

Proposed Improvement to the Steel Material Warehouse Using *Class Based Storage Method*

Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Material Besi Menggunakan Metode *Class Based Storage*

Mike Vidiyasari¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*191020700147@mhs.umsida.ac.id: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. *PT BMI is a company engaged in manufacturing and designing biomass boilers. PT BMI has an iron storage warehouse located in front of the production area. The problem faced is that material is stored randomly. The impact from a technical perspective is the operator need estimate 60 minutes to find required materials. That caused waste time and energy and can reduce productivity about 42%. Meanwhile, from an administrative perspective, material report is not in accordance that leads delay in material procurement. The aim of this research is to provide warehouse layout suggestion to produce an optimal layout. This research uses a class-based storage method to determine material classification. After re-arrange the layout, known that proposed layout reach efficiency about 28,4% due to reducing the storage area approximate 76,22 m², from 268,64 m² to 192,42 m². Materials were stored on shelves, it consist 16 shelves for storing Class A, 11 shelves for storing Class B and 5 shelves for storing Class C.*

Keywords – *Class Based Storage; Dedicated Storage; Layout; Warehouse*

Abstrak. *PT BMI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur dan desain boiler biomassa. PT BMI memiliki gudang penyimpanan besi terletak di depan area produksi. Permasalahan yang dihadapi yaitu penyimpanan material dilakukan secara acak. Dampaknya dari segi teknis yaitu operator memerlukan waktu rata-rata 60 menit untuk menemukan material yang dibutuhkan. Hal tersebut membuang waktu dan tenaga dapat menurunkan produktivitas sebesar 42%. Sedangkan dari segi administrasi yaitu data ketersediaan material kurang akurat, sehingga terjadi keterlambatan pengadaan material. Tujuan dari penelitian ini yaitu memberikan usulan tata letak gudang agar menghasilkan layout optimal. Dalam penelitian ini menggunakan metode class based storage untuk menentukan klasifikasi material. Setelah dilakukan re-layout diketahui layout usulan mencapai efisiensi sebesar 28,4% karena mengurangi penggunaan area penyimpanan seluas 76,22 m² dari 268,64m² menjadi 192,42m². Material disimpan dalam rak, terdiri dari 16 rak untuk menyimpan material kelas A, 11 rak untuk material kelas B dan 5 rak untuk material kelas C.*

Kata Kunci - *Class Based Storage; Dedicated Storage; Layout; Gudang*

I. PENDAHULUAN

Perkembangan Industri berjalan sangat pesat seiring perkembangan ilmu dan teknologi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat yang terus meningkat [1]. Oleh sebab itu perusahaan asing kini melakukan ekspansi dengan mendirikan pabrik-pabrik di Indonesia agar dapat menjangkau pasar lebih luas. Dalam merancang tata letak pabrik perusahaan harus mempertimbangkan gudang sebagai salah satu bagian terpenting. Gudang merupakan tempat melakukan aktivitas seperti menerima material mentah (*raw materials*) sebelum diproses menjadi barang jadi (*finished goods*), selain itu gudang menjadi tempat penyimpanan sementara barang sebelum dikirim ke konsumen [2]. Gudang berperan dalam menyediakan informasi yang dibutuhkan oleh perusahaan seperti persediaan material dan kondisinya di ruang penyimpanan untuk memenuhi permintaan [17].

Tata letak pabrik atau tata letak fasilitas adalah metode perancangan area kerja dan fasilitas pendukung kegiatan produksi di suatu perusahaan [3]. Perancangan tata letak fasilitas meliputi menghitung luas tempat penyimpanan untuk meletakkan material dan fasilitas yang digunakan untuk kegiatan produksi, mengidentifikasi kegiatan perpindahan material dan penyimpanan baik bersifat sementara maupun permanen [4]. Tata letak gudang yang optimal memungkinkan untuk mempercepat pelayanan dan meningkatkan produktivitas. Dalam perencanaan tata letak gudang perlu memperhatikan lima prinsip tempat penyimpanan yaitu sifat material, dimensi, jenis, kegunaan dan kuantitas [5].

PT BMI merupakan perusahaan berasal dari Malaysia yang bergerak di bidang desain, manufaktur, instalasi dan reparasi manufaktur sistem boiler. Boiler atau ketel uap adalah alat yang digunakan untuk mendidihkan air hingga menghasilkan energi panas. Energi panas digunakan untuk berbagai kebutuhan. Oleh sebab itu boiler berperan sangat

penting bagi perusahaan yang berhubungan dengan pemanasan pada proses produksinya seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), pertambangan, pabrik kelapa sawit, industri farmasi dan lain-lain. Perusahaan ini berkomitmen untuk menghasilkan produk dengan kualitas lebih baik demi kepuasan pelanggan. Sehingga bahan baku yang digunakan untuk membuat boiler industri mengacu pada standar *American Society of Mechanical Engineers* (ASME).

PT BMI memiliki gudang bahan baku A untuk menyimpan *fitting*, material besi dan gas. Gudang penyimpanan bahan baku besi terletak pada bagian depan area produksi. PT BMI menerapkan metode *Last In First Out* (LIFO) dalam menyimpan material, artinya material yang datang terakhir akan digunakan pertama [6]. Selain itu, operator menata material secara acak tanpa memiliki lokasi tetap. Akibat penerapan metode tersebut, dari segi teknis yaitu operator memerlukan waktu rata-rata 60 menit untuk menemukan material yang dibutuhkan. Hal tersebut membuang waktu dan tenaga dapat menurunkan produktivitas sebesar 42%. Selain itu penerapan LIFO mengakibatkan material tertimbun lama dan berkarat. Sedangkan permasalahan administrasi yaitu informasi mengenai ketersediaan stok kurang akurat karena kondisi aktual dan sistem tidak *balance* sehingga mempengaruhi *forecasting* seperti kekurangan persediaan bahan baku atau terlalu banyak menimbun material, bahkan terdapat selisih saat melakukan *stock opname*.

Pada penelitian ini menerapkan metode *class based storage* yang menggabungkan metode *randomized storage* dan *dedicated storage*. Metode ini mengelompokkan material berdasarkan jenis material, kemudian ditempatkan di tempat penyimpanan khusus [7]. Material tersebut akan disimpan di suatu lokasi penyimpanan tetap. Namun slot yang kosong dapat digunakan untuk menyimpan material lain. Penelitian ini bertujuan melakukan perbaikan tata letak material menggunakan metode *class based storage* agar menghasilkan *layout* optimal dan mengurangi penggunaan area penyimpanan akibat penataan material kurang rapi. *Layout* yang optimal mengurangi gerakan bolak-balik (*back-tracking*), memotong (*cross-movement*) dan macet yang dapat mengganggu proses pemindahan barang [16].

Metode pengumpulan data dilakukan melalui studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lokasi yang dipilih untuk melakukan penelitian dan wawancara dengan manager *warehouse*, operator *forklift*, dan admin *warehouse* untuk mengetahui proses penerimaan, penyimpanan dan pengambilan material serta jenis material. Sedangkan studi literatur dilakukan dengan mempelajari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Berdasarkan penelitian terdahulu menggunakan metode *dedicated storage* dalam tata letak penyimpanan untuk mengurangi jarak tempuh material yang diterima dan dikeluarkan gudang PT ABC. Hasil dari penelitian tersebut PT ABC dapat mengurangi jarak tempuh material dari layout awal sebesar 9847,52 m menjadi 8258,77 m [7]. Kemudian penelitian *class based storage* dilakukan pengelompokan jenis bahan dan perhitungan kebutuhan tempat penyimpanan. *Layout* sebelumnya menggunakan 11 rak setelah diberikan usulan layout baru menjadi 8 rak. Namun penelitian tersebut memerlukan analisis lebih mendalam apabila ditemukan faktor yang tidak diperhitungkan [8].

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di PT BMI difokuskan pada gudang penyimpanan material besi. Penelitian dilakukan pada bulan oktober 2023 sampai dengan november 2023. Penelitian dimulai dari melakukan studi lapangan dan studi literatur untuk mengidentifikasi permasalahan yang ditemukan di lapangan, kemudian menentukan tujuan penelitian. Selanjutnya mengumpulkan data melalui wawancara dengan manager *warehouse* dan operator *forklift*, kemudian mengamati laporan transaksi material yang diberikan oleh admin *warehouse*. Selanjutnya mengolah data menggunakan metode *class based storage* dengan langkah-langkah sebagai berikut [9], [15]:

- 1.) Mengamati laporan transaksi material untuk mengetahui jenis material dan frekuensi perpindahan material di gudang material besi PT BMI agar dapat menentukan kelas berdasarkan hukum pareto.
- 2.) Membentuk kelas material menurut hukum pareto. Material dibagi menjadi tiga kelas yaitu kelas A untuk material dengan intensitas pergerakan cepat (*Fast Moving*) memiliki persentase 60%-80%, kelas B untuk material dengan intensitas pergerakan tidak terlalu cepat (*Medium Moving*) memiliki persentase 25%-35%, sedangkan kelas C untuk material dengan intensitas pergerakan lambat (*Slow Moving*) memiliki persentase 5%-15%. Material dengan frekuensi perpindahan tinggi diletakkan di dekat pintu keluar-masuk agar memudahkan bongkar-muat, sedangkan material dengan frekuensi perpindahan rendah diletakkan jauh dari pintu [2].
- 3.) Menghitung kebutuhan rak penyimpanan meliputi dimensi dan jumlah rak menggunakan metode perhitungan berikut :

$$\text{Dimensi Rak} = \text{Lebar (Tumpukan ke samping} \times t \text{ material)} \times \text{Tinggi (Tumpukan ke atas} \times T \text{ material)} \quad (1)$$

Sumber: [15].

Jenis rak yang digunakan yaitu *double deep* yaitu menyusun dua rak tunggal menjadi satu agar mampu menampung material dengan kapasitas besar dan sesuai dengan sistem LIFO (*Last In First Out*). Rak dilengkapi dengan *slot* dan *labelling* untuk memisahkan setiap jenis material [10]. Untuk mengetahui jumlah rak yang dibutuhkan menggunakan metode perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Rak} = \frac{\text{Persediaan}}{\text{Kapasitas Maksimum}} \quad (2)$$

Sumber: [9].

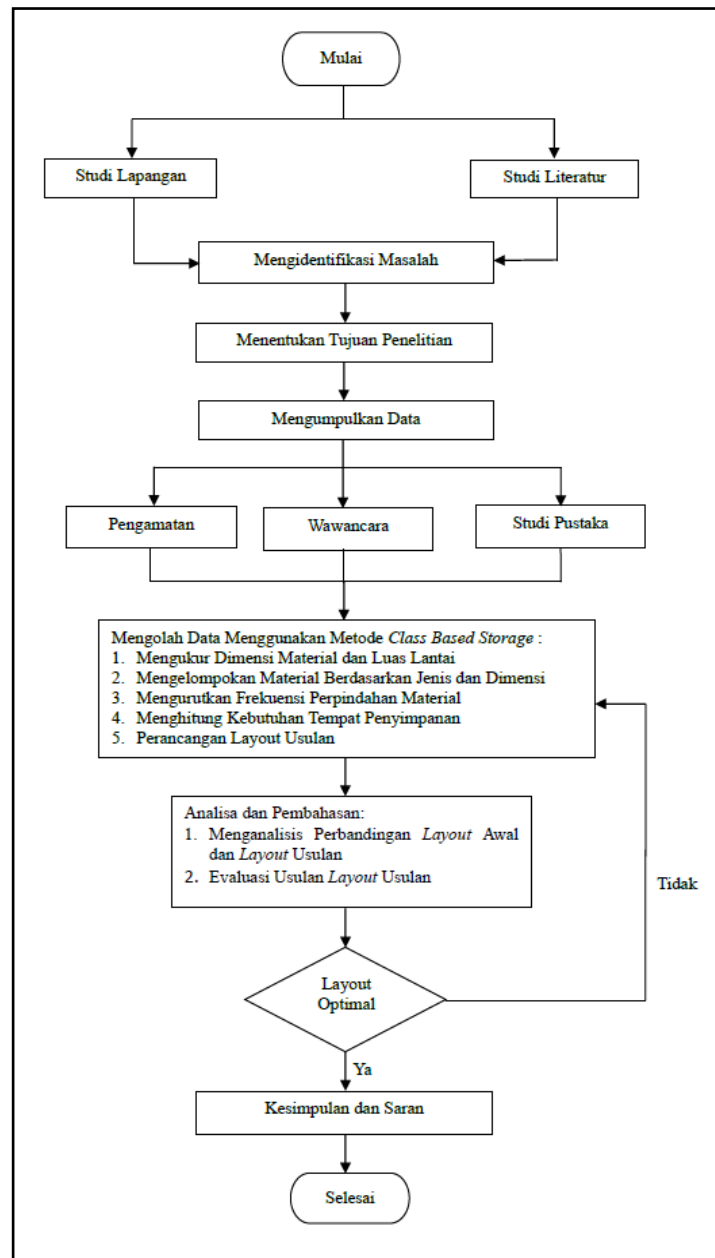
- 4.) Menghitung luas area penyimpanan menggunakan metode perhitungan berikut :

$$\text{Luas Area} = \text{Panjang Ruang} \times \text{Lebar Ruang} \quad (3)$$

Sumber: [9].

- 5.) Merancang *layout* usulan dari hasil perhitungan. Setelah menata posisi rak langkah selanjutnya yaitu melakukan analisis apakah *layout* usulan telah optimal agar dapat menyimpulkan usulan perbaikan sistem penyimpanan di gudang.

Alur penelitian memberikan gambaran langkah-langkah penelitian secara berurutan. Alur penelitian terdapat susunan rencana dan kegiatan dalam penelitian seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembentukan Kelas

Sebelum membentuk kelas material perlu mengetahui dimensi material di PT BMI pada bulan Januari 2023 sampai dengan November 2023 agar dapat mengelompokkan material berdasarkan jenis dan dimensinya. Data dimensi material dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Dimensi Material

No	Material Name	P (MM)	L (MM)	T (MM)
1	UNP MS 200 x 80 x 7.5 x 6M	6.000	200	80
2	UNP MS 250 x 90 x 9 x 6M	6.000	250	90
3	Strip MS 3 x 19 x 6M	6.000	19	3
4	Strip MS 3 x 25 x 6M	6.000	25	3
5	Strip MS 3 x 38 x 6M	6.000	38	3
6	Strip MS 6 x 100 x 6M	6.000	100	6
7	Strip MS 6 x 125 x 6M	6.000	125	6
8	Strip MS 6 x 19 x 6M	6.000	19	6
9	Strip MS 6 x 38 x 6M	6.000	38	6
10	Strip MS 6 x 50 x 6M	6.000	50	6
11	Strip MS 6 x 65 x 6M	6.000	65	6
12	Strip MS 6 x 75 x 6M	6.000	75	6
13	Strip MS 9 x 100 x 6M	6.000	100	9
14	Strip MS 9 x 38 x 6M	6.000	38	9
15	Strip MS 9 x 50 x 6M	6.000	50	9
16	Strip MS 9 x 75 x 6M	6.000	75	9
17	Siku MS 100 x 100 x 8 x 6M	6.000	100	100
18	Siku MS 50 x 50 x 5 x 6M	6.000	50	50
19	Siku MS 50 x 50 x 6 x 6M	6.000	50	50
20	Siku MS 65 x 65 x 6 x 6M	6.000	65	65
21	Siku MS 75 x 75 x 6 x 6M	6.000	75	75
22	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 1" x 6M	6.000	34	34
23	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 1-1/2" x 6M	6.000	48	48
24	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 1-1/4" x 6M	6.000	42	42
25	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 2" x 6M	6.000	60	60
26	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 3/4" x 6M	6.000	27	27
27	<i>Black pipe</i> Medium Dia. 4" x 6M	6.000	114	114

Keterangan :

P = Panjang

L = Lebar

T = Ketebalan (*Thickness*)

Berdasarkan Tabel 1 diketahui gudang PT BMI menyimpan empat kategori material yaitu UNP, strip, siku dan *black pipe*. Kategori UNP terdiri dari 2 jenis ukuran, strip terdiri dari 14 jenis ukuran, siku terdiri dari 5 jenis ukuran dan *black pipe* terdiri dari 6 jenis ukuran. Setelah mengetahui dimensi material, langkah selanjutnya yaitu mengidentifikasi frekuensi perpindahan material seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Frekuensi Perpindahan Material Periode Januari 2023 – November 2023

Ranking Frekuensi	Item Code	Material Name	Masuk	Keluar	Total	Warna di Layout
1	S-2UNP12000801	UNP MS 200 x 80 x 7.5 x 6M	14	12	26	Light Green
2	S-2STR10900500	Strip MS 9 x 50 x 6M	9	11	20	Light Yellow
3	S-2UNP12500901	UNP MS 250 x 90 x 9 x 6M	16	3	19	Light Green
4	S-2PI5300012500	Black Pipe Medium Dia. 1-1/4" x 6M	15	4	19	Light Blue
5	S-2STR10600500	Strip MS 6 x 50 x 6M	6	12	18	Light Yellow
6	S-2PI5300020000	Black Pipe Medium Dia. 2" x 6M	12	4	16	Light Blue
7	S-2SK010750751	Siku MS 75 x 75 x 6 x 6M	11	3	14	Yellow
8	S-2SK010500504	Siku MS 50 x 50 x 6 x 6M	7	5	12	Yellow
9	S-2PI5300010000	Black Pipe Medium Dia. 1" x 6M	9	2	11	Light Blue
10	S-2SK010650651	Siku MS 65 x 65 x 6 x 6M	7	3	10	Yellow
11	S-2STR10600380	Strip MS 6 x 38 x 6M	4	6	10	Light Yellow
12	S-2STR10900750	Strip MS 9 x 75 x 6M	5	5	10	Light Yellow
13	S-2PI5300015000	Black Pipe Medium Dia. 1-1/2" x 6M	7	2	9	Light Blue
14	S-2STR10300380	Strip MS 3 x 38 x 6M	5	4	9	Light Yellow
15	S-2STR10600750	Strip MS 6 x 75 x 6M	2	7	9	Light Yellow
16	S-2SK010500503	Siku MS 50 x 50 x 5 x 6M	8	0	8	Yellow
17	S-2STR10600190	Strip MS 6 x 19 x 6M	4	3	7	Light Yellow
18	S-2STR10600650	Strip MS 6 x 65 x 6M	2	5	7	Light Yellow
19	S-2PI5300016000	Black Pipe Medium Dia. 3/4" x 6M	6	0	6	Light Blue
20	S-2SK011001001	Siku MS 100 x 100 x 8 x 6M	4	2	6	Yellow
21	S-2STR10300190	Strip MS 3 x 19 x 6M	4	1	5	Light Yellow
22	S-2STR10300250	Strip MS 3 x 25 x 6M	5	0	5	Light Yellow
23	S-2PI5300009000	Black Pipe Medium Dia. 4" x 6M	4	0	4	Dark Blue
24	S-2STR10601000	Strip MS 6 x 100 x 6M	4	0	4	Light Yellow
25	S-2STR10601250	Strip MS 6 x 125 x 6M	3	1	4	Light Yellow
26	S-2STR10901000	Strip MS 9 x 100 x 6M	2	2	4	Dark Blue
27	S-2STR10900380	Strip MS 9 x 38 x 6M	2	2	4	Dark Blue
Total Frekuensi					276	

Berdasarkan pada Tabel 2 diketahui frekuensi perpindahan material pada bulan Januari 2023 sampai dengan bulan November 2023. Selama periode tersebut total frekuensi perpindahan material yaitu 276 kali. Frekuensi masuk dihitung dari proses pemindahan material dari *supplier* ke tempat penyimpanan. Frekuensi keluar dihitung dari proses pemindahan material dari tempat penyimpanan ke area produksi. Total frekuensi perpindahan tertinggi ditempati oleh UNP MS 200 x 80 x 7,5 x 6M dengan perpindahan material sebanyak 26 kali. Sedangkan frekuensi perpindahan terendah ditempati oleh *Black Pipe* diameter 4" x 6M dengan perpindahan sebanyak 4 kali.

Setelah diketahui frekuensi perpindahan material, langkah selanjutnya menentukan persentase perpindahan material seperti pada contoh perhitungan di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Persentase Frekuensi} &= \frac{\text{Frekuensi Perpindahan Material}}{\text{Total Frekuensi}} \times 100\% \\ \text{Persentase UNP 200} &= \frac{26}{276} \times 100\% \\ &= 9,42\% \end{aligned} \quad (4)$$

Sumber: [11].

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui persentase frekuensi UNP 200 yaitu 9,42%. Persentase frekuensi perpindahan material secara lengkap seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Pembentukan Kelas Material

No	Material Name	Total Frekuensi	Persentase Frekuensi	Persentase Kumulatif	Total	Kelas
1	UNP MS 200 x 80 x 7.5 x 6M	26	9,42%	9,42%	67,03%	A
2	Strip MS 9 x 50 x 6M	20	7,25%	16,7%		
3	UNP MS 250 x 90 x 9 x 6M	19	6,88%	23,6%		
4	Black Pipe Medium Dia. 1-1/4" x 6M	19	6,88%	30,4%		
5	Strip MS 6 x 50 x 6M	18	6,52%	37,0%		
6	Black Pipe Medium Dia. 2" x 6M	16	5,80%	42,8%		
7	Siku MS 75 x 75 x 6 x 6M	14	5,07%	47,8%		
8	Siku MS 50 x 50 x 6 x 6M	12	4,35%	52,2%		
9	Black Pipe Medium Dia. 1" x 6M	11	3,99%	56,2%		
10	Siku MS 65 x 65 x 6 x 6M	10	3,62%	59,8%		
11	Strip MS 6 x 38 x 6M	10	3,62%	63,4%		
12	Strip MS 9 x 75 x 6M	10	3,62%	67,0%		
13	Black Pipe Medium Dia. 1-1/2" x 6M	9	3,26%	70,3%	25,72%	B
14	Strip MS 3 x 38 x 6M	9	3,26%	73,6%		
15	Strip MS 6 x 75 x 6M	9	3,26%	76,8%		
16	Siku MS 50 x 50 x 5 x 6M	8	2,90%	79,7%		
17	Strip MS 6 x 19 x 6M	7	2,54%	82,2%		
18	Strip MS 6 x 65 x 6M	7	2,54%	84,8%		
19	Black Pipe Medium Dia. 3/4" x 6M	6	2,17%	87,0%		
20	Siku MS 100 x 100 x 8 x 6M	6	2,17%	89,1%		
21	Strip MS 3 x 19 x 6M	5	1,81%	90,9%		
22	Strip MS 3 x 25 x 6M	5	1,81%	92,8%		
23	Black Pipe Medium Dia. 4" x 6M	4	1,45%	94,2%	7,25%	C
24	Strip MS 6 x 100 x 6M	4	1,45%	95,7%		
25	Strip MS 6 x 125 x 6M	4	1,45%	97,1%		
26	Strip MS 9 x 100 x 6M	4	1,45%	98,6%		
27	Strip MS 9 x 38 x 6M	4	1,45%	100,0%		

Berdasarkan Tabel 3 diketahui material dibagi mejadi kelas ABC. Kelas A memiliki persentase frekuensi perpindahan sebesar 67,03% terdiri dari 12 jenis material golongan *fast moving*. Kelas B memiliki persentase frekuensi perpindahan sebesar 25,72% terdiri dari 10 jenis material golongan *medium moving*. Kelas C memiliki persentase perpindahan 7,25% terdiri dari 5 jenis material golongan *slow moving*.

B. Perhitungan Kebutuhan Rak

Setelah mengumpulkan data seperti dimensi material dan membentuk klasifikasi material. Langkah selanjutnya yaitu menghitung dimensi rak untuk menyimpan material menggunakan metode perhitungan seperti contoh berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi Rak UNP 200} &= L \times T & (5) \\
 &= (\text{jumlah material ke samping} \times \text{lebar material}) \times (\text{jumlah material ke atas} \times \text{ketebalan material}) \\
 &= (4 \times 200) \times (10 \times 80) \\
 &= 800 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sumber: [15].

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui dimensi rak yang dibutuhkan untuk menyimpan rak UNP 200 yaitu Panjang 6.000 mm x Lebar 800 mm x Tinggi 800 mm. Jumlah tumpukan setiap jenis material mengikuti kebijakan perusahaan. Perhitungan dimensi rak secara lengkap seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Dimensi Rak

No	Material Name	Tumpukan		Dimensi Material (mm)		Ukuran Rak (mm)	
		Samping	Atas	L	T	L	T
1	UNP MS 200 x 80 x 7.5 x 6M	4	10	200	80	800	800
2	UNP MS 250 x 90 x 9 x 6M	4	10	250	90	1.000	900
3	Black pipe Dia. 1-1/4" x 6M	5	4	42	42	210	168
4	Black pipe Dia. 2" x 6M	5	4	60	60	300	240
5	Black pipe Dia. 1" x 6M	5	4	34	34	170	136
6	Black pipe Dia. 1-1/2" x 6M	5	4	48	48	240	192
7	Black pipe Dia. 3/4" x 6M	5	4	27	27	135	108
8	Black pipe Dia. 4" x 6M	5	4	108	108	540	432
9	Siku MS 75 x 75 x 6 x 6M	5	10	75	75	375	750
10	Siku MS 50 x 50 x 6 x 6M	5	10	50	50	250	500
11	Siku MS 65 x 65 x 6 x 6M	5	10	65	65	325	650
12	Siku MS 50 x 50 x 5 x 6M	5	10	50	50	250	500
13	Siku MS 100 x 100 x 8 x 6M	5	10	100	100	500	1.000
14	Strip MS 9 x 50 x 6M	4	50	50	9	200	450
15	Strip MS 6 x 50 x 6M	4	50	50	6	200	300
16	Strip MS 6 x 38 x 6M	4	50	38	6	152	300
17	Strip MS 9 x 75 x 6M	4	50	75	9	300	450
18	Strip MS 3 x 38 x 6M	4	50	38	3	152	150
19	Strip MS 6 x 75 x 6M	4	50	75	6	300	300
20	Strip MS 6 x 19 x 6M	4	50	19	6	76	300
21	Strip MS 6 x 65 x 6M	4	50	65	6	260	300
22	Strip MS 3 x 19 x 6M	4	50	19	3	76	150
23	Strip MS 3 x 25 x 6M	4	50	25	3	100	150
24	Strip MS 6 x 100 x 6M	4	50	100	6	400	300
25	Strip MS 6 x 125 x 6M	4	50	125	6	500	300
26	Strip MS 9 x 100 x 6M	4	50	100	9	400	450
27	Strip MS 9 x 38 x 6M	4	50	38	9	152	450

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4 dimensi rak setiap jenis material ditetapkan berdasarkan nilai tertinggi. Rak penyimpanan UNP memerlukan lebar 1000 mm dan tinggi 900 mm, rak penyimpanan *black pipe* memerlukan lebar 550 mm dan tinggi 450 mm, rak penyimpanan siku memerlukan lebar 550 mm dan tinggi 1000 mm, rak penyimpanan strip memerlukan lebar 550mm dan tinggi 450mm.

Setelah diketahui dimensi rak selanjutnya menghitung kebutuhan rak untuk menyimpan material menggunakan metode perhitungan seperti contoh berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Rak UNP 200} &= \frac{\text{Inventory}}{\text{Kapasitas Maksimum}} && (6) \\
 &= \frac{176}{129} \\
 &= 1,47 \approx 2 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Sumber: [9].

Berdasarkan perhitungan di atas diketahui kebutuhan rak untuk menyimpan UNP 200 sebanyak 2 unit. Perhitungan dilakukan sampai dengan material Strip 9 x 38 x 6m. Perhitungan kebutuhan rak secara lengkap seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Rak

No	Kelas	Material Name	Kapasitas	Inventory	Jumlah Rak	Jumlah Rak
1	A	UNP MS 200 x 80 x 7.5 x 6M	120	176	1,47	2
2		Strip MS 9 x 50 x 6M	1111	147	0,13	1
3		UNP MS 250 x 90 x 9 x 6M	80	126	1,58	2
4		Black Pipe Medium Dia. 1-1/4" x 6M	130	68	0,52	1
5		Strip MS 6 x 50 x 6M	1667	150	0,09	1
6		Black Pipe Medium Dia. 2" x 6M	54	91	1,69	2
7		Siku MS 75 x 75 x 6 x 6M	228	427	1,87	2
8		Siku MS 50 x 50 x 6 x 6M	480	363	0,76	1
9		Black Pipe Medium Dia. 1" x 6M	170	20	0,12	1
10		Siku MS 65 x 65 x 6 x 6M	420	242	0,58	1
11		Strip MS 6 x 38 x 6M	2193	13	0,01	1
12		Strip MS 9 x 75 x 6M	741	94	0,13	1
13	B	Black Pipe Medium Dia. 1-1/2" x 6M	60	5	0,08	1
14		Strip MS 3 x 38 x 6M	4386	98	0,02	1
15		Strip MS 6 x 75 x 6M	1111	12	0,01	1
16		Siku MS 50 x 50 x 5 x 6M	484	628	1,30	2
17		Strip MS 6 x 19 x 6M	4386	21	0,00	1
18		Strip MS 6 x 65 x 6M	1282	2	0,00	1
19		Black Pipe Medium Dia. 3/4" x 6M	320	8	0,03	1
20		Siku MS 100 x 100 x 8 x 6M	174	89	0,51	1
21		Strip MS 3 x 19 x 6M	8772	33	0,00	1
22		Strip MS 3 x 25 x 6M	6667	119	0,02	1
23	C	Black Pipe Medium Dia. 4" x 6M	15	12	0,80	1
24		Strip MS 6 x 100 x 6M	833	42	0,05	1
25		Strip MS 6 x 125 x 6M	667	20	0,03	1
26		Strip MS 9 x 100 x 6M	556	14	0,03	1
27		Strip MS 9 x 38 x 6M	1462	8	0,01	1
Total						32

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kebutuhan rak pada Tabel 5 diketahui total rak yang dibutuhkan sebanyak 32 rak terbagi menjadi 16 rak untuk material Kelas A, 11 rak untuk material Kelas B, dan 5 rak untuk material Kelas C.

C. Perhitungan Luas Area Penyimpanan

Berdasarkan hasil pengamatan di gudang material besi PT BMI diketahui lokasi gudang berada di depan area produksi memiliki luas 300 m². Setelah mengidentifikasi *layout* awal gudang, langkah selanjutnya yaitu menghitung luas area penyimpanan seperti di bawah:

$$\begin{aligned} \text{Panjang ruang} &= (\text{panjang rak} \times \text{jumlah rak}) + (\text{panjang gang} \times \text{jumlah gang}) \\ &= (6,012 \times 3) + (0,5 \times 2) \\ &= 19,036 \text{ m} \end{aligned} \quad (8)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Lebar ruang} &= (\text{lebar rak} \times \text{jumlah rak}) + (\text{lebar gang} \times \text{jumlah gang}) \\ &= ((3,2 \times 2) + 6,012 \times 1) + (0,5 + 1,2) \\ &= 14,112 \text{ m} \end{aligned} \quad (9)$$

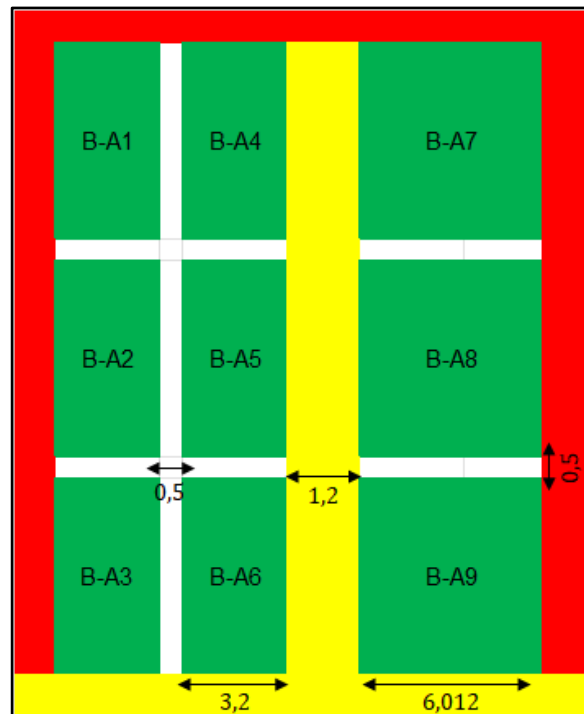
Sumber: [9].

$$\text{Luas area penyimpanan} = \text{panjang ruang} \times \text{lebar ruang} \quad (10)$$

$$= 19,036 \times 14,112$$

$$= 268,64 \text{ m}^2$$

Diketahui luas area penyimpanan yang digunakan yaitu 268,64 m². *Layout* awal gudang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Layout* Awal

Keterangan:

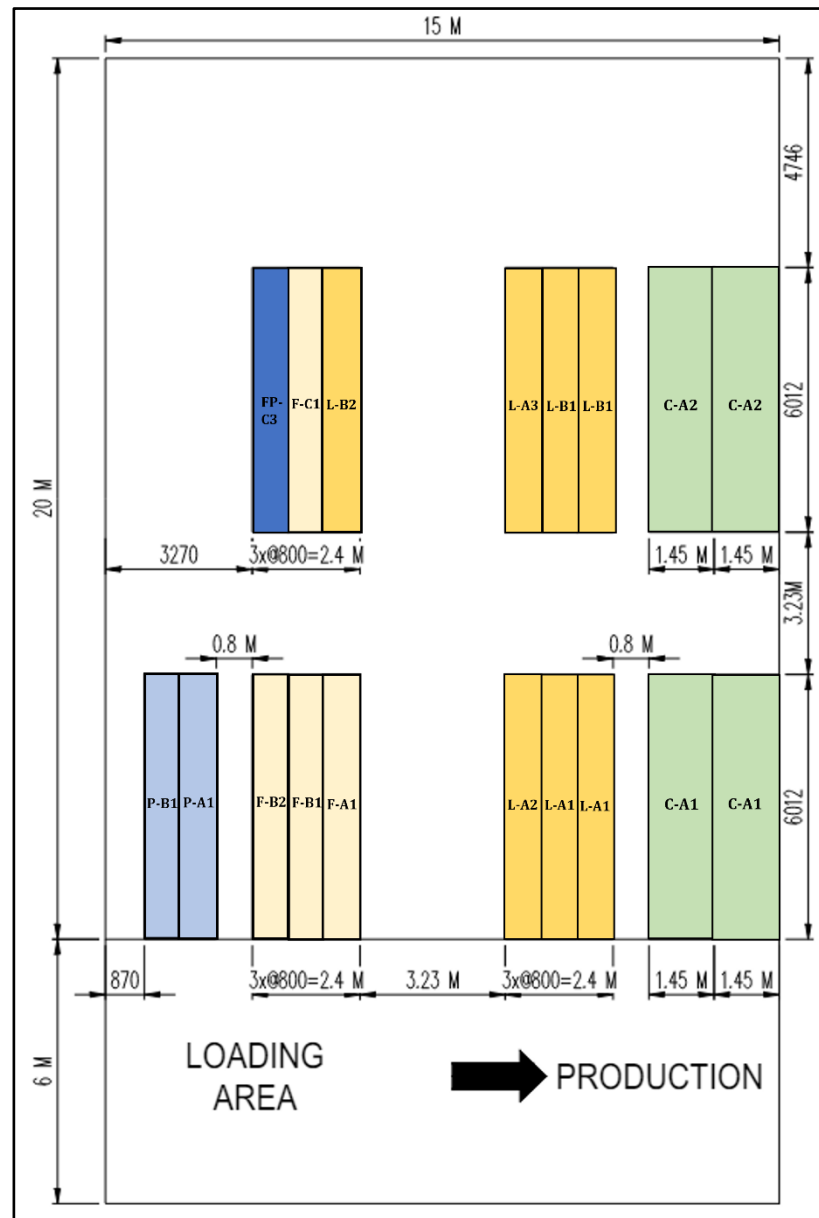
- B-A1 : Strip
- B-A2 : Siku
- B-A3 : *Black Pipe* dan Strip
- B-A4 : UNP
- B-A5 : UNP
- B-A6 : *Black Pipe*
- B-A7 : *Black Pipe*
- B-A8 : UNP, Strip dan Siku
- B-A9 : Strip dan Siku

Sebelum menyusun *layout* usulan perlu menentukan *allowance* ruang untuk memberikan area pergerakan bagi operator dan lintasan *forklift*. Penentuan *allowance* dapat menggunakan metode perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas } allowance \text{ gang} &= \sqrt{(\text{Panjang})^2 + (\text{Lebar})^2} & (7) \\ &= \sqrt{(3)^2 + (1,2)^2} \\ &= \sqrt{9 + 1,44} \\ &= \sqrt{10,44} \\ &= 3,23 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Sumber: [12].

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diketahui *allowance* gang yang dibutuhkan untuk area lintasan *forklift* yaitu 3,23m², sedangkan area pergerakan operator ditetapkan 0,8 m. Setelah mengetahui kebutuhan rak dan *allowance*. Langkah selanjutnya yaitu menyusun *layout* usulan seperti pada Gambar 3.

Gambar 3. *Layout Usulan***Keterangan:**

- C-A1 = UNP 200 x 80 x 7,5 x 6M
- C-A2 = UNP 250 x 90 x 9 x 6M
- L-A1 = Siku 75 x 75 x 6 x 6M
- L-A2 = Siku 65 x 65 x 6 x 6M
- L-A3 = Siku 50 x 50 x 6 x 6M
- L-B1 = Siku 50 x 50 x 5 x 6M
- L-B2 = Siku 100 x 100 x 8 x 6M
- F-A1 = Strip 9 x 50 x 6M, Strip 6 x 50 x 6M, Strip 6 x 38 x 6M
- F-B1 = Strip 9 x 75 x 6M, Strip 3 x 38 x 6M, Strip 6 x 75 x 6M
- F-B2 = Strip 6 x 19 x 6M, Strip 6 x 65 x 6M, Strip 3 x 19 x 6M
- F-C1 = Strip 3 x 25 x 6M, Strip 6 x 100 x 6M, Strip 6 x 125 x 6M
- P-A1 = *Black Pipe* 1- ¼ ”, *Black Pipe* 2”
- P-B1 = *Black Pipe* 1” , *Black Pipe* 1- ½ ” , *Black Pipe* ¾”
- FP-C3 = Strip 9 x 100 x 6M, Strip 9 x 38 x 6M, *Black Pipe* 4”

Berdasarkan Gambar 3 luas area penyimpanan terbagi menjadi area depan dan area belakang. Perhitungan menggunakan metode seperti di bawah:

Luas area penyimpanan depan

$$\begin{aligned} \text{Panjang ruang depan} &= (\text{panjang rak} \times \text{jumlah rak}) + (\text{panjang gang} \times \text{jumlah gang}) \\ &= (6,012 \times 1) + (3,23 \times 1) \\ &= 9,242 \text{ m} \end{aligned} \quad (8)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Lebar ruang depan} &= (\text{lebar rak} \times \text{jumlah rak}) + (\text{lebar gang} \times \text{jumlah gang}) \\ &= ((0,8 \times 8) + (1,45 \times 2)) + ((0,8 \times 2) + 3,23) \\ &= 9,3 + 4,83 \\ &= 14,13 \text{ m} \end{aligned} \quad (9)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Luas area penyimpanan} &= \text{panjang ruang} \times \text{lebar ruang} \\ &= 9,242 \times 14,13 \\ &= 130,59 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

Sumber: [9].

Luas area penyimpanan belakang

$$\begin{aligned} \text{Panjang ruang belakang} &= (\text{lebar rak} \times \text{jumlah rak}) \\ &= (6,012 \times 1) \\ &= 6,012 \text{ m} \end{aligned} \quad (8)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Lebar ruang belakang} &= (\text{lebar rak} \times \text{jumlah rak}) + (\text{lebar gang} \times \text{jumlah gang}) \\ &= ((0,8 \times 6) + (1,45 \times 2)) + (0,8 + 3,23) \\ &= 7,7 + 2,58 \\ &= 10,28 \text{ m} \end{aligned} \quad (9)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Luas area penyimpanan} &= \text{panjang ruang} \times \text{lebar ruang} \\ &= 6,012 \times 10,28 \\ &= 61,83 \text{ m}^2 \end{aligned} \quad (10)$$

Sumber: [9].

$$\begin{aligned} \text{Total luas area} &= \text{Luas area penyimpanan depan} + \text{Luas area penyimpanan belakang} \\ &= 130,59 \text{ m}^2 + 61,83 \text{ m}^2 \\ &= 192,42 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diketahui luas area penyimpanan yang digunakan yaitu 192,42 m².

D. Menghitung Efisiensi Luas Ruang Penyimpanan Pada Layout Aktual dan Layout Usulan

Pada proses perancangan *layout* perlu dilakukan perbandingan luas area terpakai dengan luas area penyimpanan yang tersedia. Pada *layout* awal diketahui luas area yang terpakai yaitu 268,64m² sedangkan luas area penyimpanan yaitu 300m² sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase penggunaan area sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persentase penggunaan ruang penyimpanan} &= \frac{\text{Luas area terpakai}}{\text{Luas area penyimpanan}} \times 100\% \\ &= \frac{268,64}{300} \times 100\% \\ &= 89,5\% \end{aligned} \quad (11)$$

Sumber: [13].

Pada *layout* usulan diketahui luas area yang terpakai yaitu 192,42 m² sedangkan luas area penyimpanan yaitu 300 m² sehingga dapat dilakukan perhitungan persentase penggunaan area sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Persentase penggunaan ruang penyimpanan} &= \frac{\text{Luas area terpakai}}{\text{Luas area penyimpanan}} \times 100\% \\ &= \frac{192,42}{300} \times 100\% \\ &= 64,14\% \end{aligned} \quad (11)$$

Sumber: [13].

Berdasarkan perhitungan persentase penggunaan ruang, *layout* usulan menggunakan 64,14% area penyimpanan. Selanjutnya menghitung efisiensi *layout* dengan metode sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi} &= \frac{\text{Luas area penyimpanan awal} - \text{Luas area penyimpanan usulan}}{\text{Luas area penyimpanan awal}} \times 100\% \\ &= \frac{268,64 - 192,42}{268,64} \times 100\% \\ &= \frac{76,22}{268,64} \\ &= 28,4\% \end{aligned} \quad (12)$$

Sumber: [14].

Berdasarkan perhitungan efisiensi *layout* usulan menghasilkan efisiensi 28,4%. *Layout* usulan mampu mengurangi penggunaan area penyimpanan seluas 76,22 m² dari *layout* awal 300m² menjadi 192,42 m².

E. Analisis dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi di gudang material besi PT BMI diketahui perusahaan tersebut menerapkan sistem penyimpanan material secara *random*. Sehingga material tidak sesuai jenis tercampur dan tidak memiliki lokasi yang tetap. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk memberikan *layout* susulan menggunakan metode *class based storage* agar menghasilkan *layout* yang lebih optimal. Metode *class based storage* diharapkan dapat memperbaiki sistem penyimpanan material di PT BMI, operator dapat mengambil material yang dibutuhkan lebih mudah karena material telah diklasifikasikan berdasarkan jenis dan frekuensi perpindahannya. Selain itu manager *warehouse* dapat meningkatkan utilitas ruang karena ruang penyimpanan kosong dapat digunakan untuk menyimpan material lainnya.

Urutan kegiatan yang dilakukan dalam penelitian ini dimulai dari melakukan observasi di tempat penelitian untuk mengetahui permasalahan yang terjadi di lapangan. Kemudian mengidentifikasi dimensi material dan proses penerimaan sampai dengan pengeluaran material. Setelah mengumpulkan data tahap selanjutnya yaitu membentuk kelas material berdasarkan dimensi dan frekuensi perpindahan. Selanjutnya menentukan dimensi rak dan jumlah rak penyimpanan kemudian menghitung luas area penyimpanan.

Berdasarkan hasil perancangan *layout* usulan gudang material besi PT BMI diketahui perbandingan persentase penggunaan ruang penyimpanan pada *layout* awal dan *layout* usulan. *Layout* awal menggunakan area gudang seluas 268,64 m² untuk menyimpan material, sedangkan *layout* usulan menggunakan lebih sedikit area gudang. *Layout* usulan mencapai efisiensi sebesar 28,4% karena mengurangi area penyimpanan seluas 76,22m² dari sebelumnya menggunakan area seluas 268,64 m² menjadi seluas 192,42 m².

F. Rekomendasi Perbaikan

Berdasarkan hasil penelitian ini diketahui metode *class based storage* sesuai diterapkan di PT BMI. Metode ini diterapkan dengan langkah sebagai berikut:

1. Menyimpan material dalam rak penyimpanan khusus agar operator dapat memantau posisi material.
2. Memberi area lintasan *forklift* dan ruang gerak operator untuk memudahkan proses pemindahan material.
3. Memberi *label* pada rak sebagai pemisah setiap jenis material untuk memudahkan admin *warehouse* mengidentifikasi persediaan.

Metode *class based storage* memiliki keunggulan yaitu meningkatkan utilitas ruang dan bersifat fleksibel. Rak tidak hanya digunakan untuk menyimpan satu jenis material, namun dapat digunakan untuk jenis material lain apabila kekurangan tempat.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perbaikan *layout* gudang material besi PT BMI menggunakan metode *class based storage*, dapat disimpulkan bahwa metode penyimpanan material mempengaruhi efisiensi *layout* dan produktivitas. Oleh karena itu material perlu disimpan berdasarkan kesamaan jenis, kemudian mengklasifikasi material berdasarkan frekuensi perpindahan menjadi kelas ABC. Kelas A untuk golongan material *fast moving* memiliki persentase 67,03%, kelas B untuk golongan material *medium moving* memiliki persentase 25,72% dan kelas C untuk golongan material *slow moving* memiliki persentase 7,25%. Material *fast moving* di dekat pintu produksi dan seterusnya

Selanjutnya menghitung kebutuhan rak penyimpanan dan menentukan lebar gang. Diketahui jumlah rak yang dibutuhkan yaitu 32 unit, terbagi menjadi 16 rak untuk menyimpan material kelas A, 11 rak untuk menyimpan material kelas B dan 5 rak untuk menyimpan material kelas C. *Layout* usulan memiliki gang lintasan *forklift* seluas 3,23 m² untuk memudahkan aktivitas pemindahan material sehingga dapat meningkatkan produktivitas sebesar 42%. Diketahui *layout* usulan mencapai efisiensi sebesar 28,4% artinya mengurangi penggunaan area penyimpanan seluas 76,22 m² dari *layout* awal seluas 268,64 m² menjadi 192,42 m².

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (UMSIDA) dan PT BMI yang telah memberikan bimbingan dalam penyusunan artikel ini.

REFERENSI

- [1] M. Ali, "Manajemen Industri," 2018.
- [2] Rosihin, Ma'arij, D. Cahyadi, dan Supriyadi "Analisa Perbaikan Tata Letak Gudang Coil Dengan Metode Class Based Storage," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 2, hlm. 166-172, Des 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.30656/intech.v7i2.4036>.

- [3] I. Saidatuningtyas, dan W. N. Primadhani, "Racking System Dengan Kebijakan Class based storage Di Gudang Timur PT Industri Kereta Api (INKA) Persero," *Jurnal Logistik Bisnis*, vol. 11, no. 01, hlm. 37-42, Mei 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>.
- [4] R. Hidayatulloh, dan A. S. Cahyana, "Upaya Peningkatan Produktivitas dengan Meminimasi Waste Menggunakan From To Chart (FTC)," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 1, no.2, hlm. 107-115, Des 2022, doi: 10.21070/prozima.v1i2.1289.
- [5] Y. Muharni, Ade. Irman, dan Y. Noviansyah, "Perancangan Tata Letak Gudang Barang Jadi Menggunakan Kebijakan Class-Based Storage Dan Particle Swarm Optimization Di PT. XYZ," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 3, hlm. 200-209, Okt 2020.
- [6] F. W. Abdul, dan M. R. Ramadhan, "Analisis Pengaruh Layout Penyimpanan Bahan Baku terhadap First In First Out Berdasarkan Hasil Jajak Pendapat Karyawan (Studi pada PT Indofood CBP Sukses Makmur TBK Divisi Packaging Purwakarta)," *Jurnal Logistik Indonesia*, vol. 4, no.2, hlm. 114-126, Okt 2020.
- [7] R. E. Hidayat, dan B. I. Putra, "Re-Layout Tata Letak Gudang Material Menggunakan Metode Dedicated Storage Pada Gudang PT. ABC," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 3, no. 2, pp. 55-61, hlm. 55-61, Des 2019, doi: <http://doi.org/10.21070/prozima.v3i2.1270>.
- [8] M. Rauf, dan M. R. Radyanto, "Perbaikan Kinerja Gudang melalui Penataan Ulang Tata Letak Gudang Suku Cadang Menggunakan Metode Class based storage di PT. DN Semarang," *JIEOM (Journal of Industrial Engineering and Operator Management)*, vol. 5, no. 2, hlm. 111-121, Nov 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jieom/index>.
- [9] L. N. Sari, dan D. Sonia, "Perhitungan Kebutuhan Rak Penyimpanan Dokumen Rekam Medis Di Ruang Filing Rsia Hu Mana Prima Bandung Tahun 2021," *Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol.1, no. 8, hlm. 1004-1012, Jul 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://cerdika.publikasiindonesia.id/index.php/cerdika/index>.
- [10] A. I. Bagaskara, F. A. A. P. Yudistira, M. A. Musyaffa, dan P. A. Fitriani, "Analisis Manajemen Stock Pergudangan di Perusahaan Distribusi Cirebon," *Jurnal Bisnis Manajemen dan Ekonomi*, vol. 5, no. 2, hlm. 99-108, Apr 2024.
- [11] D. Aziz, dan R. Vikaliana, "Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Dengan Menggunakan Metode Class based storage di PT. Maju Kaya Rejeki," *Jurnal IKRAITH-TEKNOLOGI*, vol. 7, no. 3, hlm. 57-66, Nov 2023, doi: <https://doi.org/10/37817/ikraith-teknologi.v7i3>
- [12] I. Noor, "Peningkatan Kapasitas Gudang dengan Re-Design Layout Menggunakan Metode Shared Storage," *Journal of Industrial Engineering and Operator Management (JIEOM)*, vol. 1, no. 1, hlm. 12-18, 2018.
- [13] I. Agustina, dan R. Vikaliana, "Analisis Pengaturan Layout Gudang Sparepart Menggunakan Metode Dedicated Storage di Gudang Bengkel Yamaha Era Motor," *Journal of Management and Business Review*, vol 18, no. 2, hlm. 53-63, Jun 2021, doi: <https://doi.org/10.34149/jmbr.v18i2.271>.
- [14] P. S. Lubis, H. A. Dewi, dan E. Selvi, "Redesain Tata Letak Pabrik Gula dalam Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas CV. Rizki Abadi," *Jurnal Manajemen dan Sains*, vol. 7, no. 1, hlm. 120-132, Apr 2022, doi: 10.33087/jmas.v7i1.342.
- [15] N. Fajri, "Usulan Perbaikan Kapasitas Gudang Pupuk dengan Metode Share Storage di PT. XYZ," (*JAIER*) *Journal of Agro-Industry Engineering Research*, vol. 1, no. 7, hlm. 43-46, Jul 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://journal.atim.ac.id/index.php/jaier>.
- [16] S. Wignjosebroto, "Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Bahan," 2009.
- [17] J. M. Apple, "Tata Letak Pabrik dan Pемindahan Barang," 1990.