USULAN PERANCANGAN ALOKASI PENYIMPANAN PRODUK MENGGUNAKAN KEBIJAKAN CLASS BASED STORAGE UNTUK MENGURANGI WAKTU KETERLAMBATAN KEBERANGKATAN PENGIRIMAN PRODUK PADA GUDANG PT XYZ CIHAMPELAS BANDUNG

(PRODUCTS STORAGE ALLOCATION DESIGN PROPOSAL USING CLASS BASED STORAGE POLICIES TO REDUCE THE DELAY OF DEPARTURE TIME DELIVERY PRODUCTS IN THE PT XYZ WAREHOUSE CIHAMPELAS BANDUNG)

Variesta Putra Wibisana [1], Ari Yanuar Ridwan [2], Budi Santosa [3]
[1,2,3] Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom
Email: [1]variesta11@gmail.com [2]ari.yanuar.ridwan@gmail.com [3]bschulasoh@gmail.com

Abstrak

PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang farmasi. PT XYZ memiliki gudang untuk menyimpan produk yang dikirim oleh *supplier* PBF sebelum didistribusikan ke apotek-apotek. Sistem penyimpanan produk pada PT XYZ masih dilakukan secara acak dan alokasi penyimpanan hanya memperhatikan kategori dari produk itu sendiri. Hal ini berdampak pada keterlambatan keberangkatan pengiriman produk yang disebabkan pada tingginya waktu siklus dan tidak tercapainya target waktu pada aktivitas *order picking*. *Delay* yang menyebabkan tingginya waktu siklus adalah proses pencarian lokasi produk disimpan.

Dengan demikian adapun tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan *slot* penyimpanan produk yang dapat mengurangi waktu keterlambatan keberangkatan pengiriman produk yang disebabkan *delay* di gudang PT XYZ.

Untuk menangani masalah *delay* yang terjadi pada PT XYZ diusulkan perancangan alokasi penyimpanan produk menggunakan *Class Based Storage*. Rancangan usulan dimulai dari proses identifikasi *delay* menggunakan *Value Stream Mapping*, setelah itu mengklasifikasikan produk berdasarkan pergerakannya di gudang menggunakan FSN *analysis*, tahap akhir akan dilakukan simulasi *travel time* untuk membuktikan *improvement* yang didapat pada proses pencarian lokasi produk setelah dilakukan perbaikan.

Berdasarkan hasil *Value Stream Mapping future state* didapatkan peningkatan waktu *value added* sebesar 17% dari waktu proses awal sebesar 5278,8 detik menjadi 3783,83 detik sehingga mengurangi persentase waktu keterlambatan sebesar 59,97% atau 24,91 menit, dari rata-rata awal keterlambatan 41,54 menit menjadi 16,63 menit setelah dilakukan usulan perbaikan alokasi penyimpanan produk.

Kata kunci: *Class Based Storage, FSN Analysis, Value Stram Mapping, Simulasi Travel Time.*

Abstract

PT XYZ is a pharmaceuticals warehouse company to store the products from the PBF *Supplier before it is distributed to Pharmacies. The products storage system at PT XYZ is random and the storage allocated only by the product categories itself. As the resulted, product delivery departure delays due to the high cycle time and can not achieving the target time on the order picking activity. Delay that causes high cycle time is at the process of finding the products storage location.*

From the description above, the purpose of this research is to determine the slot of storage products that can reduce the time departure delays that caused products delivery delays at the PT XYZ warehouse.

To overcome the delays issue that occurs in PT XYZ, products storage allocation using Class Based Storage will be proposed. The draft proposal starts from the identifications process using Value Stream Mapping delays identification. After classifying the products based on its movements in the warehouse using the FSN analysis, the final stage is stimulating travel time to prove the improvement that is obtained in the finding the locations process of the product after repaired.

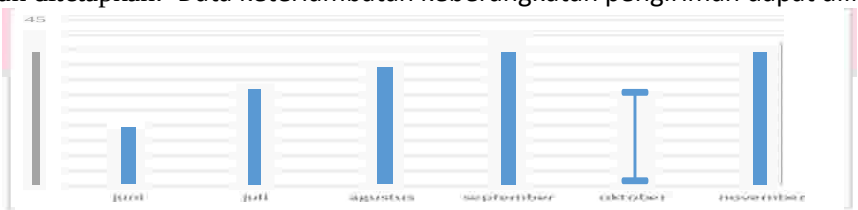
Based on the results of Value Stream Mapping future state there is an increasing in value added time by 17% from the time of the initial process 5278.8 seconds to 3783.83 seconds of delay time. The reducing times percentage is 59.97% or 24.91 minutes. From the average of the beginning delays is in 41.54 minutes to 16.63 minutes after doing the improvement of product storage allocations.

Key Words: *Class Based Storage*, FSN *Analysis, Value Stream Mapping*, Simulasi *Travel Time.*

1. Pendahuluan

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang farmasi atau obat yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia dan salah satu cabangnya berada di Kota Bandung. Cabang dari PT XYZ Bandung memiliki gudang yang berfungsi sebagai gudang pusat yang berisikan obat-obatan, alat kesehatan dan kebutuhan harian yang sebelumnya dikirim dari *supplier* PT XYZ yaitu PBF (Pabrik Besar Farmasi). Produk yang didistribusikan oleh gudang PT XYZ terbagi menjadi lima jenis kategori produk yaitu obat keras, obat bebas terbatas, obat bebas, alat kesehatan, dan kebutuhan harian.

PT XYZ memiliki permintaan yang tinggi karena PT XYZ bertanggung jawab untuk mendistribusikan produknya ke 29 apotek dengan tepat waktu untuk memenuhi kebutuhan apotek-apotek tersebut, tetapi pada kenyataannya mobil yang digunakan untuk mendistribusikan produk tidak sesuai dengan jadwal keberangkatan pengiriman yang telah ditetapkan. Data keterlambatan keberangkatan pengiriman dapat dilihat pada Gambar 1



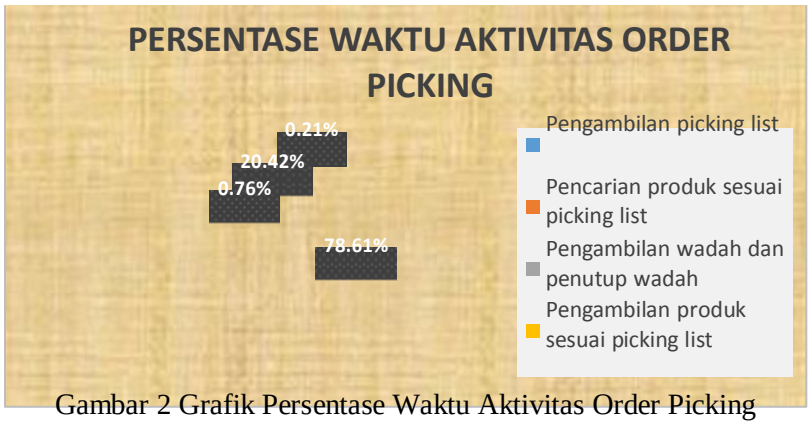
Gambar 1 Data Rata-Rata Keterlambatan Keberangkatan Pengiriman Produk

Lamanya aktivitas pada gudang PT XYZ dibuktikan dengan perbandingan waktu proses yang telah diamati dengan waktu standar. Data hasil pengamatan langsung dan persentase waktu proses dengan waktu standar pada gudang PT XYZ ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel1 Data Waktu Proses dan Target Waktu Standar PT XYZ

Aktivitas	*Order Picking*	*Packing*	*Shipping*
waktu proses (detik)	3177.33	1718.233	382.83
waktu standar (detik)	2700	1800	360
Gap	477.33	-	22.83

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa aktivitas *order picking* memiliki waktu proses terlama, sehingga dapat disimpulkan bahwa data tersebut menunjukan waktu proses pada aktivitas *order picking* lebih lama dari waktu standar aktivitas *order picking* tersebut. *Delay* pada aktivitas *order picking* tentunya disebabkan oleh beberapa proses yang terjadi di dalamnya. Berikut dijabarkan lebih rinci persentase waktu yang berada di dalam aktivitas *order picking*.

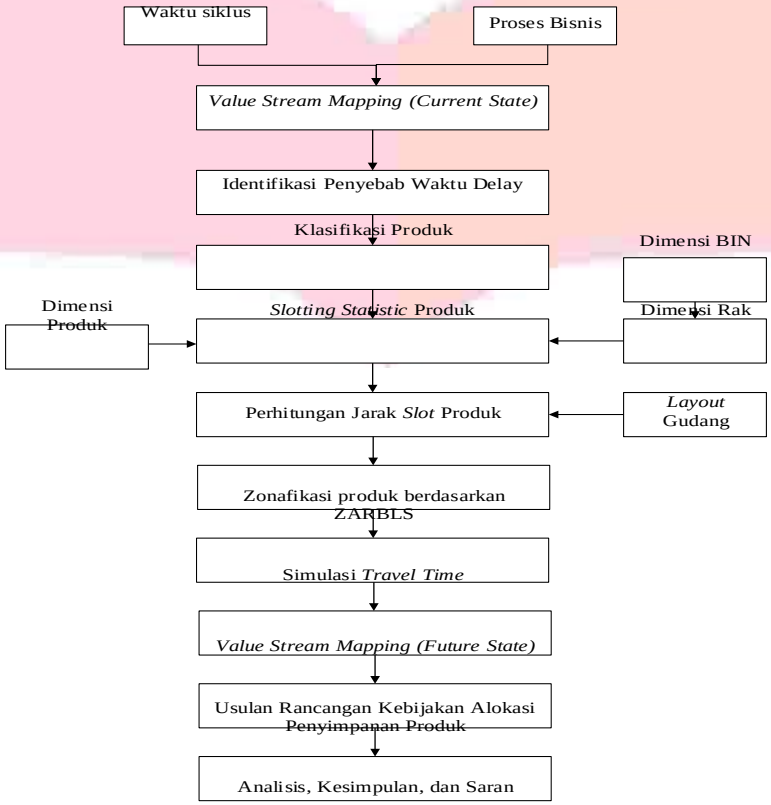


Gambar 2 Grafik Persentase Waktu Aktivitas Order Picking

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa penyebab waktu *delay* pada aktivitas *order picking* yaitu proses pencarian pesanan atau produk. Dari hasil identifikasi permasalahan diatas diperlukan perancangan alokasi

penyimpanan komponen menggunakan kebijakan *Class Based Storage* sesuai dengan *consumption rate* dan *average stay* menggunakan metode FSN *Analysis*. Zonafikasi & *Slotting* juga dilakukan untuk memudahkan operator dalam mencari lokasi produk.

2. Dasar Teori dan Metodologi Penelitian



Gambar 3 Model Konseptual

Slotting merupakan cara untuk menentukan penyimpanan yang tepat, alokasi ruang dalam penyimpanan yang tepat, serta penempatan dalam penyimpanan yang tepat. *Slotting* mempertimbangkan aktivitas, dimensi, dan karakteristik penyimpanan dari produk. *Slotting* juga berguna dalam mengurangi waktu proses dengan cara mengurangi waktu perjalanan (*travel time*) dengan meletakkan produk sesuai dengan frekuensi keluar produk. Pada setiap kelas, produk yang memiliki frekuensi keluar paling tinggi diletakkan di *golden zone* dimana daerah tersebut berada pada rata-rata tinggi pinggang dari *picker*. [1]

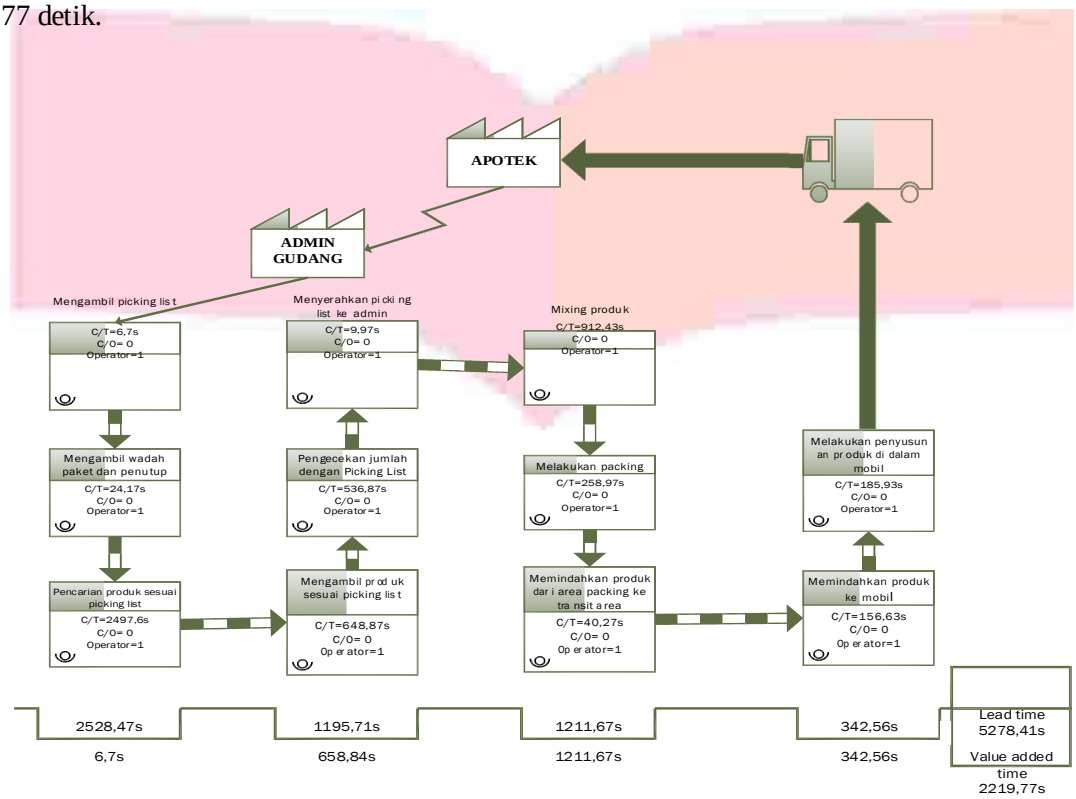
Penelitian ini diawali dengan mencari waktu siklus dan proses bisnis aktual, yang kemudian akan ditemukan akar permasalahnya menggunakan *Value Stream Mapping*. Setelah permasalahan diketahui, maka produk akan dikelompokan berdasarkan analisis FSN mnggunakan data *average stay* dan *consumption rate* yang didapatkan dari hasil perhitungan *purchase order, delivery order,* dan stok produk. Pembagian kelas dalam FSN yaitu, kelas F untuk *fast moving* produk, kelas S untuk *slow moving* produk, dan kelas N untuk *non-moving* produk. Selanjutnya adalah penentuan *slotting* untuk menentukan kuantitas kapasitas komponen dalam satu *slot* dan menghitung jumlah *slot* yang dibutuhkan. Untuk mengatur kelas penyimpanan diperlukan pengaturan zonafkasi produk. Pembuatan rancangan *value stream mapping* kondisi usulan dibuat untuk mengetahui apakah masalah pada kondisi aktual dapat diperbaiki atau tidak.

3. Pembahasan

3.1 *Value Stream Mapping* untuk *Current State Design*

Value stream mapping (VSM) adalah metode untuk menjelaskan aliran produk dan informasi. Metode VSM dilakukan untuk membantu mengidentifikasikan pemborosan dalam sistem. Dalam pembuatan *big picture mapping* dibutuhkan data waktu siklus atau *Cycle Time* (CT), aliran informasi yang terjadi, dan alur proses gudang

yang telah dijelaskan pada sub bab deskripsi kerja. Data tersebut dibutuhkan juga dalam membuat *Process Actvity Mapping* (PAM). Hasil *big picture mapping* (*current state*) dapat dilihat pada Gambar IV.6 dari gambar dapat dilihat adanya dua macam waktu pemrosesan yaitu pemrosesan total atau *lead time*, dan waktu proses yang memiliki *value added*. Total *lead time* untuk aktivitas keseluruhan yaitu 5278,4 detik Sedangkan untuk *value added time* 2219,77 detik.



Gambar 4 *Value Stream Mapping* untuk *Current State*

3.2 FSN *Analysis*

FSN *analysis* bertujuan untuk mengelompokkan item berdasarkan gerakan dari persediaan. Item diklasifikasikan menjadi *fast moving* (F), *slow moving* (S), dan *non-moving* (N) dengan mempertimbangkan *average stay* dan *consumption rate*. [3] Perhitungan FSN *analysis* berdasarkan kategori masing-masing produk.

1) Menghitung *Average Stay*

[redacted] = [redacted]

[redacted] = $\frac{76986}{(16657 + 42000)} = 39{,}37$

Setelah melakukan perhitungan *average stay* untuk setiap produk, presentase dari *average stay* diurutkan dari yang terbesar sampai dengan yang terkecil. Produk dengan presentase kumulatif dari 0% - 70% masuk dalam kelas N, 70%-90% masuk dalam kelas S, dan 90%-100% masuk kedalam kelas F.

2) Menghitung *Consumption Rate*

[redacted] = [redacted]

241870

$$= \quad 5$$

Setelah menghitung *consumption rate* untuk setiap produk, nilai *consumption rate* yang telah dihitung di urutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil. Produk dengan persentase kumulatif dari 0%-70% termasuk kelas F, 70%-90% termasuk kelas S, dan 90%-100% termasuk kelas N.

3) Klasifikasi akhir FSN

Tahap selanjutnya yaitu menggabungkan klasifikasi FSN berdasarkan *average stay* dengan klasifikasi FSN berdasarkan *consumption rate*. Untuk kategori obat keras *fast moving* terdiri dari 243 produk, *slow moving* terdiri dari 228 produk, *non-moving* terdiri dari 1763 produk. Untuk kategori obat bebas terbatas *fast moving* terdiri dari 65 produk, *slow moving* terdiri dari 61 produk, *non-moving* terdiri dari 205 produk. Untuk kategori obat bebas *fast moving* terdiri dari 126 produk, *slow moving* terdiri dari 167 produk, *non-moving* terdiri dari 579 produk. Untuk kategori alat kesehatan *fast moving* terdiri dari 26 produk, *slow moving* terdiri dari 77 produk, *non-moving* terdiri dari 107 produk. Untuk kategori kebutuhan harian *fast moving* terdiri dari 38 produk, *slow moving* terdiri dari 106 produk, *non-moving* terdiri dari 155 produk. *Fast moving* merupakan kelas yang diisi oleh SKU dengan *consumption rate* terbesar dan *average stay* terkecil. SKU dengan kelas F akan ditempatkan pada lokasi yang strategis.

3.3 *Slotting Statistic*

Pada PT XYZ produk ditempatkan dalam tempat yang lebih kecil *atau bin* Ukuran bin memiliki p x l x t masing-masing 600 mm x 148 mm x 250 mm. Untuk menentukan jumlah persediaan yang dapat disimpan di dalam *bin* maka dilakukan perhitungan berikut:

1) Menghitung jumlah unit yang disimpan per periode

$$\text{[illegible]} = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$$

$$= \frac{1709\ \text{[illegible]}}{4\ \text{[illegible]}} = 428\ \text{[illegible]}/\text{[illegible]}$$

T adalah *total inventory closing balance* dan P adalah jumlah periode produk disimpan maka didapatkan jumlah unit yang disimpan per periode sebanyak 428 unit.

2) Menghitung jumlah unit yang disimpan pada *bin*

Untuk mengetahui jumlah unit yang dapat disimpan maka diperlukan data dimensi dari produk dan *bin*. Salah satu produk yaitu CRESTOR 10MG@28 dengan dimensi 3,5cm x 3cm x 1,5cm.

$$\text{[illegible]}1 = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \times \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \times \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$$

$$= \frac{(60\ \text{[illegible]})}{(3{,}5\ \text{[illegible]})} \times \frac{(14{,}8\ \text{[illegible]})}{(3\ \text{[illegible]})} \times \frac{\text{[illegible]}}{(1{,}5\ \text{[illegible]})}$$

$$= 1088 \text{ Produk/bin}$$

Dengan perhitungan orientasi pertama diketahui kapasitas produk maksimal yang dapat disimpan sebanyak 1088 produk

$$\text{[illegible]} = \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \times \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}} \times \frac{\text{[illegible]}}{\text{[illegible]}}$$

$$= \frac{(60\ \text{[illegible]})}{(3\ \text{[illegible]})} \times \frac{(14{,}8\ \text{[illegible]})}{(3{,}5\ \text{[illegible]})} \times \frac{\text{[illegible]}}{(25\ \text{[illegible]})}$$

$$= 1280 \text{ Produk/bin}$$

Dari hasil perhitungan kedua orientasi diatas penyusunan produk dalam bin akan menampung lebih banyak produk jika menggunakan orientasi kedua pada penanganan produk tersebut.

3.4 *Rectilinear Distance*

Rectilinear adalah metode perhitungan jarak dengan mempertimbangkan lokasi *material handling* ditempatkan. Lokai *bin* yang dekat dengan tempat *material handling* digunakan untuk produk dengan kelas F, lokasi terdekat selanjutnya untuk kelas S, dan lokasi yang paling jauh digunakan untuk kelas N. Rumus yang digunakan yaitu:

$$D_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

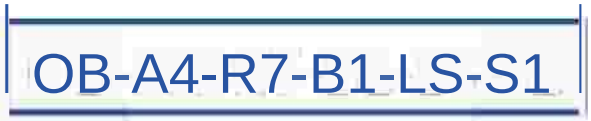
Dimana: Dij = jarak tempuh
xi = Koordinat x untuk *Input*
xj = Koordinat x untuk *Output*
yi = Koordinat y untuk *Input*
yj = Koordinat y untuk *Output*

Tabel 2 Jarak tempuh setiap *Bin*

Lokasi	X	Y	a	b	$\lvert x_i - x_j \rvert$	$\lvert y_i - y_j \rvert$	Dij
A1-R1-B1-S1	0	0	5	0.45	5	0.45	5.45
A1-R1-B1-S2	0	0	5.15	0.45	5.15	0.45	5.6
A1-R1-B1-S3	0	0	5.3	0.45	5.3	0.45	5.75
A1-R1-B1-S4	0	0	5.45	0.45	5.45	0.45	5.9
A4-R8-B9-S2	0	0	14.3	10.6	14.3	10.6	24.9
A4-R8-B9-S3	0	0	14.45	10.6	14.45	10.6	25.05
A4-R8-B9-S4	0	0	14.6	10.6	14.6	10.6	25.2
A4-R8-B9-S5	0	0	14.75	10.6	14.75	10.6	25.35
A4-R8-B9-S6	0	0	14.9	10.6	14.9	10.6	25.5

3.5 Zonafikasi

Zonafikasi dilakukan dengan memberikan kode pada *bin* untuk memudahkan saat pencarian lokasi produk, sehingga dapat mengurangi waktu *delay* yang terjadi. Zonafikasi pada PT XYZ dilakukan berdasarkan *warehouse slotting* yang telah dilakukan dengan pemberian label berdasarkan *zone-aisle-rack-bay-level-slot* pada setiap *bin* yang ada.



Gambar 4 Kode Penempatan Produk

Gambar 3 menjelaskan lokasi produk berada di *zone* OB, *aisle* 4, *rack* 7, *bay* 1, *level* 5, dan *slot* ke 1.

3.6 Simulasi *Travel Time*

Simulasi travel time digunakan mensimulasikan proses pencarian lokasi produk pada aktivitas *order picking* dengan menggunakan simulasi *monte carlo*. *Monte carlo* digunakan untuk mendapatkan *random number* yang menjadi pertimbangkan dalam menentukan probabilitas dari jumlah *picking list* dan SKU yang keluar.

Tabel 4 Probabilitas SKU

replikasi	picking list	jumlah sku	1	2	3	10	11	12	13	14	15
1	1	10	0.85752	0.937913	0.958981	0.475775					
	2	13	0.695655	0.938687	0.67925	0.940158	0.551132	0.193886	0.060825		
	3	11	0.410687	0.286841	0.07805	0.588329	0.589574				
	9	10	0.765096	0.1811	0.944176	0.298161					
	10	10	0.810874	0.023324	0.988358	0.650951					
	11	12	0.132438	0.843736	0.204348	0.483116	0.96092	0.045847			
2	1	11	0.013923	0.272805	0.612325	0.088272	0.006725				
	2	14	0.667912	0.455759	0.934971	0.435515	0.158648	0.924261	0.645426	0.327917	
	3	14	0.531714	0.375906	0.012833	0.04315	0.009247	0.038263	0.656655	0.056977	
	9	13	0.228793	0.786768	0.237402	0.795491	0.607743	0.766362	0.801254		
	10	12	0.529807	0.470461	0.724143	0.209515	0.927759	0.12359			
	11	15	0.264498	0.603614	0.311311	0.13237	0.692042	0.965381	0.374814	0.784082	0.779029
3	1	14	0.293847	0.204528	0.838718	0.1691	0.034391	0.924279	0.700939	0.716758	
	2	13	0.098232	0.917754	0.120141	0.589325	0.327702	0.036901	0.34195		
	3	14	0.259969	0.098951	0.433151	0.894333	0.492468	0.242621	0.235502	0.401975	
	9	14	0.39605	0.337938	0.118803	0.411669	0.495685	0.459999	0.76145	0.021808	
	10	15	0.44703	0.808795	0.839956	0.592152	0.625493	0.558781	0.648103	0.465324	0.243372
	11	13	0.405654	0.476688	0.840799	0.635873	0.958067	0.300428	0.133348		
4	1	13	0.662657	0.817157	0.541483	0.516683	0.287297	0.617988	0.208617		
	2	12	0.765371	0.918354	0.285519	0.008026	0.272472	0.937117			
	3	15	0.354727	0.179907	0.044551	0.380954	0.761023	0.6628	0.88595	0.876555	0.109523
	9	13	0.461161	0.869844	0.685621	0.659671	0.027953	0.598999	0.813819		
	10	11	0.237281	0.056122	0.022685	0.237321	0.185112				
	11	12	0.517255	0.747826	0.013562	0.457225	0.012896	0.867719			

Setelah mendapatkan *random number*, langkah selanjutnya menentukan SKU yang terpilih sesuai dengan probabilitas yang ada yang kemudian dihitung jarak antara *picking list terpilih*

Tabel 6 Jarak Total Masing-masing *Pick List*

Replikasi	Picking List	jumlah sku	In-Sku(1)	SKU (1)-SKU(2)	SKU (2)-SKU(3)	SKU (3)-SKU(4)	.....	SKU akhir-Staging Area	Waktu	Total
1	1	10	9.55	10	9.85	10	.....	6.35	83.3	888.1
	2	13	10	10.45	1.65	3.65	.....	8.05	81.25	
	3	11	11	5	4.55	7.1	.....	7.5	83.7	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		.....	
	9	10	14.25	11.6	6.45	8.8	.....	8.55	89.7	
	10	10	9.55	9.2	9.05	11.4	.....	4.9	73.9	
2	1	11	15.45	5.6	5.95	5.55	.....	14.45	98.6	1012.4
	2	14	10	9.7	0.75	1.05	.....	9.75	84.1	
	3	14	10.6	3.15	4.55	10.5	.....	6.85	116.9	
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	
	9	13	18.2	9.55	2.7	2.4	.....	6.9	66.8	
	10	12	10.6	10.1	5.7	6.2	.....	6.9	72.9	
	11	15	15.15	6.15	3.7	9.4	.....	3.7	107.7	
3	1	14	12.1	7.5	8.4	5.45	.....	4.6	102.8	1030.9
	2	13	13.45	3.9	4.65	4.65	.....	5.75	90	
	3	14	11.95	0.45	7.75	2.8	.....		95.6	
	.....	.....					.....		.....	
	9	14	9.85	2.85	7.9	0.3	.....	5.95	86	
	10	15	11.2	1.5	3.6	6.05	.....	8.7	87	
	11	13	11.65	11.2	8.35	9.55	.....	5.65	113.65	
4	1	13	10	0.45	5.9	4.1	.....	9.45	80.7	1080.7
	2	12	14.25	5.3	3.45	7.6	.....	6.55	100.2	
	3	15	11.65	1.5	0.75	8.3	.....	6.6	100.6	
	.....	.....					.....		.....	
	9	13	11.05	9.7	3.65	4.7	.....	6.9	114.2	
	10	11	11.35	6.85	9.05	5.85	.....	12.9	99.5	
	11	12	10.3	5.9	7.5	10.4	.....	4.75	96.1	
									Total	**4012.1**
									Rata-rata	**1003.025**
									Standar Deviasi	**81.86588**

Untuk memastikan bahwa jumlah replikasi yang dilakukan dalam simulasi sudah benar maka perlu dilakukan perhitungan sebagai berikut:

1. Menentukan *half width* (hw) = e

   Diketahui: γ = tingkat kepercayaan = 0.90

   α = 0.1

   n = jumlah sampel = 4

   $\bar{x}$ = rata-rata = 1003.025 detik

   s = 81.865 detik

$$h = \frac{(t_{n-1,\alpha/2})\, s}{\sqrt{n}}, \quad h = \frac{(2.353)\,(81.865)}{\sqrt{4}} = 96.314$$

2. Menentukan jumlah replikasi

$$n' = \left[\frac{(z_{\alpha/2})\, s}{h}\right]^2$$

$$n' = \left[\frac{(1.645)(81.865)}{96.314}\right]^2 = 1.955 \approx 2$$

Dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 90%, didapatkan hasil yaitu jumlah replikasi yang harus dibuat minimal sebanyak 2 replikasi. Karena replikasi yang digunakan dalam simulasi sebanyak 4 replikasi maka jumlah tersebut sudah melebihi dan tidak perlu dilakukan observasi tambahan.

3.7 Komparasi Sistem Menggunakan *Welch Confidence Interval*

Komparasi dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi usulan sama dengan kondisi aktual. Dengan menggunakan *welch confident interval*, jumlah replikasi yang digunakan tidak harus sama antara kondisi aktual dengan kondisi usulan. [4]

Diketahui:

$n_1 = 30$

$n_2 = 4$

$\bar{x}_1 = 2497{,}6$

$\bar{x}_2 = 1003{,}25$

$s_1^2 = 29009.42$

$s_2^2 = 6702{,}023$

1. Hipotesis

   H_0: $\mu_1 - \mu_2 = 0$, kondisi aktual sama dengan kondisi usulan

   H_1: $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$, kondisi aktual berbeda dengan kondisi usulan

2. Menentukan derajat kebebasan (df)

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

$$\text{??} \approx \frac{[(\frac{29009.42}{30}) + (\frac{6702.023}{4})]}{\{29009.42/30)^2/(30-1)\} + \{6702.023/4)^2/(4-1)\}} \approx 7$$

3. Menentukan *half width* (hw)

$$h = \frac{\alpha}{2}\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{\sigma_1} + \frac{\sigma_2^2}{\sigma_2}}$$

$$h = \frac{\alpha}{2}\sqrt{\frac{29009.42}{30} + \frac{6702.023}{4}} = 97.416$$

Menghitung Interval

$$[(\bar{x} - \bar{x}) - h \le \mu_1 - \mu_2 \le (\bar{x} - \bar{x}) + h$$

$$[(2497.6\text{-}1003.25) - 97.416 \le \mu_1 - \mu_2 \le (2497.6 - 1003.25) + 97.416]$$

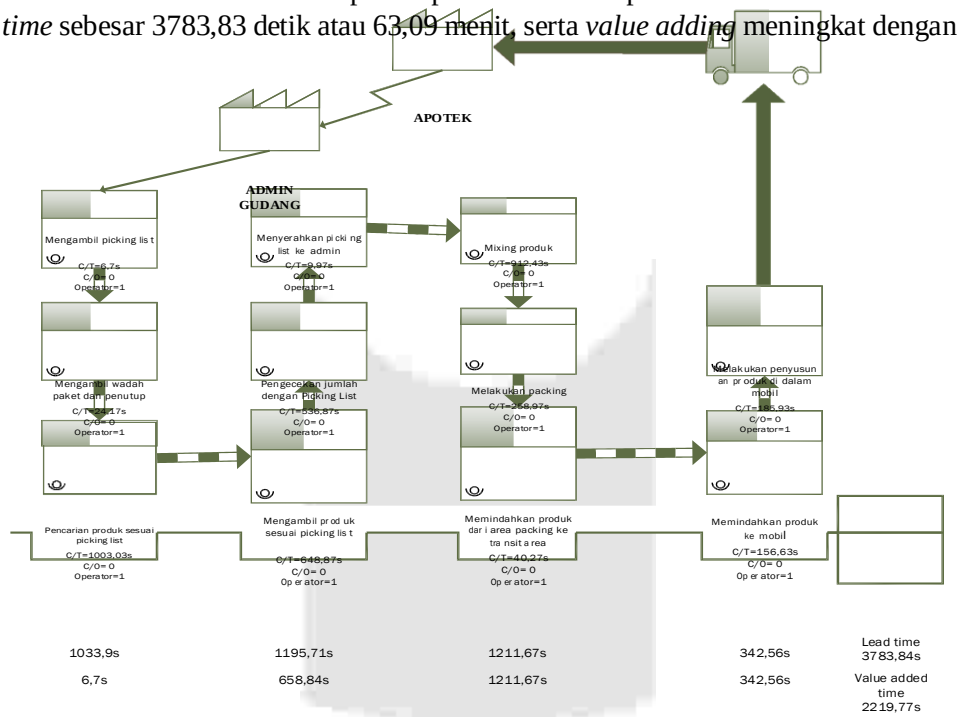
$$[1396.559 \le \mu_1 - \mu_2 \le 1591.991]$$

4. Kesimpulan

Tolak H_0, kondisi aktual berbeda dengan kondisi rancangan usulan.

3.8 *Value Stream Mapping* untuk *Future State*

Future state mapping digunakan untuk menggambarkan proses dan aliran data pada gudang setelah diterapkan usulan. Usulan yang dilakukan yaitu berupa rancangan alokasi penyimpanan produk menggunakan *warehouse slotting* dengan pendekatan FSN *analysis* untuk meminimasi waktu *delay*. Ada pun langkah-langkah yang telah dilakukan yaitu dengan mengklasifikasikan produk berdasarkan FSN *analysis*, menghitung alokasi produk yang dapat disimpan pada *bin*, lalu menghitung jarak antar bin untuk mengetahui lokasi mana yang strategis, selain itu juga dilakukan zonafikasi untuk memudahkan proses pencarian lokasi produk. Berdasarkan hasil rancangan usulan, didapatkan *lead time* sebesar 3783,83 detik atau 63,09 menit, serta *value adding* meningkat dengan persentasi 59%.



Gambar 5 *Value Stream Mapping* untuk *Future State*

3.9 Kebijakan *Class Based Storage*

Kebijakan *Class Based Storage* adalah kebijakan gudang yang mengklasifikasikan produk ke beberapa kelas dalam penyimpanan. Kebijakan ini merupakan kombinasi antara *random storage* dan *dedicated storage*. Dimana *dedicated storage* menerapkan kebijakan bahwa satu lokasi digunakan untuk satu klasifikasi produk. Sedangkan

random storage menerapkan kebijakan bahwa produk yang disimpan pada lokasi tertentu dapat berbeda karena perubahan gerakan produk pada satu periode ke periode lain.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membahas tentang perancangan alokasi penyimpanan produk menggunakan *warehouse slotting* dengan pendekatan FSN *analysis.* Dengan menggunakan VSM dapat diidentifikasi bahwa penyebab *delay* terjadi pada aktivitas *storing* dan *order picking* yaitu pada proses pencarian produk. Hasil dari VSM *current state* didapatkan waktu *value added* sebesar 42%. kemudian dilakukan klasifikasi produk menggunakan FSN *analysis*. Lalau dilakukan perhitungan *slotting statistic* dan zonafikasi produk. Kemudian hasil VSM *future state* didapatkan peningkatan waktu *value added* menjadi 59%. Dengan tingkat kepercayaan 90% hasil dari perbandingan kondisi aktual dengan usulan menggunakan *welch confident interval* menunjukan bahwa kondisi usulan berbeda dengan kondisi aktual. Rata-rata keterlambatan keberangkatan produk berkurang 1494,57 detik atau 24,91 menit, dari rata-rata keterlambatan awal 41,54 menit menjadi 16,63 menit dengan penuruan persentase waktu keterlambatan 59,97%.

Daftar Pustaka

[1] Frazelle, E. H. (2002). *World Class Warehousing and Material Handling.* New York: Mc-Graw-Hill.

[2] K.Liker, J., & Meier, D. (2006). *The Toyota Way Fieldbook.* Chicago: McGraw-Hill.

[3] Chitale, A. K. (2011). *Product Design and Manufacturing.* Prentice-Hall of India Pvt.Ltd

[4] Harrell, C., dkk. (2004). *Simulation Using ProModel.* New York: Mc Graw Hill.