

UPAYA PERBAIKAN UNTUK OPTIMALISASI RUANG DAN SISTEM PENATAAN PRODUK *CREATABLE* MELALUI IMPLEMENTASI *DEDICATED STORAGE* DAN *CLASS BASED STORAGE* DI GUDANG BARANG JADI PT XYZ

Indriani Reza Alfiana Nur Sofiani^{1,2}, Ary Arvianto²

^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

Manajemen gudang menjadi faktor penting yang berperan untuk memastikan alur distribusi produk menjadi efektif dan efisien. PT XYZ merupakan salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak di industri keramik, memiliki permasalahan terkait penataan gudang barang jadi, khususnya gudang ekspor untuk produk *Creatable*. Penataan barang di gudang masih bersifat kondisional dan belum terorganisir secara sistematis. Hal ini berisiko menyebabkan terjadinya pemborosan dari segi waktu dan ruang penyimpanan yang tidak dapat dimanfaatkan secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan membandingkan dua metode penyimpanan, yaitu *dedicated storage* dan *class-based storage*, dalam rangka meningkatkan efisiensi penataan barang jadi di gudang. Data yang digunakan meruakan data hasil observasi langsung, wawancara dengan pekerja gudang, serta data produk dari perusahaan. Analisis dilakukan dengan menghitung kebutuhan ruang dan jarak tempuh material menggunakan pendekatan *rectilinear*. Hasil menunjukkan bahwa metode *class-based storage* lebih unggul dengan *space utilization* sebesar 290,4 m² dan jarak tempuh material 2778,54 m. Sementara itu, metode *dedicated storage* membutuhkan ruang 406,65 m² dan jarak tempuh 3428,49 m. Berdasarkan hasil tersebut maka, perusahaan dapat menerapkan metode *class based storage* untuk meningkatkan efisiensi proses pergudangan.

Kata kunci: Gudang; Manajemen Gudang; Metode *Dedicated Storage*; Metode *Class Based Storage*

Abstract

[Improvement Efforts to Optimize Space and Product Arrangement Systems Through the Implementation of Dedicated Storage and Class-Based Storage in the Finished Goods Warehouse Of PT XYZ.] Warehouse management is an important factor in ensuring that product distribution runs effectively and efficiently. PT XYZ is a manufacturing company engaged in the ceramics industry and faces problems related to the arrangement of finished goods warehouses, particularly export warehouses for *Creatable* products. The arrangement of goods in the warehouse is still conditional and not systematically organized. This poses the risk of wasting time and storage space that cannot be optimally utilized. This study aims to evaluate and compare two storage methods, *specialized storage* and *class-based storage* to improve the efficiency of finished goods arrangement in the warehouse. The data used consists of direct observations, interviews with warehouse workers, and product data from the company. The analysis was conducted by calculating space requirements and material travel distances using a *rectilinear* approach. The results show that the *class-based storage* method is superior, with *space utilization* of 290,44 m² and material travel distance of 2778,54 m. Meanwhile, the *special storage* method requires 406,65 m² of space and a material travel distance of 3428,49 m. Based on these results, the company can implement the *class-based storage* method to improve warehouse process efficiency.

Keywords: Warehouse; Warehouse Management; *Dedicated Storage Method*; *Class Based Storage Method*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri manufaktur di era sekarang ini terus mengalami peningkatan yang semakin pesat. Hal ini menjadi tantangan bagi perusahaan untuk mampu mengoptimalkan seluruh aspek operasional mulai dari perencanaan produksi hingga proses akhir yaitu distribusi produk. Dalam distribusi produk, pengelolaan gudang barang jadi memegang peranan strategis dalam menjaga aliran barang. Manajemen gudang yang efektif merupakan kunci untuk menciptakan efisiensi dan memastikan ketersediaan barang sesuai permintaan pelanggan. Salah satu penelitian yang menyatakan bahwa sekitar 23% biaya logistik di US dan 39% di Eropa dihasilkan dari aktivitas pergudangan, di mana dibutuhkan pengelolaan gudang dengan cara yang tepat untuk mengurangi pengaruh biaya yang signifikan [1].

Dalam aktivitas pergudangan, aspek penataan barang menjadi hal yang sangat krusial dan memengaruhi operasional gudang. Jika penataan tidak diorganisir secara tepat, dapat memunculkan berbagai masalah yang memengaruhi pengelolaan gudang, seperti pemanfaatan ruang yang tidak optimal, kesalahan penempatan dan/atau pengambilan barang yang berdampak pada performa distribusi, risiko terjadinya pemborosan dari segi waktu akibat proses pencarian barang. Peningkatan keteraturan penataan dapat dilakukan optimalisasi ruang penyimpanan dengan pendekatan yang mampu menjadi patokan agar pengelolaan menjadi lebih sistematis. Berdasarkan beberapa literatur yang telah dilakukan untuk upaya optimalisasi ruang terdapat beberapa pendekatan yang mampu digunakan untuk melakukan perbaikan segi penataan ruang di gudang khususnya gudang barang jadi. Terdapat dua pendekatan yang dapat diterapkan yaitu pendekatan metode *dedicated storage* dan *class based storage* yang mampu memberikan pengelolaan yang sistematis dan menghasilkan jarak tempuh atau *material handling* yang rendah [2].

PT XYZ merupakan salah satu perusahaan yang manufaktur yang bergerak di bidang industri keramik. Produk yang dihasilkan berupa produk keramik pecah belah, seperti piring, cangkir, mangkok, dan produk lainnya. Gudang produk jadi PT XYZ dibagi ke dalam gudang khusus produk ekspor yang akan dipasarkan secara global dan produk lokal yang dipasarkan di dalam negeri. Gudang barang jadi PT XYZ memiliki sistem pengelolaan yang masih bersifat kondisional, di mana penempatan barang, khususnya produk *creatable* disesuaikan pada kondisi ruang di gudang. Meskipun kesalahan dalam penempatan dan pengambilan barang tidak sering terjadi, namun sistem yang tidak terorganisir dengan baik tetap menjadi hambatan dan menimbulkan pemborosan (*waste*), misalnya pada proses pengangkutan barang akibat jarak tempuh barang yang semakin jauh karena penataan produk yang belum terorganisir dan pemanfaatan ruang yang tersedia belum dimanfaatkan secara optimal.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu upaya perbaikan untuk meningkatkan optimalisasi ruang di gudang barang jadi PT XYZ khususnya di gudang ekspor untuk penataan produk *creatable*. Penelitian ini bertujuan untuk kondisi Gudang barang jadi di PT Sango Ceramics Indonesia dan untuk mengusulkan perbaikan dari segi penataan barang melalui pendekatan *dedicated storage* dan *class-based storage*. Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis terhadap kondisi aktual gudang dan melakukan penentuan kebutuhan ruang penyimpanan untuk produk serta melakukan implementasi dua pendekatan dan membandingkan untuk menentukan pendekatan yang paling optimal sebagai usulan rekomendasi perbaikan. Hasil penelitian yang dibandingkan berkaitan dengan pemanfaatan ruang (*space utilization*) dan jarak material (*handling*) antara kondisi awal dan hasil pendekatan metode *dedicated storage* dan *class-based storage*. Melalui penelitian ini, diharapkan penataan barang jadi akan menjadi lebih terorganisir dan mampu memanfaatkan ruang yang tersedia secara optimal, serta meningkatkan efisiensi proses pengambilan dan distribusi barang jadi.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Gudang

Gudang merupakan suatu tempat penyimpanan berbagai macam jenis produk yang memiliki unit penyimpanan dalam jumlah yang besar maupun kecil dan dalam jangka waktu saat produk dihasilkan oleh pabrik dan saat dibutuhkan oleh pelanggan atau stasiun kerja dalam fasilitas pembuatan. [3]. Penggunaan Gudang bertujuan untuk mengurus dan menyimpan barang serta membantu dalam distribusi barang untuk dapat disalurkan ke konsumen. Gudang bertugas untuk menyimpan berbagai jenis produk dan peralatan produksi, serta memberikan data mengenai keadaan dan status dari barang yang disimpan di gudang sehingga memudahkan pengelolaan akses informasi bagi pihak yang memiliki kepentingan terkait data produk yang disimpan.

2.2 Tipe Gudang

Gudang dapat diklasifikasikan menjadi beberapa tipe berdasarkan karakteristik ataupun berdasarkan kebutuhan gudang untuk perusahaan tertentu. Berikut merupakan klasifikasi tipe gudang berdasarkan karakteristik material yang disimpan [4].

1. Gudang Material
Gudang material atau gudang penyimpanan bahan baku merupakan gudang yang menyimpan setiap material yang dibutuhkan dalam proses produksi.
2. Gudang Penyimpanan Barang Setengah Jadi
Gudang penyimpanan barang setengah jadi umumnya ditemui di industri manufaktur yang memiliki berbagai macam operasi pengerjaan yang

memiliki waktu proses yang tidak sama sehingga produk harus menunggu untuk proses berikutnya.

3. Gudang Penyimpanan Produk Jadi

Gudang penyimpanan produk jadi merupakan gudang yang memiliki fungsi untuk menyimpan produk-produk yang telah dihasilkan oleh bagian produksi.

2.3 Fungsi Gudang

Gudang memiliki fungsi utama yaitu sebagai tempat untuk memfasilitasi penyimpanan atau proses dalam pengelolaan barang yang ada, tetapi tidak hanya itu, terdapat beberapa fungsi gudang menurut aktivitasnya yaitu sebagai berikut [5].

1. *Receiving*
2. *Inspection and Quality Control*
3. *Repackaging*
4. *Putaway*
5. *Storage*
6. *Order picking*
7. *Sortation*
8. *Packaging and Shipping*
9. *Cross docking*
10. *Replanishing*

2.4 Tata Letak Gudang

Tata letak adalah sebuah desain yang dapat digunakan untuk meminimalkan biaya total dengan cara mencari luas ruang dan penanganan bahan yang terbaik [6]. Tata letak digunakan untuk melakukan perancangan dan pengaturan dari ruang dan fasilitas agar mampu mengoptimalkan sumber daya yang ada. Dalam perancangan tata letak terdapat beberapa prinsip yang harus diterapkan dalam menyusun tata letak yaitu sebagai berikut [7].

1. *Popularity* (Popularitas)
Prinsip popularitas adalah prinsip sebagai dasar peletakan material di mana item yang memiliki akses terbesar di dekat titik *input-output* (I/O) tertentu, dimana material dengan popularitas populer harus disimpan dalam jarak tempuh minimal.
2. *Similarity* (Kesamaan)
Prinsip kesamaan merupakan prinsip yang berdasarkan pada kesamaan dari material yang disimpan. Apabila barang disimpan dengan material yang sama, maka jarak tempuh untuk *order* pengambilan maupun penerimaan dapat diminimalisir.
3. *Size* (Ukuran)
Prinsip *size* didasarkan pada penyimpanan bahwa komponen besar tidak dapat disimpan pada rak karena tidak muat sehingga perlu dilakukan variasi dari ukuran lokasi penyimpanan.
4. *Characteristic* (Karakteristik)
Prinsip karakteristik didasarkan pada penetapan bahwa karakteristik dari setiap komponen yang disimpan dan ditangani sering kali berlawanan

dengan metode yang didasarkan pada popularitas, kesamaan dan ukuran dari komponen tersebut.

2.5 Kebijakan Penyimpanan

Dalam melakukan kebijakan aktivitas penyimpanan produk dalam gudang dapat didasarkan pada karakteristik produk yang akan disimpan. Terdapat beberapa jenis kebijakan yang dapat diterapkan untuk menyimpan produk di gudang yaitu sebagai berikut [8].

1. *Random Storage Policy* (Kebijakan Penyimpanan Acak)
Random storage policy merupakan kebijakan penyimpanan barang di mana barang yang akan masuk ke gudang diletakkan ke bagian gudang yang kosong, sehingga setiap bagian gudang memiliki probabilitas yang sama untuk dipilih.
2. *Shared Storage Policy* (Kebijakan Penyimpanan Pangsa)
Kebijakan penyimpanan ini ditempatkan beberapa barang dalam suatu area khusus yang telah disiapkan untuk barang tersebut. *Share Storage* berada di titik ekstrem *random storage policy* dan *dedicated storage policy*.
3. *Dedicated Storage Policy* (Kebijakan Penyimpanan Tetap)
Dedicated Storage Policy merupakan kebijakan penyimpanan barang di mana setiap jenis barang yang akan ditempatkan di gudang sudah memiliki lokasi masing-masing.
4. *Class-Based Storage Policy* (Kebijakan Penyimpanan Berdasarkan Kelas)
Class-based storage merupakan kebijakan penyimpanan melalui pengelompokan barang berdasarkan popularitas dengan penerapan metode pareto yaitu hanya 20% dari barang yang akan disimpan dan dapat memberikan kontribusi 80% dari *turnover*.

2.6 Metode *Dedicated Storage*

Metode *Dedicated Storage* atau kebijakan penyimpanan tetap adalah metode penyimpanan yang mana produk sudah memiliki lokasi penempatan tertentu dan bersifat tetap karena lokasi untuk setiap produk (barang) sudah ditentukan tempatnya [9]. Berikut merupakan langkah perhitungan menggunakan metode *dedicated storage* (Sitorus, Rudianto, & Ginting, 2020):

1. Menghitung *space requirement*:

$$S_j = \frac{\text{Penyimpanan Maksimum}}{\text{Ukuran Kapasitas Blok}} \quad (1)$$

Keterangan:

$$S_j = \text{Space Requirement produk ke-} j \text{ (m}^2\text{)}$$

2. Menghitung *Throughput* (aktivitas penyimpanan)
Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung *Throughput*

$$T_j = \left(\frac{\text{Rata-rata penerimaan}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} \right) + \left(\frac{\text{Rata-rata pengiriman}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} \right) \quad (2)$$

Keterangan:

T_j = *Throughput* produk ke- j

3. Penempatan produk pada lokasi penyimpanan yang dilakukan dengan menghitung T_j/S_j . Penempatan didasarkan pada nilai perbandingan dari T_j/S_j , dengan nilai terbesar akan ditempatkan lebih dekat dengan pintu I/O dan T_j/S_j terkecil akan diletakkan paling jauh.

2.7 Metode Class Based Storage

Metode *Class Based Storage* diterapkan dengan melakukan pengelompokan barang berdasarkan kelas yaitu kelas A, B, dan C atau menggunakan klasifikasi ABC. Pengelompokan barang akan didasarkan pada hukum pareto dengan mempertimbangkan aktivitas pada level *storage* dan *retrieval* (S/R) pada aktivitas Gudang. Berikut merupakan tahapan implementasi metode *class-based storage*.

1. Pengurutan *throughput* dan pembentukan kelas
Pembentukan kelas dapat didasarkan pada klasifikasi ABC, dimana barang atau item dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas A yang mewakili 60% - 80% dari persediaan barang, kelas B yang mewakili 25% - 35%, dan kelas C yang mewakili 5% - 15% dari persediaan barang (Reid & Sanders, 2017).
2. Penentuan Lokasi penyimpanan per kelas
Penentuan Lokasi penyimpanan item didasarkan pada kelas, di mana kelas A akan ditempatkan paling dekat dengan titik I/O sedangkan kelas C akan ditempatkan paling jauh dari titik I/O.

2.8 Metode Pengukuran Jarak

Dalam melakukan perhitungan jarak perpindahan barang dapat ditentukan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas dan jarak antar fasilitas yang diukur menggunakan ukuran fasilitas dan teknik pengukuran jarak. Berikut merupakan metode pengukuran jarak yang dapat digunakan dalam tata letak (Heragu, 2008).

1. Metode *Euclidean* yaitu metode pengukuran jarak dengan mengukur menggunakan garis lurus jarak antara pusat antar fasilitas. Adapun untuk menentukan jarak *Euclidean* antar fasilitas dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$d_{ij} = \left[(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right] \quad (3)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

x_j = koordinat x pada pusat fasilitas j

y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

y_j = koordinat y pada pusat fasilitas j

2. Metode *Rectilinear*

Metode *rectilinear* atau yang disebut sebagai jarak Manhattan merupakan jarak yang diukur menggunakan jalur tegak lurus. Berikut merupakan rumus perhitungan yang digunakan:

$$d_{ij} = [x_i - x_j] + [y_i - y_j] \quad (4)$$

Keterangan:

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

x_j = koordinat x pada pusat fasilitas j

y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

y_j = koordinat y pada pusat fasilitas j

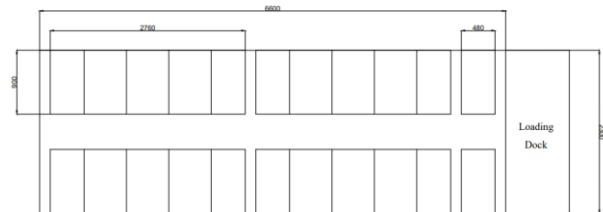
3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di gudang barang jadi PT XYZ, khususnya yaitu gudang ekspor untuk produk *creatable*. Penelitian dilakukan dengan identifikasi masalah dan penyusunan rumusan masalah yaitu terakhir sistem penataan barang di gudang barang jadi PT XYZ. Proses dilanjutkan dengan studi literatur dan studi lapangan melalui observasi langsung. Kemudian pengumpulan data yang terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data hasil observasi peneliti dan hasil wawancara dengan pekerja yang ada di gudang. Adapun data sekunder berasal dari data perusahaan berupa data produk. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung kebutuhan ruang dan perancangan dengan kebijakan penyimpanan yaitu metode *dedicated storage* dan *class based storage*. Adapun untuk penentuan jarak tempuh atau *handling* dihitung menggunakan metode *rectilinear*. Selanjutnya, dilakukan analisis dan pembahasan dari hasil perhitungan dengan melakukan perbandingan hasil antara kondisi awal dan hasil metode *dedicated storage* dan *class based storage*. Setelah itu, dilakukan penarikan kesimpulan dan pemberian saran dari penelitian yang dilakukan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktual Gudang

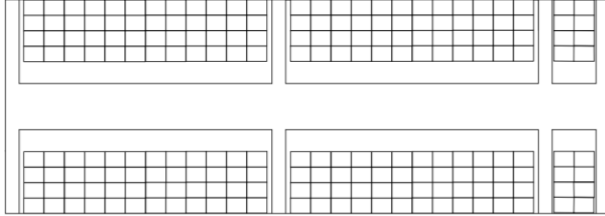
Gudang untuk produk *creatable* di PT XYZ memiliki ukuran panjang 23 m dan lebar 66 m. Adapun dalam ruang tersebut terdapat slot atau plang sebanyak 22 slot dengan ukuran 6 m x 9 m berjumlah 12 slot dan 10 slot lainnya berukuran 4,8 m x 9 m. Terdapat 4 akses jalan dengan ukuran 1,5 m. Selain itu, diketahui bahwa ukuran rak penyimpanan item barang adalah 2,2 m x 1,65 m x 1,35 m. Produk *creatable* diasumsikan memiliki ukuran kardus yang sama yaitu dengan panjang 49 cm, lebar 55 cm, dan tinggi 34 cm. Maka, jumlah produk di setiap 1 rak penyimpanan adalah 54 kardus/rak dengan maksimum tumpukan rak adalah 4 rak tiap 1 tumpukan. Berikut merupakan lokasi penempatan produk *creatable*.



Gambar 1. Layout Aktual Produk *Creatable*.

4.2 Space Requirement

Berdasarkan layout yang dibuat dengan penambahan rak penyimpanan, maka terdapat 208 slot yang tersedia untuk ditempati oleh produk *Creatable*. Berikut merupakan gambaran terkait perbaikan untuk bentuk layout yang sudah terisi rak penyimpanan.



Gambar 2. Layout Berdasarkan Rak Penyimpanan.

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan *space requirement* untuk setiap jenis produk yang ada.

Tabel 1. Rekapitulasi *Space Rqrirement*

No	Nama Produk	Jumlah Barang di Bulan Februari (unit)	Jumlah Barang di Bulan Maret (unit)	Penyimpanan maksimum (unit)	Rak Penyimpanan yang dibutuhkan	Space Requirement
1	SB	230		230	5	2,0
2	NW	766		766	15	4,0
3	NC		350	874	17	5,0
4	NF	299		299	6	2,0
5	NST	996	1052	1052	20	5,0
6	NS	1400		1400	26	7,0
7	NDD	350		350	7	2,0
8	NE	75		75	2	1,0
9	NBC	300		300	6	2,0
10	HG	500		500	10	3,0
11	MDT	901		901	17	5,0
12	GL	301	600	600	12	3,0
13	MW		600	600	12	3,0
14	MB		900	900	17	5,0
15	AS		1052	1052	20	5,0
16	LMC		625	625	12	3,0
17	LMN		533	533	10	3,0
18	MLB		399	399	8	2,0
19	CB		560	560	11	3,0
20	CG		560	560	11	3,0
21	CCB		560	560	11	3,0
22	CG		560	560	11	3,0
Total				266	74	

4.3 Metode Dedicated Storage

Berikut merupakan langkah perhitungan metode *dedicated storage*.

1. Perhitungan *Throughput*

Dalam satu kali pengangkutan *forklift* mampu mengangkut 1 rak penyimpanan untuk semua jenis produk yang ada di Gudang barang jadi. Berikut merupakan perhitungan untuk menentukan *throughput* untuk produk Skandinava Blue.

- Rata – rata penerimaan produk = 230 unit = 5 rak penyimpanan
- Rata – rata pengiriman produk = 230 unit = 5 rak penyimpanan

Maka, *Throughput* (T_j) yang dihasilkan untuk produk Skandinava Blue yaitu.

$$T_1 = \left(\frac{\text{Rata-rata penerimaan}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} \right) + \left(\frac{\text{Rata-rata pengiriman}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} \right)$$

$$T_1 = \left(\frac{5}{1} \right) + \left(\frac{5}{1} \right) = 10$$

Berikut merupakan rekapitulasi perhtiungan *throughput*.

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Throughput*

No	Nama Produk	Rata-Rata Penerimaan		Rata-Rata Pengiriman		Throughput (rak)
		Jumlah	Rak	Jumlah	Rak	
1	SB	230	5	230	5	10
2	NW	666	13	766	15	28
3	NC	744	14	612	12	26
4	NF	0	0	299	6	6
5	NST	519	10	512	10	20
6	NS	0	0	1400	26	26
7	NDD	350	7	350	7	14
8	NE	75	2	75	2	4
9	NBC	300	6	300	6	12
10	HG	0	0	500	10	10
11	MDT	0	0	901	17	17
12	GL	0	0	450,5	9	9
13	MW	600	12	600	12	24
14	MB	600	12	450	9	21
15	AS	0	0	526	10	10
16	LMC	525	10	312,5	6	16
17	LMN	433	9	266,5	5	14
18	MLB	6	1	399	8	9
19	CB	560	11	560	11	22
20	CG	560	11	560	11	22
21	CCB	560	11	560	11	22
22	CG	560	11	560	11	22
Total						364

2. Perhitungan T_j/S_j

Berikut Berikut merupakan contoh perhitungan T_j/S_j untuk produk Skandinava Blue.

$$\text{Throughput} = 10$$

$$\text{Space Requirement} = 2$$

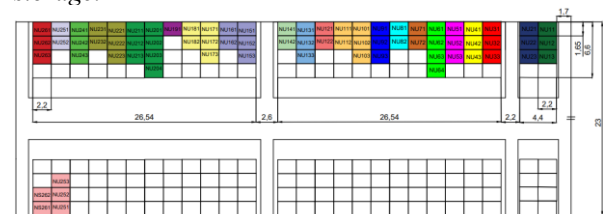
$$\text{Maka, nilai } \frac{T_1}{S_1} = \frac{10}{2} = 5$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi perhitungan T_j/S_j .

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan T_j/S_j

No	Nama Produk	Throughput (T_j)	Space Requirement (S_j)	T_j/S_j
1	MW	24	3,0	8
2	CB	22	3,0	7
3	CG	22	3,0	7
4	CCB	22	3,0	7
5	CG	22	3,0	7
6	NW	28	4,0	7
7	NDD	14	2,0	7
8	NBC	12	2,0	6
9	LMC	16	3,0	5
10	NC	26	5,0	5
11	SB	10	2,0	5
12	LMN	14	3,0	5
13	MLB	9	2,0	5
14	MB	21	5,0	4
15	NS	20	5,0	4
16	NE	4	1,0	4
17	NST	26	7,0	4
18	MDT	17	5,0	3
19	HG	10	3,0	3
20	NF	6	2,0	3
21	GL	9	3,0	3
22	AS	10	5,0	2
Total		364	74	113

Berikut merupakan penempatan seluruh produk pada tata letak gudang menggunakan metode *dedicated storage*.



Gambar 3. Layout Metode *Dedicated Storage*

Berdasarkan gambar di atas, maka perhitungan *space utilization* yang dibutuhkan untuk metode *dedicated storage* adalah sebagai berikut.

$$Space\ utilization = 2,200 \times (1,650 \times 4) \times 28$$

$$Space\ utilization = 406,560\ m^2$$

3. Perhitungan jarak tiap slot ke titik in/out (I/O atau titik awal keluar masuk) menggunakan metode *Rectilinear*.

Berikut merupakan contoh perhitungan jarak untuk produk Mandala White yang diletakkan di slot NU11 dengan titik i = NU11 dan j = titik I/O serta titik (0,0) berada di ujung kanan atas.

- $x_i = \left(\frac{2,2}{2}\right) + 1,7 = 2,8$
- $y_i = \frac{1,65}{2} = 0,83$
- $x_j = 0$
- $y_j = \frac{23}{2} = 11,5$
- $d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| = |2,8 - 0| + |0,83 - 11,5| = 10,675$
- Jumlah *throughput* (keluar masuk) Mandala White = 24 rak = 6 slot dengan *space requirement* adalah 3 slot.
- Frekuensi keluar masuk tiap slot = $\frac{6}{3} = 2$
- Total jarak tempuh = $d_{ij} \times \text{Frekuensi} = 10,675 \times 2 = 26,920$

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Jarak Tempuh Metode *Dedicated Storage*

No	Nama Produk	Slot No.	d_{ij}	Frekuensi	Jarak Tempuh (m)	Jarak Tempuh tiap item (m)
1	MW	NU11	13,475	2,00	26,950	70,950
		NU12	11,825	2,00	23,650	
		NU13	10,175	2,00	20,350	
2	CB	NU21	15,675	1,83	28,738	77,138
		NU22	14,025	1,83	25,713	
		NU23	12,375	1,83	22,688	
3	CG	NU31	20,075	1,83	36,804	101,338
		NU32	18,425	1,83	33,779	
		NU33	16,775	1,83	30,754	
4	CCD	NU41	22,275	1,83	40,838	113,438
		NU42	20,625	1,83	37,813	
		NU43	18,975	1,83	34,788	
5	CG	NU51	24,475	1,83	44,871	125,538
		NU52	22,825	1,83	41,846	
		NU53	21,175	1,83	38,821	
6	NW	NU61	26,675	1,75	46,681	169,400
		NU62	25,025	1,75	43,794	
		NU63	23,375	1,75	40,906	
7	NDD	NU71	28,875	1,75	50,531	98,175
		NU72	27,225	1,75	47,644	
		NU81	31,075	1,50	46,613	90,750
8	NBC	NU82	29,425	1,50	44,138	
		NU91	33,275	1,33	44,367	
9	LMC	NU92	31,625	1,33	42,167	130,900
		NU93	33,275	1,33	44,367	
		NU101	35,475	1,30	46,118	227,728
10	NC	NU102	33,825	1,30	43,973	
		...				
11	SB	NU112	36,025	1,30	46,833	97,625
		NU121	39,875	1,25	49,844	
		NU122	38,225	1,25	47,781	
12	LMN	NU131	42,075	1,17	49,088	148,088
		NU132	40,425	1,25	50,531	
		NU133	38,775	1,25	48,469	101,383
13	MLB	NU141	44,275	1,17	51,654	
		NU142	42,625	1,17	49,729	
14	MB	NU151	49,075	1,13	55,209	273,434
		NU152	47,425	1,13	53,353	

15	NS	...			278,434	
		NU162	36,025	1,30		46,833
		NU171	39,875	1,25		49,844
		NU172	38,225	1,25		47,781
16	NE	...			57,875	
		NU182	54,025	1,05		56,726
		NU191	57,875	1,00		57,875
		NU201	60,075	0,93		55,784
17	NS	NU202	58,425	0,93	54,252	382,827
		...				
		NU213	58,975	0,93	54,763	
		NU221	64,475	0,85	54,804	
18	MDT	NU222	62,825	0,85	53,401	272,149
		...				
		NU232	65,025	0,85	55,271	
		NU241	68,875	0,83	57,396	
19	HG	NU242	67,225	0,83	56,021	168,063
		NU243	65,575	0,83	54,646	
		NU251	71,075	0,75	53,306	
		NU252	69,425	0,75	52,069	
20	NF	NU261	73,275	0,75	54,956	105,375
		NU262	71,625	0,75	53,719	
		NU263	69,975	0,75	52,481	
		NS261	73,275	0,50	36,638	
21	GL	NS262	71,625	0,50	35,813	161,156
		...				
		NU253	67,775	0,50	33,888	
		Total Jarak Tempuh				
Total Jarak tempuh Bolak Balik					6856,97	

4.4 Metode *Class Based Storage*

Berikut merupakan perhitungan menggunakan metode *class based storage*.

1. Pengurutan *throughput* dan pembentukan kelas

Berikut merupakan hasil pengurutan *throughput*.

Tabel 5. List Produk Berdasarkan *Throughput*

No	Nama Produk	Space Requirement	Throughput (rak)
1	NW	4,0	28
2	NC	5,0	26
3	NST	7,0	26
4	MW	3,0	24
5	CB	3,0	22
6	CG	3,0	22
7	CCB	3,0	22
8	CG	3,0	22
9	MB	5,0	21
10	NS	5,0	20
11	MDT	5,0	17
12	LMC	3,0	16
13	NDD	2,0	14
14	LMN	3,0	14
15	NBC	2,0	12
16	SB	2,0	10
17	HG	3,0	10
18	AS	5,0	10
19	GL	3,0	9
20	MB	2,0	9
21	NF	2,0	6
22	NE	1,0	4

Hasil dari perhitungan di atas, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan persentase *throughput* untuk menentukan kelas berdasarkan persentase kumulatif yang dihasilkan. Pengelompokan kelas dilakukan berdasarkan metode ABC dengan persentase 80% produk masuk ke kelas A, 15% produk termasuk ke dalam kelas B, dan 5% terakhir merupakan kelas C.

Berikut merupakan hasil pembentukan kelas menggunakan metode ABC melalui perhitungan persentase *throughput*.

Tabel 6. Klasifikasi Kelas Produk

No	Nama Produk	Space Requirement	Throughput (rak)	% Throughput	% Kumulatif Throughput	Kelas
1	NW	4,0	28	8%	8%	A
2	NC	5,0	26	7%	15%	
3	NST	7,0	26	7%	22%	
4	MW	3,0	24	7%	29%	
5	CB	3,0	22	6%	35%	

6	CG	3,0	22	6%	41%	
7	CCB	3,0	22	6%	47%	
8	CG	3,0	22	6%	53%	
9	MB	5,0	21	6%	59%	
10	NS	5,0	20	5%	64%	
11	MDT	5,0	17	5%	69%	
12	LMC	3,0	16	4%	73%	
13	NDD	2,0	14	4%	77%	
14	LMN	3,0	14	4%	81%	
15	NBC	2,0	12	3%	84%	
16	SB	2,0	10	3%	87%	
17	HG	3,0	10	3%	90%	B
18	AS	5,0	10	3%	92%	
19	GL	3,0	9	2%	95%	
20	MB	2,0	9	2%	97%	
21	NF	2,0	6	2%	99%	C
22	NE	1,0	4	1%	100%	

2. Penentuan lokasi penyimpanan per kelas

Berikut merupakan penempatan seluruh produk pada tata letak gudang menggunakan metode *class-based storage*.



Gambar 4. Layout Metode Class Based Storage

Berdasarkan gambar di atas, maka perhitungan *space utilization* yang dibutuhkan untuk metode *class based storage* adalah.

$$Space\ utilization = 2,200 \times (1,650 \times 4) \times 20$$

$$Space\ utilization = 290,4\ m^2$$

3. Perhitungan jarak tiap slot ke titik in/out (I/O atau titik awal keluar masuk) menggunakan metode Rectilinier.

Berikut merupakan rekapitulasi perhitungan jarak dari tiap slot ke I/O menggunakan metode *Rectilinier*.

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Jarak Tempuh Metode Class Based Storage

No.	Nama Produk	Slot No.	d_{ij}	Frekuensi	Jarak Tempuh (m)	Jarak Tempuh tiap item (m)
1	NC	NU11	13,475	1,30	17,518	77,578
		NU12	11,825	1,30	15,373	
		NU13	10,175	1,30	13,228	
		NU14	8,525	1,30	11,083	
		NU21	15,675	1,30	20,378	
2	MW	NU22	14,025	2,00	28,050	74,250
		NU23	12,375	2,00	24,750	
		NU24	10,725	2,00	21,450	
3	NW	NU31	20,075	1,75	35,131	123,200
		NU32	18,425	1,75	32,244	
		NU33	16,775	1,75	29,356	
		NU34	15,125	1,75	26,469	
		NU41	22,275	0,93	20,716	
4	NST	NU42	20,625	0,93	19,181	137,338
		NU43	18,975	0,93	17,647	
		NU44	17,325	0,93	16,112	
		NU51	24,475	0,93	22,762	
		NU52	22,825	0,93	21,227	
5	CB	NU53	21,175	0,93	19,693	118,264
		NU54	19,525	1,83	35,731	
		NU63	23,375	1,83	42,776	
		NU64	21,725	1,83	39,757	
6	CG	NU61	26,675	1,83	48,815	147,452
		NU62	25,025	1,83	45,796	
		NU71	28,875	1,83	52,841	
7	CCB	NU72	27,225	1,83	49,822	140,407
		NU73	25,575	1,83	46,802	
		NU74	23,925	1,83	43,783	

8	CG	NU82	29,425	1,83	53,848	152,485
		NU83	27,775	1,83	50,828	
		NU84	26,125	1,83	47,809	
9	MB	NU81	31,075	1,05	32,629	161,989
		NU91	33,275	1,05	34,939	
		NU92	31,625	1,05	33,206	
		NU93	29,975	1,05	31,474	
		NU94	28,325	1,05	29,741	
10	NS	NU101	35,475	1	35,475	169,675
		NU102	33,825	1	33,825	
		NU103	32,175	1	32,175	
		NU104	30,525	1	30,525	
		NU111	37,675	1	37,675	
11	MDT	NU112	36,025	0,85	30,621	148,431
		NU113	34,375	0,85	29,219	
		NU114	32,725	0,85	27,816	
		NU123	36,575	0,85	31,089	
		NU124	34,925	0,85	29,686	
12	NDD	NU121	39,875	1,75	69,781	136,675
		NU122	38,225	1,75	66,894	
13	LMD	NU131	42,075	1,33	55,960	161,296
		NU132	40,425	1,33	53,765	
		NU133	38,775	1,33	51,571	
14	LMN	NU141	44,275	1,17	51,802	149,614
		NU142	42,625	1,17	49,871	
		NU143	40,975	1,17	47,941	
15	NBC	NU151	47,975	1,5	71,963	141,450
		NU152	46,325	1,5	69,488	
16	SB	NU153	44,675	1,25	55,844	109,625
		NU154	43,025	1,25	53,781	
17	AS	NU161	50,175	0,5	25,088	121,588
		NU162	48,525	0,5	24,263	
		NU163	46,875	0,5	23,438	
		NU164	45,225	0,5	22,613	
		NU171	52,375	0,5	26,188	
18	HG	NU172	50,725	0,83	42,102	122,197
		NU173	49,075	0,83	40,732	
		NU174	47,425	0,83	39,363	
		NU181	54,575	0,75	40,931	
19	GL	NU182	52,925	0,75	39,694	119,081
		NU183	51,275	0,75	38,456	
		NU191	56,775	1,13	64,156	
20	MLB	NU192	55,125	1,13	62,291	126,447
		NU201	56,775	0,75	42,581	
21	NF	NU202	55,125	0,75	41,344	83,925
		NU203	55,675	1	55,675	
22	NE	NU203	55,675	1	55,675	55,675
Total Jarak Tempuh						2778,64
Total Jarak Tempuh Bolak Balik						5557,28

4.5 Perbandingan Hasil

Berikut merupakan tabel perbandingan dari *space utilization* dan jarak tempuh dari kondisi awal dengan implementasi metode *dedicated storage* dan metode *class based storage*.

Tabel 8. Rekapitulasi Perbandingan Hasil

	Kondisi Awal	Dedicated Storage	Class Based Storage
Space Utilization	993,6 m ²	406,65 m ²	290,4 m ²
Jarak Tempuh (Handling)	-	3428,49 m	2778,64 m

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan diketahui bahwa *space utilization* untuk kondisi awal sebesar 993,6 m², sedangkan untuk metode *dedicated storage* adalah 406,65 m² dan metode *class based storage* adalah 290,44 m². Adapun untuk hasil perhitungan jarak *handling* material untuk kondisi awal tidak dapat dilakukan perhitungan karena data lokasi peletakan produk tidak diketahui, sedangkan jarak tempuh untuk metode *dedicated storage* adalah 3428,49 m dan untuk metode *class based storage* adalah 2778,54 m. Apabila dilakukan peninjauan berdasarkan dari total jarak tempuh dan pemanfaatan ruang melalui perhitungan *space requirement*, maka metode yang tepat untuk diterapkan adalah metode *class based storage* karena menghasilkan

jarak tempuh terpendek dan pemanfaatan ruang yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Apple, J. M. (1990). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan. Edisi Ketiga*. Bandung: ITB.
- Fumi, A., Scarabotti, L., & Schiraldi, M. M. (2013). Minimizing Warehouse Space with a Dedicated Storage Policy Regular Paper. *International Journal of Engineering Business*, 5, 21.
- Hadiguna, R. A., & Setiawan, H. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: Andi.
- Hadiguna, R. A., & Setiawan, H. (2008). *Tata Letak Pabrik*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). *Manajemen Operaso Buku 1 Edisi 9*. Jakarta: Salemba Empat.
- Heragu, S. (2008). *Facilities Design Third Edition*. New York: CRC Press.
- Polewangi, Y. D., & Sinulingga, S. (2015). Perencanaan Ulang Layout Dalam Upaya Peningkatan Utilisasi Kapasitas Pengolahan di PT.XYZ. *Malikussaleh Industrial Engineering Journal*, 4(1), 4-10.
- Reid, R. D., & Sanders, N. R. (2017). *Operations Management: An Integrated Approach*. Hoboken: John Wiley % Sons.
- Sitorus, H., Rudianto, & Ginting, M. (2020). Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Metode Dedicated Storage dan Class Based Storage serta Optimasi Alokasi Pekerjaan Material Handling di PT. Dua Kuda Indonesia. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, Vol.5 No.2 Hal. 87-98.
- Tompkins, W., & Bozer. (2010). *Facilities Planning: Fourth Edition*. New York: Wiley.
- Wijayanti. (2017, Mei 06). Retrieved from <http://repository.stei.ac.id/9134/3/BAB%202a.pdf>
- Wingnjosoebroto, S. (1996). *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan Edisi Ketiga*. . Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.