit) pelayanan maka didapat kinerja sistem antrian pada saat ini, untuk mengurangi waktu menunggu konsumen (Ws), panjang antrian yang terjadi (Lq), dan tingkat kesibukan gudang yang cukup tinggi terutama untuk mobil perusahaan, maka diambil alternatif dengan menggunakan 2 fasilitas jalur pelayanan atau pintu. Perhitungan dilakukan seperti pada sistem eksisting hanya jumlah c ditambah menjadi 2.

Mobil Supplier		
λ	0.08	0.08
μ	0.67	0.95
C	1	2
Po	0.4995	1
Ls	0.12	0.12
Ws	1.5	1.05
Lq	0.00055	0.00038
Wq	0.00685	0.00479
Mobil Perusahaan		
λ	2.22	2.22
μ	0.99	0.99
C	1	2
Po	-0.1413	-0.0231
Ls	2.39	2.34
Ws	1.08	1.06
Lq	0.14590	0.10247
Wq	0.06572	0.04616

Tabel 8 Perbandingan Perhitungan Teori Antrian Eksisting dan Usulan

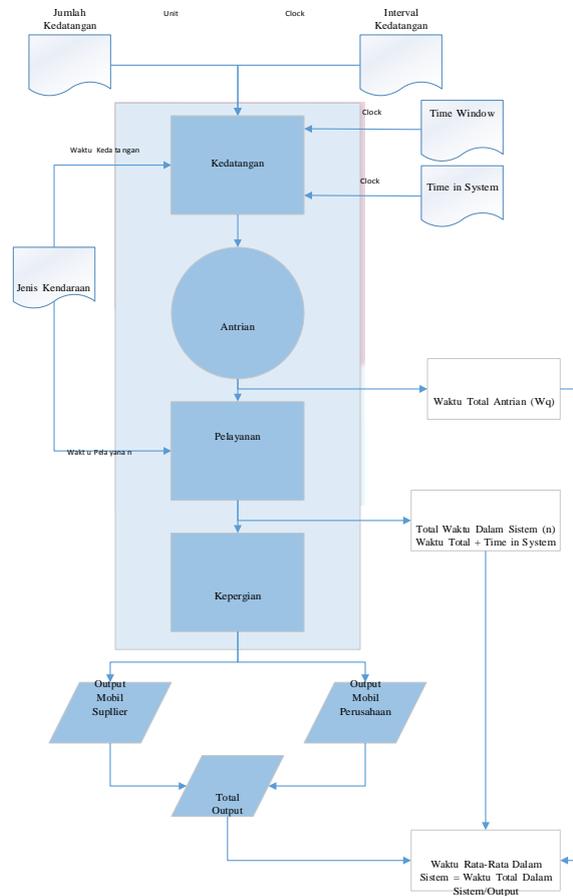
• Perbandingan sistem eksisting dan usulan

Mobil	Ws			Lq		
	Sistem Antrian Saat ini	Sistem Antrian Alternative	Perubahan %	Sistem Antrian Saat ini	Sistem Antrian Alternative	Perubahan %
Perusahaan	1.08	1.06	1.851	0.14590	0.10247	29.655
Supplier	1.49938	1.49733	0.136	0.00055	0.00038	30.909

Tabel 9 persentase perubahan

c) Penyesunan Program Aplikasi

Setelah dilakukan pengumpulan data kedatangan dan data pelayanan, dimana data-data tersebut telah melalui tahap analisa uji keseragaman data, uji kecukupan data dan pengujian pola distribusi data, maka tahap berikutnya adalah analisis dan permodelan sistem serta permodelan operasi dan algoritma sistem. Langkah-langkah tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* ProModel Student Version 7.5



Gambar 5 Gambaran Sistem Eksisting

• **Skenario Eksisting.**

Pada kondisi eksisting perusahaan memiliki 3 *unit* pintu yaitu 2 *unit* pintu digudang 1 dan 1 *unit* pintu di gudang 2. Pada gudang 1 terdapat 2 gudang pintu 1 *unit* untuk pelayanan *inbound* dan 1 *unit* untuk pelayanan *outbound*. Sedangkan pada gudang 2 terdapat 1 *unit* pintu yang berfungsi ganda sebagai pelayanan *inbound* dan *outbound*. Dengan jam kerja mulai 08:00-16:00, jumlah kedatangan supplier yang *infinite*. Masing-masing kendaraan memiliki probabilitas yang berbeda-beda seperti yang tergambar pada tabel

Tabel 10 probabilitas kedatangan supplier

Kedatangan/ Keberangkatan perbulan	F 1	F2	ΣF	P1	P2	ΣP
CDE	17	14	31	0.548387	0.451613	1
TRN	29	8	37	0.783784	0.216216	1
CDD	23	7	30	0.766667	0.233333	1
FUSO	30	9	39	0.769231	0.230769	1
PERUSHAAN	9	15	24	0.375	0.625	1

• **Skenario Usulan.**

Pada kondisi usulan tidak terlalu berbeda dengan kondisi eksisting yang berbeda adalah pada kondisi usulan perusahaan memiliki 4 *unit* pintu. Pada gudang 1 terdapat 2 gudang pintu yaitu 1 *unit* untuk pelayanan *inbound* dan 1 *unit* untuk pelayanan *outbound* begitu juga pada gudang 2. Dengan tetap menjadwalkan jam kerja 08:00-16:00 dari, dan jumlah kedatangan supplier yang *infinite*.

- **Asumsi Simulasi**

1. Kedatangan supplier berkapasitas infinite
2. Model yang dibuat merupakan hasil pengamatan pada PT. WXY
3. Pengamatan dilakukan selama 1 hari
4. Jenis mobil perusahaan diasumsikan sejenis

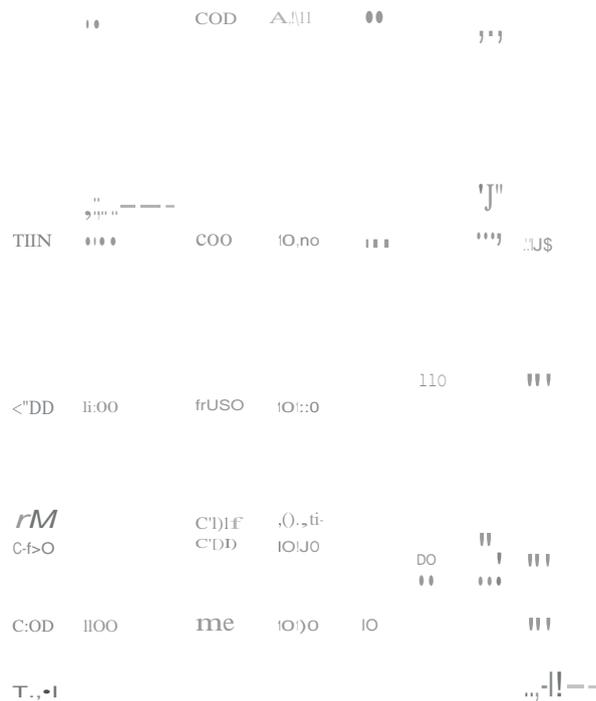
- **Output Simulasi**

Output simulasi memperlihatkan total exit kendaraan yang disimulasikan selama 1 hari. Hasil simulasi pada kondisi eksisting berhasil memberangkatkan 11 unit mobil perusahaan sedangkan simulasi usulan berhasil memberangkatkan 16 unit mobil perusahaan.

- **Penjadwalan**

Setelah melakukan analisis antrian dan simulasi antrian, usulan akan semakin baik apabila kedatangan mobil dijadwalkan. Pada kondisi eksisting PT. WXY belum menerapkan penjadwalan atau urutan penugasan pelayanan mobil supplier. Pada penelitian ini perhitungan menggunakan 2 metode yaitu SPT dan EDD yang masing-masing memiliki kriteria yang berbeda. Berdasarkan data pada bulan Maret 2016 berikut adalah total lateness eksisting.

Tabel 11 penjadwalan eksisting



a) Penjadwalan EDD

Penjadwalan ini dilakukan dengan melakukan proses bongkar muat berdasarkan due date terkecil untuk dilayani terlebih dahulu. Setelah melakukan perhitungan didapatkan total lateness sebesar 3420. Sehingga mengalami perbaikan sebesar 1505 pada total lateness eksisting .

b) Penjadwalan SPT

Penjadwalan SPT adalah proses mengurutkan berdasarkan waktu proses terkecil yang lebih dulu dilayani. Setelah melakukan perhitungan menggunakan teori SPT didapatkan total lateness sebesar 3125. Sehingga mengalami perbaikan total lateness sebesar 1800.

• Analisis Hasil Simulasi

Setelah melakukan pemodelan menggunakan aplikasi simulasi promodel dengan melakukan pemodelan dan penambahan 1 server pintu pada gudang 2 menjadikan total pintu gudang menjadi 4 pintu memiliki peningkatan sebesar 45% menjadi 16 unit mobil perusahaan yang berhasil mendistribusikan (perhari).

3. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan perhitungan menggunakan pendekatan teori antrian dan metode simulasi didapatkan kesimpulan:

1. Model simulasi eksisting dan usulan sesuai dengan permasalahan sehingga mengatasi antrian sehingga total exit mobil perusahaan yang berhasil keluar untuk mendistribusikan barang perusahaan dalam sehari naik menjadi 45%.
2. Penjadwalan yang terpilih untuk mengatasi antrian pada proses inbound adalah penjadwalan SPT dengan total lateness 3125 dengan perbaikan 36,64%.
3. Meminimasi waktu mengantri yang dialami oleh PT. WXY setelah melakukan pergitungan menggunakan data perusahaan mengalami perbaikan sebesar 1,851% pada nilai WS dan 29,655% pada LQ dan menggunakan data simulasi mengalami perbaikan sebesar 40,13% pada WS dan 86,30% pada LQ.

Daftar Pustaka

- Arifin, M., 2009. *SIMULASI SISTEM INDUSTRI*. s.l.:Graha Ilmu.
- Azwar, D. S., 1998. *Metode Penelitian*. s.l.:s.n.
- Djati, B. S. L., n.d. *Simulasi dan Aplikasinya*. s.l.:s.n.
- Frazelle, E. H., 2001. *World Class Warehousing and Material Handling*. s.l.:s.n.
- Harrell, G. B., 2004. *Simulasi Using Promodel*. 3 ed. s.l.:s.n.
- Kotler, P., 1997. s.l., s.n.
- Lieberman, H., 2008. *Introduction Oprational Research*. 8 ed. s.l.:s.n.
- Sitompul, D., 2007. *Riset Oprasi II*. s.l.:s.n.
- Taha, H. A., 1982. *Oprations Research and Introduction*. New York: s.n.
- Tjutju Tarlih Dimiyati, A. D., 1990. *Oprations Research*. s.l.:s.n.