

Perancangan Alokasi Penyimpanan Menggunakan Metode *Class Based Storage* Untuk Mengurangi *Delay* dan Meningkatkan Pemenuhan Permintaan Di Gudang *Service Part* PT.XYZ

Designing Storage Allocations Using Class-Based Storage Methods To Reduce Delay and Increase Demand Fulfillment In Warehouse Service Part PT.XYZ

Vito Pradana Pujadenta¹, Luciana Andrawiana², Budi Santosa³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri Universitas Telkom

¹Vitopradanapujadenta@gmail.com, ²lucianawina@gmail.com, ³bschulasoh@gmail.com

Abstrak – PT.XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang berlokasi di Cikarang Bekasi. PT.XYZ memiliki gudang penyimpanan *finish good*, yaitu gudang penyimpanan produk *finish good service part*. Aktivitas gudang *service part* memiliki waktu proses dibawah waktu standar pada aktivitas *order picking*, yaitu 21%. Hal tersebut disebabkan karena tidak terpenuhinya permintaan *customer* serta penempatan produk yang tidak sesuai sehingga terdapat aktivitas *delay* yang menyebabkan waktu pencarian yang lama. Langkah awal yang dilakukan adalah menghitung waktu baku setiap aktivitas yang ada di gudang, lalu dilakukan pemetaan aliran produk dan informasi yang ada di gudang dengan *current state design*. Sehingga didapatkan waktu proses masing-masing aktivitas. Berdasarkan *current state design* didapatkan aktivitas *order picking* memiliki waktu *non value added* paling besar yaitu 22%. Untuk itu dilakukan alokasi penyimpanan produk untuk mengurangi waktu *non value added* terutama pada proses *order picking* dengan melakukan pengklasifikasian menggunakan *FSN analysis*, kemudian melakukan *slotting*, *rectilinear distance* dan zonafikasi untuk menentukan area penempatan produk untuk masing-masing SKU berdasarkan klasifikasinya. Setelah dilakukannya proses klasifikasi, *slotting*, *rectilinear distance*, dan zonafikasi, maka dilakukan perancangan *future state design*. Sehingga persentase *value added* mengalami peningkatan sebesar 9%.

Kata Kunci : *warehouse, FSN Analysis, slotting, rectilinear distance, zonafikasi*

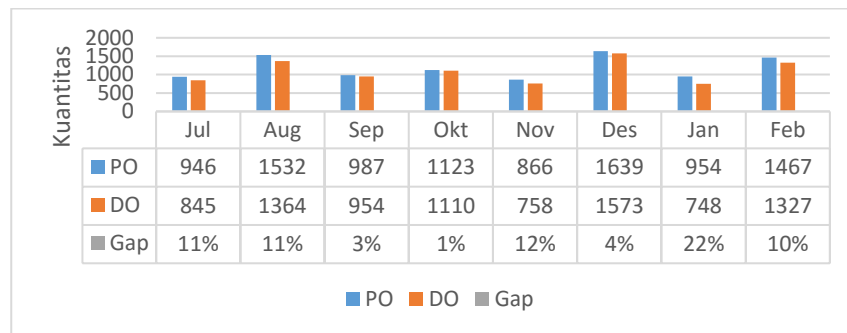
Abstract – PT.XYZ is a company that engage in the field of manufacture that located in Cikarang Bekasi. PT.XYZ has a finish good warehouse, namely service part warehouse. Service part activity had process time under the standar time on order picking activity, which is 21%. This is due to the unfulfilled customer demand and the placement of products that are not appropriate so that there is delay activity that causes long search time.. First step was calculated each standart time activity at service part warehouse. Then map the flow of goods and information in the warehouse with current state design. So the process time and value of each activity was obtained. Based on curent state design, order picking activity had the biggest non value added times, which is 22%. Therefore, this research did service part product storage allocation to reduce non value added time especially on order picking by classification using FSN Analysis, then slotting, rectilinear distance, and zonafication to determine placement placement area for each SKU based their classification. After doing the classification, slotting, rectilinear distance and zonafication, the next step was designing the proposed future state design, it could be conclude that order picking time was decreased up to 9%.

Keywords : *Warehouse, FSN Analysis, slotting, rectilinear distance, zonafication*

1. Pendahuluan

PT. XYZ merupakan perusahaan manufaktur dan distribusi yang bergerak di bidang *spring industry manufacture* yang memiliki 2 pabrik di Indonesia diantaranya di Cibitung dan Karawang. PT. XYZ memiliki 2 jenis gudang diantaranya gudang *finish good* yaitu *plant 2* dan gudang *service part*. Masing-masing jenis gudang memiliki karakteristik yang berbeda-beda, gudang *plant 2* merupakan gudang dengan penyimpanan rak dan *floor stack*. Gudang *service part* merupakan gudang dengan penyimpanan *floor stack* dengan penempatan produk di atas *plastic container* dan memiliki pintu masuk keluar yang sama dan penyimpanan masih dilakukan secara *random*. Penempatan produk secara *random* berdampak pada proses *order picking* yang memerlukan waktu untuk mencari serta memindahkan produk karena terhalang oleh produk lain [1]. Oleh karena itu, semakin cepat waktu *order picking* sebuah gudang, maka akan semakin baik juga gudang tersebut [2]

Permasalahan muncul pada aktivitas *order picking* berlangsung. Pada aktivitas *order picking* terdapat waktu aktivitas yang berlangsung lama, hal ini juga menyebabkan terjadinya gap antara *Purchase Order* (PO) dan *Delivery Order* (DO).



Gambar 1 Perbandingan waktu proses dan waktu standar gudang *service part*

Lamanya *order picking* dibuktikan dengan perbandingan waktu proses di gudang *service part* yang telah diamati sebanyak 30 kali dan dibandingkan dengan waktu standar masing-masing aktivitas. Berikut adalah perbandingan waktu proses dan waktu standar pada aktivitas gudang *service part*



Gambar 2 Persentase Gap Antara Waktu Siklus dan Waktu Baku

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat *gap* untuk setiap aktivitas. *Gap* yang terbesar yaitu pada kegiatan *order picking* dengan persentase sebesar 21% atau 249,65 detik, salah satu penyebab dikarenakan terdapat *delay* di dalam aktivitas tersebut dan terbatasnya *man power*. Waktu *delay* merupakan waktu tunda atau waktu yang terbuang dikarenakan ketidakefektifan dalam melakukan suatu aktivitas. Berikut merupakan *detail* aktivitas dari setiap masing-masing aktivitas *order picking* gudang *service part* PT.XYZ.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, pada penelitian ini dilakukan alokasi penyimpanan untuk setiap produk *service part* sesuai dengan jenis dan menentukan zona penyimpanan tetap bagi masing-masing produk di gudang. Dengan adanya perancangan yang diusulkan, diharapkan dapat memberikan perbaikan untuk gudang *service part* PT.XYZ sehingga dapat meminimasi *delay* dan meningkatkan pemenuhan permintaan.

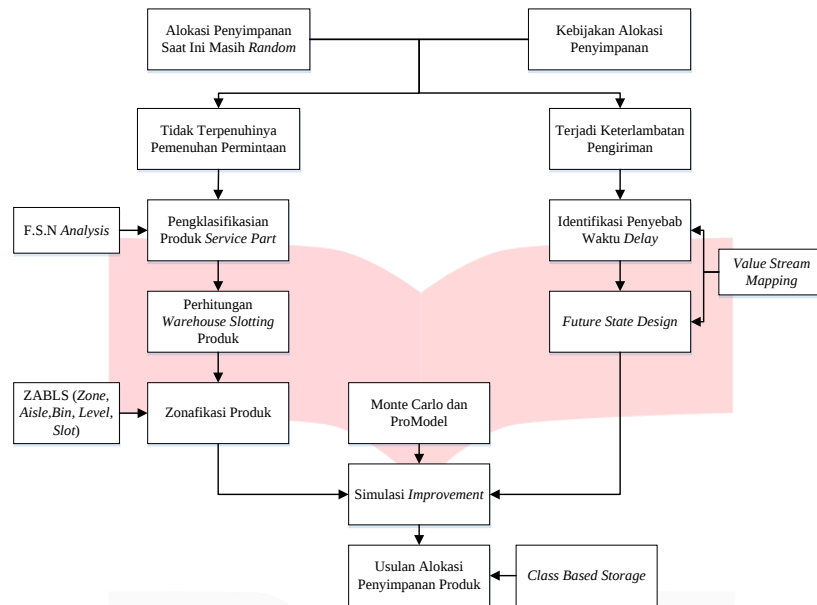
2. Metode Penelitian

Terkait dengan penelitian yang dilakukan di gudang *service part* PT.XYZ yang pertama dilakukan adalah melakukan studi pendahuluan berupa observasi gudang *service part* dan pengamatan aktivitas gudang *service part* PT.XYZ. Lalu melakukan indikasi permasalahan yang terjadi di gudang *service part* dengan cara mengidentifikasi faktor-faktor permasalahan yang terjadi, dan menetapkan metode yang tepat untuk menyelesaikan masalah tersebut.

Langkah selanjutnya ialah melakukan studi pustaka untuk mengumpulkan literatur dan jurnal yang berhubungan dengan hal-hal yang digunakan dalam mengelola dan memecahkan masalah. Lalu melakukan observasi pendahuluan yaitu mengamati dan melihat langsung proses sistem kerja yang ada di lapangan dan menganalisis masalah secara langsung. Selanjutnya mengumpulkan data yang diperlukan dalam memecahkan masalah yang terjadi di perusahaan. Data-data yang dibutuhkan itu ialah data primer dan sekunder. Data primer adalah data yang di dapatkan dengan melakukan pengamatan secara langsung atau melakukan wawancara terhadap pekerja yang

bersangkutan, dan data sekunder adalah dengan melihat dan mempelajari dokumen perusahaan atau catatan perusahaan.

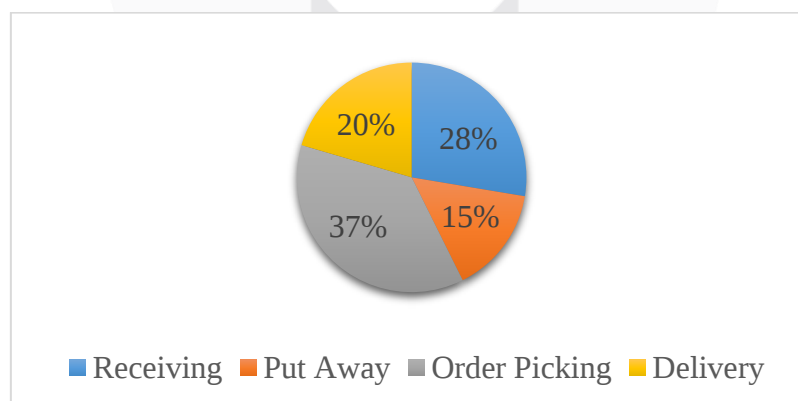
Setelah itu, melakukan pengolahan data untuk menyelesaikan permasalahan perusahaan sesuai dengan metode dan data-data yang telah di kumpulkan sebelumnya. Lalu menganalisis hasil yang telah di dapatkan dari pengolahan data yang telah di lakukan sebelumnya, dan yang terakhir adalah menarik kesimpulan atas analisis yang telah dilakukan berdasarkan pengolahan data, lalu memberikan saran terhadap perusahaan yang dianggap perlu bagi perusahaan



Gambar 3 Model Konseptual

3. Pembahasan

Setelah dilakukan observasi langsung pada gudang *service part* PT.XYZ, telah ditetapkan waktu siklus dan waktu waktu untuk setiap aktivitas. Langkah selanjutnya adalah pembuatan *value stream mapping* dengan *current state design*. Hal ini bertujuan untuk memetakan aliran proses pada gudang *service part* [5]. Untuk menganalisis penyebab *delay* yang terjadi pada gudang *service part* dilakukan kriteria performasni aktivitas untuk kondisi saat ini.



Gambar 4 Persentase Waktu Proses Antar Aktivitas

Berdasarkan Gambar 4 dapat terlihat bahwa aktivitas *picking* memiliki persentase waktu proses terbesar yaitu 37%.. Untuk masing-masing aliran tersebut terbagi menjadi dua jenis aktivitas yaitu aktivitas *value added* dan aktivitas *non value added*. Berikut terdapat aktivitas *non value added* yang dapat dilihat pada Tabel 1 yang memiliki aliran aktivitas seperti *operation*, *transportation*

Tabel 1 persentase aliran aktivitas *non value added*

Jenis Aliran Aktivitas	<i>Receiving</i>	<i>Put Away</i>	<i>Order Picking</i>	<i>Delivery</i>
<i>Operation</i>	-	7%	-	6%
<i>Transportation</i>	9%	6%	17%	-
<i>Inspection</i>	-	-	-	-
<i>Storage</i>	-	-	-	-
<i>Delay</i>	8%	22%	25%	-

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat bahwa persentase *delay* terbesar yaitu pada aktivitas *storage* dan *picking* yang disebabkan oleh proses mencari lokasi penyimpanan produk *service part*. Proses mencari tersebut dikarenakan belum adanya zonafikasi untuk masing-masing produk pada gudang *service part* PT.XYZ.

Pada usulan perbaikan alokasi penyimpanan produk, tahap awal yang dilakukan adalah pengklasifikasian produk berdasarkan kelas *fast*, *slow* atau *non moving*. Langkah-langkah perhitungan FSN *analysis* adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *consumption rate* untuk masing-masing produk

$$\begin{aligned} \text{Consumption Rate} &= \frac{\text{Total Issue Quantity}}{(\text{Total Period Duration})} \\ &= \frac{547}{8} = 68,37 \end{aligned} \quad (1)$$

Setelah menghitung *consumption rate* untuk masing-masing *stock keeping unit*, maka selanjutnya adalah mengurutkan SKU berdasarkan *consumption rate* terbesar hingga terkecil. Setelah itu, dibuat kumulatif persentase dari masing-masing SKU tersebut, lalu diklasifikasikan ke dalam FSN *analysis* yaitu 0%-70% termasuk kelas *fast moving*, 70%-90% termasuk kelas *slow moving*, dan 90%-100% termasuk kelas *non moving*.

2. Menghitung *average stay* untuk masing-masing produk

$$\begin{aligned} \text{Average Stay} &= \frac{\text{Inventory Holding Balance}}{(\text{Opening Balance} + \text{Total Receipt})} \\ &= \frac{1419}{(0+827)} = 1,715 \end{aligned} \quad (2)$$

Setelah menghitung *average stay* untuk masing-masing SKU, maka selanjutnya adalah mengurutkan SKU berdasarkan *average stay* terbesar hingga terkecil. Setelah itu, dibuat kumulatif persentase dari masing-masing SKU tersebut, lalu diklasifikasikan ke dalam FSN *analysis* yaitu 0%-70% termasuk kelas *non moving*, 70%-90% termasuk kelas *slow moving*, dan 90%-100% termasuk kelas *fast moving*.

Langkah selanjutnya adalah melakukan *warehouse slotting* yang bertujuan untuk menentukan penyimpanan yang tepat, alokasi ruang dalam penyimpanan yang tepat [3], serta penempatan dalam penyimpanan yang tepat. Proses optimalisasi alokasi penyimpanan produk dapat memberikan keuntungan untuk operator agar pekerjaan yang dilakukan dapat lebih mudah seperti ketika melakukan aktivitas *storage* dan *picking*. Berikut merupakan langkah-langkah penelitian dalam mengerjakan *warehouse slotting* yaitu dengan cara :

1. Perhitungan kapasitas *plastic container*

$$\text{Quantity Of Service Part/ PC} = \frac{\text{The available area of slot}}{\text{The area consumed by service part}} \quad (3)$$

$$\text{Quantity of Service Part/ PC} = \frac{80 \times 50 \times 50}{45 \times 38 \times 30} = 3,8 \sim 3$$

Dapat terlihat pada perhitungan 3 bahwa kapasitas *plastic container* sebanyak 3 produk

2. Perhitungan kebutuhan *plastic container* untuk masing-masing SKU

$$\text{Amount of Plastic Container} = \frac{\text{Average Inventory (2 week)}}{\text{Quantity of service part/ slot}} \quad (4)$$

$$\text{Amount of Plastic Container} = \frac{2}{3} = 0,5 \sim 1$$

Selanjutnya setelah mendapatkan jumlah kapasitas *plastic container*, didapatkan jumlah kebutuhan *plastic container* sebanyak 1.

3. Perhitungan kebutuhan *slot* untuk masing-masing SKU

$$\text{Amount of Slot} = \frac{\text{Amount of Plastic Container}}{2} \quad (5)$$

$$\text{Amount of Slot} = \frac{1}{2} = 0,5 \sim 1$$

Setelah mengitung jumlah kebutuhan *plastic container*, selanjutnya menghitung kebutuhan *slot* dengan masing-masing slot memiliki 2 *plastic container*, didapatkan bahwa jumlah kebutuhan *slot* sebanyak 1 *slot*

Selanjutnya adalah melakukan penempatan material sesuai dengan lokasi penyimpanan masing-masing disesuaikan dengan tingkat *consumption rate* dari hasil klasifikasi FSN *analysis* pada pengolahan data sebelumnya. Setelah itu, dalam penempatannya dihitung dari *distance travel* terkecil yang diperuntukan untuk *slot* dengan klasifikasi *fast* dengan urutan prioritas dari urutan pertama. Penentuan penyimpanan produk pada tiap *slot* yang berada pada gudang yang terbentuk di setiap zona dengan titik I/O yang ditentukan berdasarkan tempat *material handling equipment* berada dan memulai untuk melakukan aktivitas. Jarak dari titik I/O menuju *slot* penyimpanan dihitung menggunakan *rectilinear distance* yaitu dengan mengukur jarak yang melewati lintasan dengan menggunakan garis tegak lurus (*orthogonal*). Berikut merupakan formula *rectilinear distance* di dalam gudang *service part* untuk zona PC.

$$Dij = |x-a| + |x-b| \quad (6)$$

$$Dij = |0-9,5| + |0-1,3| = 10,8 \text{ m}$$

Didapatkan bahwa jarak zona PC adalah 10,8 m. Sebelum menentukan lokasi dari suatu produk, diperlukan perhitungan *horizontal time* untuk merepresentasikan *travel time* yang dilakukan oleh *staff* gudang menuju lokasi penyimpanan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan jarak terdekat menuju lokasi penyimpanan. Selanjutnya data di sortir dari yang terkecil menuju terbesar untuk mendapat lokasi terdekat. Lalu jarak setiap lokasi dikonversikan menjadi waktu dengan memperhitungkan kecepatan pergerakan *staff* gudang.

$$\text{Horizontal Time} = \frac{\text{Horizontal Distance}}{\text{Speed of Time}} \quad (7)$$

$$\text{Horizontal Time} = \frac{10,8}{1} = 10,8$$

Setelah mendapatkan waktu *horizontal time*, maka dilakukanlah observasi untuk mendapatkan waktu siklus *vertical time*, maka dilakukan perhitungan waktu siklus, waktu normal hingga didapatkan waktu standar untuk setiap level *slot*. Waktu baku untuk setiap part harus dinyatakan termasuk toleransi untuk beristirahat mengatasi kelelahan atau untuk faktor-faktor yang tidak dapat dihindarkan [6], dapat dilihat pada Tabel 2

Tabel 2 Waktu Standar *Vertical Time*

Level	Waktu Siklus	Waktu Normal	Waktu Standar
Level 1	3,83	3,64	4,01
Level 2	2,53	2,40	2,65
Level 3	1,1	1,045	1,15

Setelah diketahui letak tempat yang terdekat dari pintu masuk dan keluar, langkah selanjutnya adalah melakukan zonafikasi sesuai dengan ZABLS (*zone, aisle, bay, level slot*). Penentuan zonasi dipengaruhi oleh jarak tempuh, horizontal Waktu dan waktu vertikal. Waktu yang lebih singkat, produk yang lebih cepat akan diklasifikasikan ke dalam Lokasi terdekat I/O [7]. Berikut adalah contoh zonafikasi pada gudang *service part* untuk SKU 482020B160

LS – 1 – PE – 3 – 1

Gambar 5 Zonafikasi SKU 482020B160

Untuk menghitung hasil performansi dilakukan dengan menggunakan simulasi untuk mengetahui *improvement* yang dilakukan memang memberikan perubahan untuk kondisi di dalam perusahaan. Berikut merupakan tahap-tahap untuk melakukan simulasi :

1. *Generate* bilangan *random* untuk 10 replikasi menggunakan simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo merupakan metode untuk mencari solusi aproksimasi untuk berbagai masalah matematika dengan melakukan percobaan sampling statistik [4]. Simulasi menggunakan Monte Carlo didapatkan dengan cara menghitung probabilitas berdasarkan *consumption rate* untuk masing-masing SKU.

Untuk mendapatkan jumlah replikasi yang dilakukan di gudang *service part*, dapat dihitung dengan tahap-tahap seperti dibawah ini.

$$e = \frac{(t_{n-1, \alpha/2})s}{\sqrt{n}} \quad (8)$$

$$e = \frac{(1,833)(12,31505)}{\sqrt{10}} = 7,13$$

Didapatkan jumlah nilai performansi sebanyak 7,13 yang selanjutnya dihitung jumlah kecukupan replikasi untuk hasil simulasi monte carlo

$$n' = \left[\frac{(Z_{\alpha/2})s}{e} \right]^2 \quad (9)$$

$$n' = \left[\frac{(1,645)(12,31505)}{11,1977} \right]^2 = 8,05$$

Setelah menghitung jumlah replikasi, didapatkan nilai N' sebesar 8,05 yang berarti N' < N atau jumlah replikasi cukup dan dapat dilanjutkan menghitung validasi

2. Membandingkan sistem menggunakan *welch confidence interval*

$$df = \frac{[(s_1^2/n_1) + (s_2^2/n_2)]^2}{[(s_1^2/n_1)^2/(n_1-1)] + [(s_2^2/n_2)^2/(n_2-1)]} \quad (10)$$

$$df = \frac{[(6291,45/30) + (151,66/10)]}{\{[(6291,45/30)^2/(30-1)] + \{[(151,66/10)^2/(10-1)]\}} = 32,79$$

Untuk membandingkan sistem menggunakan *welch confident interval*, pertama-tama dihitung nilai *df* sebagai perbandingan nilai standar deviasi. Sehingga didapatkan nilai *df* sebesar 32,79

$$hw = t_{df, \alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} \quad (11)$$

$$hw = 2,03693 \sqrt{\frac{6291,45}{30} + \frac{151,66}{10}} = 60,39$$

Setela didapatkan nilai *df* yang kemudian digunakan untuk tabel t, langkah selanjutnya adalah menghitung nilai *half width* yaitu sebesar 60,39

3. Membandingkan sistem kondisi saat ini dengan kondisi usulan

$$(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - hw \leq \mu_1 - \mu_2 \leq (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) + hw \quad (12)$$

$$340,4821 \leq \mu_1 - \mu_2 \leq 550,5978$$

Hipotesis :

Ho : $\mu_1 - \mu_2 = 0$, Kondisi saat ini dan usulan sama

H1 : $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$, Kondisi saat ini dan usulan berbeda

Keputusan : Tolak Ho

Kondisi saat ini dan usulan secara signifikan berbeda dengan tingkat kepercayaan 90%.

Setelah menentukan pick list menggunakan simulai Monte Carlo. Langkah selajutnya adalah melakukan validasi model yang telah dibuat pada simulasi Monte Carlo menggunakan ProModel. ProModel dapat membuat sebuah simulai berdasarkan keadaan seorang *picker* mengambil produk yang diambil di gudang. Simulasi ini bertujuan untuk melihat akurasi picking list yang diambil dan waktu yang dibutuhkan dalam mengambil produk berdasarkan penentuan pick list sebelumnya. Pada Gambar 6 dapat terlihat jumlah *picking list* yang terambil dan dapat terlihat juga pada Gambar 7 total waktu pengambilan.

Scenario	Replication	Period	Name	Total Entries
Baseline	1	1	PZ	0.00
Baseline	1	1	PW	1.00
Baseline	1	1	PT	0.00
Baseline	1	1	PS	0.00
Baseline	1	1	PR	0.00
Baseline	1	1	PM	0.00
Baseline	1	1	PL	0.00
Baseline	1	1	PJ	0.00
Baseline	1	1	pintu	2.00
Baseline	1	1	PI	0.00
Baseline	1	1	PH	1.00
Baseline	1	1	PG	1.00
Baseline	1	1	PF	0.00
Baseline	1	1	PE	0.00
Baseline	1	1	PD	0.00
Baseline	1	1	PC	1.00

Gambar 6 Total Pick List

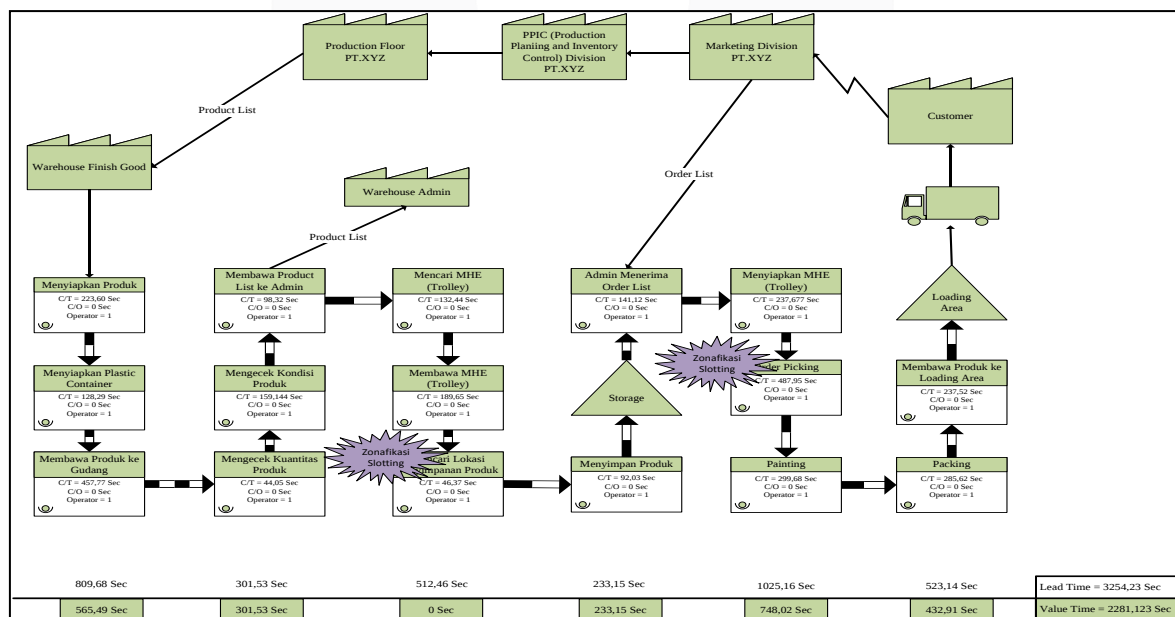
Berdasarkan Gambar 6, dapat terlihat bahwa total *picking list* yang terambil sebanyak 4 *stock keeping unit* yang berarti nilai *picking list* sesuai dengan simulasi monte carlo.

Name	Baseline
Avg. Warmup Duration (Hr)	0
Avg. Simulation Duration (Hr)	0.0166

Gambar 7 Total Waktu

Berdasarkan Gambar 7, dengan total *picking list* sesuai dengan *picking list* yang diinginkan yaitu sebanyak 4 *stock keeping unit* dan dengan waktu sama dengan rata-rata pengambilan selama 0,66 detik.

Langkah terakhir adalah melakukan perancangan *value stream mapping* untuk *future state mapping* berfungsi untuk menggambarkan aliran informasi maupun aliran produk yang berlangsung di gudang service part PT.XYZ



Gambar 8 Big Picture Mapping Future State Design

Berdasarkan hasil *big picture mapping* dan *process activity mapping* antara kondisi eksisting dan kondisi usulan dengan membandingkan total *process time*. Terlihat perbedaan waktu dari kondisi usulan dan eksisting dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Perbandingan *Total Process Time* dan *Value Added Time*

Keterangan	Total <i>Process Time</i> (Menit)	Total <i>Value Added Time</i> (menit)	Persentase Total <i>Process Time</i>	Persentase Total <i>Value Added Time</i>
<i>Current State</i>	62,01	38,02	39%	61%
<i>Future State</i>	54,10	38,02	30%	70%

Berdasarkan pada Tabel 3 dapat terlihat bahwa terdapat perbedaan antara *current state* dan *future state*, perbedaan tersebut terdapat pada peningkatan persentase *value added* dari kondisi saat ini ke kondisi usulan dari 61% menjadi 70%. Dan penurunan persentase *non value added* dari 39% menjadi 30%. Dengan adanya penurunan *non value added* maka dapat dikatakan bahwa performansi gudang *service part* meningkat.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil klasifikasi FSN *analysis*, produk *service part* pada kategori *leaf spring* jumlah produk yang termasuk ke dalam produk kelas *fast moving* sebanyak 1 SKU, *slow moving* sebanyak 10 SKU dan *non moving* sebanyak 5 SKU. Lalu untuk kategori *spring coil*, jumlah produk yang termasuk kategori *fast moving* sebanyak 13 SKU, *slow moving* sebanyak 23 SKU dan *non moving* sebanyak 17 SKU. Lalu yang terakhir ada kategori produk *spring assy* dengan jumlah produk kelas *fast moving* sebanyak 1 SKU, *slow moving* sebanyak 10 SKU dan *non moving* sebanyak 6 SKU. Total keseluruhan produk *fast moving* sebanyak 15 SKU, *slow moving* sebanyak 38 SKU dan *non moving* sebanyak 28 SKU. didapatkan hasil *lead time* untuk seluruh proses sebesar 3721,01 detik dengan persentase *non value added* sebesar 39%. Dari *future state mapping*, hasil menunjukkan waktu *delay* dari aktivitas *storing* dan *searching* mengalami penurunan. *Lead time* untuk keseluruhan aktivitas turun menjadi 3254,23 detik dengan persentase *non value added* sebesar 30%. Dapat terlihat terjadi pengurangan persentasi *non value added* sebesar 9% pada seluruh aktivitas gudang *service part*.

Daftar Pustaka

- [1] Yurinda A, Yanuar A & Budi Santosa., 2016. *Perancangan Alokasi Penyimpanan Di Gudang Bahan Baku Pada Divisi Alat Perkeretaapian Pt Pindad (Persero) Untuk Mengurangi Waktu Delay Menggunakan Pendekatan Analisis Fsn Dan Class Based Storage Policy*. Bandung : Telkom University
- [2] Frazelle, E. H., 2002. *World-Class Warehousing And Material Handling*. New York: McGraw-Hill.
- [3] Variesta P, Yanuar A & Budi Santosa., 2016. *Usulan Perancangan Alokasi Penyimpanan Produk Menggunakan Kebijakan Class Based Storage Untuk Mengurangi Waktu Keterlambatan Keberangkatan Pengiriman Produk Pada Gudang Pt Xyz Cihampelas Bandung*. Bandung: Telkom University
- [4] Santosa, B. & Willy, P., 2011. *Metode Metaheuristik Konsep dan Implementasi*. Surabaya: Guna Widya.
- [5] Hines, P. H. & Rich, N., 2004. *Learning to Evolve: A Review of Contemporary Lean Thinking*. International Journal of Operation & Production Management.
- [6] Wignjoesubroto, 2006. *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*. Surabaya: ITS.
- [7] Fajriyanti G, Yanuar A & Budi Santosa., 2016. *Design Of Storage Allocation At Machine Spare Part Warehouse Using Class Based Storage Policy To Reduce Delay Time At PT.EFG*. Bandung: Telkom University