

DESAIN OPTIMALISASI TATA LETAK GUDANG PERUSAHAAN MANUFAKTUR KENDARAAN MILITER DENGAN METODE *CLASS-BASED* *STORAGE* DAN *DEDICATED STORAGE*

WAREHOUSE TATA LETAK OPTIMIZATION DESIGN OF MILITARY VEHICLE MANUFACTURING COMPANY WITH *CLASS-BASED STORAGE* AND *DEDICATED STORAGE* METHODS

Husain Achmad Alifansah¹, Febriza Imansuri², Feby Gusti Dendra³, dan Fredy Sumasto⁴

*E-mail: febriza@stmi.ac.id

Teknik Industri Otomotif, Politeknik STMI Jakarta, Jl. Letjen Suprpto No.26, Cempaka Putih, Kota
Jakarta Pusat, 10510, Indonesia

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan pada Divisi Kendaraan Khusus, salah satu perusahaan manufaktur yang bergerak dibidang pertahanan negara Indonesia yang mempunyai tiga lini produksi dan satu penyimpanan produk jadi (finish goods). Hasil pembelian produk bahan baku dari subkontraktor akan disimpan pada satu gudang yang disebut existing warehouse. Permasalahan yang terjadi pada gudang existing yaitu penyusunan produk yang kurang teratur dan jarak gang antar rak-rak masih sempit mengakibatkan sulitnya mobilitas material handling dalam meletakkan dan mengambil barang. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengimplementasikan perbaikan tata letak gudang existing yang lebih efektif dengan membandingkan metode *class-based storage* dan *dedicated storage* beserta perhitungan Ongkos Material Handling (OMH) yang paling optimal. Perbaikan tata letak ini membandingkan metode *class-based storage* dan *dedicated storage* hingga didapatkan hasil tata letak yang lebih efektif serta perhitungan OMH yang lebih optimal. Urutan perbaikan tata letak dimulai dari metode *class-based storage* dan *dedicated storage* serta perhitungan OMH. Hasil dari pengolahan data dan perbaikan tata letak menggunakan metode *class-based storage* dengan jarak tempuh sebesar 30.304,5 m dan *dedicated storage* sebesar 34.133,5 m sedangkan untuk hasil OMH tata letak *class-based storage* sebesar Rp1.354.995.781/tahun dan untuk tata letak *dedicated storage* sebesar Rp1.358.743.081/tahun. Hasil dari perhitungan dari kedua metode tersebut didapatkan perbaikan tata letak yang terpilih yaitu perbaikan tata letak dengan menggunakan metode *class-based storage* dengan penurunan jarak tempuh sebesar 2606,3 m/bulan dan penurunan OMH sebesar dari kondisi awal sebesar Rp7.046.258/tahun.

Kata kunci: *class-based storage*, *dedicated storage*, existing warehouse, material handling, ongkos material handling

ABSTRACT

This research was conducted at the Special Vehicle Division, one of the manufacturing companies engaged in the field of Indonesian national defense which has three production lines and one finished goods storage. The results of purchasing raw material products from subcontractors will be stored in one warehouse called the existing warehouse. The problems that occur in the existing warehouse are the arrangement of products that are not organized properly and the distance between the aisles between the shelves is still narrow, resulting in difficulty in material handling mobility in placing and taking goods. The purpose of this study is to implement improvements to the existing warehouse tata letak that are more effective by comparing the *class-based storage* and *dedicated storage* methods along with the calculation of the most optimal Material Handling Cost. This tata letak improvement compares the *class-based storage* and *dedicated storage* methods until a more effective tata letak result is obtained and the calculation of Material Handling Cost is more optimal. The sequence of tata letak improvements starts from the *class-based storage* and *dedicated storage* methods and the calculation of Material Handling Cost. The results of data processing and tata letak improvements using the *class-based storage* method with a travel distance of 30,304.5 m and *dedicated storage* of 34,133.5 m while for the Material Handling Cost results of the *class-based storage* tata letak of Rp1,354,995,781/year and the *dedicated storage* tata letak of Rp1,358,743,081/year. The results of the calculations of the two methods obtained the selected tata letak improvements, namely tata letak improvements using the *class-based storage* method with a decrease in travel distance of 2606.3 m/month and a decrease in OMH of Rp7,046,258/year from the initial condition.

Keywords: *class-based storage*, *dedicated storage*, existing warehouse, material handling, material handling cost

PROSIDING SEMINAR NASIONAL MANAJEMEN INDUSTRI DAN RANTAI PASOK

Vol. 5 Tahun 2024

1. PENDAHULUAN

Gudang memiliki fungsi sebagai penyimpanan, pengelolaan persediaan dan fasilitas distribusi produk dari pabrik sampai pelanggan pada lingkup manajemen rantai pasok (Safira Isnaeni & Susanto, 2021). Salah satu aspek dalam manajemen pergudangan adalah desain tata letak gudang yang berfungsi untuk mendukung efisiensi operasional dan efektivitas dalam pengelolaan barang (Husin, 2020). Aktivitas pergudangan membutuhkan biaya sekitar 22% dari total biaya logistik, sedangkan biaya penyimpanan membutuhkan biaya sekitar 23% (Richards, 2014).

Penelitian ini dilakukan pada salah satu perusahaan di Indonesia yang bergerak dalam bidang manufaktur kendaraan militer yang memproduksi senjata, amunisi, kendaraan khusus dan bahan peledak komersial. Perusahaan tersebut memiliki tiga lini produksi dan satu gudang penyimpanan (*existing warehouse*) yang memiliki kendala dalam mengelola sistem pergudangan produk jadi. Gudang tersebut berfungsi menyimpan produk hasil pembelian dari subkontraktor.

Hasil identifikasi masalah dalam mengelola sistem pergudangan adalah penempatan produk masih belum teratur. Sehingga menyebabkan ketidakefektifan dalam proses pemindahan barang, menghambat proses keluar-masuknya barang dan lebar gang area penyimpanan masih terlalu sempit dan tidak sesuai dengan ukuran *material handling*. Selain itu ukuran rak yang kecil hanya bisa dipakai untuk beberapa jenis barang sehingga terjadi penumpukan barang-barang di sekitar gang area penyimpanan.

Oleh karena itu diperlukan rancangan perbaikan tata letak gudang *existing* yang lebih teratur sehingga dapat memperoleh jarak perpindahan *material handling* yang lebih optimal, sehingga tidak menyulitkan operator gudang dalam proses pengambilan barang dengan menggunakan metode *class-based storage* dan *dedicated storage* beserta perhitungan Ongkos *Material Handling* (OMH). Beberapa metode yang digunakan dalam perancangan tata letak gudang yaitu metode *class-based storage* dan *dedicated storage*. Metode *class-based storage* adalah metode perbaikan tata letak dengan membagi barang menjadi tiga kategori yaitu *fast moving*, *medium moving* dan *slow moving* berdasarkan perbandingan *Throughput* (T) dan *Space Requirement* (SR) (Ulum, 2022). Metode *dedicated storage* adalah metode perbaikan tata letak dengan penyimpanan *fixed lot storage* yang menggunakan penempatan lokasi spesifik

untuk setiap barang yang disimpan (Olivia Audrey et al., 2019).

Beberapa penelitian terdahulu tentang perancangan tata letak gudang dengan menggunakan metode *dedicated storage* (Arianto et al., 2018; Irman & Septiani, 2020; Meldra & Purba, 2018; Yusrisky & Pardiyo, 2022), *class-based storage* (Hidayat, 2012; Rosihin et al., 2021; Saputra & Hasmawati, 2019), dan *share storage* (Maria et al., 2024; Perdana et al., 2023). Permasalahan yang ditemukan pada penelitian tersebut diantaranya penyimpanan produk di gudang yang belum dikelola dengan baik dan biaya *material handling* yang mahal. Oleh karena itu diperlukan perancangan ulang tata letak gudang dengan tujuan mengoptimalkan tata letak dan mengurangi biaya *material handling* (Imansuri et al., 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan perbaikan tata letak gudang dengan membandingkan metode *class-based storage* dan metode *dedicated storage*. Implementasi tata letak yang terbaik diharapkan akan menurunkan jarak tempuh *material handling* dan ongkos *material handling*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Januari-Juli 2024. Objek penelitian ini adalah tata letak area penyimpanan produk A gudang *existing* pada divisi kendaraan khusus sebuah perusahaan manufaktur kendaraan militer. Sistem pengaturan gudang saat ini belum optimal sehingga menyebabkan ketidakefektifan proses pemindahan barang, jarak gang untuk *material handling* yang sempit serta ukuran rak yang kecil. Data yang dikumpulkan pada penelitian ini adalah data ukuran gudang, data aliran barang, ukuran alat *material handling* dan data jenis barang yang disimpan. Selanjutnya langkah-langkah pengolahan data yaitu:

1. Menghitung jarak pintu I/O ke area penyimpanan produk
Langkah perhitungan jarak perpindahan dari pintu utama I/O ke area penyimpanan produk A pada kondisi gudang awal sebagai berikut:
 - a) Menghitung jarak dari pintu utama I/O di titik X ke pintu ke area penyimpanan produk A di titik Y menggunakan *aisle distance* yaitu dengan cara mengalikan jarak dengan frekuensi aktivitas. Gambar *layout* awal dengan titik X dan Y seperti Gambar 1.

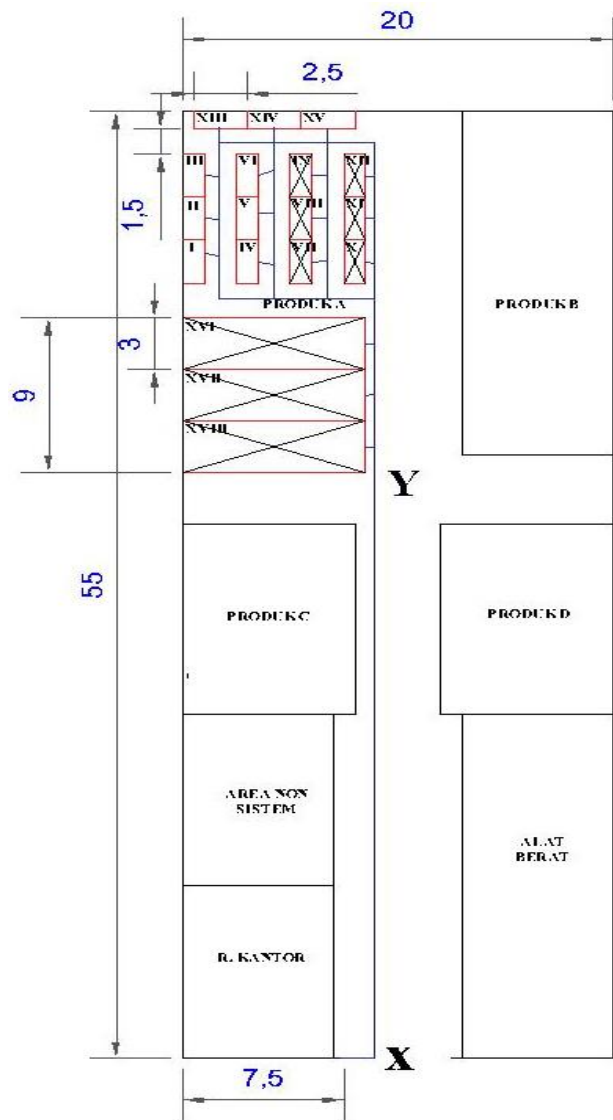
**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

- b) Perhitungan jarak dimulai dari titik Y sebagai pintu masuk ke area penyimpanan produk A dengan setiap titik koordinat pojok kiri bawah untuk menentukan titik plot ke setiap area penyimpanan produk A
 - c) Perhitungan jarak perpindahan barang keluar hingga ke gedung *assembly* dengan jalur lintasan dalam gudang sama seperti jalur lintasan barang masuk.
2. Menghitung OMH gudang awal
 3. Menghitung penggunaan area penyimpanan gudang
 4. Menghitung lebar *aisle* atau gang
 5. Menghitung *Space Requirement* (SR)
 6. Menghitung *Throughput* (T)
 7. Perancangan tata letak gudang dengan metode *dedicated storage*:
 - a. Menghitung perbandingan T/S
 - b. Membuat *tata letak* dengan metode *dedicated storage*
 - c. Menghitung jarak perpindahan
 - d. Menghitung OMH
 8. Perancangan tata letak gudang dengan metode *class-based storage*:
 - a. Mengelompokkan barang berdasarkan nilai *throughput* ke dalam 3 kategori *fast*, *medium*, dan *slow moving*.
 - b. Penempatan area penyimpanan berdasarkan ketiga kategori.
 - c. Membuat *tata letak* dengan metode *class-based storage*
 - d. Menghitung jarak perpindahan
 - e. Menghitung OMH
 9. Pemilihan tata letak gudang terbaik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas area gudang *existing* divisi kendaraan khusus adalah 1100 m², dengan ukuran panjang 55 m dan lebar 20 m, Gambar 1. adalah tata letak area penyimpanan produk A gudang *existing* kondisi awal.



Gambar 1. Tata letak Area Penyimpanan Produk A Gudang *Existing* Kondisi Awal

Alat *material handling* yang berfungsi untuk memindahkan produk di area penyimpanan rak menggunakan *handlift* dengan kapasitas angkut sebesar 1000 kg dan dimensi 1600 x 500 x 2200 mm sebanyak 2 buah, serta *forklift* 3 ton untuk memindahkan produk pada area penyimpanan lantaidengan kapasitas angkut sebesar 2500 kg dan dimensi 2580 x 1230 x 2080 mm sebanyak satu buah.

Media penyimpanan pada gudang *existing* menggunakan *pallet* dan *box pallet*. Ukuran *pallet* tersebut memiliki

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

panjang 110 cm, lebar 110 cm dan tinggi 14 cm dengan kapasitas berat 2.300 kg. Jumlah tumpukan produk dalam satu *pallet* ditentukan dari kapasitas angkut alat *material handling* yaitu *forklift* 3 ton yang mempunyai kapasitas daya angkut maksimal adalah 2.500 kg, sehingga toleransi daya angkut sebesar 100 kg untuk meminimalisir kesalahan dalam pengangkutan dan disesuaikan dengan bentuk tumpukan. Sedangkan media penyimpanan yang digunakan pada rak dengan ukuran panjang 250 cm, lebar 100 cm dan tinggi 230 cm dengan kapasitas berat yang ditampung 1000 kg yaitu *box pallet*.

1. Perhitungan jarak pintu I/O ke area penyimpanan
Berdasarkan hasil perhitungan jarak maka didapatkan perpindahan barang masuk dari pintu utama I/O ke area penyimpanan A adalah 13910,8 m dan jarak perpindahan barang keluar dari area penyimpanan A ke gedung *assembly* adalah 19000 m. Sehingga total jarak I/O ke area penyimpanan adalah 32910,8 m.
2. Perhitungan ongkos *material handling* tata letak kondisi awal secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 1.

Gudang *existing* area penyimpanan produk A mempunyai 2 orang operator. Perhitungan gaji 2 orang operator sebesar Rp. 7.400.000 x 12 bulan = Rp. 88.000.000/tahun.

Perhitungan biaya operasional untuk alat *material handling* adalah:

- a. Biaya pembelian *handlift* adalah Rp. 5.500.000
- b. Umur ekonomis *handlift* yaitu 10 tahun
- c. Jam kerja di gudang *existing* yaitu 8 jam sehari, 20 hari/bulan dan 240 hari/tahun
- d. Biaya perawatan dilakukan selama 2 bulan sekali dengan biaya Rp. 300.000/tahun/unit.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Perawatan} &= \frac{\text{Biaya Perawatan} \times \text{Jumlah unit}}{\text{Hari kerja 1 tahun}} \quad (1) \\ &= \frac{\text{Rp}300.000 \times 1 \text{ unit}}{240 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp}1.250/\text{hari} = \text{Rp}25.000/\text{bulan} \end{aligned}$$

- e. Biaya depresiasi

$$\begin{aligned} \text{Biaya Depresiasi} &= \frac{\text{Biaya Pembelian} \times \text{Jumlah unit}}{\text{Umur Ekonomis} \times \text{hari kerja 1 tahun}} \quad (2) \\ &= \frac{\text{Rp}5.500.000 \times 1 \text{ unit}}{10 \text{ tahun} \times 240 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp}115/\text{hari} = \text{Rp}1.375 /\text{bulan} \end{aligned}$$

- f. Ongkos *handlift*

$$\begin{aligned} \text{Ongkos Handlift} &= \frac{\text{Biaya Depresiasi} + \text{Total Biaya Perawatan}}{\text{Total Jarak Perpindahan perbulan}} \quad (3) \\ &= \frac{\text{Rp}1.375 + \text{Rp}25.000}{3497 \text{ m}} = \text{Rp}7,5 /\text{m/bulan} \end{aligned}$$

Perhitungan biaya operasional untuk alat *material handling forklift* adalah:

- a. Biaya pembelian *forklift* 3 ton adalah Rp. 220.000.000
- b. Umur ekonomis *forklift* yaitu 10 tahun
- c. Jam kerja di gudang *existing* yaitu 8 jam sehari, 20 hari/bulan dan 240 hari/tahun
- d. Biaya perawatan dilakukan 1 bulan sekali dengan biaya Rp5.040.000/tahun/unit atau Rp420.000/bulan/unit. Total biaya perawatan *forklift* 3 ton per bulan dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1) adalah Rp. 1.750/hari atau Rp. 35.000/bulan.
- e. Biaya depresiasi *forklift* dapat dihitung dengan menggunakan rumus (2).

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Rp}220.000.000 \times 1 \text{ unit}}{5 \text{ tahun} \times 240 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp}183.333/\text{hari} = \text{Rp}2.200.000/\text{bulan} \end{aligned}$$

- f. Biaya bahan bakar solar, berdasarkan *website* resmi Pertamina harga solar subsidi untuk Provinsi Jawa Barat Tahun 2024 sebesar Rp.6.800/liter. Kebutuhan solar yang digunakan pada *forklift* 3 ton sebesar 5 liter/hari, maka biaya bahan bakar solar sebesar Rp. 680.000/bulan.
- g. Menghitung ongkos *material handling forklift* dengan menggunakan rumus (4) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Ongkos Forklift} &= \frac{\text{Biaya Depresiasi} + \text{Biaya Perawatan} + \text{Biaya Solar}}{\text{Total Jarak Perpindahan perbulan}} \quad (4) \\ &= \frac{\text{Rp}2.200.000 + \text{Rp}35.000 + \text{Rp}680.000}{438,5 \text{ m}} \\ &= \text{Rp}6.648 /\text{m/bulan} \end{aligned}$$

Total OMH *handlift* dan *forklift* 3 ton beserta gaji operator pada kondisi gudang awal sebesar:

$$\text{Rp}50.458.343 + \text{Rp}1.486.266.768 + \text{Rp}88.000.000 = \text{Rp}1.624.725.111/\text{tahun.}$$

3. Perhitungan Penggunaan Area Penyimpanan pada Gudang

Perhitungan penggunaan luas area penyimpanan dengan menggunakan rumus (5) sebagai berikut:

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

Luas Area Penyimpanan Gudang Produk A : 220,5 m²
 Luas Gang Area Gudang Produk A : 21,5 m²
 Luas Total Penyimpanan dan Gang Produk A: 241,5 m²
 Area Penyimpanan = $\frac{\text{Luas Area Penyimpanan}}{\text{Luas Total}} \times 100\%$ (5)
 = $\frac{220,5}{241,5} \times 100\% = 91,1\%$

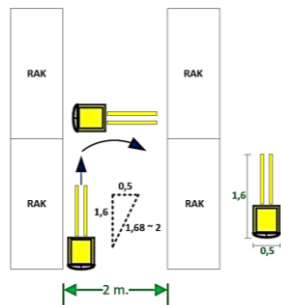
4. Perhitungan Lebar Aisle

Material handling yang digunakan di gudang existing menggunakan dua alat material handling yaitu handlift untuk area penyimpanan rak dan forklift 3 ton untuk area penyimpanan floor, untuk ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

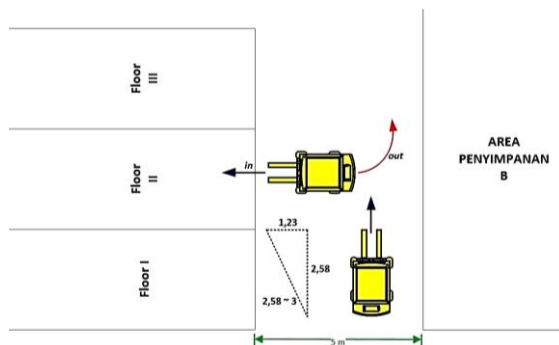
a. Handlift

Tabel 1. Perhitungan OMH Handlift dan Forklift Tata letak Awal

| Tata letak | Total Jarak Tempuh (m) | Total Frekuensi (Kali) | Ongkos Material Handling (Rp/m/bulan) | Total OMH |
|-------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Handlift | | | | |
| In | 1140,75 | 231 | Rp 7,5 | Rp 1.976.349 |
| Out | 1917 | 155 | Rp 7,5 | Rp 2.228.513 |
| Total (Rp/bulan) | | | | Rp 4.204.862 |
| Total (Rp/tahun) | | | | Rp 50.458.343 |
| Forklift | | | | |
| In | 112,50 | 41 | Rp 6.648 | Rp 30.663.900 |
| Out | 326 | 43 | Rp 6.648 | Rp 93.191.664 |
| Total (Rp/bulan) | | | | Rp 123.855.564 |
| Total (Rp/tahun) | | | | Rp 1.486.266.768 |



Gambar 2. Lebar Aisle Handlift



Handlift dengan dimensi 1600 x 500 x 2200 mm. Perhitungan aisle dengan menggunakan rumus (6):

$$\text{panjang diagonal} = [(\text{panjang})^2 + (\text{lebar})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

$$\text{panjang diagonal} = [(1,6)^2 + (0,5)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{panjang diagonal} = (2,56 + 0,25)^{\frac{1}{2}} = 1,68 \text{ m} \sim 2 \text{ m}$$

b. Forklift 3 ton

Forklift tiga ton dengan dimensi 2580 x 1230 x 2080 mm. Perhitungan aisle dengan menggunakan rumus (6):

$$\text{panjang diagonal} = [(2,58)^2 + (1,23)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{panjang diagonal} = (6,67 + 1,51)^{\frac{1}{2}} = 2,86 \text{ m} \sim 3 \text{ m}$$

Gambar 3. Lebar Aisle Forklift 3 Ton

5. Perhitungan Space Requirement (SR)

Perhitungan kebutuhan ruang (space requirement) digunakan untuk mengetahui berapa banyak kebutuhan area penyimpanan gudang existing yang diperlukan untuk menyimpan komponen berdasarkan jumlah rak yang ada dengan menggunakan rumus (7).

$$SR = \frac{\text{kebutuhan penyimpanan tiap produk}}{\text{banyaknya produk dalam 1 palet}} \quad (7)$$

6. Perhitungan Aktivitas Throughput (T)

Perhitungan aktivitas throughput digunakan sebagai ukuran aktivitas yang dilakukan oleh setiap komponen selama periode waktu tertentu dengan menggunakan rumus (8).

$$T = \frac{\text{Aktivitas penerimaan rata-rata}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} + \frac{\text{Aktivitas pemakaian rata-rata}}{\text{Jumlah pemindahan sekali angkut}} \quad (8)$$

7. Perancangan tata letak gudang dengan metode dedicated storage

a. Perbandingan T dan S

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

Perbandingan T dan S bertujuan untuk menentukan nilai aktivitas masing-masing komponen/material. Urutan penempatan barang yang terbesar hingga terkecil dengan

metode *dedicated storage* berdasarkan hasil perbandingan T/S seperti pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Urutan Penempatan Berdasarkan Perbandingan T/S

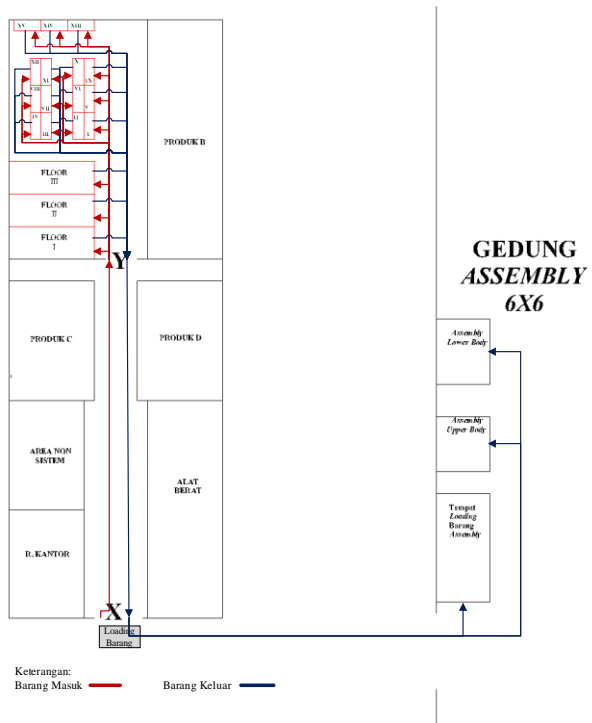
| No | Jenis Produk | SR | T Masuk (aktivitas) | T Keluar (aktivitas) | T/S Masuk | T/S Keluar | Total |
|----|---------------------|----|---------------------|----------------------|-----------|------------|-------|
| 1 | Turet | 12 | 12,00 | 3 | 1,00 | 0,25 | 1,25 |
| 2 | Dudukan Senjata | 12 | 12,00 | 3 | 1,00 | 0,25 | 1,25 |
| 3 | Pipa tembaga | 10 | 10,00 | 2 | 1,00 | 0,20 | 1,20 |
| 4 | Pipa turbo | 15 | 11,25 | 2,25 | 0,75 | 0,15 | 0,90 |
| 5 | Ban | 12 | 6,00 | 4,5 | 0,50 | 0,38 | 0,88 |
| 6 | Set pelontar granat | 6 | 4,00 | 1 | 0,67 | 0,17 | 0,83 |
| 7 | Rear Sensing | 9 | 6,00 | 1 | 0,67 | 0,11 | 0,78 |
| 8 | Alat Pemadam | 11 | 7,33 | 1 | 0,67 | 0,09 | 0,76 |
| 9 | Jirigen Besi 20L | 8 | 5,00 | 1 | 0,63 | 0,13 | 0,75 |
| 10 | Electric winch | 50 | 25,00 | 9 | 0,50 | 0,18 | 0,68 |
| 11 | Kabel sling | 8 | 4,00 | 1 | 0,50 | 0,13 | 0,63 |
| 12 | Aki | 40 | 20,00 | 3 | 0,50 | 0,08 | 0,58 |
| 13 | Air dryer | 45 | 22,50 | 3 | 0,50 | 0,07 | 0,57 |
| 14 | Steer House | 60 | 30,00 | 3 | 0,50 | 0,05 | 0,55 |
| 15 | Lampu blackout | 20 | 6,67 | 1 | 0,33 | 0,05 | 0,38 |
| 16 | Heat seal | 24 | 8,00 | 1 | 0,33 | 0,04 | 0,38 |
| 17 | Panel dashboard | 40 | 13,33 | 1 | 0,33 | 0,03 | 0,36 |
| 18 | Tangki BBM | 24 | 6,67 | 1 | 0,28 | 0,04 | 0,32 |
| 19 | Kursi driver | 24 | 6,00 | 1,5 | 0,25 | 0,06 | 0,31 |
| 20 | Air filter | 12 | 3,00 | 0,75 | 0,25 | 0,06 | 0,31 |
| 21 | Velg | 18 | 3,00 | 2,25 | 0,17 | 0,13 | 0,29 |
| 22 | Track rod Assy | 14 | 2,25 | 1 | 0,16 | 0,07 | 0,23 |
| 23 | Mini Power Pack | 20 | 3,33 | 1 | 0,17 | 0,05 | 0,22 |
| 24 | Cover Hub | 20 | 3,33 | 1 | 0,17 | 0,05 | 0,22 |

b. *Tata letak Metode Dedicated Storage*

Penyesuaian tata letak gudang *existing* dengan metode *dedicated storage* pada Gambar 4. dengan mengalokasikan penempatan barang tersedekat dengan pintu I/O (titik keluar masuk barang) berdasarkan nilai perbandingan T dan S yang terbesar.

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024



Gambar 4. Tata letak Barang Metode *Dedicated Storage*

c. Perhitungan jarak perpindahan barang *tata letak dedicated storage*

Berdasarkan Gambar 4 dapat ditentukan jarak perpindahan barang dari pintu masuk I/O sama dengan langkah-langkah perhitungan jarak. Pintu masuk I/O disimbolkan dengan huruf X dan simbol huruf Y merupakan titik area penyimpanan produk A. Berdasarkan hasil perhitungan jarak perpindahan barang masuk dari pintu utama I/O ke area penyimpanan produk A 12.910,8 m. Sedangkan jarak perpindahan barang keluar area penyimpanan A ke gedung *assembly* 19.795,25 m. Total jarak perpindahan barang masuk dan keluar adalah 32.706 m. Efisiensi yang dapat dilakukan setelah perubahan tata letak dengan menggunakan metode *dedicated storage* adalah:

- 1) Persentase penggunaan area penyimpanan

$$\begin{aligned} \text{Penggunaan area penyimpanan} &= 226,5 \text{ m}^2 \\ \text{Total luas area penyimpanan} &= 241,5 \text{ m}^2 \\ \text{Persentase penggunaan area penyimpanan} &= \frac{226,5}{241,5} \times 100\% = 93,6\% \end{aligned}$$

- 2) Rata-rata jarak tempuh = $\frac{32.706}{18} = 1.817 \text{ m}$
- 3) Produktivitas = $\frac{18}{3} = 6$ area penyimpanan/karyawan

d. Perhitungan OMH tata letak *dedicated storage*

Perhitungan gaji operator, biaya penyusutan, biaya operasional dan biaya perawatan sama dengan perhitungan OMH tata letak kondisi awal. Terdapat perbedaan pada ongkos *handlift* dan *forklift* karena total jarak perpindahan perbulan menyesuaikan dengan perubahan tata letak pada metode *dedicated storage* dengan menggunakan rumus (3) untuk ongkos *handlift* dan rumus (4) untuk ongkos *forklift*.

$$\begin{aligned} \text{Ongkos Handlift} &= \frac{\text{Rp}1.375 + \text{Rp}25.000}{3637,5 \text{ m}} = \text{Rp}7,3 \text{ /m/bulan} \\ \text{Ongkos Forklift} &= \frac{\text{Rp}2.200.000 + \text{Rp}35.000 + 680.000}{438,5 \text{ m}} \\ &= \text{Rp}5.859 \text{ /m/bulan} \end{aligned}$$

Total OMH *handlift* dan *forklift* 3 ton pada Tabel 3. beserta gaji operator pada kondisi gudang awal sebesar:
 $\text{Rp}49.888.638 + \text{Rp}1.484.026.110 + \text{Rp}88.000.000 = \text{Rp}1.622.714.748/\text{tahun}.$

Berdasarkan hasil perbaikan tata letak gudang existing menggunakan metode *dedicated storage* untuk menampung 24 barang/komponen dengan penggunaan area penyimpanan meningkat sebesar 93,6% dari kondisi gudang awal 91,1% dari total luas area penyimpanan produk A sebesar 241,5 m². Untuk total jarak tempuh dari area penyimpanan ke titik awal I/O sebesar 32.706 m dari kondisi gudang *existing* awal sebesar 32.910,8 m. Dengan aliran material seperti pada Gambar 4 dan posisi komponen pada *tata letak dedicated storage* seperti pada Tabel 4.

Tabel 3. Perhitungan OMH *Handlift* dan *Forklift* Retata letak *Dedicated Storage*

| <i>Dedicated Storage</i> | Total Jarak Tempuh (m) | Total Frekuensi (Kali) | Ongkos Material Handling (Rp/m/bulan) | Total OMH (Rp/bulan) |
|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| Handlift | | | | |
| In | 1087,5 | 231 | Rp 7,30 | Rp 1.833.851 |

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

| | | | | | | |
|-------------------------|--------|-----|----|-------|-----------|----------------------|
| <i>Out</i> | 2053,5 | 155 | Rp | 7,30 | Rp | 2.323.535 |
| Total (Rp/bulan) | | | | | Rp | 4.157.387 |
| Total (Rp/tahun) | | | | | Rp | 49.888.638 |
| <i>Forklift</i> | | | | | | |
| <i>In</i> | 142,50 | 41 | Rp | 5.859 | Rp | 34.231.208 |
| <i>Out</i> | 355 | 43 | Rp | 5.859 | Rp | 89.437.635 |
| Total (Rp/bulan) | | | | | Rp | 123.668.843 |
| Total (Rp/tahun) | | | | | Rp | 1.484.026.110 |

Tabel 4. Urutan Peletakkan Barang/Komponen *Tata letak Dedicated Storage*

| No | Penempatan Kelas | | Lokasi | |
|----|---------------------|-----------|-----------|---------|
| | Jenis Produk | Total T/S | Blok | Baris |
| 1 | Turet | 1,25 | Floor I | - |
| 2 | Dudukan Senjata | 1,25 | I | 1 |
| 3 | Pipa tembaga | 1,20 | II | 1 s/d 3 |
| 4 | Pipa turbo | 0,90 | I | 2 |
| 5 | Ban | 0,88 | Floor II | - |
| 6 | Set pelontar granat | 0,83 | I | 3 |
| 7 | Rear Sensing | 0,78 | III | 1 |
| 8 | Alat Pemadam | 0,76 | III | 2 |
| 9 | Jirigen Besi 20L | 0,75 | III | 3 |
| 10 | Electric winch | 0,68 | IV | 1 s/d 3 |
| 11 | Kabel sling | 0,63 | V | 1 s/d 3 |
| 12 | Aki | 0,58 | VI | 1 |
| 13 | Air dryer | 0,57 | VII | 1 s/d 3 |
| 14 | Steer House | 0,55 | VIII | 1 s/d 3 |
| 15 | Lampu blackout | 0,38 | IX | 1 s/d 3 |
| 16 | Heat seal | 0,38 | X | 1 s/d 3 |
| 17 | Panel dashboard | 0,36 | XI | 1 s/d 3 |
| 18 | Tangki BBM | 0,32 | XII | 1 s/d 3 |
| 19 | Kursi driver | 0,31 | XIII | 1 s/d 3 |
| 20 | Air filter | 0,31 | XIV | 1 s/d 3 |
| 21 | Velg | 0,29 | Floor III | - |
| 22 | Track rod Assy | 0,23 | VI | 2 |
| 23 | Mini Power Pack | 0,22 | XV | 1 s/d 3 |
| 24 | Cover Hub | 0,22 | VI | 3 |

8. Perancangan tata letak gudang dengan metode *class-based storage*

a. Pengelompokan Barang Berdasarkan Tiga Kategori Metode *class-based storage* akan mengelompokkan barang menjadi 3 kategori yaitu *fast moving*, *medium moving* dan *slow moving* seperti pada Tabel 5. Pengelompokan barang kedalam ketiga kategori dimana:

1. *Fast Moving*, persentase kumulatif T < 80%
 2. *Medium Moving*, persentase kumulatif T 81 – 95%
 3. *Slow Moving*, persentase kumulatif T 96 – 100%
- Penempatan alokasi barang terdekat dengan pintu masuk I/O dimulai dari kategori *fast moving* hingga paling jauh dari pintu masuk I/O kategori *slow moving*.

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

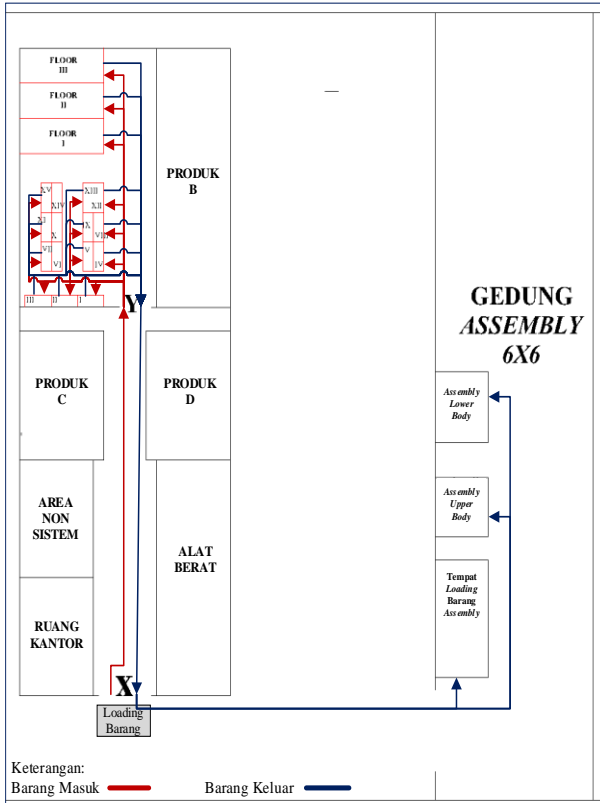
Tabel 5. Pengelompokkan Barang kedalam 3 Kategori

| No | Jenis Produk | Throughput (Aktivitas) | Persentase T (%) | Persentase Kumulatif Throughput (%) | Kategori |
|-------|------------------------|------------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| 1 | <i>Electric winch</i> | 34 | 12 | 12 | <i>Fast Moving</i> |
| 2 | <i>Steer House</i> | 33 | 11 | 23 | |
| 3 | <i>Air dryer</i> | 26 | 9 | 32 | |
| 4 | Aki | 23 | 8 | 40 | |
| 5 | Turet | 15 | 5 | 46 | |
| 6 | Dudukan Senjata | 15 | 5 | 51 | |
| 7 | Panel <i>dashboard</i> | 15 | 5 | 56 | |
| 8 | Pipa turbo | 14 | 5 | 61 | |
| 9 | Pipa tembaga | 12 | 4 | 65 | |
| 10 | Ban | 11 | 4 | 69 | |
| 11 | <i>Heat seal</i> | 9 | 3 | 72 | |
| 12 | Alat Pemadam | 9 | 3 | 75 | |
| 13 | Tangki BBM | 8 | 3 | 78 | |
| 14 | Lampu <i>blackout</i> | 8 | 3 | 81 | |
| 15 | Kursi <i>driver</i> | 8 | 3 | 84 | |
| 16 | <i>Rear Sensing</i> | 7 | 2 | 86 | |
| 17 | Jirigen Besi 20L | 6 | 2 | 88 | |
| 18 | <i>Velg</i> | 6 | 2 | 90 | |
| 19 | Kabel sling | 5 | 2 | 92 | |
| 20 | Set pelontar granat | 5 | 2 | 94 | <i>Slow Moving</i> |
| 21 | <i>Mini Power Pack</i> | 5 | 2 | 95 | |
| 22 | <i>Cover Hub</i> | 5 | 2 | 97 | |
| 23 | <i>Air filter</i> | 4 | 1 | 99 | |
| 24 | <i>Track rod Assy</i> | 4 | 1 | 100 | |
| Total | | 287 | 100 | | |

b. *Tata letak Metode Class-based storage*

Penyesuaian penempatan barang gudang *existing* dengan metode *class-based storage* pada Gambar 5. dengan mengalokasikan penempatan barang terdekat dengan pintu I/O (titik keluar masuk barang) berdasarkan pengelompokkan barang kedalam 3 kategori.

PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK
Vol. 5 Tahun 2024



Gambar 5. Tata letak Barang Metode *Class Based Storage*

c. Perhitungan jarak perpindahan barang *tata letak class-based storage*

Perhitungan jarak perpindahan barang masuk dari pintu utama I/O ke area penyimpanan produk A dengan menggunakan tahapan perhitungan jarak. Hasil perhitungan jarak perpindahan barang masuk adalah 11.492,3 m. Sedangkan jarak perpindahan barang keluar area penyimpanan A ke gedung *assembly* 18.812 m. Total jarak perpindahan barang masuk dan keluar adalah 30.304,5 m. Efisiensi yang dapat dilakukan setelah perubahan tata letak dengan menggunakan metode *dedicated storage* adalah:

- 1) Persentase penggunaan area penyimpanan
 Penggunaan area penyimpanan = 226,5 m²
 Total luas area penyimpanan = 241,5 m²
 Persentase penggunaan area penyimpanan
 $= \frac{226,5}{241,5} \times 100\% = 93,6\%$
- 2) Rata-rata jarak tempuh = $\frac{30.304,5}{18} = 1.683,6$ m

3) Produktivitas = $\frac{18}{3} = 6$ area penyimpanan/karyawan

d. Perhitungan OMH tata letak *class-based storage*

Perhitungan gaji operator, biaya penyusutan, biaya operasional dan biaya perawatan sama dengan perhitungan OMH tata letak kondisi awal. Terdapat perbedaan pada ongkos *handlift* dan *forklift* karena total jarak perpindahan perbulan menyesuaikan dengan perubahan tata letak pada metode *class based storage* dengan menggunakan rumus (3) untuk ongkos *handlift* dan rumus (4) untuk ongkos *forklift*.

$$\text{Ongkos Handlift} = \frac{\text{Rp}1.375 + \text{Rp}25.000}{3261 \text{ m}} = \text{Rp}8,1 / \text{m/bulan}$$

$$\text{Ongkos Forklift} = \frac{\text{Rp}2.200.000 + \text{Rp}35.000 + 680.000}{516,5 \text{ m}} = \text{Rp}5.644 / \text{m/bulan}$$

Total OMH *handlift* dan *forklift* 3 ton pada Tabel 6. beserta gaji operator pada kondisi gudang awal sebesar:
 Rp47.917.705 + Rp1.483.683.432 + Rp88.000.000 = Rp1.620.401.137/tahun.

Berdasarkan hasil perbaikan tata letak gudang *existing* menggunakan metode *class-based storage* untuk menampung 24 jenis barang/komponen dengan penggunaan area penyimpanan meningkat sebesar 93,6% dari kondisi gudang awal 91,1% dari total luas area penyimpanan produk A sebesar 241,5 m². Total jarak tempuh dari area penyimpanan ke titik awal I/O hingga ke gedung *assembly* mengalami penurunan sebesar 30.304,5 m dari kondisi gudang *existing* awal sebesar 32.910,8 m. Urutan aliran material dapat dilihat pada Gambar 5. dan posisi barang pada tata letak *class-based storage* pada Tabel 7.

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

Tabel 6. Perhitungan OMH *Handlift* dan *Forklift Retata letak Dedicated Storage*

| <i>Dedicated Storage</i> | Total Jarak Tempuh (m) | Total Frekuensi (Kali) | Ongkos Material Handling (Rp/m/bulan) | | Total OMH (Rp/bulan) |
|--------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------------------|-------|-------------------------|
| Handlift | | | | | |
| <i>In</i> | 889,25 | 231 | Rp | 8,1 | Rp 1.663.876 |
| <i>Out</i> | 1855,25 | 155 | Rp | 8,1 | Rp 2.329.266 |
| Total (Rp/bulan) | | | | | Rp 3.993.142 |
| Total (Rp/tahun) | | | | | Rp 47.917.705 |
| Forklift | | | | | |
| <i>In</i> | 151,50 | 41 | Rp | 5.644 | Rp 35.057.706 |
| <i>Out</i> | 365 | 43 | Rp | 5.644 | Rp 88.582.580 |
| Total (Rp/bulan) | | | | | Rp 123.640.286 |
| Total (Rp/tahun) | | | | | Rp 1.483.683.432 |

Tabel 7. Urutan Peletakkan Barang/Komponen *Tata letak Class-based storage*

| No | Jenis Produk | Lokasi | | Media Penyimpanan |
|----|------------------------|------------------|---------|-------------------|
| | | Blok | Baris | |
| 1 | <i>Electric winch</i> | I | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 2 | <i>Steer House</i> | II | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 3 | <i>Air dryer</i> | III | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 4 | Aki | IV | 1 | <i>Box Pallet</i> |
| 5 | Turet | <i>floor I</i> | - | <i>Pallet</i> |
| 6 | Dudukan Senjata | IV | 2 | <i>Box Pallet</i> |
| 7 | Panel <i>dashboard</i> | V | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 8 | Pipa turbo | IV | 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 9 | Pipa tembaga | VI | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 10 | Ban | <i>floor II</i> | - | <i>Pallet</i> |
| 11 | <i>Heat seal</i> | VII | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 12 | Alat Pemadam | VIII | 1 | <i>Box Pallet</i> |
| 13 | Tangki BBM | IX | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 14 | Lampu <i>blackout</i> | X | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 15 | Kursi <i>driver</i> | XI | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 16 | <i>Rear Sensing</i> | VIII | 2 | <i>Box Pallet</i> |
| 17 | Jirigen Besi 20L | VIII | 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 18 | <i>Velg</i> | <i>floor III</i> | - | <i>Pallet</i> |
| 19 | Kabel sling | XII | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 20 | Set pelontar granat | XIII | 1 | <i>Box Pallet</i> |
| 21 | <i>Mini Power Pack</i> | XIV | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 22 | <i>Cover Hub</i> | XIII | 2 | <i>Box Pallet</i> |
| 23 | <i>Air filter</i> | XV | 1 s/d 3 | <i>Box Pallet</i> |
| 24 | <i>Track rod Assy</i> | XIII | 3 | <i>Box Pallet</i> |

9. Pemilihan Tata Letak Gudang Terbaik

Aliran keluar masuk barang pada gudang *existing* mengikuti aturan *First In First Out (FIFO)* yaitu metode persediaan yang mengatur agar barang yang masuk terlebih dahulu akan keluar lebih dahulu. Tujuan dari penerapan aturan FIFO adalah untuk menghindari

keusangan pada barang yang disimpan. Berdasarkan hasil perbandingan metode *dedicated storage* dan *class-based storage* untuk perancangan tata letak gudang produk A pada Tabel 8., menunjukkan bahwa tata letak gudang dengan metode *class-based storage* merupakan tata letak paling optimal.

Tabel 8. Perbandingan Metode Perancangan Tata Letak

| No. | Faktor Pemanding | Tata letak Awal | Tata letak <i>Dedicated Storage</i> | Tata letak <i>Class-based storage</i> |
|-----|--|------------------|--|---------------------------------------|
| 1 | Total Jarak Tempuh (m) | 32.910,8 | 32.706 | 30.304,5 |
| 2 | Rata-rata jarak tempuh tiap area penyimpanan (m) | 1.823,4 | 1.817 | 1.683,6 |
| 3 | Produktivitas (area penyimpanan/karyawan) | 6 | 6 | 6 |
| 4 | Persentase penggunaan area penyimpanan (%) | 91,1 | 93,6 | 93,6 |
| 5 | Ongkos <i>Material Handling</i> (Rp) | Rp.1.625.525.111 | Rp. 1.622.714.748 | Rp. 1.620.401.137 |

4. KESIMPULAN

Berdasarkan Tabel 8. perancangan tata letak gudang *existing* untuk produk A pada perusahaan manufaktur kendaraan militer, maka didapatkan tata letak terpilih adalah dengan menggunakan metode *class-based storage*. Rancangan tata letak tersebut mampu menurunkan jarak tempuh *material handling* sebesar 2.606,5 m dan OMH berkurang sebesar Rp.5.123.974/tahun jika dibandingkan dengan metode *dedicated storage* yang hanya mampu menurunkan jarak tempuh *material handling* 204,75 m dan OMH berkurang Rp. 2.810.363/tahun. Penerapan rancangan tata letak gudang *existing* produk A dapat menjadi acuan untuk gudang lainnya. Penelitian selanjutnya yang dapat diterapkan oleh perusahaan adalah dengan memperbaiki prosedur-prosedur penyimpanan seperti membuat *kanban* atau membuat *barcode* untuk mengidentifikasi barang pada divisi kendaraan khusus. Implikasi manajerial penelitian ini bagi perusahaan adalah terdapat peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya, dan pemanfaatan ruang yang lebih optimal. Oleh karena itu, manfaat penelitian ini bagi perusahaan diantaranya yang pertama dapat mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mencari dan mengambil barang dengan cara mengoptimalkan alur barang. Kedua, membantu mengurangi biaya yang terkait dengan proses penyimpanan dan distribusi barang. Ketiga, pengaturan jalur yang jelas untuk alur barang sehingga meningkatkan keamanan dan Kesehatan kerja. Terakhir, dengan tata letak yang efisien dapat meningkatkan waktu pemrosesan pesanan dan pengiriman yang berdampak langsung pada kepuasan pelanggan.

DAFTAR PUSTAKA

Arianto, B., Mandagie, K., & Suwarno. (2018). *Perancangan Tata Letak Gudang Produk Jadi Cat Dengan Metode Dedicated Storage Di Pt. Akzonobel Car Refinishes Indonesia*. 1–13.

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), 105. <https://doi.org/10.36722/sst.v1i3.54>

Husin, S. (2020). Perbaikan Tata Letak Gudang Produk Jadi Dengan Metode *Dedicated Storage* Digudang Pt. Yyz. *JISO : Journal of Industrial and Systems Optimization*, 3, 8–15. <https://doi.org/10.51804/jiso.v3i1.8-15>

Imansuri, F., Febriyanto, R. D., Pratama, I. R., Sumasto, F., & Aisyah, S. (2023). Perancangan Tata Letak Gudang dengan Membandingkan Metode *Dedicated Storage* dan *Class Based Storage* (Studi Kasus: Perusahaan Komponen Otomotif). *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.6957>

Irman, A., & Septiani, R. D. (2020). Perancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Kebijakan *Dedicated Storage* Untuk Minimasi Total Jarak Tempuh Di Pt Xyz. *Journal Industrial Servicess*, 6(1), 45. <https://doi.org/10.36055/jiss.v6i1.9473>

Maria, E., Sianturi, A., Kurnia, E., & Pakpahan, A. (2024). *JEIS (JOURNAL ENGINEERING IN INDUSTRIAL SYSTEMS) Evaluasi Rancangan Tata Letak Menggunakan Metode Shared storage dan Dedicated storage Pada Gudang Logistik Bahan Baku di CV. Laksana Karoseri Semarang*. 1(2), 17–36. <http://journal-live.ithb.ac.id/EIS>

Meldra, D., & Purba, H. M. (2018). Relayout Tata Letak Gudang Barang Dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage*. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), 32. <https://doi.org/10.33884/jrsi.v4i1.813>

Olivia Audrey, Wayan Sukania, & Siti Rohana Nasution. (2019). Analisis Tata Letak Gudang Dengan Menggunakan Metode *Dedicated Storage*. *Jurnal ASIIMETRIK: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 1(1), 43–49. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v1i1.221>

Perdana, S., Tiara, T., & Nugeroho, A. A. U. (2023). Perbaikan Tata Letak Gudang Dengan Metode *Shared Storage* Pada Distributor Mawar Super Laundry. *Faktor Exacta*, 15(4), 252. <https://doi.org/10.30998/faktorexacta.v15i4.13125>

**PROSIDING SEMINAR NASIONAL
MANAJEMEN INDUSTRI
DAN RANTAI PASOK**

Vol. 5 Tahun 2024

- Richards, G. (2014). Warehouse Managemenet. In *Kogan Page* (II, Vol. 2). Kogan Page.
- Rosihin, R., Ma'arij, M., Cahyadi, D., & Supriyadi, S. (2021). Analisa Perbaikan Tata Letak Gudang Coil dengan Metode Class Based Storage. *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, 7(2), 166–172.
<https://doi.org/10.30656/intech.v7i2.4036>
- Safira Isnaeni, N., & 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).
- Saputra, N., & Hasmawati. (2019). PERANCANGAN TATA LETAK GUDANG SPAREPART DENGAN MENGGUNAKAN METODE CLASS BASED STORAGE (StudiKasus PadaGudangPT WanaPotensiGuna) PT Wana Potensi Guna is a company engaged in the production of palm oil processing . In carrying Keywords : Class based stora. *Engineering Science*, 1–12.
- Ulum, A. A. (2022). Perancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode Class Based Storage Di PT. Sukun Druck. *Journal of Industrial Engineering and Technology*, 2(2), 190–199.
<https://doi.org/10.24176/jointtech.v2i2.7592>
- Yusriski, R., & Pardiyono, R. (2022). Perbaikan Tata Letak Gudang Penyimpanan untuk Meminimalisasi Waktu Pencarian Box Komponen. *Infomatek*, 24(1), 25–34.
<https://doi.org/10.23969/infomatek.v24i1.5740>