



JTLM

JURNAL TERAPAN LOGISTIK MIGAS

Vol. 2 No. 1 Desember 2023 Hal. 135 - 141

ISSN XXXX-XXXX (Online)



Jurnal Terapan Logistik Migas : Jurnal Program Studi Logistik Minyak dan Gas

OPTIMASI *CROSSDOCKING OPERATION* MELALUI SIMULASI ARENA PADA GUDANG PT X

Dwi Nurma Heitasari^{1*}, Sono¹, Titus Yempori¹

¹ Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas
Jl. Gaja Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

*email : dwinurmaheitasari1987@gmail.com

Received: ¹⁵th Oct 2023; Revised: ¹⁷th Nov 2023; Accepted: ³Dec 2023

Abstrak

PT X merupakan perusahaan *Thrid Party Logistic*, yang bergerak di bidang layanan jasa pergudangan dan ekspedisi barang. Pemilihan strategi yang tepat mengutamakan prinsip *right goods*, *right place*, dan *right time*. *Crossdocking operation* ialah kegiatan dimana barang dipersiapkan untuk pengiriman ke konsumen tanpa aktivitas penyimpanan terlebih dahulu, diawali dengan proses *picking* pada gudang setelah itu dilanjutkan dengan proses *inbound* dan *outbound*. Salah satu layanan yang ditawarkan oleh PT X dalam skema *crossdocking* yaitu pengiriman Via Express Quality dengan menggunakan jalur udara. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan operasi *crossdocking* dengan bantuan Software Arena sehingga menghasilkan *order lead time* yang minimum berdasarkan skenario terbaik. Hasil simulasi menunjukkan Skenario 3 sebagai skenario terbaik untuk mengoptimalkan *crossdocking* dengan cara mengeliminir inventory proses, menambah manpower, melakukan pembagian area kerja, dan menambah *material handling equipment* diantaranya *forklift* dan *handjack* sehingga menghasilkan *ouput* berupa *Waiting Time* 0,4656 dan *Utility Resources* 28% dengan *ouput* yang dihasilkan 252 dalam satu hari, yang mana jauh lebih optimal dibandingkan operasi eksisting. Skenario tersebut mampu meminimumkan *order lead time* dan mengoptimalkan *crossdocking operation* pada gudang PT X.

Kata kunci : Gudang, Optimasi, Crossdocking, Order, Lead, Time.

Abstract

PT X is a *Thrid Party Logistic* company, which is engaged in warehousing and freight forwarding services. The selection of the right strategy prioritizes the principles of *right goods*, *right place*, and *right time*. *Crossdocking operation* is an activity where goods are prepared for delivery to consumers without prior storage activities, starting with the *picking* process in the warehouse after that followed by the *inbound* and *outbound* processes. One of the services offered by PT X in the *crossdocking* scheme is delivery via Express Quality using air transportation. This study aims to simulate *crossdocking* operations with the help of Arena Software, to produce a minimum *order lead time* based on the best scenario. The simulation results show Scenario 3 as the best scenario to optimize *crossdocking* by eliminating process inventory, adding manpower, dividing work areas, and adding *material handling equipment* including *forklifts* and *handjacks*, to produce output in the form of *Waiting Time* 0.4656 and *Utility Resources* 28% with the resulting output of 252 in one day, which is much more optimal than existing operations. This scenario is able to minimize *order lead time* and optimize *crossdocking* operations at the PT X warehouse.

Keywords : Warehouse, Optimization, Crossdocking, Order, Lead, Time.

I. PENDAHULUAN

Era globalisasi menjadikan dunia tanpa batas yang menyebabkan peningkatan arus bisnis khususnya industri ekspedisi meningkat pesat. Perusahaan saling berlomba dengan tujuan utama yakni menciptakan kepuasan konsumen dengan pelayanan yang ditawarkan. Ketepatan waktu menjadi suatu aspek penting bagi konsumen untuk memilih suatu produk jasa.

Permasalahan waktu tunggu suatu produk sampai ke tangan konsumen sering disebabkan oleh waktu proses pengiriman yang terhambat (Hermanto et al., 2019). Waktu proses pengiriman banyak dipengaruhi oleh faktor internal. Terjadinya *waste of time*, yang merupakan pemborosan waktu pada suatu proses dalam hal ini waktu tunggu suatu proses, dan *waste of process*, yang merupakan segala bentuk tambahan proses yang tidak diperlukan (Harsoyo & Arkan, 2020), yang mana tentunya akan berimplikasi pada *order lead time* yang kurang

lama. Order Lead Time sendiri merupakan durasi antara pemesanan produk oleh pelanggan hingga produk tersebut sampai ke tangan pelanggan (Chamdiyah et al., 2023). Sehingga untuk meminimumkan *order lead time* maka *waste of time* direduksi dengan cara dioptimalkan sementara *waste of process* dapat dimodifikasi dengan cara mengurangi proses yang tidak memberikan nilai tambah terhadap layanan.

PT X merupakan perusahaan yang berfokus pada ekspedisi terintegrasi. PT X mempunyai beberapa gudang yang disewakan yang menyebar dalam banyak daerah di Indonesia. Perusahaan menyediakan berbagai layanan logistik sesuai dengan kebutuhan pelanggan, termasuk manajemen transportasi, logistik proyek, pusat logistik bea cukai, layanan lokasi terpencil, manajemen pelabuhan, manajemen pengiriman, pergudangan kargo, dan layanan logistik lainnya.

Penelitian ini mengkaji operasi *crossdocking* yang merupakan prosedur logistik dimana ketika material diterima dan dikumpulkan dalam satu gudang untuk kemudian dikelompokkan dan didistribusikan untuk tujuan pengiriman yang sama tanpa harus dilakukan penyimpanan terhadap material yang akan dikirim (Chaiyarot, Matukorn, Pitiruek, 2021). Analisis difokuskan pada aktivitas Inbound-Outbound Origin Via Express Quality yang belum mengoptimalkan fungsi *crossdocking*. *Waste of time* terjadi pada proses *outbound* material yang akan dikirim Via Express Quality, yang dimulai dari *handover outbound* ke ruang repacking. Selain *waste of time*, juga terdapat *waste of process*, dimana ketika telah selesai melakukan proses repacking material, material tersebut masih disimpan kembali kedalam gudang *crossdocking* dan tidak segera melakukan pengiriman material pada pihak maskapai (*air freight*), sehingga menyebabkan lamanya *order lead time*. Observasi menunjukkan bahwa *order lead time* pengiriman material pada kondisi riil ialah selama 2 (dua) hari, sedangkan *key performance indicator* yang ditetapkan untuk *service type Express Quality* ialah selama 1 (satu) hari (*same day service*). Berdasarkan kondisi diatas perlu mengoptimalkan fungsi *crossdocking* dengan mengeliminir *waste of time* dan *waste of process* yang berimplikasi pada *order lead time*. Optimasi operasi dilakukan melalui simulasi menggunakan Software Arena dengan tujuan merancang ulang proses *crossdocking operation* menjadi lebih optimal.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif yang digunakan untuk menarik suatu proses data menggunakan angka dalam menganalisa kesimpulan. Alur penelitian sebagai berikut:



Gambar 1. Alur Penelitian

Sehubungan dengan Gambar 1. Alur Penelitian diatas, penelitian dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

- 1) Identifikasi Masalah
Identifikasi masalah diperoleh dari pengamatan permasalahan yang terjadi pada *crossdocking operation* Gudang PT X. Pada tahap identifikasi masalah ini akan menghasilkan rumusan masalah, tujuan penelitian, dan batasan penelitian (Sugiyono, 2011). Berdasarkan studi literatur dan studi lapangan, dilakukan identifikasi permasalahan. Dimana terdapat *waste of time* pada proses inbound dan *waste of process* pada outbound yang berimplikasi pada tingkat *order lead time* serta tingkat utililitas *material handling equipment* dan *manpower productivity*.
- 2) Perumusan Masalah
Berdasarkan identifikasi masalah, dirumuskan beberapa masalah sehingga menjadi pokok permasalahan untuk diteliti. Permasalahan yang diambil pada penelitian ini

terkait Pengoptimalan Crossdocking Operation agar mengurangi Order Lead Time.

- 3) Tujuan Penelitian
 Penelitian ini bertujuan untuk mengeliminir *waste* agar mengoptimalkan fungsi crossdocking serta dapat mereduksi *order lead time* sehingga dapat meningkatkan *service level* dan profitabilitas. Strategi optimalisasi dilakukan dengan menentukan skenario kebutuhan *material handling equipment* serta *manpower* yang optimal, efektif dan efisien. Strategi ini dapat berupa pengalokasian, pengurangan ataupun penambahan sumber daya *manpower* dan *material handling equipment*.
- 4) Pengumpulan Data
 Pengumpulan data primer diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara, sedangkan data sekunder diperoleh melalui dokumen khususnya *time sheet* pada aktifitas gudang.
- 5) Analisis Statistik Data
 Analisis statistik data dilakukan melalui Uji Normalitas, sebagai uji asumsi klasik yang digunakan dalam mengetahui variabel independen dan variabel dependen memiliki distribusi normal (Artha & Intan, 2021). Data yang tidak memiliki distribusi normal akan berefek pada hasil analisis yang tidak akurat. Nilai p-value yang menunjukkan lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan data memiliki distribusi normal dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut. Namun apabila hasil dari One Sample Kolmogorov Smirnov memiliki hasil lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan data tidak berdistribusi normal.
- 6) Pengolahan Data dan Analisis
 Pengolahan data dan analisis dilakukan melalui 5 (lima) tahapan, antara lain:
 - a. Pembangunan model simulasi
 Pada pembangunan model simulasi dilakukan terhadap kondisi *crossdocking* eksisting. Simulasi dibangun berdasarkan model konseptual yaitu dimulai dari inbound sampai outbound (Kurniawan & Indriastiningsih, 2020). Pembangunan model bertujuan untuk menggambarkan riil sistem kegiatan. Pada pembangunan model simulasi eksisting ini akan diperoleh flowchart yang menggambarkan sistem nyata alur *crossdocking operation*. Pendekatan simulasi mampu merepresentasikan suatu sistem nyata kedalam model tiruan guna menggambarkan permasalahan-permasalahan kompleks dengan banyak variabel yang terjadi di sistem nyatanya dibanding dengan menggunakan model matematis.
 - b. Perhitungan replikasi
 Perlu dilakukan perhitungan jumlah replikasi simulasi pada software Arena untuk menentukan estimasi dalam interval yang diterima dengan menentukan nilai berapa kali (n) model simulasi harus dijalankan secara berulang. Tujuan perhitungan jumlah replikasi/pengulangan ini agar output simulasi mampu

merepresentasikan kondisi pada sistem nyata (Fikri & Andesta, 2023). Untuk mendapatkan nilai n perlu dilakukan replikasi awal yang akan menghasilkan nilai hw atau error terhadap mean. Kemudian mengevaluasi nilai hw untuk mencari nilai n' dengan error yang diinginkan.

- c. Simulasi eksisting
 Simulasi eksisting pada *crossdocking operation* ini berfungsi untuk mengetahui *output*, *utility resources*, *material handling equipment* dan produktifitas *manpower* saat ini.
 - d. Perencanaan Skenario
 Setelah mengetahui kondisi pada simulasi eksisting maka selanjutnya adalah merancang skenario terbaik dalam pengoptimalan dari kondisi eksisting kedalam skenario terbaik.
 - e. Simulasi Pengembangan
 Simulasi pengembangan dilakukan berdasarkan hasil kondisi simulasi saat ini atau eksisting sehingga bisa menyesuaikan dengan penggunaan utilitas atau *manpower*, *material handling equipment* untuk pengembangan modul atau skenario
- 7) Penarikan Kesimpulan
 Output yang dihasilkan dari simulasi pengembangan model *crossdocking* digunakan dalam menarik kesimpulan sehingga dihasilkan skenario terbaik dalam meminimalisir *order lead time* sesuai dengan tingkat *productivity* pada skenario yang dihasilkan pada perbaikan simulasi *crossdocking operation*, hal ini pada akhirnya akan mampu meningkatkan *service level* dan profitabilitas PT X.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Olah Data

Simulasi terhadap operasi *crossdocking* dilakukan terhadap sejumlah data, antara lain data trip maskapai, data *manpower*, data *material handling equipment*, data pengiriman material, dan data *time process crossdocking operation*, sebagaimana Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, dan Tabel 5, sebagai berikut:

| No | Destination XQ | Day | Time | |
|----|--------------------|-------------------|----------|---------|
| | | | Take Off | Landing |
| 1 | Area Jakarta | Monday - Saturday | 08.20 | 09.55 |
| 2 | Area Makassar | Monday - Saturday | 10.35 | 12.55 |
| 3 | Area Balikpapan | Monday - Saturday | 09.25 | 12.00 |
| 4 | Area Banjarmasin | Monday - Saturday | 08.45 | 10.55 |
| 5 | Area Mendado | Monday - Saturday | 10.25 | 18.10 |
| 6 | Area Denpasar | Monday - Saturday | 08.20 | 14.55 |
| 7 | Area Kupang | Monday - Saturday | 09.45 | 13.00 |
| 8 | Area Batam | Monday - Saturday | 10.00 | 15.40 |
| 9 | Area Pangkalanbung | Monday - Saturday | 09.50 | 12.20 |
| 10 | Area Sorong | Monday - Saturday | 10.20 | 06.05 |
| 11 | Area Kendari | Monday - Saturday | 10.25 | 16.00 |

Tabel 1. Data Ekspedisi oleh Maskapai

Tabel 2. Data *Manpower*

| Aktivitas | Manpower |
|------------------|----------|
| Inbound-Outbound | 5 |
| Operator | 2 |
| Admin | 1 |

Tabel 3. Data *Material Handling Equipment*

| Material Handling Equipment | Jumlah |
|-----------------------------|--------|
| Forklift | 2 |
| Handjack | 1 |

Tabel 4. Data Pengiriman Material

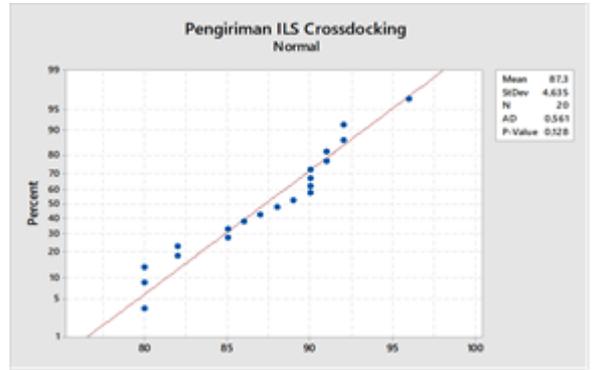
| Date | Handover time | QTY | Description | Service Type |
|------------------|---------------|-------------|-------------|--------------|
| 01 Februari 2023 | 15:00 | 89 | PARTS | XQ |
| 02 Februari 2023 | 15:00 | 106 | PARTS | XQ |
| 03 Februari 2023 | 15:00 | 164 | PARTS | XQ |
| 04 Februari 2023 | 15:00 | 120 | PARTS | XQ |
| 06 Februari 2023 | 15:00 | 94 | PARTS | XQ |
| 07 Februari 2023 | 15:00 | 141 | PARTS | XQ |
| 08 Februari 2023 | 15:00 | 128 | PARTS | XQ |
| 09 Februari 2023 | 15:00 | 127 | PARTS | XQ |
| 10 Februari 2023 | 15:00 | 116 | PARTS | XQ |
| 11 Februari 2023 | 15:00 | 112 | PARTS | XQ |
| 13 Februari 2023 | 15:00 | 100 | PARTS | XQ |
| 14 Februari 2023 | 15:00 | 126 | PARTS | XQ |
| 15 Februari 2023 | 15:00 | 137 | PARTS | XQ |
| 16 Februari 2023 | 15:00 | 129 | PARTS | XQ |
| 17 Februari 2023 | 15:00 | 108 | PARTS | XQ |
| 18 Februari 2023 | 15:00 | 50 | PARTS | XQ |
| 20 Februari 2023 | 15:00 | 203 | PARTS | XQ |
| 21 Februari 2023 | 15:00 | 178 | PARTS | XQ |
| 22 Februari 2023 | 15:00 | 156 | PARTS | XQ |
| 23 Februari 2023 | 15:00 | 137 | PARTS | XQ |
| 24 Februari 2023 | 15:00 | 144 | PARTS | XQ |
| 25 Februari 2023 | 15:00 | 153 | PARTS | XQ |
| 27 Februari 2023 | 15:00 | 131 | PARTS | XQ |
| 28 Februari 2023 | 15:00 | 128 | PARTS | XQ |
| Total | | 3077 | | |

Tabel 5. Data *Time Process Crossdocking Operation*

| Time Process Crossdocking Operation (dalam menit) | | | | | | |
|---|---------------------|-----------------------|---------------|--------------------|-------------|--------------|
| Hari/Tanggal | Nomor DA/MPS | Durasi Sebelum proses | Durasi proses | Durasi Penyimpanan | Durasi QC | Lead Time |
| 01 Februari 2023 | 100029757381 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 02 Februari 2023 | 100029771440 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 03 Februari 2023 | 100029804900 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 04 Februari 2023 | 100029826762 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 06 Februari 2023 | 100029855812 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 07 Februari 2023 | 100029880570 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 08 Februari 2023 | 100029904344 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 09 Februari 2023 | 100029920223 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 10 Februari 2023 | 100029955934 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 11 Februari 2023 | 100029977435 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 13 Februari 2023 | 100029999371 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 14 Februari 2023 | 100030009801 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 15 Februari 2023 | 100030042395 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 16 Februari 2023 | 100030072263 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 17 Februari 2023 | 100030093370 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 18 Februari 2023 | 100030115604 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 20 Februari 2023 | 100030129084 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 21 Februari 2023 | 100030148412 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 22 Februari 2023 | 100030161944 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 23 Februari 2023 | 100030186083 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 24 Februari 2023 | 100030204084 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 25 Februari 2023 | 100030237743 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 27 Februari 2023 | 100030230684 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| 28 Februari 2023 | 100030282226 dst... | 10 | 120 | 300 | 240 | 670 |
| Total | | 240 | 2880 | 7200 | 5760 | 16080 |

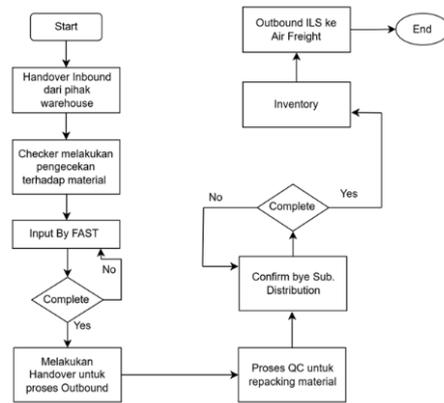
Uji normalitas yang merupakan uji asumsi klasik yang digunakan dalam mengetahui variabel independen dan variabel dependen memiliki distribusi normal. Data yang tidak memiliki distribusi normal akan berefek pada hasil

analisis yang tidak akurat. Uji normalitas dapat dilakukan dengan menggunakan One Sample Kolmogorov Smirnov pada software Minitab. Nilai p-value yang menunjukkan lebih dari 0,05 maka dapat dikatakan data memiliki distribusi normal dan dapat dilakukan analisis lebih lanjut (Heitasari et al., 2019)



Gambar 2. Uji Normalitas

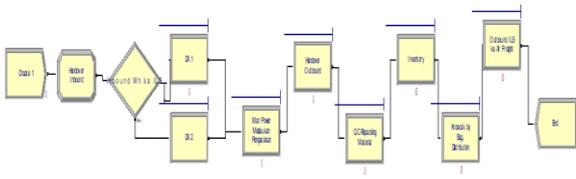
Crossdocking Operation memiliki nilai p-value sebesar 0,128 yang berarti p-value > 0,05. Oleh karena itu dapat diambil kesimpulan bahwa hasil normality test menunjukkan bahwa data pengiriman material pada *crossdocking* berdistribusi normal sehingga dinyatakan lulus dalam uji normalitas. Terhadap hasil uji normalitas diatas, selanjutnya dilakukan pengolahan data sehingga dihasilkan pemodelan konseptual dan pembuatan simulasi eksisting. Untuk pemodelan konseptual dilakukan melalui simulasi dengan bantuan software Arena. Pemodelan konseptual menggambarkan situasi eksisting, didasarkan pada diagram siklus proses *crossdocking* service type Express Quality sebagaimana Gambar 3, sebagai berikut:



Gambar 3. Model Konseptual Kondisi Eksisting

Model simulasi dibangun berdasarkan model konseptual yang dibuat. Pembangunan model ini memanfaatkan software Arena. Tujuan model simulasi ini adalah untuk menggambarkan keadaan riil pada

crossdocking serta mengetahui tingkat kesibukan dari sistem tersebut (Andini & Astuti, 2021). Model simulasi sistem eksisting dapat dilihat pada pada Gambar 4 dibawah ini :



Gambar 4. Simulasi Eksisting

Keadaan awal atau eksisting *crossdocking* terdiri dari proses *inbound* sampai *outbound* yang menggunakan 5 (lima) *manpower* untuk mengerjakan proses *inbound* sampai *outbound*, menggunakan 1 (satu) forklift, 1 (satu) handjack dan 1 (satu) admin. Selain itu masih terdapat proses *inventory*, sehingga berdasarkan model simulasi eksisting diatas nantinya akan dilakukan pengoptimalan yang akan berimplikasi pada pengurangan *order lead time*.

B. Pengujian Model Konseptual

1) Verifikasi

Verifikasi dilakukan dengan proses pengecekan error pada model simulasi Arena dilakukan klik tab Run » Check Model atau F4. Apabila tidak ada error pada model simulasi akan tampil kotak dialog yang berisi No errors or warnings in model. Sedangkan apabila ada error pada model simulasi akan tampil tulisan Error beserta penjelasannya. Hasil verifikasi model simulasi dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Verifikasi Model Simulasi

2) Validasi

Validasi ini dilakukan dengan membandingkan performasi dari hasil simulasi dengan sistem riil. Model simulasi valid apabila tidak memiliki perbedaan secara signifikan, adapun hasil validasi antara sistem riil dan model simulasi sebagaimana Tabel 6 dibawah:

Tabel 6. Validasi Sistem

| Replikasi | Real system | Simulasi |
|-----------|-------------|----------|
| 1 | 90 | 96 |
| 2 | 90 | 91 |
| 3 | 86 | 89 |
| 4 | 80 | 82 |

| | | |
|-----------|-------------|----------|
| 5 | 85 | 92 |
| 6 | 80 | 82 |
| 7 | 90 | 91 |
| 8 | 88 | 80 |
| 9 | 85 | 87 |
| 10 | 90 | 92 |
| Rata-rata | 86,4 | 88,2 |
| ST | 3,949683532 | 5,287301 |
| N | 10 | 10 |
| N-1 | 9 | 9 |

Dari data diatas maka dapat diketahui jumlah data, rata-rata, dan nilai standard deviasinya. Proses dilakukan dengan Validasi dengan menggunakan metode Student's t test dengan menggunakan minitab sehingga diperoleh output sebagai berikut :

Method
 μ_1 : mean of Data when Varian = 1
 μ_2 : mean of Data when Varian = 2
 Difference: $\mu_1 - \mu_2$
 Equal variances are not assumed for this analysis.

Descriptive Statistics: Data

| Varian | N | Mean | StDev | SE Mean |
|--------|----|-------|-------|---------|
| 1 | 10 | 86,40 | 3,95 | 1,2 |
| 2 | 10 | 88,20 | 5,29 | 1,7 |

Estimation for Difference

| 95% CI for Difference | |
|-----------------------|---------------|
| Difference | Difference |
| -1,80 | (-2,22; 2,62) |

Test

| Null hypothesis | | H ₀ : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ |
|------------------------|----|---|
| Alternative hypothesis | | H ₁ : $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$ |
| T-Value | DF | P-Value |
| -0,86 | 16 | 0,401 |

Gambar 6. Hasil Uji T

Pada gambar output validasi dengan Student-t test diatas dapat dilihat nilai p-value dari proses validasi keluar pada real system dengan model simulasi eksisting adalah adalah 0,410. Sehingga dapat dikatakan nilai p-value > 0,05 yang berarti Ho diterima. Oleh karena itu, dari hasil dari Student-t test dapa diperoleh kesimpulan model simulasi eksisting crossdocking operation telah signifikan terhadap real system nya. Berdasarkan dari tahap verifikasi dan validasi diatas dapat disimpulkan model simulasi eksisting crossdocking operation telah mampu errepresentasikan dengan real system sehingga dapat dilanjutkan kedalam tahap selanjutnya.

3) Perhitungan Replikasi

Hasil perhitungan replikasi menggunakan Ms. Excel untuk data nya dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Replikasi

| | |
|-------------------------|------|
| avg | 88,2 |
| stdev | 5,3 |
| n | 10,0 |
| t(n-1,a/2) | 2,3 |
| Half Width (error) | 3,8 |
| Relatif Error | 4,4 |
| Hitungan relatif error | |
| Relath Error (Y) | 5% |
| n (Banyaknya Replikasi) | 7 |
| | 7 |

berdasarkan hasil perhitungan replikasi diatas maka replikasi yang digunakan adalah dengan jumlah 7 replikasi

C. Kajian Simulasi Eksisting

Simulasi kondisi Eksisting dilakukan untuk dapat menggambarkan Crossdocking Operation yang dilakukan oleh Integrated Logistics Service Bagian Crossdocking. Pada kondisi eksisting masih terdapat proses inventory dengan total 7.200 menit untuk 24 hari atau 300 menit untuk 1 hari dalam periode bulan febuari, sehingga berimplikasi pada *order lead time* yang kurang efisien maka dari itu perlu dilakukan pengurangan Time Inventory Proses dan Time Crossdocking Operation guna mengefisiensikan *Order Lead Time* dalam proses pengiriman material ke customer

D. Perancangan Skenario Perbaikan

Berdasarkan Kajian simulasi eksisting maka dihasilkan 3 skenario dalam mengoptimalkan *crossdocking operation*, sebagai berikut:

1. Skenario 1, berupa mengeliminir inventory process
2. Skenario 2, terdiri dari:
 - a. Mengeliminir Inventory Process
 - b. Menambah 1 Manpower dan melakukan Pembagian Area Kerja Manpower
 - c. Menambah MHE (1 Forklift dan 1 Handjack)
3. Skenario 3, terdiri dari:
 - a. Mengeliminir Inventory Process
 - b. Menambah 3 Manpower dan melakukan Pembagian Area Kerja
 - c. Menambah MHE (1 Forklift dan 1 handjack)
 - d. Menambahkan 1 Admin

Perancangan skenario perbaikan dengan rincian sebagai berikut :

1. Skenario 1 dilakukan dengan mengeliminir proses inventory yang dilakukan pada saat proses inbound-outbound selesai. Sehingga berdasarkan fungsi dari crossdocking maka penulis mengeliminir Proses Inventory
2. Skenario 2 dilakukan dengan mengeliminir Proses Inventory menambahkan 1 Manpower dan melakukan pembagian wilayah kerja, menjadi 3 Manpower Inbound

dan 3 Manpower Outbound serta menambah MHE (1 Fofklift dan 1 Handjack)

3. Skenario 3 dilakukan dengan mengeliminir Proses Inventory, menambahkan 3 dan Manpower melakukan pembagian wilayah kerja 4 Manpower Inbound dan 4 Manpower Outbound serta menambahkan MHE 1 Forklift dan 1 handjack dan juga 1 admin untuk membantu serta menunjang Crossdocking Operation

E. Skenario Terbaik

Berdasarkan skenario yang telah dilakukan verifikasi dan perhitungan replikasi, dilakukan perbandingan antara ketiga skenario untuk memperoleh skenario paling terbaik yang dapat mengoptimalkan *crossdocking operation*. Perbandingan antar skenario dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 9. Hasil Perbaikan

| Resources | Eksisting | Skenario 1 | Skenario 2 | Skenario 3 |
|---------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| Number Out | 89 | 252 | 261 | 252 |
| Queue Time: (dalam menit / jam) | | | | |
| DA 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DA 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pengecekan Material | 3.450 | 4.389 | 3.240 | 0.410 |
| Handover Outbound | 0,229 | 0,247 | 0,008 | 0,020 |
| Repacking Material | 3.764 | 4.920 | 0,154 | 0,034 |
| Inventory | 0,300 | 0 | 0 | 0 |
| Kroscek | 0 | 0,013 | 0,009 | 0 |
| Outbound ILS | 0 | 0,021 | 0,018 | 0 |
| Total of Waitting time | 7.215 | 9.309 | 3.240 | 0,465 |
| Utilitas: | | | | |
| Admin | 3% | 10% | 10% | 10% |
| DO | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Forklift | 9% | 22% | 22% | 22% |
| Handjack | 9% | 22% | 22% | 22% |
| Manpower | 57% | 149% | 77% | 73% |
| Manpower B | | | 77% | 72% |
| Warehouse | 9% | 0% | 0% | 0% |
| Utility Resources | 15% | 34% | 30% | 28% |

Berdasarkan tabel diatas bahwa Skenario 3 sebagai skenario terbaik untuk mengoptimalkan crossdocking operation pada PT X, karena memiliki total waitting time dengan jumlah 0,4656 dari semula 7.215 dan menghasilkan 252 output dalam 1 hari dari semula 89, dengan rincian sebagai berikut :

1) Eliminasi Inventory Process

Rekomendasi untuk mengeliminasi proses inventory, diusulkan berdasarkan hasil observasi bahwa masih terdapat proses inventory setelah dilakukan proses inbound-outbound dan tidak segera dikirimkan material yang akan dikirimkan dari pihak crossdocking. Serta berdasarkan fungsi dari crossdocking bahwa dalam pengiriman dan distribusi barang dilakukan dengan efektif dan efisien sehingga dapat mengefisiensikan atau mengurangi Order Lead Time

2) Pembagian Wilayah Kerja

Rekomendasi yang diusulkan untuk dilakukan pembagian wilayah kerja dikarenakan berdasarkan hasil observasi bahwa terdapat 5 Manpower dalam melakukan proses

inbound-outbound, dan dalam proses Inbound Manpower tidak semuanya melakukan proses ini, karena dirasa 3-4 Manpower saja sudah cukup untuk melakukan proses Inbound, sehingga 3 Manpower lainnya menunggu hingga proses Inbound selesai barulah 5 Manpower ini melakukan proses Outbound. Sama halnya juga dengan proses Outbound dirasa 3-4 Manpower sudah cukup untuk melakukan proses Outbound, sehingga direkomendasikan untuk melakukan pembagian wilayah kerja

3) Penambahan Material Handling Equipment

Sedangkan untuk Penambahan Material Handling Equipment untuk Forklift, berdasarkan hasil observasi terdapat 2 Material Handling Equipment untuk Forklift yang berada pada ILS Crossdocking namun yang digunakan dalam Crossdocking Operation ini hanya 1 Forklift saja, sehingga penulis mengusulkan untuk melakukan penambahan Material Handling Equipment seperti Forklift untuk digunakan dalam Crossdocking Operation serta penambahan Material Handling Equipment lainnya seperti handjack

4) Penambahan Admin

Rekomendasi untuk menambahkan admin dilakukan karena berdasarkan hasil observasi dan pengamatan hanya terdapat 1 Admin yang melakukan proses kroscek dan juga outbound sehingga dirasa kurang efisien, maka dari itu penulis menambahkan admin untuk bisa membagi job atau kerja antara kroscek dan juga outbound agar tidak memakan waktu yang lama dan tidak terjadi kesalahan akibat tidak fokus dalam melakukan proses-proses tersebut. Sehingga diusulkan agar menambahkan 1 admin yang bertugas untuk melakukan kroscek terhadap material sebelum dikirimkan, agar tidak terjadi wrong destination dalam pengiriman.

IV. KESIMPULAN

Simulasi pada Software Arena menghasilkan rekomendasi terbaik pada memberikan Skenario 3 sebagai bahan pertimbangan dalam pengoptimalan *crossdocking operation*. Skenario 3 memberikan rekomendasi perbaikan berupa eliminir inventory process, menambah 3 Manpower, serta melakukan pembagian wilayah kerja dan penambahan Material Handling Equipment seperti 1 Handjack dan 1 Forklift serta menambahkan 1 admin. Skenario 3 juga memberikan zero inventory time dengan Utility Resources 28% dengan output yang dihasilkan 252 dari Utility Resources awal sebesar 15% dengan output yang dihasilkan 89, dimana Skenario 3 menghasilkan optimasi yang direkomendasikan bagi PT X.

REFERENSI

- Andini, R., & Astuti, Y. P. (2021). Penerapan Teori Antrian Bongkar Muat pada Docking Kapal Tangker. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 9(2), 437–446. <https://media.neliti.com/media/publications/249234-model-infeksi-hiv-dengan-pengaruh-percoba-b7e3cd43.pdf>
- Artha, S., & Intan, R. (2021). Pengaruh Penerapan Standar Operasional Prosedur Dan Kompetensi Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Divisi Ekspor Pt. Dua Kuda Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 11(1), 38–47. <https://doi.org/10.35968/m-pu.v11i1.600>
- Chaiyarot, Matukorn, Pitiruek, K. (2021). Simulation and optimization model for a cross-docking distribution center_ case study of a railway business.pdf. *Asia Pacific Journal of Science and Technology*, 26(04).
- Chamdiyah, L., Zuhroh, D., Wasesa, T., Sutini, S., Toni, H., & Hendro, P. (2023). *Raw Material Inventory Planning And Control To Achieve Inventory Cost Efficiency Case Study At PT. " X " In Surabaya*.
- Fikri, M. A., & Andesta, D. (2023). Memanfaatkan Software Arena Untuk Analisis Sistem Antrian Bbm Pada Spbu Xyz. *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, 3(3), 410. <https://doi.org/10.30587/justicb.v3i3.5549>
- Harsoyo, Y. A., & Arkan, M. R. (2020). Faktor Penyebab Terjadinya Keterlambatan dan Waste Time pada Proyek Pembangunan Konstruksi Turbine Hall PLTU Tambak Lorok Block 3 Semarang. *Semesta Teknik*, 23(2), 118–127. <https://doi.org/10.18196/st.232261>
- Heitasari, D. N., Pratama, I. L., & Farkhiyah, N. (2019). Analisis Kinerja Rantai Pasok dengan Metode SCOR dan Simulasi Sistem Diskrit: Studi Kasus Produk Engineer-to-Order (ETO) di PT. Boma Bisma Indra (Persero). *INOBIIS: Jurnal Inovasi Bisnis Dan Manajemen Indonesia*, 2(4), 573–585. <https://doi.org/10.31842/jurnal-inobis.v2i4.113>
- Hermanto, M., Pratiwi, I., Tamalika, T., & Husin, I. (2019). Analisis Sistem Antrian Dengan Metode Simulasi. *Jurnal Desiminasi Teknologi*, 7(1), 51–59.
- Kurniawan, Y. F., & Indriastiningsih, E. (2020). PENERAPAN SISTEM CROSS DOCKING SEBAGAI BAGIAN UPAYA MENURUNKAN BIAYA OPERASIONAL DI DIVISI WAREHOUSE OPERATION AND MATERIAL DISTRIBUTION PT PERTAMINA HULU ENERGY WEST MADURA OFFSHORE – LAMONGAN SHOREBASE PENDAHULUAN Pertamina Hulu Energi West Madura Offsh. *Dinamika Teknik*, 2, 45–53.
- Sugiyono. (2011). *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Alfabeta.