

Perbaikan Tata Letak Gudang PT PYT dengan Memperhatikan Jarak, Waktu Handling, dan Utilitas Ruang Penyimpanan

Improvement of PT PYT Warehouse Layout by Considering Distance, Handling Time, and Storage Space Utility

Evelyn Arnetta Rahayu*, Roland Y. H. Silitonga

Program Studi Manajemen Rantai Pasok, Institut Teknologi Harapan Bangsa, Bandung, Indonesia

*Penulis korespondensi, email: evelyn.arnetta@gmail.com

Abstrak

Gudang barang jadi PT PYT yang menggunakan metode dedicated storage berdasarkan fast dan slow moving dengan penyimpanan single racking 6 tingkat ini memiliki gejala masalah peletakan barang yang masih kurang baik karena terdapat beberapa barang tersimpan di floor yang tidak seharusnya. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan peletakan barang yang lebih baik sehingga operasi yang terjadi di gudang barang jadi dapat semakin efisien dan efektif. Untuk menyelesaikan masalah ini diusulkan peletakan barang menggunakan metode class based storage berdasarkan klasifikasi ABC yang mempertimbangkan skala prioritas dan kategori level. Hasil penelitian yaitu tata letak Alternatif 1 yang menggunakan prinsip popularity, similarity, size, dan characteristic serta penyusunan berdasarkan skala prioritas dan across-aisle storage. Alternatif ini menghasilkan pengurangan total jarak perpindahan sebesar 29588 meter (2.35%) dan total waktu handling 148 menit (2.35%); pada kategori TRJ dan SLO ada pengurangan sebesar 37% - 38%, serta persentase utilitas ruang penyimpanan pada setiap kategori barang yang lebih merata (dari 41.44% - 121.08% menjadi 84.03% - 97.05%). Manfaat dari tata letak ini yaitu penyusunan barang lebih rapi dan terkelompok, meminimasi adanya kapasitas berlebih, serta tata letak dapat dilakukan evaluasi secara berkala agar kapasitas setiap kelas dapat mengikuti fluktuasi jumlah penjualan.

Kata kunci: klasifikasi ABC, metode Class Based Storage, skala prioritas, tata letak gudang

Abstract

PT PYT's finished goods warehouse, using a 6-level single racking system and a dedicated storage method for fast and slow-moving items, faces issues with improper placement, leading to goods being stored on the floor. This research aims to plan a better placement of goods so that operations that occur in the finished goods warehouse can be more efficient and effective. To address the problem, a class-based storage method using ABC classification, considering priority and level categories, is proposed. The study's findings include an alternative layout that uses principles of popularity, similarity, size, and characteristics, organized by priority and across-aisle storage. This alternative results in a reduction in total movement distance of 29588 meters (2.35%) and total handling time of 148 minutes (2.35%); in the TRJ and SLO categories there was a reduction of 37% - 38%, as well as a more even percentage of storage space utility for each category of goods (from 41.44% - 121.08% to 84.03% - 97.05%). Benefits of this layout include a more organized and grouped arrangement of goods, minimized excess capacity, and the ability to periodically evaluate and adjust the layout to match sales fluctuations.

Keywords: ABC classification, Class Based Storage method, priority scale, warehouse layout

1. Pendahuluan

Sektor industri yang berkembang di Indonesia sangatlah beragam, di antaranya industri pertambangan, manufaktur, farmasi, elektronik, transportasi, telekomunikasi, dan lain-lain (Tysara, 2021). Perusahaan-perusahaan tersebut berlomba-lomba untuk memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen melalui pelayanan yang diberikan. Ada kalanya pasar mengalami fluktuasi permintaan yang tinggi dari

How to Cite:

Rahayu, E.A. and Silitonga, R.Y.H. (2024) 'Perbaikan tata letak gudang PT PYT dengan memperhatikan jarak, waktu handling, dan utilitas ruang penyimpanan', *Journal of Integrated System*, 7(1), pp. 31-51. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v7i1.8678>.

konsumen, sehingga perusahaan harus menyediakan *safety stock* agar permintaan bisa selalu terpenuhi (Run System, 2022). Perusahaan-perusahaan di industri manufaktur membutuhkan *warehouse* dengan sistem yang terintegrasi untuk mengatur penyimpanan stok/*inventory* dari *raw material*, *work in process material*, dan *finished good*, serta barang *return* agar tetap berjalan lancar (Basuki and Hudori, 2016). Aktivitas di gudang terdiri dari beberapa proses, diawali dari proses *receiving* sampai dengan proses *shipping* yang harus tetap berjalan optimal agar mencapai tujuan dari sebuah gudang diantaranya yaitu *right product*, *right quantity*, *right condition*, *right time*, *right place*, *right cost*, dan *right customer* (Kerap, Pangemanan and Tumiwa, 2017). Untuk mencapai tujuan tersebut perusahaan harus mengelola faktor-faktor penting dalam *warehouse* seperti pengelolaan persediaan, penggunaan teknologi untuk operasional gudang, tata letak, SOP operasional dan K3, pengelolaan sumber daya manusia, dan lain-lain (Scale Ocean, 2023).

PT PYT yang memproduksi 4 jenis *cocoa product*, yaitu: *cocoa powder*, *cocoa butter*, *cocoa liquor*, dan *cocoa cake* ini memiliki pelanggan baik domestik maupun luar negeri karena merupakan *supplier* produk kakao terbesar di dunia sehingga pastinya membutuhkan gudang barang jadi untuk menyimpan produk MTO (*Make To Order*) maupun MTS (*Make To Stock*) untuk memenuhi kebutuhan para pelanggan dengan cepat. Jumlah SKU yang disimpan pada gudang yaitu ada 97 SKU. Gudang ini menggunakan penyimpanan *single racking* 6 level/tingkat. Tata letak gudang yang sekarang diterapkan yaitu menggunakan metode *dedicated storage*. Penyusunan barang dibagi berdasarkan *fast moving* dan *slow moving* (area *fast moving* diletakkan di dekat pintu *loading*, sedangkan area *slow moving* diletakkan di pinggir area gudang).

PT PYT memiliki masalah yaitu adanya barang yang diletakkan di *floor* gudang yaitu produk *cocoa butter* (kemasan *carton*) dan *cocoa powder* (kemasan *big bag*). Barang-barang ini diletakkan di area *floor* yang tidak seharusnya yaitu di area gang antar rak dan *preparation area*. Barang yang diletakkan di *preparation area* terjadi ketika kapasitas pada rak untuk kategori barang dari jenis barang tersebut sudah penuh sehingga operator *forklift* meletakkan di *preparation area*. Begitupun dengan barang yang diletakkan di gang terjadi ketika kapasitas area rak tersebut sedang berlebih atau ketika barang tersebut sedang proses QA oleh tim QA sehingga harus dikeluarkan dari rak. Peletakan barang di gang ini menghambat operasi *forklift* saat melakukan *put away* ataupun *picking*. Selain itu juga dapat mengganggu pekerja gudang ketika melakukan *daily cycle counting* atau *stock take* karena tidak bisa mengecek barang yang tertutupi oleh barang yang ada di gang tersebut. Sedangkan dampak dari peletakan barang di *preparation area* yaitu kekurangan lokasi untuk pengumpulan barang yang akan dikirimkan.

Terdapat penelitian oleh (Candrianto, Amalia and Ramadhan, 2020) yang menyelesaikan masalah barang tidak diletakkan sesuai dengan jenisnya dan melebihi kapasitas penyimpanan menggunakan metode *Shared Storage* yang menghasilkan rancangan *layout* baru dengan penambahan rak dan peningkatan kapasitas penyimpanan rak. Terdapat juga dua penelitian yang menyusun tata letak menggunakan metode *Class Based Storage*. Penelitian oleh (Haikal and Rahmawati, 2024) menyelesaikan masalah mengalami kelebihan stok disebabkan oleh penataan bahan baku di gudang yang masih belum teratur menggunakan metode *Class Based Storage* dengan klasifikasi FSN yang menghasilkan *layout* gudang dengan penambahan kapasitas gudang. Penelitian oleh (Wijaya and Palit, 2021) menyelesaikan masalah gudang penuh hingga menggunakan gang antar rak untuk penyimpanan menggunakan metode *Class Based Storage* dan klasifikasi ABC yang menghasilkan *layout* gudang baru untuk bahan pembantu dengan mempertimbangkan kapasitas, jarak, dan utilitas rak penyimpanan. *Layout* gudang pada penelitian tersebut direncanakan dengan lebih mengutamakan penataan barang berdasarkan skala prioritas untuk semua jenis produk, kemudian baru pembagian klasifikasi ABC untuk setiap SKU di setiap jenis produk dan pada setiap level raknya (dalam 1 rak terdiri dari kelas A, B, dan C, sehingga beberapa barang kelas A ada yang diletakkan jauh dari pintu masuk keluar). Berdasarkan masalah dan jumlah serta jenis barang pada gudang PT PYT tata letak usulan lebih cocok direncanakan menggunakan metode *class based storage* karena dapat meletakkan

barang dengan kriteria tertentu di berbagai lokasi selama masih di dalam area yang telah ditetapkan untuk kelas tersebut dan barang MTO yang disimpan tidak bervariasi (hanya 4 jenis produk).

Selain itu terdapat penelitian terdahulu oleh (Johan and Suhada, 2018). Penelitian tersebut memiliki permasalahan penyusunan barang yang masih belum benar karena masih ada barang yang disimpan di area gang dan barang dengan jenis yang sama tidak diletakkan di satu area yang sama. Penyelesaian masalah menggunakan metode *Class Based Storage* dan menganalisis perbandingan metode dan jarak tempuh tata letak *existing* dengan usulan, juga diusulkan penggunaan *material handling* dan modifikasi alat penyimpanan. Perbedaan dengan penelitian oleh (Johan and Suhada, 2018) yaitu pada penelitian ini tata letak usulan direncanakan dengan menggunakan metode *Class Based Storage* berdasarkan klasifikasi ABC agar peletakan barang menjadi lebih baik sehingga operasi yang terjadi di gudang dapat semakin efisien dan efektif. Klasifikasi ABC pada SKU barang menggunakan data rata-rata penjualan. Selain itu juga pengalokasian barang mempertimbangkan skala prioritas dan kategori level. Skala prioritas didapatkan dari *throughput* dibagi dengan *space requirement*, dimana perhitungan *throughput* menggunakan data rata-rata barang masuk dan keluar, sedangkan perhitungan *space requirement* menggunakan data rata-rata kebutuhan. Penelitian ini juga menganalisis perbandingan antara metode tata letak *existing (dedicated storage)* dengan tata letak usulan (*class based storage*), dan juga menganalisis hasil total jarak perpindahan, total waktu *handling* karena menggunakan *forklift*, dan utilitas ruang penyimpanan antar alternatif dan antara tata letak *existing* dengan tata letak usulan. Sedangkan perbedaan dengan penelitian oleh (Wijaya and Palit, 2021) yaitu penataan barang pada penelitian ini mengutamakan pembagian berdasarkan klasifikasi ABC untuk semua jenis produk, kemudian baru mempertimbangkan *ranking* skala prioritas dan kategori level. Penataan dalam 1 rak (6 level) diisi dengan barang dari kelas yang sama, sehingga dapat memastikan penanganan barang, terutama yang termasuk dalam kelas A menjadi lancar dan cepat karena diletakkan dekat dengan pintu masuk keluar.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi dan Aktivitas Gudang

Gudang adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan berbagai jenis material, mulai dari *raw material* hingga *finished goods* (Basuki and Hudori, 2016). Gudang memiliki tiga fungsi pokok, yaitu perpindahan (*movement*), penyimpanan (*storage*), dan transfer informasi (*information transfer*). Perpindahan mencakup aktivitas penerimaan barang (*receiving*), pemindahan atau penyimpanan (*transfer or put away*), pengambilan pesanan pelanggan atau penyeleksian pesanan (*customer order picking or order selection*), proses *cross docking*, dan pengiriman barang (*shipping*). Gudang merupakan pusat distribusi, dimana semua barang diterima dan dikirimkan dengan efisien dan cepat (Makatengkeng, Jan and Sumarauw, 2019).

2.2 Tata Letak Gudang

Perancangan tata letak gudang merupakan suatu strategi untuk merencanakan dan mengintegrasikan aliran antara berbagai komponen produk, dengan tujuan mencapai keterkaitan yang paling efisien dan efektif antara operator, peralatan, dan proses perpindahan material dari tahap penerimaan hingga pengiriman produk (Nur and Maarif, 2018). Keputusan yang diambil dalam perancangan tata letak memiliki dampak strategis yang signifikan, termasuk kapasitas, proses, fleksibilitas, biaya, kualitas lingkungan kerja, interaksi dengan konsumen, dan citra perusahaan. Dengan memiliki tata letak yang efisien dan efektif, perusahaan dapat mendukung pencapaian strategi bisnis yang telah ditetapkan, seperti pengendalian biaya (Pitoy, Jan and Sumarauw, 2020).

2.3 Prinsip Perancangan Tata Letak

Prinsip - prinsip yang berhubungan dengan pergudangan adalah sebagai berikut (Sosanto, Maukar and Sianto, 2007):

1. *Popularity* (popularitas)

Secara prinsipil, jika barang masuk dan keluar dari gudang pada titik yang sama, maka barang yang paling sering digunakan sebaiknya ditempatkan dekat dengan pintu masuk keluar, dimulai dari barang yang bergerak dengan cepat (*fast moving*), diikuti oleh barang yang bergerak sedang (*medium moving*), dan yang paling jauh ditempatkan adalah barang yang bergerak lambat (*slow moving*).

2. *Similarity* (kesamaan)

Dengan mengelompokkan barang yang sama di suatu lokasi, waktu yang dibutuhkan untuk memenuhi permintaan atau mengambil barang dapat diminimalkan.

3. *Size* (ukuran)

Penyimpanan disesuaikan dengan ukuran barang. Barang-barang kecil harus ditempatkan di ruang penyimpanan kecil, sedangkan barang-barang besar harus ditempatkan di ruang penyimpanan yang lebih besar. Hal ini bertujuan untuk menghindari pemborosan ruang penyimpanan.

4. *Characteristic* (karakteristik)

Penyimpanan disesuaikan dengan karakteristik barang yang disimpan. Beberapa karakteristik tersebut mencakup:

- a. *Perishable materials*: barang-barang yang mudah rusak umumnya membutuhkan ruang penyimpanan dengan kontrol khusus.
- b. *Oddly shaped and crushable items*: barang yang memiliki bentuk unik dan rentan terhadap kerusakan sebaiknya tidak ditempatkan bersama barang lain.
- c. *Hazardous materials*: barang-barang yang berpotensi membahayakan seperti cat, pernis, propana, dan bahan kimia mudah terbakar harus disimpan terpisah dari barang lain.
- d. *Security items*: barang-barang yang memerlukan perlindungan khusus untuk mencegah pencurian karena ukurannya kecil dan jumlahnya yang banyak.
- e. *Compatibility*: barang-barang yang rentan terkontaminasi dengan barang lain harus dipisahkan.

5. *Space utilization* (utilisasi ruang)

Tata letak harus dibuat sedemikian rupa sehingga dapat memaksimalkan ruang. Perhitungan utilitas ruang (gudang) dapat menggunakan persamaan 1 (Kemklyano, Harimurti and Purnaya, 2021)

$$\text{Utilitas Ruang} = \frac{\text{Area rak yang terpakai}}{\text{Area gudang penyimpanan}} \quad (1)$$

Jika hasil perhitungan $\leq 50\%$ maka utilitas ruang belum optimal dan jika hasil perhitungan $> 50\%$ maka utilitas ruang sudah optimal.

2.4 Metode Peletakan Barang

Peletakan barang dalam gudang diatur dan ditata sesuai dengan kebijakan perusahaan yang telah ditentukan. Berikut adalah metode-metode peletakan barang:

1. Metode *Dedicated Storage*

Pada metode peletakan tetap alokasi setiap barang memiliki lokasi penyimpanan yang tetap, dan area yang telah dialokasikan untuk suatu barang tidak dapat digunakan untuk menyimpan barang lain, bahkan jika area tersebut kosong (Kristiana, 2021). Penggunaan metode ini memungkinkan perusahaan untuk menempatkan barang yang lebih populer di lokasi yang lebih mudah dijangkau, dan operator dapat mempelajari tata letaknya untuk meningkatkan efisiensi pengambilan pesanan (Isnaeni and Susanto, 2021). Meskipun memiliki kelebihan peletakan menjadi lebih teratur dan terorganisir, metode ini memiliki kelemahan dalam penggunaan ruang yang lebih besar karena tidak semua barang dapat dimasukkan ke dalam ruang yang tersedia (Basuki and Hudori, 2016).

2. Metode *Random Storage*

Peletakan acak, juga dikenal sebagai *random storage*, adalah cara menyimpan barang di setiap lokasi yang tersedia tanpa mempertimbangkan lokasi spesifik untuk setiap barang. Dalam metode ini, setiap barang memiliki peluang untuk ditempatkan di setiap lokasi, dan barang dapat dipindahkan antar lokasi penyimpanan. Salah satu pertimbangan umum yang digunakan adalah menempatkan barang di lokasi terdekat dengan menggunakan sistem *First In First Out* (FIFO) (Kristiana, 2021). Keuntungan dari

metode ini adalah setiap lokasi penyimpanan dapat digunakan untuk setiap jenis barang. Namun, kelemahannya adalah kurangnya ketertiban dalam penataan barang karena tidak memperhitungkan karakteristik barang dan faktor lainnya (Basuki and Hudori, 2016).

3. Metode *Class-Based Storage*

Metode ini merupakan gabungan antara *Random Storage* dan *Dedicated Storage* (Basuki and Hudori, 2016). Ide utama penyimpanan berbasis kelas adalah membagi barang menjadi beberapa kelas. Setiap kelas diletakkan ke area gudang tertentu. Peletakan pada area gudang dapat dilakukan secara acak. Peletakan berbasis kelas dapat dibagi menjadi 2 kategori besar, yaitu (Kristiana, 2021):

- a. *Dedicated Purpose* adalah menempatkan suatu area dengan tujuan – tujuan khusus sehingga rencana tata ruang tidak berubah-ubah.
- b. Klasifikasi ABC adalah metode yang berguna bagi manajemen untuk mengidentifikasi jenis barang yang paling signifikan dan memerlukan prioritas tertinggi dalam pengelolaan stok dengan cara menempatkan suatu area dengan mengklasifikasikan barang-barang berdasarkan nilai persediaan dan tingkat investasi produk tersebut. Klasifikasi ABC didasarkan pada prinsip Pareto.

Kriteria masing-masing kelas dalam klasifikasi ABC sebagai berikut (Kristiana, 2021):

Kelas A adalah kelas persediaan yang memiliki nilai volume tahunan rupiah yang tinggi. Produk pada kelas A menyerap kurang lebih 80% dari total investasi serta jumlah produknya kurang lebih 20% dari total persediaan yang dikelola.

$$\%volume = \pm 20\% \text{ of units}$$

$$\%value = \pm 80\% \text{ of value}$$

Kelas B adalah kelas persediaan yang memiliki nilai volume tahunan rupiah yang menengah. Produk pada kelas B menyerap kurang lebih 15% dari total investasi (setelah dikurangi kategori A) serta jumlah produknya kurang lebih 30% dari total persediaan yang dikelola.

$$\%volume = \pm 30\% \text{ of units}$$

$$\%value = \pm 15\% \text{ of value}$$

Kelas C adalah kelas persediaan yang memiliki nilai volume tahunan rupiah yang rendah. Produk pada kelas C menyerap kurang lebih 5% dari total investasi serta jumlah produknya kurang lebih 50% dari total persediaan yang dikelola.

$$\%volume = \pm 50\% \text{ of units}$$

$$\%value = \pm 5\% \text{ of value}$$

4. Metode *Shared Storage*

Metode peletakan campuran merupakan kombinasi antara metode peletakan acak dan metode peletakan tetap. Metode peletakan campur memanfaatkan barang yang tidak ditempatkan di tempat khusus, sehingga ditempatkan bersamaan dengan berbagai barang lainnya yang sudah mempunyai tempat khusus. Ketika area penyimpanan *dedicated storage* kosong dapat dimanfaatkan sementara untuk menyimpan barang lain (Kristiana, 2021). Metode ini lebih sesuai digunakan ketika ada variasi jenis barang yang disimpan dan permintaan relatif stabil (Basuki and Hudori, 2016).

2.5 Langkah-Langkah Metode *Class Based Storage* Berdasarkan Klasifikasi ABC

Langkah-langkah pengklasifikasian berdasarkan klasifikasi ABC (Isnaeni and Susanto, 2021; Wijaya and Palit, 2021):

1. Menghitung *throughput*
2. Menghitung *space requirement*
3. Menghitung skala prioritas T/S (*throughput per space requirement*)
4. Menghitung kapasitas ruang penyimpanan
5. Menentukan alokasi peletakan barang berdasarkan T/S. Nilai T/S tinggi diletakkan di dekat pintu *input output* (I/O). Penentuan *within-aisle storage* (sisi yang sama dalam lorong) atau *across-aisle storage* (sisi yang berseberangan dalam lorong).
6. Membuat *layout* penyimpanan barang
7. Menghitung jarak

8. Menghitung utilitas gudang
9. Menghitung nilai dari masing-masing barang dan mengurutkan nilai barang dari yang terbesar hingga terkecil. Nilai dapat diperoleh dari frekuensi perpindahan, biaya satuan terhadap kuantitas penggunaan produk, dll (d disesuaikan dengan kebutuhan gudang)
10. Menghitung persentase dan kumulatif persentase setiap barang. Kumulatif persentase digunakan untuk menentukan pembagian kelas A, B, dan C dengan batasan sesuai aturan
11. Menentukan alokasi peletakan barang berdasarkan kebutuhan kelas ABC. Kelas A dengan pergerakan cepat (*fast moving*) diletakkan di dekat pintu *input output* (I/O), sedangkan kelas B dan C dengan pergerakan lambat (*slow moving*) diletakkan jauh dari pintu *input output* (I/O).

2.6 Pengukuran Jarak

Menurut (S. S. Heragu, 2016), walaupun pengukuran jarak antara titik awal area dengan titik akhir area mungkin lebih akurat tetapi biasanya jarak diukur dari titik tengah suatu area ke titik tengah area lainnya karena dapat memudahkan perhitungan dengan menggunakan model matematika sederhana. Berikut jenis-jenis pengukuran:

1. *Euclidean*

Euclidean adalah teknik pengukuran yang melibatkan pembuatan garis lurus antara titik tengah fasilitas dan titik lainnya. Teknik ini sering digunakan untuk merepresentasikan jarak sebenarnya (peta atau navigasi GPS) dan mudah dipahami. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 2:

$$d_{ij} = ((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2)^{0.5} \quad (2)$$

Keterangan :

- x_i : koordinat x pada pusat fasilitas i
- y_i : koordinat y pada pusat fasilitas i
- x_j : koordinat x pada pusat fasilitas j
- y_j : koordinat y pada pusat fasilitas j
- d_{ij} : jarak antara koordinat pusat fasilitas i dan j

2. *Squared Euclidean*

Squared euclidean adalah pengukuran yang dilakukan dengan menarik garis lurus antara titik tengah fasilitas. *Squared euclidean* merupakan hasil perpangkatan dari *euclidean*. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 3:

$$d_{ij} = |x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2 \quad (3)$$

Keterangan :

- x_i : koordinat x pada pusat fasilitas i
- y_i : koordinat y pada pusat fasilitas i
- x_j : koordinat x pada pusat fasilitas j
- y_j : koordinat y pada pusat fasilitas j
- d_{ij} : jarak antara koordinat pusat fasilitas i dan j

3. *Rectilinear*

Rectilinear mengukur dari titik tengah pusat fasilitas ke pusat fasilitas lainnya secara tegak lurus. *Rectilinear* sering dipilih karena perhitungannya yang sederhana, mudah dipahami, dan cocok untuk mengukur jarak yang ditempuh dalam perencanaan tata letak gudang atau kota. Persamaan yang digunakan dapat dilihat pada persamaan 4:

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

Keterangan :

- x_i : koordinat x pada pusat fasilitas i
- y_i : koordinat y pada pusat fasilitas i
- x_j : koordinat x pada pusat fasilitas j
- y_j : koordinat y pada pusat fasilitas j
- dij : jarak antara koordinat pusat fasilitas i dan j

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Metodologi Penelitian

Pada diagram ini (lihat Gambar 1) akan membahas mengenai konsep atau gambaran besar langkah-langkah yang akan dilakukan dari awal hingga akhir proses penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3.1.1 Menentukan Metode yang Digunakan

- a. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *class based storage* berdasarkan klasifikasi ABC untuk merencanakan tata letak usulan.
- b. Alasan menggunakan klasifikasi ABC karena ingin mengelompokkan barang berdasarkan dari nilai penggunaan bukan berdasarkan dari laju penggunaan (klasifikasi FSN berdasarkan *average stay* dan *consumption rate*) (Budiman and Ariapramuda, 2020; Kristiana, 2021)
- c. Alasan menggunakan metode *class based storage* dengan pertimbangan penggunaan metode dari penelitian terdahulu yaitu sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan metode peletakan barang

| Metode | Kelebihan | Kekurangan |
|----------------------------|--|---|
| <i>Class Based Storage</i> | <p>Kombinasi <i>dedicated</i> dan <i>randomized</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dedicated</i>: alokasi peletakan berdasarkan kesamaan jenis setiap jenis barang sehingga memudahkan proses <i>stock opname</i> • <i>Randomized</i>: proses slotting dapat bebas meletakkan barang di area kelas yang sudah ditentukan, barang <i>fast moving</i> diletakkan di lokasi yang dekat dengan pintu <i>input output (I/O)</i> sehingga proses penanganan barang bisa lebih berfokus pada barang yang memiliki nilai tinggi | <p>Suatu area hanya dapat diisi oleh suatu barang dengan kriteria tertentu saja dan tidak dapat diisi oleh barang dengan kriteria lain meskipun <i>bin location</i> di area tersebut kosong</p> |
| <i>Shared Storage</i> | <p>Barang yang berbeda dapat menggunakan <i>bin location</i> yang sama sehingga dapat mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan</p> <p>Menggunakan prinsip FIFO (<i>First In First Out</i>) dan peletakan barang yang akan segera dikirim diletakkan pada lokasi yang paling dekat dengan pintu I/O</p> <p>Cocok untuk menyimpan barang yang bervariasi jenisnya dengan jumlah permintaan yang relatif konstan</p> | <p>Harus ada jadwal masuk dan keluar barang yang pasti sehingga saat barang <i>inbound</i> masuk dapat langsung menempati lokasi kosong</p> <p>Harus memiliki rak yang banyak dan disusun secara detail</p> |

Berdasarkan Tabel 1, penelitian ini menggunakan metode *class based storage* karena jenis barang yang hanya sedikit (tidak lebih dari 5 jenis) dan ada persyaratan kategori level untuk setiap jenis barang yang lebih cocok untuk dikelompokkan berdasarkan kriteria yang sama. Selain itu, gudang tidak memiliki jadwal masuk dan keluar yang pasti dan jumlah penjualan yang tidak konstan karena lebih banyak menyimpan barang MTO (*Make to Order*).

3.2 Pengumpulan Data

3.2.1 Data Jumlah Barang Masuk dan Keluar Setiap SKU

Data jumlah barang masuk dan keluar yang digunakan yaitu pada periode satu tahun terakhir (Januari - Desember 2023). Data jumlah barang masuk dan keluar untuk setiap SKU per bulan dapat dilihat di Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Data jumlah barang masuk

| Jenis Produk | Kode SKU | Masuk (ton) | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------|----------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nov | Des | |
| COCOA BUTTER | BU5 | 1172 | 1257 | 1320 | 1305 | 1310 | 1309 | 1150 | 1128 | 1117 | 1296 | 1322 | 1287 | 14971 |
| COCOA POWDER | PW9 | 1134 | 1186 | 1199 | 1183 | 1144 | 1130 | 1123 | 1117 | 1128 | 1139 | 1198 | 1166 | 13845 |
| COCOA POWDER | PW17 | 1124 | 1121 | 1188 | 1126 | 1052 | 1012 | 996 | 1140 | 1019 | 1129 | 1177 | 1123 | 13206 |
| COCOA POWDER | PW23 | 530 | 525 | 650 | 590 | 578 | 575 | 585 | 505 | 610 | 470 | 635 | 630 | 6883 |
| COCOA BUTTER | BU13 | 477 | 459 | 588 | 518 | 449 | 482 | 480 | 458 | 463 | 515 | 600 | 520 | 6009 |

Tabel 3. Data jumlah barang keluar

| Jenis Produk | Kode SKU | Keluar (ton) | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------|----------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nov | Des | |
| COCOA BUTTER | BU5 | 1065 | 1143 | 1200 | 1186 | 1191 | 1190 | 1045 | 1025 | 1015 | 1178 | 1202 | 1170 | 13610 |
| COCOA POWDER | PW9 | 1031 | 1078 | 1090 | 1075 | 1040 | 1027 | 1021 | 1015 | 1025 | 1035 | 1089 | 1060 | 12586 |
| COCOA POWDER | PW17 | 1022 | 1019 | 1080 | 1024 | 1036 | 920 | 905 | 956 | 926 | 1026 | 1070 | 1021 | 12005 |
| COCOA POWDER | PW23 | 516 | 513 | 555 | 546 | 541 | 515 | 510 | 523 | 532 | 528 | 550 | 530 | 6359 |
| COCOA BUTTER | BU13 | 434 | 399 | 490 | 450 | 408 | 438 | 400 | 416 | 421 | 448 | 500 | 452 | 5256 |

3.2.2 Data Penjualan Setiap SKU

Data penjualan yang digunakan yaitu periode satu tahun terakhir (Januari - Desember 2023) dengan total per bulan kurang lebih 11000 ton. Data penjualan untuk setiap SKU per bulan dapat dilihat di Tabel 4.

Tabel 4. Data penjualan

| Jenis Produk | Kode SKU | Penjualan (ton) | | | | | | | | | | | | Total |
|--------------|----------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| | | Jan | Feb | Mar | Apr | Mei | Jun | Jul | Agt | Sep | Okt | Nov | Des | |
| COCOA POWDER | PW25 | 409 | 422 | 456 | 452 | 424 | 396 | 440 | 360 | 414 | 415 | 460 | 447 | 5095 |
| COCOA POWDER | PW35 | 409 | 449 | 462 | 382 | 377 | 425 | 375 | 445 | 350 | 405 | 470 | 458 | 5007 |
| COCOA POWDER | PW26 | 431 | 425 | 444 | 440 | 397 | 355 | 421 | 421 | 438 | 396 | 450 | 386 | 5004 |
| COCOA LIQUOR | LI1 | 404 | 387 | 452 | 400 | 405 | 388 | 367 | 392 | 336 | 365 | 460 | 420 | 4776 |
| COCOA POWDER | PW45 | 404 | 334 | 441 | 360 | 371 | 389 | 340 | 376 | 330 | 360 | 450 | 376 | 4531 |

3.2.3 Kategori Level

Pada penyimpanan di gudang PT PYT sudah memiliki ketentuan penyimpanan untuk segi keamanan agar dapat mencegah terjadinya kecelakaan pada pekerja gudang pada saat jam operasional gudang. Matriks kategori level dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5. Matriks kategori level

| Level | TRJ | BBG | CBL | FST | SLO |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Total | 1 | 2 | 3 | 6 | 6 |

3.3 Pengolahan Data

3.3.1 Menentukan Penggunaan Data Masuk dan Keluar Barang

Data jumlah masuk dan keluar barang pada periode tahun 2023 (Januari - Desember) pada Tabel 2 dan Tabel 3 masing-masing dihitung rata-ratanya. Kemudian akan ditentukan penggunaan data rata-rata masuk dan keluar apakah menggunakan data rata-rata atau maksimum berdasarkan dari perhitungan jumlah masuk dan keluar. Jika jumlah masuk atau keluar \leq rata-rata masuk atau keluar maka akan menggunakan data rata-rata, sedangkan jika jumlah masuk atau keluar $>$ rata-rata masuk atau keluar maka akan menggunakan data maksimum. Tujuan penentuan ini yaitu agar dapat memaksimalkan area penyimpanan dan meminimalisir kapasitas berlebih. Hasil akhir pada penentuan data rata-rata masuk yaitu 72 SKU rata-rata dan 25 SKU maksimum, karena jumlah SKU rata-rata lebih banyak maka akan memakai data rata-rata masuk. Hasil akhir pada penentuan data rata-rata keluar yaitu 76 SKU rata-rata dan 21 SKU maksimum, karena jumlah SKU rata-rata lebih banyak maka akan memakai data rata-rata keluar. Penentuan data rata-rata dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Penentuan data masuk barang

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Masuk (ton) | Jumlah Masuk \leq Rata-Rata | Jumlah Masuk $>$ Rata-Rata | Hasil Akhir |
|--------------|----------|-----------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------|
| COCOA BUTTER | BU5 | 1247.58 | 4 | 8 | Maksimum |
| COCOA POWDER | PW9 | 1153.72 | 7 | 5 | Rata-Rata |
| COCOA POWDER | PW17 | 1100.46 | 4 | 8 | Maksimum |
| COCOA POWDER | PW23 | 573.58 | 4 | 8 | Maksimum |
| COCOA BUTTER | BU13 | 500.67 | 7 | 5 | Rata-Rata |

Tabel 7. Penentuan data keluar barang

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Keluar (ton) | Jumlah Keluar \leq Rata-Rata | Jumlah Keluar $>$ Rata-Rata | Hasil Akhir |
|--------------|----------|------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-------------|
| COCOA BUTTER | BU5 | 1134.17 | 4 | 8 | Maksimum |
| COCOA POWDER | PW9 | 1048.83 | 7 | 5 | Rata-Rata |
| COCOA POWDER | PW17 | 1000.42 | 4 | 8 | Maksimum |
| COCOA POWDER | PW23 | 529.92 | 6 | 6 | Rata-Rata |
| COCOA BUTTER | BU13 | 438.00 | 7 | 5 | Rata-Rata |

Contoh perhitungan SKU BU5:

$$\text{Rata - rata keluar} = \frac{\text{Total keluar}}{12 \text{ bulan}} = \frac{13610}{12} = 1134.17 \text{ ton}$$

Dalam satu tahun terakhir, jumlah BU5 yang keluar \leq rata-rata sebanyak 4 kali lebih kecil dari jumlah BU5 yang keluar $>$ rata-rata sebanyak 8 kali maka akan menggunakan data maksimum. Tetapi penentuan akan menggunakan data rata-rata atau maksimum dihitung dari jumlah hasil akhir keseluruhan.

3.3.2 Menghitung Throughput

Langkah selanjutnya menghitung *throughput* untuk mengukur seberapa sering aktivitas pergerakan masuk keluar barang. Pada gudang ini menggunakan *forklift* yang hanya bisa mengangkat 1 pallet position per sekali angkat. Data *Throughput* dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. *Throughput*

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Masuk (pallet position) | Rata-Rata Keluar (pallet position) | Kapasitas MH (pallet position) | <i>Throughput</i> (kali) |
|--------------|----------|-----------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| COCOA BUTTER | BU21 | 26 | 26 | 1 | 52 |
| COCOA BUTTER | BU23 | 30 | 30 | 1 | 60 |
| COCOA BUTTER | BU19 | 5 | 5 | 1 | 10 |
| COCOA LIQUOR | LI14 | 5 | 5 | 1 | 10 |
| COCOA BUTTER | BU27 | 29 | 29 | 1 | 58 |

Contoh perhitungan SKU BU21:

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Rata - rata masuk} + \text{Rata - rata keluar}}{\text{Kapasitas material handling}} = \frac{26 + 26}{1} = 52 \text{ kali}$$

3.3.3 Mengestimasi Rata-rata Kebutuhan

Perhitungan estimasi rata-rata kebutuhan menggunakan data rata-rata masuk dan *allowance* kenaikan jumlah masuk per tahun sebesar 20%. Data rata-rata kebutuhan 2024 dapat dilihat di Tabel 9.

Tabel 9. Rata-rata kebutuhan 2024

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Masuk (pallet position) | Rata-Rata Kebutuhan (pallet position) |
|--------------|----------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| COCOA BUTTER | BU21 | 26 | 31 |
| COCOA BUTTER | BU23 | 30 | 36 |
| COCOA BUTTER | BU19 | 5 | 6 |
| COCOA LIQUOR | LI14 | 5 | 6 |
| COCOA BUTTER | BU27 | 29 | 35 |

Contoh perhitungan SKU BU21:

$$\begin{aligned} \text{Rata - rata kebutuhan} &= \text{Rata - rata masuk} \times (1 + \text{Allowance kenaikan}) \\ &= 26 \times (1 + 20\%) = 31 \text{ pallet position} \end{aligned}$$

3.3.4 Menghitung Space Requirement

Selanjutnya, menghitung *space requirement* untuk menghitung berapa slot penyimpanan yang diperlukan setiap SKU agar dapat disimpan di gudang. Perhitungan ini menggunakan data rata-rata kebutuhan dan kapasitas palet. Data *Space Requirement* dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. *Space requirement*

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Kebutuhan (pallet position) | Kapasitas Palet (pallet position) | <i>Space Requirement</i> (pallet position) |
|--------------|----------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| COCOA BUTTER | BU21 | 31 | 1 | 31 |
| COCOA BUTTER | BU23 | 36 | 1 | 36 |
| COCOA BUTTER | BU19 | 6 | 1 | 6 |
| COCOA LIQUOR | LI14 | 6 | 1 | 6 |
| COCOA BUTTER | BU27 | 35 | 1 | 35 |

Contoh perhitungan SKU BU21:

$$\text{Space requirement} = \frac{\text{Rata - rata kebutuhan}}{\text{Kapasitas penyimpanan palet}} = \frac{31}{1} = 31 \text{ pallet position}$$

3.3.5 Menghitung Skala Prioritas (T/S)

Perhitungan skala prioritas menggunakan data *throughput* dan *space requirement*. Hasil perhitungan T/S diurutkan dari terbesar hingga terkecil. Nilai T/S yang terbesar harus diprioritaskan dalam peletakan barang dan diletakkan dekat pintu I/O. Data T/S dapat dilihat di Tabel 11.

Tabel 11. Skala prioritas (T/S)

| Jenis Produk | Kode SKU | <i>Throughput</i> | <i>Space Requirement</i> | T/S |
|--------------|----------|-------------------|--------------------------|-------|
| COCOA BUTTER | BU21 | 52 | 31 | 1.677 |
| COCOA BUTTER | BU23 | 60 | 36 | 1.667 |
| COCOA BUTTER | BU19 | 10 | 6 | 1.667 |
| COCOA LIQUOR | LI14 | 10 | 6 | 1.667 |
| COCOA BUTTER | BU27 | 58 | 35 | 1.657 |

Contoh perhitungan SKU BU21:

$$\frac{T}{S} = \frac{52}{31} = 1.677 \text{ kali per pallet position}$$

3.3.6 Menghitung dan Mengurutkan Nilai dari Masing-masing SKU

Pada penelitian ini nilai dari masing-masing SKU didapatkan dari perhitungan rata-rata terhadap data penjualan dalam satu tahun terakhir (12 bulan) pada Tabel 4, yang kemudian diurutkan dari terbesar hingga terkecil. Data rata-rata penjualan dapat dilihat di Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata penjualan

| Jenis Produk | Kode SKU | Rata-Rata Penjualan (ton) |
|--------------|----------|---------------------------|
| COCOA BUTTER | BU5 | 1134.17 |
| COCOA POWDER | PW9 | 1048.83 |
| COCOA POWDER | PW17 | 1000.42 |
| COCOA POWDER | PW23 | 529.92 |
| COCOA BUTTER | BU13 | 438.00 |

3.3.7 Menghitung Persentase dan Kumulatif Persentase Setiap SKU

Hasil rata-rata penjualan dikonversi ke dalam persentase untuk setiap SKUnya, setelah itu dikumulatifkan. Data persentase dan kumulatif persentase setiap SKU dapat dilihat di Tabel 13.

Tabel 13. Persentase dan kumulatif persentase

| Jenis Produk | Kode SKU | Persentase | Kumulatif Persentase |
|--------------|----------|------------|----------------------|
| COCOA BUTTER | BU5 | 10.007% | 10.007% |
| COCOA POWDER | PW9 | 9.254% | 19.260% |
| COCOA POWDER | PW17 | 8.827% | 28.087% |
| ... | ... | ... | ... |
| COCOA POWDER | PW29 | 1.449% | 80.992% |
| COCOA POWDER | PW20 | 1.134% | 82.125% |
| COCOA BUTTER | BU12 | 1.083% | 83.208% |
| ... | ... | ... | ... |
| COCOA POWDER | PW41 | 0.215% | 95.204% |
| COCOA BUTTER | BU3 | 0.211% | 95.415% |
| COCOA BUTTER | BU6 | 0.205% | 95.620% |
| ... | ... | ... | ... |

Contoh perhitungan SKU BU5:

$$\text{Persentase ABC} = \frac{\text{Rata - rata penjualan}}{\text{Total rata - rata penjualan}} = \frac{1134.17}{11334.20} = 10.007\%$$

3.3.8 Menentukan Pembagian Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC (pengelompokan berdasarkan volume) pada Tabel 14 dibagi menjadi tiga warna. Warna merah menunjukkan kelas A yang berkontribusi 80%, dimana kelas A ini dibagi lagi menjadi A1 (berkontribusi 40%), A2 (berkontribusi 30%), dan A3 (berkontribusi 10%). SKU yang termasuk ke dalam kelas A memiliki aliran barang *fast moving* dan perlu dijadikan prioritas pertama dalam penanganan barang karena yang paling berdampak pada *profit* perusahaan. Warna kuning menunjukkan kelas B yang berkontribusi 15%. Warna hijau menunjukkan kelas C yang berkontribusi 5%. SKU yang termasuk ke dalam kelas B dan C memiliki aliran *slow moving* atau perputaran barangnya lambat.

Tabel 14. Klasifikasi ABC

| Kelas | Kategori | Jenis Produk | Jumlah SKU | Total |
|-------|----------|--------------|------------|-------|
| A1 | CBL | COCOA BUTTER | 2 | 5 |
| | FST | COCOA POWDER | 3 | |
| A2 | CBL | COCOA BUTTER | 2 | 10 |
| | FST | COCOA LIQUOR | 1 | |
| | FST | COCOA POWDER | 7 | |
| A3 | CBL | COCOA BUTTER | 2 | 4 |
| | FST | COCOA LIQUOR | 1 | |
| | | COCOA POWDER | 1 | |

Tabel 14. Klasifikasi ABC (lanjutan)

| Kelas | Kategori | Jenis Produk | Jumlah SKU | Total |
|--------------|----------|--------------|------------|-------|
| B | BBG | COCOA POWDER | 3 | 36 |
| | CBL | COCOA BUTTER | 5 | |
| | | COCOA LIQUOR | 5 | |
| | SLO | COCOA POWDER | 17 | |
| | TRJ | COCOA BUTTER | 5 | |
| COCOA LIQUOR | | 1 | | |
| C | BBG | CAKE | 13 | 42 |
| | | COCOA POWDER | 2 | |
| | CBL | COCOA BUTTER | 8 | |
| | | COCOA LIQUOR | 6 | |
| | SLO | COCOA POWDER | 12 | |
| | TRJ | COCOA BUTTER | 1 | |

3.3.9 Merekapitulasi Skala Prioritas (T/S) dan Ranking

Skala prioritas setiap SKU (Tabel 11) diurutkan dari yang terbesar ke terkecil untuk setiap kategori barang dan kelasnya dengan tujuan digunakan sebagai acuan barang mana yang harus diletakkan lebih dulu saat proses *put away* pada area kelas dan kategori barang yang sama. Tabel 15 merupakan rekapitulasi total skala prioritas (pengelompokan barang berdasarkan frekuensi) berdasarkan kelas dan kategori barang serta perhitungan *ranking* yang ditentukan berdasarkan total nilai T/S dari terbesar ke terkecil. Hasil *ranking* digunakan sebagai acuan peletakan barang mana yang harus didahulukan saat membuat tata letak usulan.

Tabel 15. Rekapitulasi skala prioritas dan *ranking*

| Kelas | Kategori | Throughput | Space Requirement | T/S | Ranking |
|-------|----------|------------|-------------------|-------|---------|
| A1 | CBL | 3322 | 2099 | 3.15 | 2 |
| | FST | 5409 | 3395 | 4.78 | 1 |
| A2 | CBL | 2292 | 1453 | 4.73 | 2 |
| | FST | 5642 | 3532 | 11.19 | 1 |
| A3 | CBL | 1918 | 1214 | 4.74 | 1 |
| | FST | 386 | 242 | 1.60 | 2 |
| B | BBG | 374 | 242 | 4.64 | 4 |
| | CBL | 662 | 409 | 16.22 | 2 |
| | SLO | 2112 | 1325 | 27.13 | 1 |
| | TRJ | 708 | 445 | 9.55 | 3 |
| C | BBG | 541 | 446 | 17.93 | 3 |
| | CBL | 488 | 310 | 22.16 | 1 |
| | SLO | 447 | 280 | 19.12 | 2 |
| | TRJ | 57 | 36 | 1.58 | 4 |

3.3.10 Menghitung Kapasitas Penyimpanan

Setelah mengetahui kategori barang, kelas, dan *space requirement* maka dibuatlah rekapitulasi total *space requirement*. Tabel 16 adalah hasil rekapitulasi yang berisi total *space requirement* untuk setiap kategori barang dan kelas ABC dengan total keseluruhan yaitu 15428 pallet position dalam satu bulan. Setelah itu, dikonversi menjadi persentase untuk mengetahui porsi masing-masing kategori barang dan kelas (Tabel 17).

Tabel 16. Rekapitulasi total *space requirement*

| Kelas/ Kategori | A1 | A2 | A3 | B | C |
|--------------------|------|------|------|------|-----|
| BBG | | | | 242 | 446 |
| CBL | 2099 | 1453 | 1214 | 409 | 310 |
| FST | 3395 | 3532 | 242 | | |
| SLO | | | | 1325 | 280 |
| TRJ | | | | 445 | 36 |

Tabel 17. Persentase rekapitulasi total *space requirement*

| Kelas/ Kategori | A1 | A2 | A3 | B | C | Total |
|--------------------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|
| BBG | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.57% | 2.89% | 4.46% |
| CBL | 13.61% | 9.42% | 7.87% | 2.65% | 2.01% | 35.55% |
| FST | 22.01% | 22.89% | 1.57% | 0.00% | 0.00% | 46.47% |
| SLO | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 8.59% | 1.81% | 10.40% |
| TRJ | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.88% | 0.23% | 3.12% |

Contoh perhitungan FST A1:

$$\text{Persentase rekapitulasi space requirement} = \frac{\text{Total space requirement}}{\text{Total keseluruhan}} = \frac{3395}{15428} = 22.01\%$$

Langkah selanjutnya yaitu menghitung kapasitas awal di semua level yang diperbolehkan (matriks kategori level dapat dilihat di Tabel 5) untuk kategori barang tersebut. Jika barang tersebut tidak diperbolehkan di level tertentu maka kapasitasnya 0. Kapasitas awal dapat dilihat di Tabel 18.

Tabel 18. Kapasitas awal

| Level | Kapasitas | TRJ | BBG | CBL | FST | SLO | Total |
|-------|-----------|--------|--------|---------|---------|--------|---------|
| 1 | 764 | 142.17 | 101.67 | 540.39 | 353.15 | 79.06 | 1216.45 |
| 2 | 776 | 0.00 | 101.67 | 540.39 | 353.15 | 79.06 | 1074.29 |
| 3 | 776 | 0.00 | 0.00 | 540.39 | 353.15 | 79.06 | 972.61 |
| 4 | 776 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 353.15 | 79.06 | 432.22 |
| 5 | 776 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 353.15 | 79.06 | 432.22 |
| 6 | 692 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 353.15 | 79.06 | 432.22 |
| Total | 4560 | 142.17 | 203.35 | 1621.18 | 2118.92 | 474.38 | 4560.00 |

Contoh perhitungan FST:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas awal} &= \frac{\text{Total persentase}}{\text{Total level diperbolehkan}} \times \text{Kapasitas total} = \frac{46.47\%}{6} \times 4560 \\ &= 353.15 \text{ pallet position} \end{aligned}$$

Terlihat pada Tabel 18 total kapasitas awal pada setiap level masih melebihi ataupun masih kurang dari kapasitas asli gudang pada setiap levelnya, maka diperlukan penyesuaian agar total kapasitas penyesuaian setiap levelnya sama dengan kapasitas asli gudang. Hasil kapasitas penyesuaian dapat dilihat pada Tabel 19 dan Tabel 20.

Tabel 19. Kapasitas penyesuaian (berdasarkan level)

| Level | Kapasitas | TRJ | BBG | CBL | FST | SLO | Total |
|-------|-----------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 764 | 142 | 203 | 419 | 0 | 0 | 764 |
| 2 | 776 | 0 | 0 | 776 | 0 | 0 | 776 |
| 3 | 776 | 0 | 0 | 427 | 349 | 0 | 776 |
| 4 | 776 | 0 | 0 | 0 | 776 | 0 | 776 |
| 5 | 776 | 0 | 0 | 0 | 776 | 0 | 776 |
| 6 | 692 | 0 | 0 | 0 | 218 | 474 | 692 |
| Total | 4560 | 142 | 203 | 1622 | 2119 | 474 | 4560 |

Tabel 20. Kapasitas penyesuaian (berdasarkan kelas)

| Kelas/ Kategori | A1 | A2 | A3 | B | C | Total |
|--------------------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| TRJ | 0 | 0 | 0 | 131 | 11 | 142 |
| BBG | 0 | 0 | 0 | 71 | 132 | 203 |
| CBL | 621 | 430 | 359 | 121 | 92 | 1622 |
| FST | 1003 | 1044 | 72 | 0 | 0 | 2119 |
| SLO | 0 | 0 | 0 | 391 | 83 | 474 |
| Total | 1624 | 1474 | 431 | 715 | 317 | 4560 |

3.3.11 Menentukan Alokasi Peletakan Barang Berdasarkan Kebutuhan Kelas dan T/S

Penentuan alokasi peletakan barang mengacu pada Tabel 19 dan Tabel 20 yang digunakan sebagai acuan untuk jumlah kapasitas yang kurang lebih harus terpenuhi untuk setiap kategori barang baik berdasarkan level dan juga kelas A1, A2, A3, B, dan C, serta mengacu pada Tabel 15 yang digunakan sebagai acuan untuk peletakan kategori barang mana yang lebih diutamakan berdasarkan *ranking*, tetapi juga mempertimbangkan dari segi kategori level yang diperbolehkan untuk kategori barang tersebut. Peletakan barang dibuat secara berkelompok dengan jenis produk dan kelas yang sama, serta dimulai dari level bawah dengan anggapan dari yang mudah dijangkau dan waktu *handling* yang lebih cepat.

Ketentuan peletakan barang yaitu kelas A dimulai dari rak yang dekat dengan pintu masuk keluar yaitu sekitar area rak RA-RM, kemudian dilanjutkan ke sekitar area RN-RW dan area rak PK-PD. Jika kelas A sudah penuh maka lanjut ke kelas B yang dapat diletakkan di sekitar area rak RX-TA. Yang terakhir kelas C dapat diletakkan di area yang tersisa atau yang berada di pojok/jauh dari pintu masuk keluar atau level teratas (sekitar level 4-6). Selain penentuan dari kelas, ada juga penentuan dari *ranking* T/S. Semakin tinggi *ranking*-nya maka diletakkan semakin dekat dengan pintu masuk keluar. Dalam menentukan alokasi dari *ranking* T/S juga mempertimbangkan dari segi kategori level. Contohnya kategori barang SLO kelas B *ranking* 1 dan kategori barang CBL kelas B *ranking* 2, ketika pada level 1-3 hanya tersisa kapasitas yang tersedia sejumlah kapasitas untuk CBL maka akan didahulukan menyimpan CBL karena batas kategori level CBL hanya sampai level 3 sedangkan SLO masih bisa disimpan di level 4-6.

3.3.12 Membuat Alternatif Tata Letak Gudang

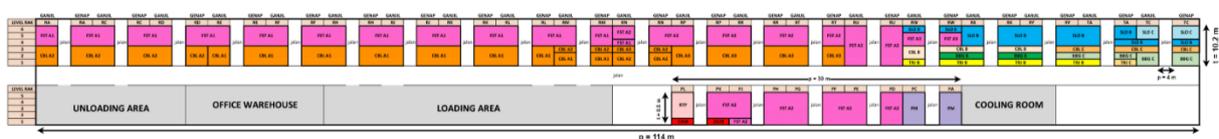
Tata letak usulan Alternatif 1 dirancang dengan menggunakan prinsip *popularity*, *similarity*, *size*, dan *characteristic* serta penyusunan barang pada rak secara *across-aisle storage*. Proses *put away* atau *picking* dilakukan secara *zig zag* yaitu dari rak ganjil (kiri) paling luar ke rak genap (kanan) paling luar dan seterusnya ke rak bagian dalam. Tata letak Alternatif 1 dapat dilihat di Gambar 2 dan kapasitas penyimpanan Alternatif 1 dapat dilihat di Tabel 21 dan Tabel 22.

Tabel 21. Kapasitas tata letak Alternatif 1 (setiap level)

| Level | TRJ | BBG | CBL | FST | SLO | Total |
|-------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 144 | 38 | 474 | 108 | | 764 |
| 2 | | 164 | 492 | 120 | | 776 |
| 3 | | | 656 | 120 | | 776 |
| 4 | | | | 630 | 146 | 776 |
| 5 | | | | 630 | 146 | 776 |
| 6 | | | | 510 | 182 | 692 |
| Total | 144 | 202 | 1622 | 2118 | 474 | 4560 |

Tabel 22. Kapasitas tata letak Alternatif 1 (setiap kelas)

| Kelas/ Kategori | A1 | A2 | A3 | B | C | Total |
|--------------------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| TRJ | 0 | 0 | 0 | 126 | 18 | 144 |
| BBG | 0 | 0 | 0 | 72 | 130 | 202 |
| CBL | 628 | 434 | 360 | 108 | 92 | 1622 |
| FST | 1008 | 1038 | 72 | 0 | 0 | 2118 |
| SLO | 0 | 0 | 0 | 398 | 76 | 474 |
| Total | 1636 | 1472 | 432 | 704 | 316 | 4560 |



Gambar 2. Tata letak Alternatif 1

Tata letak usulan Alternatif 2 dirancang dengan menggunakan prinsip *popularity*, *similarity*, *size*, dan *characteristics* serta penyusunan barang pada rak secara *within-aisle storage*. Proses *put away* atau *picking* dilakukan secara lurus yaitu dari rak ganjil (kiri) paling luar ke rak ganjil sebelahnya hingga penuh, kemudian lanjut ke rak genap (kanan) paling luar dan seterusnya ke bagian dalam. Perbedaan dengan Alternatif 1 yaitu pada alokasi kategori barang di area rak RM, RN, RW, RY, dan TC. Tata letak Alternatif 2 dapat dilihat di Gambar 3 dan kapasitas penyimpanan Alternatif 1 dapat dilihat di Tabel 23 dan Tabel 24.

Tabel 23. Kapasitas tata letak Alternatif 2 (setiap level)

| Level | TRJ | BBG | CBL | FST | SLO | Total |
|-------|-----|-----|------|------|-----|-------|
| 1 | 144 | 38 | 474 | 108 | | 764 |
| 2 | | 162 | 494 | 120 | | 776 |
| 3 | | | 656 | 120 | | 776 |
| 4 | | | | 630 | 146 | 776 |
| 5 | | | | 612 | 164 | 776 |
| 6 | | | | 528 | 164 | 692 |
| Total | 144 | 200 | 1624 | 2118 | 474 | 4560 |

Tabel 24. Kapasitas tata letak Alternatif 2 (setiap kelas)

| Kelas/Kategori | A1 | A2 | A3 | B | C | Total |
|----------------|------|------|-----|-----|-----|-------|
| TRJ | 0 | 0 | 0 | 126 | 18 | 144 |
| BBG | 0 | 0 | 0 | 72 | 128 | 200 |
| CBL | 624 | 438 | 360 | 108 | 94 | 1624 |
| FST | 1008 | 1038 | 72 | 0 | 0 | 2118 |
| SLO | 0 | 0 | 0 | 398 | 76 | 474 |
| Total | 1632 | 1476 | 432 | 704 | 316 | 4560 |



Gambar 3. Tata letak Alternatif 2

3.3.13 Menghitung Jarak Perpindahan dan Waktu Handling

Perhitungan jarak perpindahan diawali dengan mengukur koordinat untuk setiap kategori barang dari titik tengah pintu I/O sampai ke titik tengah gang pada setiap rak penyimpanan (untuk proses *put away* dan *picking* dalam sekali perjalanan). Setelah mendapatkan koordinat, langkah selanjutnya menghitung jarak menggunakan rumus *rectilinear* secara tegak lurus. Kemudian, jarak *putaway* yang ditambahkan dengan jarak *picking* dikalikan dengan skala prioritas sehingga menghasilkan total jarak perpindahan yang harus ditempuh dalam aktivitas gudang sebulan. Kemudian menghitung waktu *handling* dengan membagi total jarak perpindahan dengan kecepatan *forklift*. Rekapitulasi perhitungan jarak dan waktu untuk setiap alternatif dapat dilihat di Tabel 25 dan Tabel 26.

Tabel 25. Rekapitulasi perhitungan jarak perpindahan dan waktu *handling* Alternatif 1

| Kategori | Jarak <i>Putaway</i> + <i>Picking</i> (meter) | T/S | Total Jarak (m atau meter) | Kecepatan <i>Forklift</i> (m/s) | Waktu <i>Handling</i> (s atau detik) | Waktu <i>Handling</i> (menit) |
|----------|---|-------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| TRJ | 1707.20 | 11.13 | 19004.57 | 3.33 | 5707.08 | 95.12 |
| BBG | 2478.60 | 22.57 | 55940.35 | 3.33 | 16798.90 | 279.98 |
| CBL | 11464.60 | 51.01 | 584764.20 | 3.33 | 175604.86 | 2926.75 |
| FST | 17173.80 | 17.57 | 301754.14 | 3.33 | 90616.86 | 1510.28 |
| SLO | 5790.20 | 46.25 | 267789.22 | 3.33 | 80417.18 | 1340.29 |
| Total | | | 1229252 | 17 | 369145 | 6152 |

Tabel 26. Rekapitulasi perhitungan jarak perpindahan dan waktu *handling* Alternatif 2

| Kategori | Jarak <i>Putaway + Picking</i> (meter) | T/S | Total Jarak (m atau meter) | Kecepatan <i>Forklift</i> (m/s) | Waktu <i>Handling</i> (s atau detik) | Waktu <i>Handling</i> (menit) |
|----------|--|-------|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| TRJ | 1707.20 | 11.13 | 19004.57 | 3.33 | 5707.08 | 95.12 |
| BBG | 2434.00 | 22.57 | 54933.76 | 3.33 | 16496.62 | 274.94 |
| CBL | 11509.20 | 51.01 | 587039.07 | 3.33 | 176288.01 | 2938.13 |
| FST | 17173.80 | 17.57 | 301754.14 | 3.33 | 90616.86 | 1510.28 |
| SLO | 5790.20 | 46.25 | 267789.22 | 3.33 | 80417.18 | 1340.29 |
| Total | | | 1230521 | 17 | 369526 | 6159 |

Contoh perhitungan TRJ Alternatif 2:

$$\text{Total jarak} = \text{Jarak} \times \frac{T}{S} = 1707.20 \times 11.13 = 19004.57 \text{ meter}$$

$$\text{Waktu handling} = \frac{\text{Total jarak}}{\text{Kecepatan forklift}} = \frac{19004.57}{3.33} = 5707.08 \text{ detik} = 95.12 \text{ menit}$$

3.3.14 Menghitung Utilitas Ruang Penyimpanan

Perhitungan utilitas ruang penyimpanan menggunakan data persediaan barang (stok) yang berada di gudang dan kapasitas penyimpanan Alternatif 1 (Tabel 21) serta Alternatif 2 (Tabel 23). Terlihat pada Tabel 27 dan Tabel 28 semua hasil persentase utilitas sudah melebihi 50% dan tidak melebihi 100% sehingga ruang penyimpanan untuk tata letak usulan (Alternatif 1 dan Alternatif 2) sudah dimanfaatkan dengan optimal.

Tabel 27. Utilitas ruang penyimpanan Alternatif 1

| Kategori | Jumlah Stok (<i>pallet position</i>) | Kapasitas (<i>pallet position</i>) | Utilitas |
|----------|--|--------------------------------------|----------|
| TRJ | 121 | 144 | 84.03% |
| BBG | 170 | 202 | 84.16% |
| CBL | 1436 | 1622 | 88.53% |
| FST | 1814 | 2118 | 85.65% |
| SLO | 460 | 474 | 97.05% |

Tabel 28. Utilitas ruang penyimpanan Alternatif 2

| Kategori | Jumlah Stok (<i>pallet position</i>) | Kapasitas (<i>pallet position</i>) | Utilitas |
|----------|--|--------------------------------------|----------|
| TRJ | 121 | 144 | 84.03% |
| BBG | 170 | 200 | 85.00% |
| CBL | 1436 | 1624 | 88.42% |
| FST | 1814 | 2118 | 85.65% |
| SLO | 460 | 474 | 97.05% |

Contoh perhitungan TRJ Alternatif 2:

$$\text{Utilitas} = \frac{\text{Stok}}{\text{Kapasitas penyimpanan}} = \frac{121}{144} = 84.03\%$$

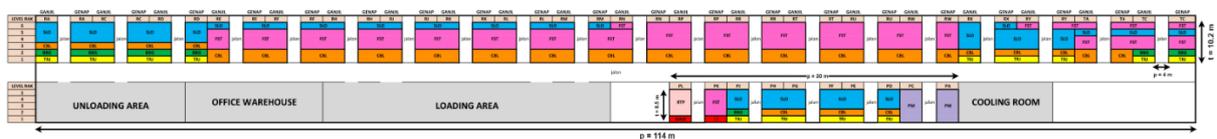
3.4 Analisis

3.4.1 Analisis Metode Peletakan Existing dan Usulan

Dapat dilihat di Tabel 29 yang menjelaskan perbandingan metode peletakan antara tata letak *existing* yang menggunakan metode *dedicated storage* berdasarkan *fast* dan *slow moving* dengan tata letak usulan yang menggunakan metode *class based storage* berdasarkan klasifikasi ABC.

Tabel 29. Perbandingan metode peletakan *existing* dan usulan

| Konteks | Existing | Usulan |
|-------------|--|--|
| Penyimpanan | Suatu lokasi hanya bisa menyimpan suatu barang, jika lokasi tersebut kosong tidak bisa untuk menyimpan barang lain | Barang-barang yang berada dalam satu kelompok yang sama (kategori dan kelas sama) dapat disimpan dimana saja dengan syarat masih diletakkan di area yang sudah ditentukan untuk kelompok tersebut |
| Kapasitas | <i>Excess capacity</i> untuk beberapa kategori barang sehingga barang yang tidak bisa diletakkan di rak maka terpaksa diletakkan di <i>floor</i> | Meminimasi <i>excess capacity</i> , tidak ada barang yang diletakkan di <i>floor</i> |
| Penyusunan | <ul style="list-style-type: none"> - Beberapa barang dengan kategori sama masih berpencar - Ada barang <i>fast moving</i> (FST) yang diletakkan jauh dari pintu I/O (dapat dilihat pada Gambar 4) | <ul style="list-style-type: none"> - Rapi dan terkelompok sesuai kelas ABC dan kategori barang yang sama - Kelas A dan <i>ranking</i> T/S tertinggi diletakkan dekat dengan pintu I/O, sisanya diletakkan cukup jauh dari pintu I/O |
| Operasional | <ul style="list-style-type: none"> - Barang-barang yang diletakkan di <i>floor</i> mengganggu / menghambat aktivitas <i>forklift</i> dan juga saat <i>daily cycle counting</i> - Operator <i>forklift</i> kesulitan saat pencarian lokasi barang pada proses <i>put away</i> dan <i>picking</i> - Waktu <i>handling</i> bertambah | <ul style="list-style-type: none"> - Aktivitas <i>forklift</i> saat <i>put away</i> atau <i>picking</i> dan saat <i>daily cycle counting</i> lancar - Operator <i>forklift</i> mudah untuk mengingat lokasi kelompok barang saat proses <i>put away</i> dan <i>picking</i> - Waktu <i>handling</i> dapat diminimasi |



Gambar 4. Tata letak existing

3.4.2 Analisis Tata Letak Alternatif

Kedua alternatif yang diusulkan ini menggunakan aliran U (sama dengan tata letak *existing*) karena pintu masuk dan pintu keluarnya bersebelahan (hanya dibatasi oleh kantor gudang) dan bentuk gudang yang melebar ke samping sehingga penyusunan rak secara vertikal seperti yang sudah diberlakukan saat ini sudah benar dibandingkan dengan penyusunan rak secara horizontal yang membuat *forklift* harus berputar mengitari rak terlebih dahulu, penyusunan ini akan memakan waktu *handling* yang lebih lama. Tata letak kedua alternatif ini juga sudah disesuaikan dengan prinsip *popularity* (berdasarkan klasifikasi ABC), *similarity* (berdasarkan kategori barang TRJ, BBG, CBL, FST SLO), *size* (berdasarkan jenis *packaging crate* ukuran 1000-1100 kg, *big bag* ukuran 600 kg-800 kg (walaupun berat berbeda 200 kg tetapi secara kubikasi mirip), *carton* 20-30 kg, *paper bag* 25 kg), dan *characteristic* (berdasarkan kategori level untuk setiap kategori barang). Kedua alternatif ini memiliki perbedaan dari penyusunan barang yang berseberangan atau sejajar. Alternatif 1 menata barang pada rak yang saling berseberangan atau *across-aisle storage* sehingga proses *put away* atau *picking* dilakukan secara *zig zag*. Alternatif 2 menata barang pada rak yang sejajar atau *within-aisle storage* sehingga proses *put away* atau *picking* dilakukan secara lurus. Perbedaan ini menyebabkan total jarak perpindahan dan waktu *handling* yang berbeda juga. Dapat dilihat pada Tabel 25 dan Tabel 26 Alternatif 1 memiliki total jarak perpindahan dan waktu *handling* yang lebih kecil dibandingkan Alternatif 2 dengan selisih jarak sebesar 1269 meter dan waktu sebesar 7 menit. Selain itu juga ada perbandingan utilitas ruang penyimpanan dimana rata-rata persentase Alternatif 1 lebih kecil dibandingkan Alternatif 2 yang terpaut sedikit selisih yaitu 0.15%. Perbedaannya terletak pada kategori CBL Alternatif 1 persentasenya lebih besar daripada Alternatif 2, sedangkan pada kategori BBG Alternatif 1 persentasenya lebih kecil daripada Alternatif 2.

3.4.3 Analisis Kapasitas, Jarak, Waktu, Utilitas Existing dan Usulan

Pada latar belakang dijelaskan bahwa adanya *excess capacity* untuk produk *cocoa butter* kemasan *carton* (CBL) dan *cocoa powder* kemasan *big bag* (BBG). Hal ini terjadi karena stok yang disimpan sudah melebihi kapasitas kategori barang tersebut (Tabel 30). Namun untuk kategori TRJ dan SLO masih tersisa banyak, dimana sisa kapasitas tersebut dapat dialokasikan untuk kapasitas kategori barang yang lain yang masih kurang. Oleh karena masalah tersebut, diusulkanlah tata letak dengan kapasitas yang disesuaikan dengan jumlah *space requirement* dan stok yang dimiliki. Perbandingan kapasitas *existing* dan usulan dapat dilihat pada Tabel 31 yang menunjukkan kapasitas *existing* ini memiliki selisih yang cukup banyak dibandingkan dengan kapasitas usulan untuk setiap kategori barang dan levelnya. Pada

kategori TRJ dan SLO kapasitas *existing* > kapasitas usulan, sedangkan pada kategori BBG, CBL, dan FST kapasitas *existing* < kapasitas usulan. Hal ini disebabkan karena kapasitas *existing* yang jarang diperbarui dan tidak disesuaikan dengan data *space requirement* terbaru.

Selain itu juga menganalisis dari hasil total jarak perpindahan, total waktu *handling*, dan utilitas ruang penyimpanan yang dapat dilihat pada Tabel 32. Pada kategori TRJ dan SLO ditunjukkan bahwa total jarak perpindahan dan total waktu *handling* usulan lebih kecil dibandingkan dengan *existing* dengan *saving* 37% (TRJ) dan *saving* 38% (SLO). Sedangkan pada kategori BBG, CBL, dan FST ditunjukkan bahwa total jarak perpindahan dan total waktu *handling* usulan lebih besar dibandingkan dengan *existing* dengan *saving* -131% (BBG), *saving* -18.5% (CBL), dan -8.8% (FST). *Saving* negatif menandakan adanya penambahan jarak/waktu pada tata letak usulan, sedangkan *saving* positif menandakan adanya pengurangan jarak/waktu pada tata letak usulan. Arti dari persentase *saving* tersebut yaitu memaksimalkan kapasitas yang tersedia dengan menurunkan kapasitas TRJ dan SLO untuk dialokasikan dan menaikkan kapasitas kategori BBG, CBL, dan FST. Utilitas ruang penyimpanan *existing* mayoritas lebih kecil dari 50% dan lebih besar dari 100% yang menandakan ruang penyimpanan yang belum dipakai secara optimal. Jika dibandingkan dengan tata letak usulan Alternatif 1, persentase utilitas ruang penyimpanannya lebih baik karena semua hasilnya melebihi 50% dan kurang dari 100% yang menandakan ruang penyimpanan sudah dipakai secara optimal dan masih ada sisa sekitar 11-15% untuk dapat diisi dengan barang *inbound*.

Tabel 30. Perbandingan jumlah stok dengan kapasitas *existing*

| Kategori | Jumlah Stok (<i>pallet position</i>) | Kapasitas <i>Existing</i> (<i>pallet position</i>) | Selisih |
|----------|---|---|---------|
| TRJ | 121 | 292 | 171 |
| BBG | 170 | 160 | -10 |
| CBL | 1436 | 1186 | -250 |
| FST | 1814 | 1830 | 16 |
| SLO | 460 | 1092 | 632 |

Keterangan : (+) = jumlah stok < kapasitas dan (-) = jumlah stok > kapasitas

Tabel 31. Perbandingan kapasitas *existing* dan usulan

| Kategori | TRJ | | BBG | | CBL | | FST | | SLO | |
|---------------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
| | <i>Existing</i> | Usulan |
| 1 | 292 | 144 | 0 | 38 | 472 | 474 | 0 | 108 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 160 | 164 | 604 | 492 | 12 | 120 | 0 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 110 | 656 | 522 | 120 | 144 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 522 | 630 | 254 | 146 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 448 | 630 | 328 | 146 |
| 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 326 | 510 | 366 | 182 |
| Total | 292 | 144 | 160 | 202 | 1186 | 1622 | 1830 | 2118 | 1092 | 474 |
| Selisih | 148 | | -42 | | -436 | | -288 | | 618 | |
| <i>Saving</i> | 50.68% | | -26.25% | | -36.76% | | -15.74% | | 56.59% | |

Keterangan : (-) = penambahan kapasitas usulan dan (+) = pengurangan kapasitas usulan

Tabel 32. Perbandingan jarak, waktu, utilitas *existing* dan usulan

| Kategori | Total Jarak (meter) | | Waktu <i>Handling</i> (menit) | | Utilitas Ruang Penyimpanan | |
|----------|---------------------|---------|-------------------------------|--------|----------------------------|--------|
| | <i>Existing</i> | Usulan | <i>Existing</i> | Usulan | <i>Existing</i> | Usulan |
| TRJ | 30114 | 19005 | 151 | 95 | 41.44% | 84.03% |
| BBG | 24230 | 55940 | 121 | 280 | 106.25% | 84.16% |
| CBL | 493525 | 584764 | 2470 | 2927 | 121.08% | 88.53% |
| FST | 277324 | 301754 | 1388 | 1510 | 99.13% | 85.65% |
| SLO | 433646 | 267789 | 2170 | 1340 | 42.12% | 97.05% |
| Total | 1258840 | 1229252 | 6300 | 6152 | | |

3.4.4 Implikasi Manajerial

Implikasi manajerial pada Tabel 33 dapat diterapkan perusahaan untuk mengoptimalkan proses pergudangan sesuai dengan alternatif yang terpilih untuk tata letak usulan, sebagai berikut :

Tabel 33. Implikasi manajerial

| Implikasi | Penjelasan |
|---|---|
| Update bin location strategy (sesuai dengan Gambar 2) | Bin location strategy akan mempengaruhi proses put away barang (operator forklift menggunakan RFID scanner yang terhubung dengan SAP untuk scan barcode pallet ID pada barang dan barcode pada bin location yang akan memberikan informasi bin location tersebut dapat dipakai atau tidak). Admin gudang dapat memperbarui data bin location strategy dengan mengimpor data pada software SAP PT PYT. |
| Peletakan ulang stok | Perpindahan stok oleh operator forklift membutuhkan waktu \pm 5 hari (tanpa ada aktivitas barang masuk dan keluar) dan 9 operator forklift per harinya. Pengeluaran dan peletakan ulang stok dilakukan secara bertahap untuk setiap kategori barang. Pengeluaran stok menggunakan forklift dan diletakkan di area floor atau area loading unloading. Peletakan ulang disesuaikan dengan tata letak usulan (lihat pada Gambar 2) dan menggunakan RFID scanner untuk scan barcode sehingga data barang dan data bin location terbaru akan tercatat otomatis ke dalam sistem SAP PT PYT. |
| Evaluasi tata letak | Evaluasi tata letak setiap enam bulan sekali / setahun sekali agar kapasitas penyimpanan untuk setiap kategori barang dapat terus disesuaikan dengan data penjualan terbaru. |

3.4.5 Analisis Hasil Penelitian Ini dengan Penelitian Terdahulu

Perbandingan hasil tata letak penelitian ini dengan penelitian oleh (Johan and Suhada, 2018), (Wijaya and Palit, 2021), dan (Haikal and Rahmawati, 2024) dapat dilihat pada Tabel 34. Keempat penelitian ini sama-sama menggunakan metode peletakan class based storage.

Tabel 34. Perbandingan hasil penelitian ini dengan penelitian terdahulu

| Penelitian Ini | Penelitian Johan | Penelitian Wijaya | Penelitian Haikal |
|---|---|--|--|
| Tata letak berdasarkan klasifikasi ABC, skala prioritas, dan kategori level | Tata letak berdasarkan jarak (nilai lokasi) | Tata letak berdasarkan skala prioritas dan klasifikasi ABC | Tata letak berdasarkan klasifikasi FSN |
| Usulan menghasilkan pengurangan jarak, pengurangan waktu, persentase utilitas optimal, kapasitas optimal untuk setiap kategori barang | Usulan menghasilkan pengurangan jarak | Usulan menghasilkan penambahan kapasitas, pengurangan jarak, persentase utilitas optimal | Usulan menghasilkan penambahan kapasitas |

4. Simpulan

Peletakan barang dalam penelitian ini direncanakan dengan menggunakan metode peletakan class based storage yang bertujuan untuk memastikan optimalitas penggunaan lokasi penyimpanan dengan membebaskan peletakan barang dimana saja (di dalam area kelas yang telah ditetapkan). Penggunaan klasifikasi ABC memungkinkan fokus prioritas dalam penanganan barang kelas A, dan memudahkan update pembagian kelas untuk penentuan kapasitas penyimpanan setiap kategori barang berdasarkan data penjualan terbaru yang mempengaruhi jumlah total space requirement untuk setiap kelas dan kategori barangnya. Perubahan metode dapat meminimasi terjadinya excess capacity. Alokasi barang dapat diatur dari peletakan barang dengan kelas dan kategori barang yang sama disatukan di suatu area, serta posisi peletakan barang yang strategis seperti barang kelas A dan nilai/ranking T/S tertinggi diletakkan dekat dengan pintu input output, yang dapat memudahkan proses put away dan picking dan juga meningkatkan produktivitas. Alokasi barang yang memperhatikan syarat kategori level pada setiap kategori barang juga dapat memberikan keamanan tambahan dalam penyimpanan barang pada rak di gudang PT PYT. Dengan memperhatikan skala prioritas (T/S) dan kategori level, tata letak menjadi lebih baik lagi. Dapat disimpulkan tata letak usulan menjadi lebih efektif daripada tata letak existing.

Alternatif tata letak usulan yang terpilih dan direkomendasikan untuk dapat diterapkan perusahaan yaitu Alternatif 1 dengan total jarak perpindahan 1229252 meter, total waktu handling 6152 menit, dan rata-rata utilitas ruang penyimpanan 87.88%. Alternatif 1 dipilih karena menghasilkan total jarak perpindahan, total waktu handling, dan rata-rata utilitas ruang penyimpanan yang lebih kecil daripada Alternatif 2; selisihnya berturut-turut yaitu 1269 meter (0.1%), 7 menit (0.11%), dan 0.15%. Jika dibandingkan dengan tata letak existing, tata letak Alternatif 1 memiliki penyusunan barang yang lebih

rapi dan terkelompok, kapasitas yang dapat menyimpan semua barang sehingga tidak ada lagi barang yang disimpan di gang antar rak dan *preparation area*, dan menghasilkan pengurangan total jarak perpindahan 29588 meter (2.35%), pengurangan total waktu *handling* 148 menit (2.35%), dan persentase utilitas ruang penyimpanan setiap kategori barang yang >50% dan <100% (pada *range* 84.03% - 97.05%), sehingga dapat disimpulkan tata letak Alternatif 1 lebih efisien daripada tata letak Alternatif 2 dan *existing*. Saran untuk perusahaan dapat mengalokasikan area *floor* untuk area peletakan barang QA oleh tim QA agar tidak mengganggu operasi *forklift*. Penelitian ini memiliki keterbatasan hanya menggunakan metode *class based storage* saja yang disesuaikan dengan kondisi gudang. Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu dapat membandingkan tata letak yang lebih baik dan paling optimal dengan menggunakan metode peletakan *class based storage* atau *shared storage*, jika gudang memiliki jadwal masuk dan keluar barang yang pasti atau dengan gudang yang menyimpan jenis produk lebih dari 5, dapat menghitung estimasi kebutuhan dengan mempertimbangkan apakah lebih merepresentasikan menggunakan data rata-rata/maksimum barang masuk atau data rata-rata/maksimum persediaan barang, serta dapat memperhitungkan biaya operasional gudang.

Daftar Pustaka

- Basuki and Hudori, M. (2016) 'Implementasi penempatan dan penyusunan barang di gudang finished goods menggunakan metode Class Based Storage', *Industrial Engineering Journal*, 5(2), pp. 11–16. Available at: <https://doi.org/10.53912/iejm.v5i2.137>.
- Budiman, A. and Ariapramuda, B.B. (2020) 'Analisis klasifikasi persediaan material general R6GM menggunakan pendekatan music-3D', *Prosiding Industrial Engineering Conference (IEC)*.
- Candrianto, Amalia, W. and Ramadhan, H.S. (2020) 'Analisis penyimpanan produk menggunakan metode shared storage (studi kasus di PT. X)', *Inventory: Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry*, 1(2), pp. 57–63.
- Haikal, M.H. and Rahmawati, N. (2024) 'Perencanaan tata letak gudang menggunakan metode Class Based Storage di PT. XYZ', *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 3(5), pp. 1371–1384.
- Isnaeni, N.S. and Susanto, N. (2021) 'Penerapan metode Class Based Storage untuk perbaikan tata letak gudang barang jadi (studi kasus gudang barang jadi K PT Hartono Istana Teknologi)', *Industrial Engineering Online Journal*, 10(3).
- Johan and Suhada, K. (2018) 'Usulan perancangan tata letak gudang dengan menggunakan metode Class-Based Storage (studi kasus di PT Heksatex Indah, Cimahi Selatan)', *Journal of Integrated System*, 1(1), pp. 52–71. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v1i1.989>.
- Kemklyano, J., Harimurti, C. and Purnaya, I.N. (2021) 'Pengaruh penerapan metode Class Based Storage terhadap peningkatan utilitas gudang di PT Mata Panah Indonesia', *Jurnal Manajemen Logistik*, 1(1), pp. 1–10.
- Kerap, S.K.R., Pangemanan, S.S. and Tumiwa, J. (2017) 'Analisa manajemen logistik pada usaha kecil menengah di Manado', *Jurnal EMBA*, 5(2), pp. 2569–2578.
- Kristiana, L.R. (2021) 'Modul praktikum sistem pergudangan'. Institut Teknologi Harapan Bangsa.
- Makatengkeng, C., Jan, A.B.H. and Sumarauw, J.S.B. (2019) 'Analisis sistem manajemen pergudangan pada PT. Timur Laut Jaya Manado', *Jurnal EMBA*, 7(4), pp. 5912–5933. Available at: <https://doi.org/10.35794/emba.v7i4.26572>.
- Nur, H.M. and Maarif, V. (2018) 'Perencanaan tata letak gudang menggunakan metode Class-Based Storage-Craft pada distributor computer & office equipment', *Evolusi: Jurnal Sains dan Manajemen*, 6(2), pp. 36–42. Available at: <https://doi.org/10.31294/evolusi.v6i2.4425>.
- Pitoy, H.W.W., Jan, A.B.H. and Sumarauw, J.S.B. (2020) 'Analisis manajemen pergudangan pada gudang Paris Superstore Kotamobagu', *Jurnal EMBA*, 8(3), pp. 252–260.
- Run System (2022) 'Kenali pentingnya safety stock dan 6 cara menghitungnya'. Available at: <https://runsystem.id/id/blog/safety-stock-adalah/> (Accessed: 15 January 2024).
- S. S. Heragu (2016) *Facilities Design*. 4th edn. Boca Raton: CRC Press.
- Scale Ocean (2023) 7 Komponen utama penunjang sistem pergudangan logistik. Available at: <https://scaleocean.com/id/blog/solusi/7-komponen-utama-penunjang-sistem-pergudangan-logistik> (Accessed: 15 January 2024).

- Sosanto, D.A., Maukar, A.L. and Sianto, M.E. (2007) 'Perancangan usulan tata letak gudang bahan baku penunjang di PT. Multi Manao Indonesia', *Widya Teknik*, 6(1), pp. 100–110. Available at: <https://doi.org/10.33508/wt.v6i1.1236>.
- Tysara, L. (2021) 'Macam industri di indonesia dan penjelasan lengkapnya', *Liputan 6*. Available at: <https://www.liputan6.com/hot/read/4645496/macam-industri-di-indonesia-dan-penjelasan-lengkapnya?page=5> (Accessed: 15 January 2024).
- Wijaya, H.S. and Palit, H.C. (2021) 'Perancangan layout gudang bahan pembantu PT. Sun Paper Source dengan penerapan metode Class Based Storage', *Jurnal Titra*, 9(2), pp. 111–118.