

MERANCANG ULANG TATA LETAK GUDANG MENGGUNAKAN METODE SHARED STORAGE DI PT. XYZ

Ragil Pardiyono¹, Gianti Puspawardhani²

Program Studi Teknik Industri^{1,2}
Universitas Jenderal Achmad Yani^{1,2}
ragil.pardiyono@lecture.unjani.ac.id¹

Abstrak

Penelitian ini bermula fenomena pemborosan waktu di PT. XYZ perusahaan yang memproduksi spare part sepeda motor yang berbahan plat. Berdasarkan pengamatan, waktu rata-rata yang dibutuhkan operator untuk mencari produk adalah 7,74 detik/kemasan (100 pcs/kemasan). Sedangkan rata-rata setiap satu kali pengiriman mencapai 3.530 kemasan dengan berat mencapai 3,530 ton, artinya dalam setiap kali pengiriman diperlukan waktu mencari produk ditempat penyimpanan selama 27.322,2 detik atau 455,4 menit setara 7,5 jam. Lamanya waktu pencarian produk akan berdampak pada keterlambatan pengiriman produk dan kepuasan konsumen. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan merancang ulang tata letak gudang dan tata cara penyimpanan untuk mengurangi waktu pencarian produk. Metode yang digunakan adalah *share storage* yaitu metode untuk mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan, produk yang berbeda menggunakan slot penyimpanan yang sama. *Metode shared storage* sangat sesuai untuk produk dengan permintaan yang relatif konstan dan validasi menggunakan promodel. *Metode share storage* untuk merancang rak, menentukan lokasi penyimpanan, dan diakhiri dengan menghitung jarak dari gudang penyimpanan ke mobil pengiriman. Hasil penelitian telah memberikan usulan dengan mengubah ukuran rak penyimpanan yang dapat menampung produk jadi sebanyak 3.960 kemasan. Setelah melakukan validasi dengan promodel diperoleh kesimpulan bahwa waktu pencarian produk dari 7,74 detik/kemasan menjadi 2 detik/kemasan. Perubahan ukuran rak penyimpanan dari 200 cm x 50 cm x 150 cm yang mempunyai 4 tingkatan dengan tinggi per level 30 cm menjadi 246 cm x 123 cm x 380 cm yang mempunyai 11 tingkatan dengan tinggi per level 34 cm. Peningkatan kapasitas rak penyimpanan dari 980 kemasan menjadi 3.960 kemasan yang mampu menampung pesanan produk sebanyak 3.530 kemasan. Perubahan tata letak gudang penyimpanan yang memudahkan mobilisasi pencarian produk yang tidak dihalangi oleh aktivitas pengemasan produk.

Kata Kunci: *Shared Storage Method*, Tata Letak, Gudang, Promodel

Abstract

This research began with the phenomenon of wasting time at PT. XYZ is a company that produces motorbike spare parts made from plates. Based on observations, the average time needed for operators to search for products is 7.74 seconds/package (100 pcs/package). Meanwhile, on average, each delivery reaches 3,530 packages weighing up to 3,530 tonnes, meaning that each delivery takes 27,322.2 seconds or 455.4 minutes to search for the product in the storage area, equivalent to 7.5 hours. The length of time searching for a product will have an impact on slow product delivery and consumer satisfaction. Therefore, this research aims to redesign the warehouse layout and storage procedures to reduce product search time. The method used is share storage, which is a method to reduce storage space requirements, different products use the same storage slot. The shared storage method is well suited to products with relatively constant demand and validation using promodels. Storage sharing method to design shelves, determine storage locations, and finish by calculating the distance from the storage warehouse to the delivery car. The research results have provided suggestions for changing the size of the storage shelves which can accommodate 3,960 packages of finished products. After validating with the promodel, it was concluded that the product search time was from 7.74 seconds/package to 2 seconds/package. Change in storage shelf size from 200 cm x 50 cm x 150 cm which has 4 levels with a per level height of 30 cm to 246 cm x 123 cm x 380 cm which has 11 levels with a per level height of 34 cm. Increased storage shelf capacity from 980 packages to 3,960 packages which can accommodate product orders of 3,530 packages. Changes to the layout of the storage warehouse which makes it easier to mobilize product searches that are not hampered by product packaging activities.

Keywords: *shared storage method, layout, warehouse, promodel*

I. PENDAHULUAN

PT. XYZ merupakan perusahaan yang memproduksi *spare part* sepeda motor yang berbahan plat dan membuat *dies* sendiri. Strategi respon permintaan konsumen menggunakan *make to order* dan aliran produksinya *flow shop*. Total pesanan berbagai macam produk pada tahun 2020 totalnya mencapai 7.869.981 dan pada tahun 2021 total mencapai 9.010.823. Perusahaan tidak mengalami kendala dalam memenuhi pesantersebut atau pesanan selalu terpenuhi.

Gudang area penyimpanan prosuk jadi berukuran 6x4 meter dan terlihat kurang rapi karena penyimpanan produk secara acak tidak memiliki tempat yang tetap dan bercampur dengan produk lain. Jika gudang sudah penuh, maka penyimpanan dilakukan pada tempat yang kosong (Gambar 1). Hal tersebut menyulitkan operator pada saat proses pencarian produk, sehingga berdampak pada terlambatnya proses pengiriman produk. Produk jadi sebelum disimpan dikemas menggunakan

plastik yang tidak memiliki identitas atau alamat produk, hal tersebut membuat pencarian produk lebih lama lagi karena tidak ada alamat produk. Frekuensi pengiriman produk dalam satu bulan sebanyak dua kali, yaitu pada tanggal 15 dan 30.

Berdasarkan pengamatan waktu rata-rata yang dibutuhkan operator untuk mencari produk adalah 7,74detik/kemasan (100 pcs/kemasan). Rata-rata setiap satu kali pengiriman mencapai 3.530 kemasan dengan berat mencapai 3,530 ton, artinya dalam setiap kali pengiriman diperlukan waktu mencari produk ditempat penyimpanan selama 27.322,2 detik atau 455,4 menit setara 7,5 jam. Menurut Yusriski & Pardiyono [1] lamanya waktu pencarian produk akan berdampak pada keterlambatan pengiriman produk dan kepuasan konsumen. Menurut Pardiyono & Puspita [2]; Pardiyono [3]; Pardiyono & Nugrahati [4]; Pardiyono & Sastradiharja [5]; Pardiyono et al [6] jika kepuasan konsumen menurun akan berdampak kurang baik bagi perusahaan.

Setiap melakukan pengiriman beberapa operator berhenti produksi hanya untuk membantu pencarian produk dan pengiriman sehingga perusahaan kehilangan kesempatan produksi. Kerugian yang dialami perusahaan berupa kesempatan produksi sekitar 13.500 pcs perjam. Menurut Hanum et al [7]; Pardiyono [8]; Pardiyono [9]; Pardiyono & Hartanto [10]; Pardiyono & Fatullah [11]; Yusriski et al [12]; Pardiyono et al [13]; Puspita & Pardiyono [14]; Sastradiharja & Pardiyono [15]; Pardiyono & Fatullah [16] kerugian dalam produksi akan berdampak buruk kepada kinerja perusahaan. Hal ini tentu saja sangat merugikan perusahaan, maka perlu segera dirancang ulang tata letak gudang penyimpanan dan alamat produk untuk mengurangi waktu pencarian produk. Hasil rancangan akan divalidasi menggunakan *Software Promodel*.



Gambar 1. Area Pengimanan Produk Jadi

II. TINJAUAN METODE

Penyimpanan barang dalam gudang diatur dan ditata sesuai dengan kebijakan perusahaan yang telah ditentukan. Ada empat metode yang dapat digunakan untuk mengatur posisi atau lokasi penyimpanan suatu barang [17], antara lain:

1. Metode *Dedicated Storage*

Adalah tempat penyimpanan yang barang yang akan disimpan sudah mempunyai tempat yang tetap. Tempat yang tetap harus cukup untuk kapasitas maksimal. Ruang penyimpanan yang diperlukan adalah kumulatif dari kebutuhan penyimpanan maksimal dari tiap jenis produknya jika produk yang akan disimpan lebih dari satu jenis [1].

2. Metode *Randomized Storage*

Adalah penyimpanan yang lokasi penyimpanan produknya bisa dipindah kapan saja berdasarkan jarak terdekat dan sistem FIFO serta faktor lain kurang diperhatikan. Hal ini membuat penyimpanan barang menjadi kurang teratur.

3. Metode *Class Based Dedicated Storage*

Produk-produk yang ada dibagi ke dalam tiga, empat, atau lima kelas didasarkan pada perbandingan *throughput* (T) dan *ratio storage* (S). Tempat penyimpanan dirancang lebih fleksibel dan diisi secara acak dengan klasifikasi berdasarkan jenis barang tersebut.

4. Metode *Shared Storage*

Metode untuk mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan, produk yang berbeda menggunakan slot penyimpanan yang sama. Metode *shared storage* sangat sesuai untuk produk dengan permintaan yang relatif konstan. Langkah dalam menggunakan metode *shared storage* yaitu: [18].

- a. Menentukan jumlah permintaan rata-rata per bulan.

- b. Rata-rata frekuensi pemesanan tiap jenis produk perbulan
- c. Jumlah produk per permintaan tiap jenis produk perbulan
- d. Penentuan kebutuhan ruang
- e. Penentuan luas area penyimpanan yang dibutuhkan
- f. Penentuan *allowance* ruang
- g. Peletakan area penyimpanan
- h. Jarak dari area penyimpanan ke pintu masuk
- i. Jarak tempuh antara area penyimpanan ke pintu pengiriman menggunakan tata letak gudang usulan.

III. HASIL PEMBAHASAN

1. Menentukan Jumlah Permintaan Rata – Rata Per Bulan

$$\text{rata – rata permintaan perbulan} = \frac{\sum \text{permintaan perbulan}}{12 \text{ bulan}}$$

TABEL I
RATA-RATA PERMINTAAN

No	Komponen	Rata-rata permintaan perbulan	Rata-rata permintaan per ½ bulan	No	Komponen	Rata-rata permintaan perbulan	Rata-rata permintaan per ½ bulan
1	<i>Base seat lock</i>	49.125	24.563	32	<i>Cross tube 3</i>	3.896	1.948
2	<i>Cam A, seat catch</i>	47.875	23.938	33	<i>Clamp battery</i>	154	77
3	<i>Stay side cover 1</i>	39.904	19.952	34	<i>Bracket</i>	7.481	3.740
4	<i>Stay side cover 2</i>	39.904	19.952	35	<i>Holder</i>	4.067	2.033
5	<i>Pedal 15G</i>	1.296	648	36	<i>Lever</i>	8.851	4.425
6	<i>Hook spring</i>	1.467	733	37	<i>Collar</i>	7.081	3.541
7	<i>Hook stop SW</i>	1.388	694	38	<i>Bracket Engine 1</i>	3.906	1.953
8	<i>Oil guard breather</i>	4.650	2.325	39	<i>Bracket Engine 2</i>	4.580	2.290
9	<i>Joint bleeding</i>	3.017	1.508	40	<i>Plate 1</i>	10.666	5.333
10	<i>Joint water 18 mm</i>	1.567	783	41	<i>Plate 2</i>	9.834	4.917
11	<i>J water hose KTW</i>	26.125	13.063	42	<i>Washer Plain</i>	49.258	24.629
12	<i>Joint tube all</i>	126.167	63.083	43	<i>Pin Main Stand</i>	25.623	12.811
13	<i>Bracket license</i>	2.600	1.300	44	<i>Shaft Main Stand</i>	26.258	13.129
14	<i>Bracket 1</i>	583	292	45	<i>Guard Hose</i>	17.488	8.744
15	<i>Bracket 2</i>	617	308	46	<i>Guide Cable</i>	4.400	2.200
16	<i>Stay clutch cable cl</i>	342	171	47	<i>Stay L SW</i>	6.538	3.269
17	<i>St, cup ch sw cord</i>	458	229	48	<i>Stay R SW</i>	4.871	2.435
18	<i>Cl oil p sw cord</i>	521	260	49	<i>G Thortle Cable RR</i>	1.942	971
19	<i>Hook A</i>	446	223	50	<i>Oil Lock Collar</i>	504	252
20	<i>Hook B</i>	429	215	51	<i>Stay Rest Tank</i>	904	452
21	<i>Clamper ACG cord</i>	56.583	28.292	52	<i>Guide Harnes</i>	754	377
22	<i>Retainer fuel pump</i>	38.167	19.083	53	<i>G Seat Lock Cable</i>	1.708	854
23	<i>P top, stand as main</i>	37.125	18.563	54	<i>Stay R Fender Side</i>	913	456
24	<i>Br;holder brake hose</i>	3.921	1.960	55	<i>Stay L Fender Side</i>	788	394
25	<i>Stay relay</i>	1.075	538	56	<i>Stay A</i>	1.029	515
26	<i>Stay</i>	1.775	888	57	<i>Stay B (L)</i>	267	134
27	<i>Holder brake hose 3</i>	1.925	963	58	<i>Stay B (R)</i>	267	134
28	<i>Holder brake hose 4</i>	2.150	1.075	59	<i>Stay C</i>	448	224
30	<i>Patch A</i>	1.575	788	60	<i>Guide Hose</i>	958	479
31	<i>Patch B</i>	1.575	788	61	<i>Patch R</i>	971	485

No	Komponen	Rata-rata permintaan perbulan	Rata-rata permintaan per ½ bulan
32	<i>Stay cord clamp</i>	1.642	821

No	Komponen	Rata-rata permintaan perbulan	Rata-rata permintaan per ½ bulan
62	<i>Patch L</i>	971	485

2. Menentukan Rata – Rata Frekuensi Pemesanan Tiap Jenis Produk Per Bulan

$$\text{rata – rata frekuensi pemesanan perbulan} = \frac{\sum \text{frekwensi pemesanann perbulan}}{12 \text{ bulan}}$$

Berdasarkan data, jumlah rata-rata semua produk perbulan adalah 1 (satu) kali

a. Jumlah produk per permintaan tiap jenis produk perbulan

$$\text{jumlah produk per permintaan perbulan} = \frac{\text{rata – rata permintan perbulan}}{\text{rata – rata frekuensi permintaan perbulan(kali)}}$$

Berdasarkan rata-rata frekuensi pemesanan semua produk yang hasilnya 1 (satu) semua, maka hasilperhitungan Jumlah produk per permintaan tiap jenis produk perbulan hasilnya sama dengan tabel 1 diatas.

b. Menghitung Luas Area Rak Penyimpanan yang Dibutuhkan

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tingkatan eak} &= \frac{\text{Tinggi rak – tinggi kaki rak (cm)Tinggi}}{1 \text{ level rak (cm)}} \\ &= \frac{380-10 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 11 \text{ tingkatan rak} \end{aligned}$$

Perbandingan rak penyimpanan di gudang yaitu panjang 2 meter, lebar 1 meter, dan tinggi 3 meter. Jika ukuran rak seperti itu, maka menurut Venkitasubramony & Adil [19] toleransi untuk tinggi rak yaitu 20 cm dari atap, tinggi kaki rak yang digunakan apabila mempunyai rak dengan tinggi 3 meter yaitu 10 cm, dan toleransi tinggi level rak 4 cm. Menurut Dukic & Opetuk [20] lebar tiang penyangga satu sisi yang digunakan 5cm. Jadi ukuran tiang penyangga rak ditambah tinggi kaki rak yang digunakan yaitu memiliki tinggi 380 cm, lebar 5 cm, dan tebal bahan yang digunakan 3,2 mm.

Rak penyimpanan yang baru memiliki 11 level dengan tinggi per level yaitu 34 cm, dan mempunyai tinggi rak menjadi 380 cm. Dimensi rak penyimpanan yang baru yaitu memiliki panjang 246 cm, lebar 123 cm, dan tinggi 380 cm. volume rak yang baru yaitu $3.800.000 \text{ cm}^3$ atau setara dengan $3,8 \text{ m}^3$. Alat bantu yang digunakan untuk mengambil atau menyimpan produk menggunakan tangga lipat atau sejenisnya.

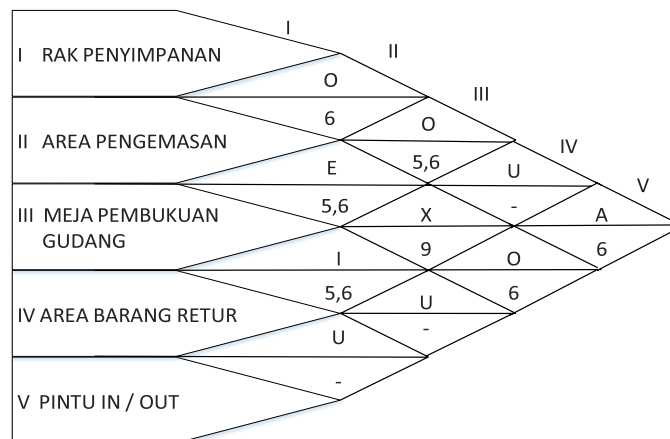


Gambar 2. Rak Usulan

Langkah selanjutnya setelah menghitung luas area rak penyimpanan yang dibutuhkan yaitu menentukan *allowance* ruang. *Allowance* ruang ini dibutuhkan untuk menentukan luas gang yang digunakan berdasarkan *material handling* yang digunakan pekerja. Para pekerja tidak menggunakan *material handling* hanya manual. Menurut standar lebar jalan lintasan yang direkomendasikan lebar gang dalam gudang yang dibutuhkan yaitu 1 meter [21].

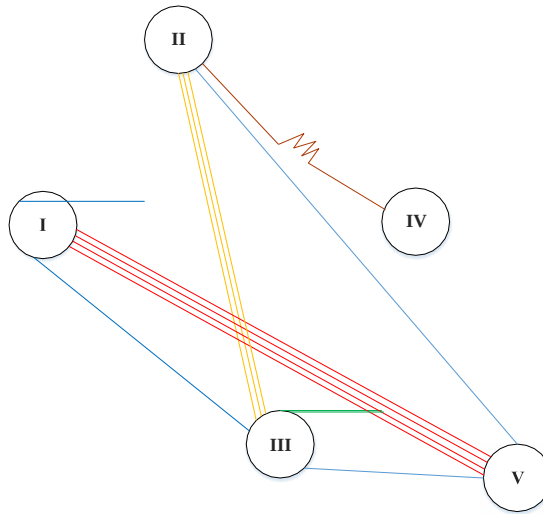
3. Menentukan Peletakkan Area Penyimpanan

Langkah pertama dalam menentukan peletakkan area penyimpanan dengan menggambarkan hubungan fasilitas dalam gudang dengan peta hubungan aktivitas (ARC). Peta hubungan aktivitas dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Peta Hubungan Aktivitas (ARC)

Langkah kedua dalam menentukan peletakan area penyimpanan dengan menggambarkan hubungan fasilitas dalam gudang dengan diagram hubungan aktivitas (ARD). Dalam menyusun ARD diperlukan lembar kerja (*work sheet*) pembuatan ARD.



Gambar 4. Diagram Hubungan Aktivitas (ARD) Gudang

Langkah ketiga, Setelah menentukan hubungan tata letak antar fasilitas gudang menggunakan ARC dan ARD maka dapat dilakukan peletakan area penyimpanan berdasarkan hubungan aktivitas yang terkait. ARD merupakan landasan untuk perencanaan tata letak fasilitas – fasilitas yang ada di dalam gudang.



Gambar 5. Tata Letak Penyimpanan Gudang Usulan

Langkah keempat.

Menghitung Jarak Dari Area Penyimpanan Ke Pintu Keluar

Pada tahap ini dilakukan menghitung jarak tempuh penyimpanan ke pintu pengiriman dengan satu pintu sebagai pintu masuk produk sekaligus sebagai pintu keluar (pintu pengiriman). Pada tahap ini juga membandingkan jarak dari area penyimpanan ke pintu keluar pada tata letak gudang awal dan usulan. Penyimpanan produk dikelompokkan sesuai nama produk dan konsumen. Menghitung jarak dari area penyimpanan ke pintu pengiriman menggunakan *euclidian distance*. Jarak diukur antara dua titik. Jarak *euclidian distance* dapat diilustrasikan sebagai *conveyor* lurus yang memotong dua buah titik dari masing – masing area penyimpanan hingga pintu keluar.

a. Penyimpanan Barang Di Luar Area Gudang

Jika jarak area penyimpanan A dari pintu keluar terhadap sumbu $x = 1$ m, dan jarak area penyimpanan A dari pintu keluar terhadap sumbu $y = 0$ m. Maka jarak area penyimpanan A dari pintu keluar adalah:

$$\begin{aligned} d_1 &= d_1 = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2} \\ &= d_1 = \sqrt{(x - 1)^2 + (y - 0)^2} \\ &= \sqrt{(1)^2 + (0)^2} = 1 \text{ m} \end{aligned}$$

Berikut merupakan ringkasan total jarak area penyimpanan sekarang area luar gudang ke pintu pengiriman dapat dilihat pada tabel 2.

TABEL II
TATA LETAK PENYIMPANAN SEKARANG AREA LUAR GUDANG

TATA LETAK PENYIMPANAN SEKARANG			
AREA LUAR GUDANG			
Jarak area penyimpanan ke pintu pengiriman = 170 m			
Area Pengiriman	Produk	Jarak kePintu Keluar(m)	Total Jarak (m)
A	Barang PT.BDK	1	171
B	Barang PT.MTL	6	176
Jarak area penyimpanan ke pintu pengiriman = 100 m			
C	Barang PT.BDK	2	102
D	Barang PT.BDK	1,5	101,5
E	Barang PT. STL	2	102

b. Penyimpanan Barang di Area Gudang

Jika jarak rak A dari pintu keluar terhadap sumbu $x = 0,5$ m, dan jarak rak A dari pintu keluar terhadap sumbu $y = 5,5$ m. Maka jarak rak A dari pintu keluar adalah :

$$\begin{aligned} d_6 &= \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2} \\ d_6 &= \sqrt{(x - 0,5)^2 + (y - 5,5)^2} = 5,52 \text{ m} \end{aligned}$$

Berikut merupakan ringkasan total jarak area penyimpanan sekarang area dalam gudang ke pintu pengiriman dapat dilihat pada tabel 3.

TABEL III
TATA LETAK PENYIMPANAN SEKARANG AREA DALAM GUDANG

TATA LETAK PENYIMPANAN SEKARANG			
AREA DALAM GUDANG			
Jarak area penyimpanan ke pintu pengiriman = 2 m			
Area Pengiriman	Produk	Jarak ke Pintu Keluar (m)	Total Jarak(m)
Rak A	PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL	4,49	6,49
Rak B	PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL	3,24	5,24
Pallet Penyimpanan A	PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL	1,12	3,12
Pallet Penyimpanan B	PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL	3,21	5,21

Berikut merupakan perhitungan jarak dari area penyimpanan barang ke pintu keluar menggunakan tata letak penyimpanan gudang usulan, yaitu Jarak rak A dari pintu keluar. Jika jarak rak A dari pintu keluar terhadap sumbu $x = 0$ m, dan jarak rak A dari pintu keluar terhadap sumbu $y = 1$ m. Maka jarak rak A dari pintu keluar adalah:

$$d1 = \sqrt{(x - a)^2 + (y - b)^2}$$

$$d1 = \sqrt{(x - 0)^2 + (y - 1)^2}$$

$$d_1 = d1 = \sqrt{(0)^2 + (1)^2} = 1\text{m}$$

Jadi, jarak rak A dari pintu keluar yaitu m dan jarak pintu keluar ke pintu pengiriman yaitu 1 m

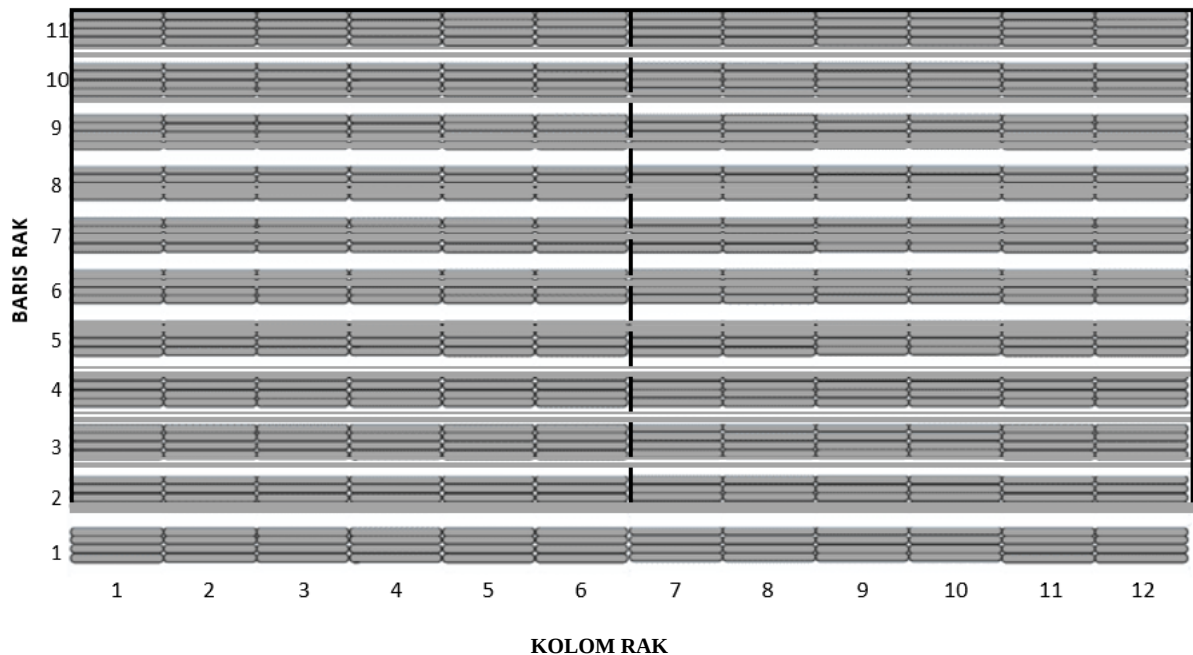
Berikut merupakan ringkasan total jarak area penyimpanan usulan area dalam gudang ke pintu keluar beserta jarak pintu keluar ke pintu pengiriman dan perhitungan secara rinci ada di dalam lampiran H, dapat dilihat pada tabel 4.

TABEL IV
JARAK AREA PENGIRIMAN KE PINTU KELUAR

TATA LETAK PENYIMPANAN SEKARANG AREA DALAM GUDANG			
Jarak area penyimpanan ke pintu pengiriman = 2 m			
Area Pengiriman	Produk	Jarak ke Pintu Keluar(m)	Total Jarak (m)
Rak	PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL	4,49	6,49

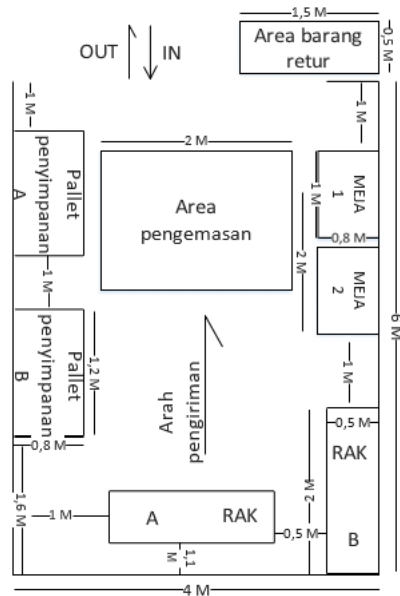
Langkah Kelima, Mengalokasikan produk ke rak penyimpanan dengan melalui tahapan sebagai berikut:

- a. Penomoran rak penyimpanan dan memberikan label pada produk



Gambar 6. Penomoran Rak Penyimpanan Dan Memberikan Label Pada Produk

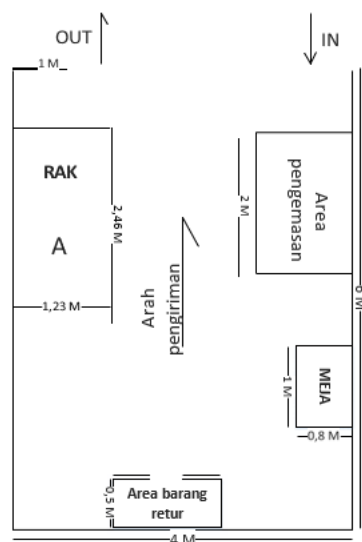
- b. Menentukan kode penyimpanan produk di rak penyimpanan. Kodifikasi produk dimaksudkan untuk memberi alamat pada prioduk dan memudahkan dalam pencarian. Sistem kodifikasi terdiri dari 9 (sembilan) digit dengan keterangan sbb: X-X-X-X-X-XX-XX
Digit 1 adalah Jenis Barang, Digit 2 adalah Nama Konsumen, digit 3: Jumlah Kemasan, digit 4: Kode Konsumen, digit 5: Kode Varian Produk, digit 6-7: Kode Kolom Rak, digit 8-9 : Kode Baris Rak.
- c. Perbandingan tata letak sekarang dan usulan
- a. Tata Letak Fasilitas Sekarang



KETERANGAN

- RAK A = Produk pesanan PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL
- RAK B = Produk pesanan PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL
- Meja 1 = Pembukuan keluar masuk barang
- Meja 2 = Pembukuan keluar masuk barang
- Pallet
Penyimpanan = Produk pesanan PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL
- Pallet
Penyimpanan = Produk pesanan PT. BDK, PT. MTL, dan PT. STL

b. Tata Letak Fasilitas Usulan

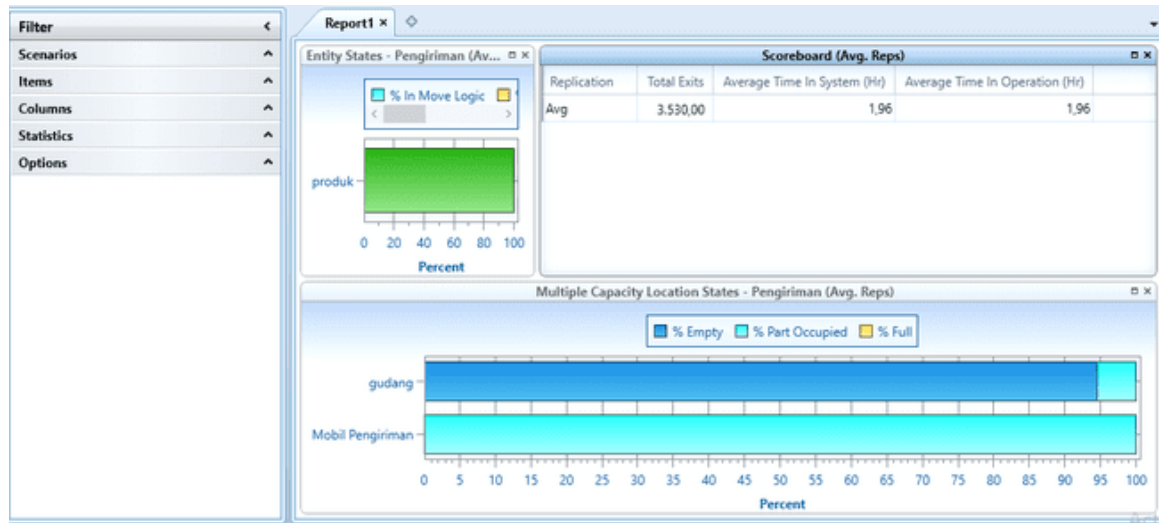


KETERANGAN

- RAK = Produk pesanan PT. BDK, PT. MTL, PT. STL
- Meja = Meja pembukuan keluar masuk barang

IV. PEMBAHASAN

Pembahasan akan dilakukan untuk memvalidasi apakah usulan rancangan dapat menjadi solusi atas persoalan. Validasi dilakukan dengan *software* Promodel untuk menguji apakah apabila model berjalan sesuai dengan kondisi nyata dan model tidak mengalami *error* saat model dijalankan [22]. Berikut merupakan hasil dari simulasi dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Hasil Simulasi

Menurut Law [23] validasi adalah suatu proses membandingkan apakah model yang telah dibuat sudah mempresentasikan sistem nyata yang sudah ada. Validasi model dilakukan dengan membandingkan waktu perpindahan produk jadi berdasarkan pada sistem simulasi dengan sistem nyata dengan dua kali replikasi. *Material handling* yang digunakan disini yaitu dua orang operator. Hasil perbandingan waktu pada sistem simulasi dengan sistem nyata dalam proses pencarian produk dalam proses pengiriman produk dapat dilihat pada tabel 5.

TABEL V
VALIDASI MODEL SIMULASI

Replikasi Ke-	Gudang Usulan (jam)	Gudang Sekarang (jam)	Selisih (jam)
1	1,96	8,10	-6,14
2	1,96	7,10	-5,14
Rata – rata			-5,64
Standar Deviasi			0,71

Dari hasil selisih dari sistem nyata dan simulasi tersebut kemudian menghitung rata – rata dan standar deviasidari hasil selisih tersebut. Setelah dihitung rata – rata dan standar deviasi dilakukan perhitungan *half width (hw)* dengan rumus sebagai berikut:

$$hw = \frac{(t_{n-1,\alpha/2})S_{(1-2)}}{\sqrt{n}} = \frac{(t_{2-1,0.05/2})S_{(1-2)}}{\sqrt{2}} = \frac{((12,706)(0,71))}{\sqrt{2}} = 6,37 \text{ jam/dua minggu}$$

Dari hasil perhitungan *hw* diatas, dilanjutkan dengan menghitung selang interval dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \bar{x}_{(1-2)} - hw &\leq \mu_{(1-2)} \leq \bar{x}_{(1-2)} + hw \\ - 5,54 - 6,37 &\leq \mu_{(1-2)} \leq - 5,54 + 6,37 \\ - 11,91 &\leq \mu_{(1-2)} \leq 0,83 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan selang interval diatas, dapat disimpulkan bahwa model simulasi valid karena interval memuat angka nol (0)

V. SIMPULAN

Dari hasil pengolahan data dan analisis untuk memecahkan permasalahan yang berkaitan dengan tata letak gudang penyimpanan produk jadi maka simpulannya adalah;

1. Waktu pencarian produk dari 7,74 detik/kemasan menjadi 2 detik/kemasan.
2. Perubahan ukuran rak penyimpanan dari 200 cm x 50 cm x 150 cm yang mempunyai 4 tingkatan dengan tinggi perlevel 30 cm menjadi 246 cm x 123 cm x 380 cm yang mempunyai 11 tingkatan dengan tinggi perlevel 34 cm.
3. Peningkatan kapasitas rak penyimpanan dari 980 kemasan menjadi 3.960 kemasan yang mampu menampung pesanan produk sebanyak 3.530 kemasan.
4. Perubahan tata letak gudang penyimpanan yang memudahkan mobilisasi pencarian produk yang tidak dihalangi oleh aktivitas pengemasan produk.

REFERENSI

- [1] Yusriski, R., & Pardiyo, R. (2022). Perbaikan Tata Letak Gudang Penyimpanan untuk Meminimalisasi Waktu Pencarian Box Komponen. *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi*, 24(1), 25-34.
- [2] Pardiyo, R., & Puspita, H. D. (2020). Measurement of student satisfaction using Customer Satisfaction Index (CSI). *Journal of Research in Business, Economics, and Education*, 2(6), 1493-1499.
- [3] Pardiyo, R. (2020). Study of Student Satisfaction from the Marketing Mix Aspect. *Journal of Business, Management, & Accounting*, 2(1).
- [4] Pardiyo, R., & Nugrahati, S. (2020). Penentuan skala prioritas dalam strategi pemasaran produk merek pecandu coffee. *Referensi: Jurnal Ilmu Manajemen dan Akuntansi*, 8(2), 112-122.
- [5] Pardiyo, R., & Sastradiharja, J. (2022). Pengukuran Kepuasan Nasabah Sekuritas (Studi Kasus: Galeri Investasi Di Kota Bandung). *Eqien-Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(1), 43-48.
- [6] Pardiyo, R., Suteja, J., Juju, U., & Puspita, H. D. (2022). BUKU AJAR MANAJEMEN PEMASARAN. CV Pena Persada
- [7] Hanum, B., Pardiyo, R., & Kurniawan, A. (2020). Analysis of Quality Control for Automatic Transmission Products MCVT Model By Six Sigma Approach at PT HPPM, Indonesia. *International Journal of Engineering Research and Advanced Technology (IJERAT)*, 6(10), 68-75.
- [8] Pardiyo, R. (2020). Preventive Maintenance Menggunakan Reliability Centered Maintenance (RCM) di PT. Agronesia Inkaba. *Multitek Indonesia*, 14(1), 41-50.

- [9] Pardiyo, R. (2021). IDENTIFIKASI PENYEBAB CACAT DOMINAN PADA KAIN GREY MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA. Prosiding Penelitian Pendidikan dan Pengabdian 2021, 1(1), 505-511.
- [10] Pardiyo, R., & Hartanto, T. (2019). Usulan preventive maintenance komponen kritis pada mesin high pressure pump di PT. Dian Swastika Sentosa dengan metode group replacement. INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi, 21(2), 117-126.
- [11] Pardiyo, R., & Fatullah, A. R. (2021). Temperature and Machine Speed Settings to Reduce Defects Products in the Glass Bottle Washing Process. Spektrum Industri, 19(2), 145.
- [12] Yusris, R., Pardiyo, R., Rahmawati, S., & Atika, L. N. (2020). MERANCANG MODEL PENJADWALAN KONSTRUKSI MULTI BENDING DENGAN MEMPERTIMBANGKAN POLA ALIRAN PROSES JOB SHOP UNTUK MEMINIMUMKAN MAKESPAN. INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen dan Teknologi, 22(2), 115-122.
- [13] Pardiyo, R., Puspawardhani, G., Puspita, H. D., Sastradiharja, J., & Firdaus, R. (2022). Perbaikan Cacat Body Puckering pada Produk Jaket Menggunakan Eksperimen Taguchi di PT. ABC. Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI), 4(2), 39-45.
- [14] Puspita, H. D., & Pardiyo, R. (2023, October). Minimize downtime of mension medical devices with age replacement method and group replacement. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2510, No. 1). AIP Publishing.
- [15] Sastradiharja, J., & Pardiyo, R. (2023, October). Designing flashing process aid tool for making spring guide grip to reduce processing time and bottleneck. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2510, No. 1). AIP Publishing.
- [16] Pardiyo, R., & Fatullah, A. R. (2021). TEMPERATURE AND MACHINE SPEED SETTINGS TO REDUCE DEFECTS PRODUCTS IN THE GLASS BOTTLE WASHING PROCESS. Spektrum Industri, 19(2).
- [17] Preston, P., & Kozan, E. (2001). An approach to determine storage locations of containers at seaport terminals. Computers & Operations Research, 28(10), 983-995.
- [18] Chakraborty, P., Baeyens, E., Poolla, K., Khargonekar, P. P., & Varaiya, P. (2018). Sharing storage in a smart grid: A coalitional game approach. IEEE Transactions on Smart Grid, 10(4), 4379-4390.
- [19] Venkatasubramony, R., & Adil, G. K. (2017). Design of an order-picking warehouse factoring vertical travel and space sharing. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91, 1921- 1934.
- [20] Dukic, G., & Opetuk, T. (2012). Warehouse layouts. Warehousing in the Global Supply Chain: Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems, 55-69.
- [21] Wignjosoebroto, S. (2018). Tata letak pabrik dan pemindahan bahan. Surabaya: Guna Widya.
- [22] Khalili, M. H., & Zahedi, F. (2013, December). Modeling and simulation of a mattress production line using ProModel. In 2013 Winter Simulations Conference (WSC) (pp. 2598-2609). IEEE.
- [23] Law, A. M. (2019, December). How to build valid and credible simulation models. In 2019 Winter Simulation Conference (WSC) (pp. 1402-1414). IEEE.