

**Perbaikan Tata Letak Gudang Material Kemasan Dan Dus
Menggunakan Metode *Class-Based Storage*
(Studi Kasus PT. Dwi Prima Rezeky)**

**The Layout Improvement Of The Packaging And Box Material
Warehouse Using Class-Based Storage Method
(Case Study Of PT Dwi Prima Rezeky)**

Indah Sekarini¹, Imas Widowati², Elly Setiadewi³, Daisy Ade Riany Diem⁴

Manajemen Industri, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukancana Purwakarta, Indonesia

[1indahsekarini11@wastukancana.ac.id](mailto:indahsekarini11@wastukancana.ac.id) , [2imas@wastukancana.ac.id](mailto:imas@wastukancana.ac.id), [3elly@wastukancana.ac.id](mailto:elly@wastukancana.ac.id),

[4daisyard@wastukancana.ac.id](mailto:daisyard@wastukancana.ac.id),

Abstrak. Saat ini, tata letak pada Gudang Material Kemasan dan Dus tidak memiliki cukup ruang untuk menampung seluruh material. Beberapa *pallet* material ditumpuk langsung tanpa adanya penyangga. Oleh sebab itu, perusahaan perlu melakukan perbaikan terkait tata letak gudang agar dapat memperbaiki permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tata letak Gudang Material Kemasan dan Dus dengan cara menata ulang sistem penempatan barang. Data yang digunakan meliputi jenis dan dimensi material, data keluar-masuk barang, data stok tertinggi gudang pada periode Desember 2021- Februari 2022, serta data mengenai tata letak gudang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan metode *class-based storage*. Klasifikasi frekuensi pergerakan barang dikelompokkan berdasarkan analisis ABC, sehingga didapatkan tiga kelas pada dua jenis material. Material Dus dan Partisi dengan kelas A *fast moving* (63,02%), B *medium moving* (29,06%), dan C *slow moving* (7,92%). Material Kemasan dengan kelas A' *fast moving* (79,78%), B' *medium moving* (11,88%), dan C' *slow moving* (8,34%). Hasil perancangan rak didapat 5 jenis rak dengan 2 level penyimpanan dan 1 *stack* rak. Rak pertama berdimensi 20,5m x 1m x 2,8m mampu menampung 34 *pallet* material yang berjumlah 14 rak. Rak kedua berdimensi 24,1m x 1m x 2,8m mampu menampung 40 *pallet* material. Rak ketiga berdimensi 13,3m x 1m x 2,8m mampu menampung 22 *pallet* material. Rak keempat berdimensi 9,7m x 1m x 2,8m mampu menampung 16 *pallet* material. Rak kelima berdimensi 4,9m x 1m x 2,8m mampu menampung 8 *pallet* material. Sehingga kapasitas penyimpanan gudang sebanyak 566 *pallet*.

Kata Kunci: Gudang, Tata Letak, *Class-Based Storage*

Abstract. Currently, the layout of Packaging Materials and Boxes Warehouse does not have enough space to accommodate all their materials. Some material pallets are stacked directly without any supports. Therefore, the company needs to make improvements regarding the layout of the warehouse in order to fix these problems. This research aims to improve the layout of the Packaging Material and Boxes Warehouse by rearranging the goods placement system. The data used in the preparation of this research include the types and dimensions of materials, data for the entry and exit of goods, data on the highest warehouse stock in the period December 2021-February 2022, as well as data on the layout of the warehouse. The method used in this research is using class-based storage method. The classification of the frequency of movement of goods is grouped based on ABC analysis, so that three classes are obtained on two types of materials. Box and partition materials with class A *fast moving* (63.02%), B *medium moving* (29.06%), and C *slow moving* (7.92%). Packaging Materials with class A' *fast moving* (79.78%), B' *medium moving* (11.88%), and C' *slow moving* (8.34%). The results of the shelf design obtained 5 types of shelves with 2 storage levels and 1 *stack* rack. The first shelf with dimensions of 20.5 m x 1 m x 2.8 m can accommodate 34 pallets of material, totaling 14 shelves. The second shelf with dimensions of 24.1 m x 1 m x 2.8 m can accommodate 40 pallets of material. The third shelf with dimensions of 13.3m x 1m x 2.8m can accommodate 22 pallets of material. The fourth shelf with dimensions of 9.7m x 1m x 2.8m can accommodate 16 pallets of material. The fifth shelf with dimensions of 4.9 m x 1 m x 2.8 m can accommodate 8 pallets of material. So that the warehouse storage capacity is 566 pallets.

Keywords: Warehouse, Layout, *Class-Based Storage*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan dunia industri baik manufaktur maupun jasa sekarang ini, kecepatan menjadi salah satu hal yang terpenting bagi suatu usaha. Pada industri manufaktur, efektifitas dan efisiensi produksi menjadi satu hal penting dalam memajukan perusahaan. Menurut Siagian (2001:24) efektifitas merupakan suatu pemanfaatan sarana

dan prasarana, sumber daya dalam jumlah tertentu yang sebelumnya telah ditetapkan untuk menghasilkan sejumlah barang atau jasa kegiatan yang akan dijalankan oleh seseorang atau suatu perusahaan. Sedangkan efisiensi menurut Mulyadi (2007:63), efisiensi merupakan ketepatan cara (usaha, kerja) dalam menjalankan sesuatu dengan tidak membuang-buang waktu, tenaga dan biaya. Maka dari itu, untuk menciptakan produksi yang efektif dan efisien diperlukan adanya aliran material yang baik mulai dari gudang sampai ke area produksi. Salah satu masalah yang sering kali terjadi dalam industri manufaktur yaitu tata letak bahan baku pada gudang yang dimilikinya. Seperti halnya dalam penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2018) pada Gudang PT. PAL Persero dimana terjadi penumpukan material di area luar akibat kurangnya area penyimpanan dalam gudang. Menurut Sritomo (2009:32) tata letak pabrik atau tata letak fasilitas didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut mencoba memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, pekerja dan sebagainya. Dalam industri manufaktur, gudang berperan sebagai tempat penyimpanan mulai dari bahan baku sampai produk jadi. Sering kali, peletakan material pada gudang disimpan tidak teratur atau tidak sesuai pada tempatnya sehingga dapat menghambat dalam proses pengiriman material. Selain itu, ruang gerak *material handling tools* yang sangat terbatas juga dapat menghambat proses pengambilan dan pengiriman material pada gudang.



Gambar 1 Perbandingan Stok Tertinggi dengan Kapasitas Gudang Desember 2021 – Februari 2022

Berdasarkan Gambar 1, stok tertinggi ada pada bulan Februari 2022 yaitu sebesar 566 *pallet*. Sedangkan kapasitas gudang hanya dapat menampung maksimal 489 *pallet*. Kurangnya ruang tersebut menyebabkan beberapa material seperti ikatan dus dan kemasan produk yang disusun di atas *pallet* ditumpuk secara langsung yang dapat meningkatkan resiko material jatuh karena walaupun jenis material tersebut memiliki permukaan yang datar, tapi jenis material tersebut juga dapat dengan mudah bergeser yang menyebabkan susunan material pada *pallet* menjadi miring dan sangat rentan terjatuh. Selain itu, toleransi jarak antar kolom yang sempit di tiap area menyebabkan operator gudang mengalami kesulitan dalam menerapkan sistem FIFO (*First In First Out*) karena operator harus mengeluarkan satu persatu *pallet* material untuk menjangkau *pallet* yang lebih dulu. PT. Dwi Prima Rezeky memiliki sebuah *forklift* yang digunakan oleh beberapa gudang yaitu gudang material kemasan dan dus, gudang kaleng, gudang bahan, gudang karton, dan gudang barang jadi untuk mengangkut material mulai dari pintu keluar masuk gudang sampai ke area produksi atau ke mobil pengangkut. Sedangkan untuk kegiatan operasional dalam gudang hanya menggunakan satu unit *handlift* yang tidak dapat menjangkau area yang tinggi. Maka dari itu sistem penempatan material pada gudang PT Dwi Prima Rezeky tidak menggunakan rak. analisa kebutuhan rak dan usulan penggunaan rak agar dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan gudang dan dapat memudahkan dalam penerapan sistem FIFO serta penambahan *material handling tools* untuk digunakan dalam kegiatan operasional gudang yang dapat menjangkau tinggi rak yang akan diusulkan agar dapat mengurangi resiko kerusakan material, mempermudah aksesibilitas proses pergudangan serta memaksimalkan dalam penggunaan dan pengaturan ruang.

B. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Untuk mengetahui tata letak material pada Gudang Material Kemasan dan Dus PT. Dwi Prima Rezeky saat ini.
- Untuk mengetahui usulan rancangan perbaikan tata letak Gudang Material Kemasan dan Dus menggunakan metode *class-based storage* pada PT. Dwi Prima Rezeky serta kelebihannya dibandingkan dengan tata letak gudang saat ini.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gudang

Dalam suatu perusahaan, gudang merupakan tempat atau ruangan untuk menyimpan persediaan bahan mentah maupun barang jadi (produk) sebelum dijual atau didistribusikan kepada pelanggan atau distributor. Menurut Warman (2010), gudang adalah bangunan yang digunakan untuk menyimpan barang. Barang-barang yang disimpan

di dalam gudang dapat berupa bahan baku, barang setengah jadi, suku cadang, atau barang dalam proses yang disiapkan untuk diserap oleh proses produksi.

B. Jenis-Jenis Gudang

Berdasarkan jenis barangnya, terdapat beberapa jenis gudang menurut Purnomo (2004), yaitu:

1. Gudang bahan baku.
2. Gudang komponen/ suku cadang/ barang dalam proses.
3. Gudang *finished goods*.
4. Gudang pemasok kantor.
5. Gudang peralatan

C. Kebijakan Penempatan Barang

Menurut Heragu (2008), ada empat macam metode atau kebijakan penempatan material, yaitu:

1. Dedicated Storage

Pada metode ini, setiap produk ditempatkan pada suatu lokasi penyimpanan yang tetap. Metode ini memiliki utilisasi ruang rendah, karena tempat yang disediakan untuk setiap produk tidak dapat digunakan untuk produk lain.

2. Randomized Storage

Metode ini mengatasi kekurangan dari metode *Dedicated Storage*, yaitu utilisasi ruang yang rendah. Pada metode ini tidak ada penempatan lokasi di khususkan untuk suatu produk sehingga barang yang datang ditempatkan di sembarang tempat yang terdekat dengan pintu keluar masuk gudang.

3. Class-Based Storage

Metode ini merupakan gabungan dari *Dedicated Storage* dan *Randomized Storage*. Pada metode ini, produk dibagi menjadi beberapa kelas. Jika pembagiannya sama dengan produk, maka menjadi metode *Dedicated Storage*. Tetapi jika hanya dibagi ke dalam satu kelas, maka menjadi metode *Randomized Storage*.

4. Shared Storage

Metode ini digunakan untuk mengatasi *Dedicated Storage* dan *Randomized Storage* dengan mengenali dan memanfaatkan perbedaan lama waktu penyimpanan pada *pallet* tertentu yang menetap di gudang. Dalam penerapannya, sebelumnya diharuskan untuk mengetahui kapan produk masuk dan kapan keluar, sehingga lokasi penyimpanan produk dapat disesuaikan.

D. Class-Based Storage

Menurut Petersen (1997), *Class Based Storage* merupakan kebijakan penyimpanan yang membagi jadi tiga kelas A, B, dan C berdasarkan pada hukum pareto dengan memperhatikan level aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) dalam gudang, yaitu item kelas A 80% aktivitas (S/R) yang merepresentasikan 20% dari total item, untuk item kelas B adalah 15% aktivitas (S/R) yang mewakili 30% dari seluruh item, maka untuk item kelas C dengan 5% aktivitas S/R yang mewakili 50% dari total item yang ada. Koster *et al* (2006) menyarankan seharusnya pada setiap *aisle* (jalan lintasan) hanya berisi satu tipe kelas, yang dihasilkan dalam *with-in aisle storage*. Selain itu untuk membandingkan berbagai kebijakan tugas penyimpanan untuk layout gudang dengan beberapa lintasan *across aisle*.

Keuntungan dari penggunaan *Class-Based Storage* yaitu barang yang bersifat *fast moving* dapat disimpan pada lokasi yang dekat dengan pintu keluar-masuk. Selain itu penggunaan *Class-Based Storage* cukup mudah untuk diimplementasikan, dapat mempermudah dalam pengenalan identitas barang, dan dapat dengan mudah diubah pengaturannya apabila terjadi perubahan frekuensi pengambilan barang.

E. Sistem Penyimpanan Barang

1. Ground Storage

Ground storage merupakan salah satu sistem penyimpanan dimana barang disimpan maupun ditumpuk langsung di atas lantai. Menurut Hakim (2018) terdapat dua metode penyimpanan dengan menggunakan *ground storage*, antara lain:

a. Ground Block Storage

Ground block storage merupakan penyimpanan dimana barang disusun sedemikian rupa ke dalam suatu blok. Utilitas penggunaan ruang dapat optimal menggunakan cara ini, tetapi hanya barang pada baris pertama yang dapat diakses. Untuk mengambil barang pada baris-baris selanjutnya perlu mengeluarkan barang pada barisan sebelumnya. Oleh karena itu, penerapan sistem ini hanya cocok menggunakan aturan *LIFO* (*Last In First Out*).

b. Ground Line Storage

Ground line storage merupakan penyimpanan yg mirip dengan *ground block storage*, hanya saja pada metode ini diberikan gang-gang sehingga dapat memudahkan akses barang yang disimpan.

2. Racking Storage

Menurut Tompkins (1996:237), ada beberapa jenis rak antara lain:

- a. *Pallet rack*, *Pallet rack* adalah model penyimpanan *pallet* paling umum digunakan dan didesain untuk penggunaan alat bantu penyimpanan standar dengan kedalaman rak yang hanya memuat satu kedalaman saja

atau barang tidak tertutup oleh barang yang ada didepannya dalam rak. Pada umumnya, *pallet rack* terdiri dari tiang penyangga yang tegak lurus dan sepasang penyangga *pallet*. Dalam satu ruang penyimpanan pada rak biasanya mampu menyimpan *pallet* yang diletakkan berdampingan. Ketika penyimpanan dan pengambilan dipindahkan dengan *forklift*, harus diberikan kelonggaran sebesar 4 inchi ($\pm 10\text{cm}$) antara penyangga tegak lurus dengan muatan dan 4 inchi diantara muatan. Sedangkan untuk kelonggaran operasi dari atas muatan dan tiang penyangga tegak lurus dan 4 inchi ($\pm 10\text{cm}$). Kelonggaran dasar ini memberikan operator *forklift* kemudahan manuver dan menghindari benturan yang terjadi antar muatan dengan muatan lain atau benturan antar muatan dan rak. Ketinggian keseluruhan dari rak harus kompatibel dengan ketinggian maksimum yang dicapai oleh peralatan penyimpanan.

- b. *Container rack*, Bila barang yang disimpan berukuran kecil dengan menggunakan *standard pallet* seringkali menghasilkan ruang penyimpanan yang boros. Sehingga muncul *container rack* yang diterapkan sebagai solusi penyimpanan barang berukuran kecil.
- c. *Drive in/drive through pallet rack*, Pada *drive in pallet rack*, barang yang disimpan dan diambil hanya melalui satu sisi saja, sehingga memungkinkan penggunaan metode LIFO. Sedangkan pada *drive-through pallet rack*, pengambilan dan penyimpanan barang dapat dilakukan melalui sisi yang berbeda, sehingga memungkinkan penerapan FIFO. Tipe ini memungkinkan penyimpanan barang dengan tingkat kepadatan yang tinggi. Barang yang disimpan di rak tidak bisa diambil melalui sisi rak.
- d. *Cantilever rack*, *Cantilever rack* memiliki fungsi menyimpan barang yang berukuran panjang seperti contohnya adalah pipa. *Cantilever rack* memiliki tiang penyangga yang berada ditengah untuk mendukung lengan penahan beban
- e. *High bay racking*, *High bay racking* adalah sistem pada tempat penyimpanan yang memiliki tinggi rak lebih dari 12 meter.
- f. *Push-back racking*, *Push-back racking* merupakan sistem penyimpanan yang memperbolehkan *pallet* didorong oleh *pallet* yang ada dibelakangnya. Dibutuhkan *pallet* yang memiliki roda dan sistem ini cocok untuk metode LIFO.

F. Tata Letak Gudang

Menurut Heizer dan Render (2009), tata letak gudang adalah sebuah desain untuk meminimalkan biaya dengan mencari panduan terbaik antara luas ruang dan bahan. Tata letak gudang harus dirancang dengan memperhitungkan kecepatan gerak barang. Barang yang bergerak cepat lebih baik diletakkan dekat dengan tempat pengambilan barang, sehingga mengurangi seringnya gerakan bolak-balik. Dalam gudang penyimpanan faktor yang berpengaruh sangat besar terhadap penanganan barang ialah letak dan desain gedung dimana barang itu disimpan. Tata letak gudang yang efektif merupakan tata letak yang dapat memaksimalkan penggunaan ruang dan juga meminimalkan kerusakan barang dalam gudang.

G. Tujuan Tata Letak Gudang

Adanya pengaturan tata letak gudang yang baik bertujuan untuk:

1. Memaksimalkan penggunaan ruang (utilitas ruang)
2. Memaksimalkan penggunaan peralatan (*material handling tools*)
3. Memaksimalkan penggunaan tenaga kerja
4. Memaksimalkan atau mempermudah akses ke seluruh barang yang ada di gudang
5. Memaksimalkan perlindungan barang yang ada di Gudang

H. Perancangan Tata Letak Gudang

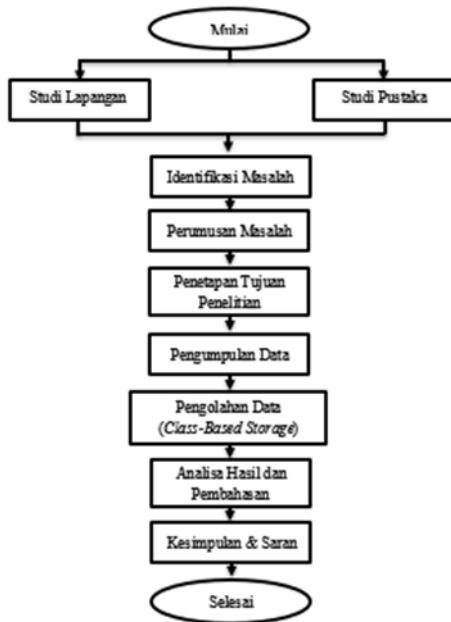
Heizer dan Render (2009), mengatakan dalam semua kasus, desain tata letak harus mempertimbangkan bagaimana untuk dapat mencapai:

1. Utilitas ruang, peralatan, dan orang yang lebih tinggi.
2. Aliran informasi, barang, atau orang yang lebih baik.
3. Moral karyawan yang lebih baik, juga kondisi lingkungan kerja yang lebih aman.
4. Interaksi dengan pelanggan yang lebih baik.
5. Fleksibilitas (bagaimanapun kondisi tata letak yang ada sekarang, tata letak tersebut perlu diubah).

Secara umum, dalam menentukan tata letak produk ini dilakukan beberapa langkah, yaitu:

1. Perhitungan kapasitas area di gudang.
2. Pengklasifikasian produk berdasarkan *customer*.
3. Perhitungan kebutuhan area untuk masing-masing item.
4. Penentuan urutan moving untuk masing-masing area.
5. Penentuan tata letak.

III. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 2 Flowchart Metodologi Penelitian

A. Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis, adapun langkah pengolahan data untuk metode *class-based storage* dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Utilitas Penggunaan Ruang dari Tata Letak Awal Gudang

Utilitas ruang dihitung untuk mengetahui seberapa maksimal suatu ruangan telah terpakai. Menurut Hakim (2018) perhitungan utilitas ruang dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Utilitas Ruang} = \frac{\text{Luas total area}}{\text{Luas ruang gudang}} \times 100\% \quad [1]$$

2. Perhitungan *Throughput*

Perhitungan ini dilakukan untuk mengetahui frekuensi perpindahan tiap material selama periode yang diteliti. Perhitungan *throughput* dilakukan berdasarkan frekuensi aktivitas penerimaan dan pengeluaran material pada gudang rata-rata pada periode penelitian. Rumus yang digunakan yaitu:

$$T = \frac{\text{Total aktivitas penerimaan}}{\text{Jumlah periode penelitian}} + \frac{\text{Total aktivitas pengiriman}}{\text{Jumlah periode penelitian}} \quad [2]$$

3. Konversi satuan material

Karena satuan material-material dalam gudang bebeda-beda (ikat, box, kantong, dll), maka dilakukan konversi satuan material ke dalam satuan *pallet*. Tahap ini dilakukan ke tiap-tiap material dalam gudang menggunakan data dari hasil perhitungan *throughput* keluar-masuk barang dengan rumus:

$$\text{Material A per pallet} = \frac{(\text{Throughput material A} : \text{jml material per satuan})}{\text{jml material per pallet}} \quad [3]$$

4. Pengurutan kelas berdasarkan *Class-Based Storage*

Tahap ini dilakukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membagi *stock keeping unit* (SKU) ke dalam kelas, dengan menggunakan analisa ABC (pareto).
- Menentukan jumlah lokasi penyimpanan yang dibutuhkan untuk setiap kelas oleh setiap material.
- Menentukan tipe wilayah kelas.

5. Perancangan rak

Pada tahap ini dilakukan perhitungan dimensi dari rak agar cocok dengan *material handling tools* yang digunakan oleh gudang. Tahap ini menghitung:

- Panjang.
- Lebar rak.
- Tinggi rak.

6. Penentuan lebar gang

Penentuan lebar tiap gang pada gudang didasarkan pada luasan area yang dibutuhkan alat angkut (*material handling tools*) yang digunakan untuk bermanuver dan toleransi jarak yang ditetapkan oleh perusahaan.

7. Perancangan tata letak

Pada tahap ini, rancangan rak yang telah dibuat di susun ke tata letak gudang dengan mempertimbangkan lebar gang yang diperlukan. Kemudian dilakukan penugasan dari setiap material yang telah dibagi kelasnya dan selanjutnya dilakukan penggambaran usulan tata letak gudang material kemasan dan dus.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengolahan Data

1. Perhitungan Utilitas Ruang Tata Letak Gudang Awal

Diketahui dimensi gudang yaitu 40m x 25m x 10m dengan luas keseluruhan lantai bangunan sebesar 1000m² dan volume ruangan gudang sebesar 10.000m³. Terdapat empat area penyimpanan yaitu blok A, B, C, dan D dengan total luas keseluruhan lantai area sebesar 763,5m². Ukuran luas, volume dan kapasitas penyimpanan tiap area dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2 Luas, Volume dan Kapasitas Penyimpanan Awal Gudang

Area	Luas Area Terpakai m ²	Volume Area Terpakai m ³	Kapasitas Penyimpanan (pallet)
A	229,5	615,12	153
B	156	411,84	100
C	143	382,8	88
D	235	628,32	148
TOTAL	763,5	2038,08	489

Berdasarkan tabel di atas, luas area terpakai merupakan total luas keseluruhan area lantai gudang yang terpakai yang hanya memanfaatkan panjang dan lebar bangunan untuk tempat penyimpanan tanpa mempertimbangkan tinggi bangunan. Sedangkan untuk penggunaan menerapkan fasilitas penyimpanan berupa rak tidak hanya memanfaatkan panjang dan lebar bangunan tapi juga memanfaatkan tinggi dari bangunan sebagai tempat penyimpanan. Volume area terpakai dihitung menggunakan rumus volume balok yaitu p x l x t dengan tinggi yang berasal dari ketinggian material tertinggi pada Lampiran 3 yaitu material Tutup Prestone 4 Liter setinggi 2,52m ditambah dengan tinggi *pallet* yang digunakan yaitu sebesar 0,12m.

Berdasarkan luas area terpakai untuk penyimpanan saat ini, maka menghasilkan utilitas ruang sebesar:

$$\text{Utilitas Ruang} = \frac{\text{Luas total area}}{\text{Luas ruang gudang}} \times 100\% = \frac{763,5\text{m}^2}{1000\text{m}^2} \times 100\% = 76,35\% = 76\% \quad [1]$$

Sedangkan berdasarkan volume area terpakai untuk penyimpanan saat ini, maka menghasilkan utilitas ruang sebesar:

$$\text{Utilitas Ruang} = \frac{\text{Volume total area}}{\text{Volume ruang gudang}} \times 100\% = \frac{2038,08\text{m}^3}{10000\text{m}^3} \times 100\% = 20,38\% = 20\% \quad [1]$$

Berdasarkan perhitungan di atas, perhitungan menggunakan luas area terpakai menghasilkan utilitas ruang sebesar 76%, sedangkan perhitungan menggunakan volume area terpakai menghasilkan utilitas sebesar 20%.

2. Perhitungan *Throughput*

Throughput digunakan sebagai ukuran jumlah banyaknya penyimpanan dan pengambilan material pada gudang pada tiap periode waktu. Frekuensi perpindahan material dihitung berdasarkan seringnya material yang keluar-masuk gudang. Aktivitas penyimpanan dan pengambilan material digunakan untuk menghitung *throughput*. Sebagai contoh perhitungan digunakan data aktivitas penyimpanan material Box Prestone 1 Liter. Jumlah material yang masuk ke gudang mulai dari bulan Desember 2021 sampai dengan Februari 2022 sebanyak 5.003pcs. Perhitungan jumlah material yang keluar dari gudang mulai dari bulan Desember 2021 sampai dengan Februari 2022 yaitu sebanyak 2.323pcs. Selanjutnya perhitungan *throughput* keluar-masuk material dihitung menggunakan rumus:

$$T = \frac{\text{Total aktivitas penerimaan}}{\text{Jumlah periode penelitian}} + \frac{\text{Total aktivitas pengiriman}}{\text{Jumlah periode penelitian}} \quad [2]$$

$$T = \frac{5003}{3} + \frac{2323}{3} = 1667,67 + 774,33 = 2442 \text{ pcs} \quad [2]$$

Berdasarkan perhitungan di atas, aktivitas *throughput* keluar-masuk barang untuk material Box Prestone 1 Liter perbulannya yaitu sebanyak 2.442pcs.

3. Konversi Satuan Material

Karena satuan material-material dalam gudang bebeda-beda (ikat, *box*, kantong, dll), maka dilakukan konversi satuan material ke dalam satuan *pallet*. Tahap ini dilakukan ke tiap-tiap material dalam gudang menggunakan hasil perhitungan *throughput* keluar-masuk barang. Sebagai contoh dilakukan konversi satuan material pada material Box Prestone 1 Liter dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Material A per pallet} = \frac{(\text{Throughput material A} : \text{Jml material per satuan})}{\text{Jml material per pallet}} \quad [3]$$

$$\text{Box Prestone 1 Liter per pallet} = \frac{(2.442 : 20 \text{ pcs/ikat})}{50 \text{ ikat/pallet}} = \frac{122,1}{50} = 2,442 = 3 \text{ pallet} \quad [3]$$

Setelah dilakukan konversi satuan, maka didapat *throughput* keluar-masuk Box Prestone 1 Liter sebanyak 2.442 *pallet*. Kemudian dilakukan pembulatan keatas yang menjadikan *throughput* keluar-masuk Box Prestone 1 Liter sebanyak 3 *pallet*. Pembulatan keatas dilakukan karena tiap *pallet* memiliki jumlah maksimum material yang dapat ditampung. Apabila *pallet* telah terisi dengan jumlah yang telah ditentukan namun terdapat material lebih yang jumlahnya tidak sampai satu *pallet* maka material tersebut akan diletakkan dan dihitung menjadi satu *pallet*.

4. Pengurutan Kelas Berdasarkan Class-Based Storage

Tahap ini dilakukan dengan melakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- Membagi *stock keeping unit* (SKU) ke dalam kelas, dengan menggunakan analisa ABC (pareto), serta dengan memperhatikan level aktivitas *storage* dan *retrieval* (S/R) dalam gudang, yaitu item kelas A 80% aktivitas (S/R) yang merepresentasikan 20% dari total item, untuk item kelas B adalah 15% aktivitas (S/R) yang mewakili 30% dari seluruh item, maka untuk item kelas C dengan 5% aktivitas S/R yang mewakili 50% dari total item yang ada (Petersen, 1997). Nilai persentase didapatkan dari total *throughput* material dibagi dengan total *throughput* seluruh material kemudian diubah kedalam bentuk persen. Contoh pada material jenis Dus dan Partisi yaitu Box Prestone 1 Liter, total memiliki *throughput* sebesar 3 *pallet* dan total *throughput* seluruh material sebesar 265 *pallet*, maka perhitungannya yaitu:

$$\text{Percentase Box Prestone 1 Liter} = \frac{3}{265} \times 100\% = 1,13\% \quad [4]$$

Setelah didapatkan nilai persentase dari seluruh material, selanjutnya dilakukan perhitungan total persentase sesuai dengan pembagian kelas.

- Menentukan jumlah lokasi penyimpanan yang dibutuhkan untuk setiap kelas oleh setiap material. Kebutuhan lokasi *pallet* barang ditentukan berdasarkan jumlah stok material tertinggi pada periode penelitian. Berdasarkan data stok tertinggi barang bulan Desember 2021 sampai dengan Februari 2022 yang ada pada Lampiran 5, jumlah stok tertinggi terdapat pada bulan Februari 2022 yaitu sebanyak 566 *pallet*. Maka dari itu, data stok tertinggi material pada bulan Februari 2022 digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah lokasi penyimpanan.
- Menentukan tipe wilayah kelas dengan menugaskan tiap kelas ke dalam lokasi penyimpanan, memprioritaskan barang berdasarkan tingkat pengambilan barang. Pada tahap ini jumlah lokasi penyimpanan yang telah ditentukan sebelumnya diatur berdasarkan kelasnya menggunakan analisa ABC yang telah dilakukan.

5. Perancangan Rak

Beberapa faktor yang mempengaruhi usulan desain rak antara lain:

a. Material Handling Tools

Material handling tools yang digunakan untuk kegiatan operasional gudang yaitu *handlift* dan *forklift*. Diasumsikan beban terberat material yang disimpan pada gudang per-pallet tidak lebih dari 1ton karena selama ini kegiatan operasional dalam gudang hanya menggunakan *handlift* yang berkapasitas 1 ton. *Forklift* yang digunakan berkapasitas angkut 3ton dan memiliki dimensi 4,43m x 1,225m x 2,115m dengan jangkauan angkut maksimal 3m. *Forklift* jenis ini mampu menjangkau ketinggian, hanya saja membutuhkan ruang yang cukup banyak untuk bermanuver. Maka dari itu, penulis mengusulkan penambahan *material handling tools* jenis *Semi Electric Stacker* model MPT 011.

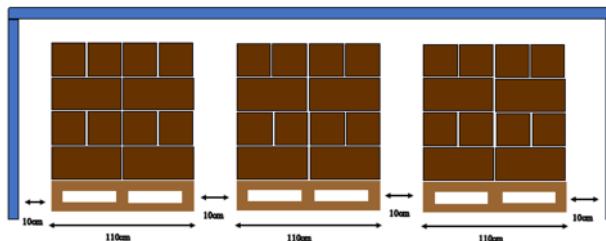
Semi Electric Stacker model MPT 011 berkapasitas angkut sebesar 1,5ton dengan tinggi jangkauan maksimal 3,5m, memiliki panjang garpu 1m, minimal radius putar 1,45m dan dimensi 1,66m x 0,93m x 2,33m dengan bahan bakar listrik. Penggunaan *material handling tools* jenis ini memiliki beberapa manfaat seperti dapat menjangkau area tinggi dan dimensinya yang lebih ramping dibandingkan *forklift diesel* dan lebih ramah lingkungan karena menggunakan bahan bakar listrik

b. Dimensi material dan dimensi pallet

Material yang disimpan disusun di atas palet membentuk balok dengan dimensi beragam. Berdasarkan pengukuran, material terpanjang 1,10m, material terlebar 1,10m dan material tertinggi 2,52m. Tiap material disusun di atas palet sehingga tinggi material menjadi 2,64m. Dimensi *pallet* yang digunakan oleh PT Dwi Prima Rezeky yaitu 1m x 1m x 0,12m. Pada perancangan rak tidak menghitung struktur rancangan rak dan bahan untuk membuat rak.

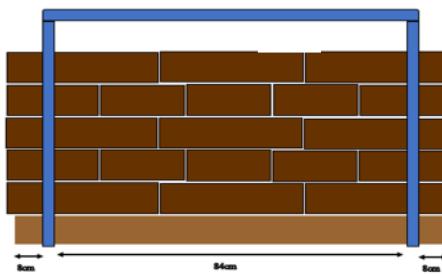
Perhitungan dimensi rak adalah sebagai berikut:

- Panjang rak yang ditentukan oleh banyaknya *pallet* yang ditempatkan dalam satu *slot* rak. Pada *slot* rak agar mampu menampung *pallet* dan menghindari kerusakan material maka perlu diberikan jarak toleransi antar muatan dengan muatan dan muatan dengan tiang penyanga sebesar 4 inch atau sekitar 10cm. Dalam dimensi panjang rak terdapat dimensi *centerline to centerline*, yaitu dimensi dari titik tengah tiang penyanga rak menuju titik tengah tiang penyanga rak lainnya. Diasumsikan tebal tiang penyanga sebesar 10cm. Gambar berikut menunjukkan rancangan panjang rak penyimpanan yang telah diberikan jarak toleransi.



Gambar 3 Rancangan Panjang Rak Tampak Depan

- Lebar rak ditentukan oleh lebar *pallet* dikurangi jarak toleransi untuk memudahkan penyimpanan dan pengambilan barang. Menurut Tompkins dan Smith (1990), dalam menentukan lebar rak perlu adanya pengurangan sisi minimal 6 inch dengan masing-masing sisi 3 inch (8 cm). Pengurangan sisi atau jarak toleransi ini bertujuan untuk meminimalisir kecelakaan dan kesalahan peletakan *pallet* pada rak. Untuk rancangan rak pada gudang akan diberikan toleransi jarak sebesar 8cm tiap sisinya sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Lebar *pallet* yang digunakan oleh PT Dwi Prima Rezeky yaitu 1m, maka dari itu lebar setiap rak penyimpanan sebesar 0,84m. Gambar berikut merupakan rancangan lebar rak penyimpanan yang telah diberikan jarak toleransi.



Gambar 4 Rancangan Lebar Rak

- Tinggi rak ditentukan oleh tinggi *pallet* yang berisi muatan dan toleransi jarak yang diberikan ke papan penyanga vertikal. Jarak toleransi yang diberikan yaitu 4 inch (10cm). Rak yang dirancang merupakan rak dua level dengan satu *stack*. Hal ini dikarenakan *material handling tools* jenis *semi electric stacker* model MPT 011 hanya mampu menjangkau ketinggian 3,5m dan total tinggi material pada *pallet* yang telah disusun pada rak dua level yaitu kurang lebih setinggi 5,5m yang mana tidak memungkinkan untuk penggunaan rak tiga level.



Gambar 5 Tinggi Rancangan Rak 2 Level Penyimpanan Dengan 1 Stack

6. Penentuan Lebar Gang

Gang merupakan jalur yang dipakai sebagai jalan bagi *material handling tools* dan karyawan. Secara umum terdapat dua jenis gang. Gang pertama disebut dengan gang utama yang biasanya berada pada jalur utama gudang. Gang kedua disebut gang dalam yang terdapat di antara area-area penyimpanan material. Penentuan lebar kedua

gang tersebut tergantung pada *material handling tools* yang digunakan. Pada Gudang Material Kemasan dan Dus saat ini menggunakan *material handling tools* jenis *handlift* dan *forklift*, sehingga lebar gang ditentukan dengan luas area yang dibutuhkan *handlift* dan *forklift* untuk bermanuver. Karena penggunaan *handlift* kurang sesuai dengan sistem rak karena tidak dapat menjangkau area tinggi, dan dimensi *handlift* sendiri tidak lebih besar dari *forklift* maka lebar gang akan ditentukan dengan *material handling tools* *forklift*. Menurut keterangan Kepala Gudang, perusahaan memberikan *allowance* pada lebar gang sebesar 10%. Berdasarkan spesifikasi *forklift* yang digunakan gudang saat ini pada sub bab pengumpulan data, *forklift* memiliki panjang 2,73m dan lebar 1,225m, serta panjang garpu yaitu 1,7m. Sehingga panjang keseluruhan *forklift* sebesar 4,43m dengan jangkauan tinggi maksimal yaitu 3m. Dimensi terpanjang *forklift* dihitung menggunakan rumus:

$$d = \sqrt{p^2 + l^2} [5]$$

$$d = \sqrt{4,43^2 + 1,225^2} = \sqrt{19,6249 + 1,500625} = \sqrt{21,125525} = 4,596$$
[5]

Berdasarkan perhitungan diatas, diketahui dimensi terpanjang *forklift* yang digunakan gudang saat ini adalah 4,596m. Selanjutnya dilakukan perhitungan *allowance* dan lebar gang sebagai berikut:

$$\text{Allowance} = 10\% \times 4,596 = 0,4596$$

$$\text{Lebar gang} = 4,596 + 0,4596 = 5,0556 = 5,1m$$

Berdasarkan perhitungan lebar gang, maka didapatkan ukuran 5,1m untuk *forklift* yang digunakan gudang saat ini.

Sebagai usulan, *semi electric stacker* model MPT 011 juga perlu dihitung dimensi terpanjang, *allowance*, dan lebar gang yang diperlukannya. Sebelumnya telah dibahas bahwa *semi electric stacker* MPT 011 memiliki panjang 1,66m, dan lebar 0,93m serta panjang garpu 1m sehingga panjang keseluruhan *semi electric stacker* sebesar 2,66m dengan tinggi jangkauan maksimum 3,5m. Dimensi terpanjang *semi electric stacker* adalah sebagai berikut:

$$d = \sqrt{2,66^2 + 0,93^2} = \sqrt{7,0756 + 0,8649} = \sqrt{7,9405} = 2,817$$
[5]

Kemudian dilakukan perhitungan *allowance* dan lebar gang sebagai berikut:

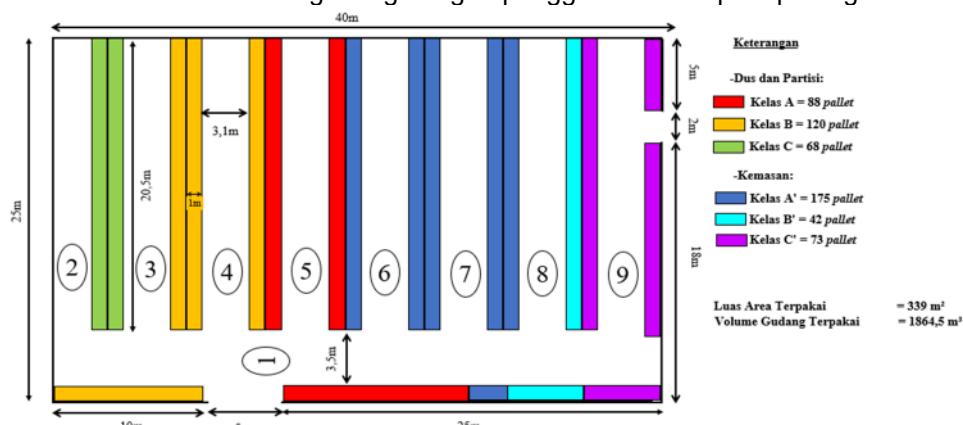
$$\text{Allowance} = 10\% \times 2,817 = 0,2817$$

$$\text{Lebar gang} = 2,817 + 0,2817 = 3,0987 = 3,1m$$

Berdasarkan perhitungan lebar gang maka didapat ukuran 3,1m untuk *semi electric stacker* MPT 011 sebagai usulan *material handling tools*.

7. Perancangan Tata Letak

Setelah diketahui dimensi ruang gudang sebesar 40m x 25m x 10m, banyaknya kebutuhan tempat penyimpanan sebanyak 566 *pallet*, pembagian kelas dan kebutuhan area berdasarkan *class-based storage* menjadi 6 kelas yaitu 3 kelas Kemasan dan 3 kelas Dus dan Partisi, perencanaan panjang rak dengan memperhatikan jenis material terpanjang pada *pallet* dan kelonggaran sebesar 10cm pada sisi kanan dan kirinya, lebar rak dengan memperhatikan lebar *pallet* dan pengurangan sisi sebesar 8cm tiap sisinya, hasil perhitungan lebar gang berdasarkan *material handling tools* jenis *semi electric stacker* MPT 011 yang telah diberi kelonggaran 10% sebesar 3,1m, kemudian dilakukan penggambaran desain tata letak gudang dengan penggambaran seperti pada gambar berikut ini:



Gambar 6 Rancangan Tata Letak Gudang Material Kemasan dan Dus

Berikut merupakan penjelasan dari rancangan tata letak Gudang Material Kemasan dan Dus.

1. Rancangan tata letak gudang menggunakan *material handling tools* jenis *semi electric stacker* model MPT 011.
2. Terdapat 18 buah rak dengan masing-masing rak memiliki dua level penyimpanan.
3. Maksimal penyimpanan tiap rak berbeda-beda, 14 rak mampu menampung 34 *pallet*, 1 rak dapat menampung 8 *pallet*, 1 rak dapat menampung 24 *pallet*, 1 rak dapat menampung 40 *pallet*, dan 1 rak lainnya dapat menampung 18 *pallet*. Sehingga gudang dapat menampung total material sebanyak 566 *pallet*.
4. Panjang tiap rak berbeda-beda, 14 rak memiliki panjang 20,5m kemudian 1 rak dengan panjang 4,9m, 1 rak dengan panjang 13,3m, 1 rak dengan panjang 9,7m dan 1 rak lainnya dengan panjang 24,1m.
5. Lebar tiap rak sama yaitu sebesar 1m.
6. Tinggi tiang penyangga rak yaitu 2,8m dan tinggi maksimal rak setelah ditempati material sebesar 5,5m.
7. Terdapat 9 gang, nomor 1 merupakan gang utama dengan lebar 3,5m dan nomor 2 sampai dengan 9 merupakan gang dalam dengan lebar 3,1m.

B. Analisa Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan selanjutnya dilakukan analisa dan pembahasan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan sebagai berikut.

a. Tata Letak Awal Gudang

Tata letak awal gudang yang berdimensi 40m x 25m x 10m memiliki 4 area penyimpanan (blok) yaitu blok A, B, C, dan D dimana blok A dan D merupakan blok terdekat dengan pintu keluar-masuk gudang. Pada tata letak awal gudang tidak menggunakan fasilitas penyimpanan berupa rak. Berdasarkan perhitungan, total luas area terpakai gudang sebesar 763,5m² dan utilitas ruang jika dilihat dari luas area terpakai sebesar 76%. Total volume area terpakai gudang yaitu sebesar 2038,08m³ dengan utilitas ruang jika dilihat dari volume area terpakai sebesar 20%. Material ditata dengan cara ditumpuk di atas *pallet* diletakkan di atas lantai. Pada beberapa material, *pallet* yang berisi material ditumpuk secara langsung dengan tujuan menghemat ruang gudang. Kapasitas penyimpanan *pallet* pada gudang yaitu sebanyak 489*pallet*. *Material handling tools* yang digunakan untuk kegiatan operasional dalam gudang yaitu satu unit *handlift* berkapasitas angkut 1ton yang tidak dapat menjangkau area tinggi. Sedangkan untuk menumpuk *pallet* dan pengambilan *pallet* pintu keluar masuk gudang ke area produksi menggunakan *forklift diesel* merek Hercules yang berkapasitas angkut 3ton dan dapat menjangkau tinggi 3m. Tidak ada pembagian penempatan material berdasarkan kecepatan geraknya sehingga material akan diletakkan dimanapun selama area tersebut terdapat ruang kosong. Proses peletakan dan pengambilan material dirasa kurang efektif karena dalam pengambilan material operator harus mengeluarkan satu-persatu *pallet* material untuk mengambil material yang lebih dulu masuk.

b. Tata Letak Menggunakan Class-Based Storage

Salah satu permasalahan yang terjadi pada gudang saat ini yaitu kurangnya tempat penyimpanan akibat kurangnya pemanfaatan tinggi gudang sebagai tempat penyimpanan. Hal tersebut dikarenakan kurangnya *material handling tools* yang digunakan untuk kegiatan operasional gudang. Selain itu sangat terbatasnya jarak antar kolom pada tiap area menyebabkan sulitnya pengambilan material menggunakan sistem FIFO. Penempatan material pada gudang pun masih bersifat acak, dimana material sering kali disusun berlawanan jenis sehingga dapat menyulitkan dalam pencarian material. Solusi untuk permasalahan tersebut adalah dengan mengusulkan tata letak baru dan penggunaan fasilitas penyimpanan baru yaitu penggunaan rak penyimpanan. Penggunaan rak penyimpanan ini dapat menimbulkan resiko material jatuh akibat penumpukan *pallet* secara langsung dan dapat meningkatkan kapasitas penyimpanan material. Akan tetapi penggunaan rak penyimpanan juga dapat menurunkan utilitas penggunaan ruang karena besarnya area yang akan terpakai yang digunakan untuk jalan *material handling tools*.

Rancangan tata letak gudang dirancang dengan menggunakan metode *class-based storage* tipe *within aisle*. Pada usulan ini ditetapkan 6 kelas dari 2 jenis material, 3 kelas merupakan jenis material Dus dan Partisi yang diberi nama kelas A, B, C, dan 3 kelas lainnya merupakan jenis material Kemasan yang diberi nama kelas A', B', dan C'. Kelas A dan A' diisi oleh material dengan frekuensi perpindahan paling tinggi sehingga sebisa mungkin diletakkan dekat dengan pintu keluar masuk. Dengan penggunaan *class-based storage*, material akan terlihat lebih rapi karena disusun berdasarkan kelompok materialnya. Selain itu, penggunaan *class-based storage* juga dapat mempermudah pencarian material karena posisi material telah ditentukan sebelumnya.

Dari hasil penggambaran dan perhitungan desain rak berdasarkan tinggi maksimal material, lebar *pallet* material, panjang dari material terpanjang, dan lebar gang yang telah ditentukan berdasarkan usulan *material handling tools* dan kelonggaran yang ditentukan oleh perusahaan, maka didapat 5 jenis rak dengan 2 level penyimpanan dan 1 *stack* rak dengan dimensi yang berbeda. Rak pertama memiliki dimensi 20,5m x 1m x 2,8m yang dapat menyimpan 17 *pallet* dalam satu level rak penyimpanannya. Rak kedua memiliki dimensi 24,1m x 1m x 2,8m yang dapat menyimpan 20 *pallet* material dalam satu level rak penyimpanan materialnya. Rak ketiga memiliki dimensi 13,3m x 1m x 2,8m yang dapat menyimpan 11 *pallet* material dalam satu level rak penyimpanannya. Rak keempat memiliki dimensi 9,7m x 1m x 2,8m yang mampu menyimpan 8 *pallet* material dalam satu level rak penyimpanannya. Rak kelima memiliki dimensi 4,9m x 1m x 2,8m yang dapat menyimpan sebanyak 4 *pallet* material dalam satu level rak penyimpanannya. Sehingga total kapasitas penyimpanan gudang menggunakan rak 2 level yaitu sebanyak 566

pallet. Selanjutnya dilakukan perhitungan utilitas ruang menggunakan luas dan volume area terpakai untuk mengetahui seberapa besar perbedaan utilitas ruang sebelum dan setelah menggunakan fasilitas penyimpanan rak. Utilitas ruang rancangan tata letak berdasarkan luas area terpakai:

$$\begin{aligned} \text{Luas area terpakai} &= ((20,5 \times 1) \times 14) + (4,9 \times 1) + (9,7 \times 1) \\ &\quad + (13,3 \times 1) + (24,1 \times 1) \\ &= 339 \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Utilitas ruang} = \frac{339}{1000} = 0,339 = 34\%$$

Utilitas ruang rancangan tata letak berdasarkan volume area terpakai:

$$\begin{aligned} \text{Volume area terpakai} &= ((20,5 \times 1 \times 5,5) \times 14) + (4,9 \times 1 \times 5,5) + (9,7 \times 1 \times 5,5) \\ &\quad + (13,3 \times 1 \times 5,5) + (24,1 \times 1 \times 5,5) \\ &= 1864,5 \text{m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Utilitas ruang} = \frac{1864,5}{10000} = 0,18645 = 19\%$$

Penggunaan *racking system* berpengaruh pada utilitas ruang gudang dan banyaknya kapasitas penyimpanan gudang yang dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Perbandingan Kapasitas dan Utilitas Ruang Gudang

Sistem Penyimpanan	Luas Area Penyimpanan	Utilitas Ruang	Volume Area Penyimpanan	Utilitas Ruang	Kapasitas Penyimpanan
Gudang Awal	763,5	76%	2038,08	20%	489
Rancangan	339	34%	1864,5	19%	566

Berdasarkan tabel diatas, diketahui penyimpanan gudang awal menggunakan luas area penyimpanan memberikan utilitas ruang gudang sebesar 76% sedangkan pada rancangan gudang dengan menggunakan luas area penyimpanan memberikan utilitas ruang sebesar 34%. Utilitas ruang berdasarkan luas area penyimpanannya setelah menggunakan *racking system* menurun cukup jauh yaitu sebesar 42%. Penyimpanan gudang awal menggunakan volume area penyimpanan memberikan utilitas ruang sebesar 20% sedangkan pada rancangan gudang memberikan utilitas ruang sebesar 19% yang berarti mengalami penurunan utilitas ruang sebesar 1%. Hal ini disebabkan banyaknya area gudang yang dialokasikan sebagai jalan bagi *material handling tools*. Walaupun nilai utilitas ruang cenderung menurun, tetapi penggunaan *racking system* juga memberikan manfaat atau keuntungan bagi gudang. Keuntungan yang pertama yaitu kapasitas gudang yang meningkat, dari semula sebesar 489 *pallet* setelah menggunakan *racking system* meningkat menjadi 566 *pallet*. Selain itu, penggunaan *racking system* membuat penataan *pallet* material terlihat lebih rapi karena hanya terdapat satu baris penyimpanan pada satu level rak penyimpanan dan juga proses pengambilan material dapat mengefektifkan sistem FIFO pada gudang tanpa harus memindahkan satu persatu material. Penggunaan *racking system* juga menurunkan resiko kerusakan material akibat penumpukan *pallet* material secara langsung.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan yang telah dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini, maka dapat disimpulkan bahwa dengan penggunaan *class-based storage* memberikan hasil sebagai berikut:

1. Tata letak awal gudang yang berdimensi 40m x 25m x 10m memiliki 4 area penyimpanan (blok) yaitu blok A, B, C, dan D dimana blok A dan D merupakan blok terdekat dengan pintu keluar-masuk gudang. Pada tata letak awal gudang tidak menggunakan fasilitas penyimpanan berupa rak. Berdasarkan perhitungan, total luas area terpakai gudang sebesar 763,5m² dan utilitas ruang jika dilihat dari luas area terpakai sebesar 76%. Total volume area terpakai gudang yaitu sebesar 2038,08m³ dengan utilitas ruang jika dilihat dari volume area terpakai sebesar 20%. Material ditata dengan cara ditumpuk di atas *pallet* diletakkan di atas lantai. Pada beberapa material, *pallet* yang berisi material ditumpuk secara langsung dengan tujuan menghemat ruang gudang. Kapasitas penyimpanan *pallet* pada gudang yaitu sebanyak 489 *pallet*. *Material handling tools* yang digunakan untuk kegiatan operasional dalam gudang yaitu satu unit *handlift* berkapasitas angkat 1ton yang tidak dapat menjangkau area tinggi. Sedangkan untuk menumpuk *pallet* dan pengambilan *pallet* pintu keluar masuk gudang ke area produksi menggunakan *forklift*.

diesel merek Hercules yang berkapasitas angkut 3ton dan dapat menjangkau tinggi 3m. Tidak ada pembagian penempatan material berdasarkan kecepatan geraknya sehingga material akan diletakkan dimanapun selama area tersebut terdapat ruang kosong.

2. Penggunaan metode *class-based storage* menghasilkan 6 kelas, yaitu 3 kelas yang merupakan jenis material dus dan partisi, 3 kelas lainnya merupakan jenis material kemasan. Penggunaan *class-based storage* juga membuat sistem informasi mengenai penyimpanan material lebih rapi karena material dikelompokkan berdasarkan jenis dan kecepatan gerak material. Setelah digunakan fasilitas penyimpanan berupa rak, berdasarkan luas area penyimpanannya menghasilkan utilitas ruang gudang sebesar 34%, sedangkan berdasarkan volume area penyimpanannya menghasilkan utilitas ruang gudang sebesar 19%. Perancangan rak menghasilkan 5 macam rak dengan dimensi yang berbeda-beda. Dengan total rak dalam gudang yaitu 18 rak. Perancangan rak juga menghasilkan kapasitas penyimpanan material sebesar 566 *pallet*. Selain itu, sistem FIFO dapat dilakukan secara efektif dalam melakukan penyimpanan dan pengambilan material tanpa harus mengeluarkan satu-persatu *pallet* pada area penyimpanan. Usulan penambahan *material handling tools* jenis *semi electric stacker* MPT 011 mendukung penggunaan *racking system* dengan dimensi yang lebih kecil dari *forklift* tapi dapat menjangkau area yang sama dengan jangkauan *forklift*.

REFERENSI

- Antika, R. (2019). Perencanaan Re-Layout Penempatan Barang Jadi Dengan Menggunakan Metode Class-Based Storage di Warehouse Finished Goods PT Muliakeramik Indahraya Cikarang. Jakarta: Politeknik APP Jakarta.
- Basuki, & Hudori, M. (2016). Implementasi Penempatan dan Penyusunan Barang di Gudang Finished Goods Menggunakan Metode Class Based Storage. Industrial Engineering Journal.
- Hidayat, N.P.A. (2012). Perancangan Tata Letak Gudang dengan Metoda Class-Based Storage Studi Kasus CV. SG Bandung. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, 1(3)
- Hakim, M. K. (2018). *Perbaikan Tata Letak Gudang Bahan Baku Menggunakan Metode Class-Based Storage*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Heizer, J., & Render, B. (2009). Manajemen Operasi. Alih bahasa oleh Sungkono, C. Ed Jilid 9, Jakarta: Salemba Empat.
- Koster, R. d., & et al. (2007). Design and Control of Warehouse Order Picking: a Literature Review. Rotterdam: RSME rasmus University.
- Mulyadi. (2007). Sistem Perencanaan dan Pengendalian Manajemen. Jakarta: Salemba Empat.
- Petersen, C. G. (1997). An Evaluation of Order Picking Routing Policies. International Journal of Operations & Production Management, 17.
- Purnomo, H. (2004). Pengantar Teknik Industri. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sooksaksun, N., Kachitvichyanukul, V., & Gong, D.-C. (2012). *A Class -Based Storage Warehouse Design Using A Particle Swarm Optimisation Algirithm*. International Journal Operational Research, 221.
- Sriwana, I. K., Yuliyanto, & Ashari, R. (2013). Pengelolaan Tata Letak Material di Gudang Kolong Hitam Untuk Meningkatkan Utilitas Gudang (Studi Kasus PT Sawindo Kencana). Jurnal Inovisi, 69.
- Yohanes, A. (2012). Analisis Perbaikan Tata Letak Fasilitas Pada Gudang Bahan Baku Dan Barang Jadi Dengan Metode Share Storage di PT Bitratex Industries Semarang. Dinamika Teknik, 6(1), 25-34.
- Siagian, S. P. (2001). Manajemen Sumber Daya Manusia. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tompkins, J. A., White, J. A., & Tanchoco, J. M. (1996). Facilities Planning. USA: John Wiley & Sons.
- Warman, J. (2010). Manajemen Pergudangan. Jakarta: Lembaga Pendidikan, Pembinaan Manajemen dan Pustaka Sinar Harapan