

Perancangan tata letak gudang dengan menggunakan metode *class based storage* pada PT. XYZ

Warehouse layout design using the class based storage method at PT. XYZ

Sahat Sinambela, Argi Thaufani, Muhammad Irvan, Martua Manik*

* Universitas Indraprasta PGRI, Jl. TB Simatupang No.58, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12530 Indonesia

*Email: martua.manik@unindra.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

- Histori Artikel
- Artikel dikirim 02/10/2024
 - Artikel diperbaiki 21/10/2024
 - Artikel diterima 31/10/2024

ABSTRAK

Tata letak gudang sangat penting dalam meningkatkan produktivitas suatu perusahaan dan tidak dapat diabaikan, karena dapat menghambat penyediaan dan pengiriman produk kepada pelanggan. Oleh sebab itu, suatu perusahaan harus dapat merancang tata letak barang yang baik dan tepat untuk memaksimalkan kapasitas penyimpanan produknya, salah satunya di PT. XYZ sebagai objek penelitian. Tujuan penelitian ini adalah memberikan usulan perancangan tata letak penyimpanan yang lebih baik. Penelitian ini menggunakan metode *class-based storage* dan metode *rectilinear*, fokus dari lokasi titik I/O ke lokasi penyimpanan. Untuk mempermudah memberikan gambaran secara jelas dan mudah dipahami, simulasi *software* FlexSim 2019 digunakan. Hasil studi ditemukan usulan gambar tata letak gudang lebih efisien dengan jarak tempuh menggunakan metode *rectilinear* sebesar 166.900,9 m, sedangkan hasil simulasi *software* FlexSim 2019 didapatkan total jarak perpindahan sebesar 581.805,9 m.

Kata Kunci: Tata letak gudang; *class based storage*; *rectilinear*

ABSTRACT

Warehouse layout is very important in increasing the productivity of a company and cannot be ignored, because it can hinder the supply and delivery of products to customers. Therefore, a company must be able to design a good and appropriate layout of goods to maximize the storage capacity of its products, one of which is at PT XYZ as the object of research. The purpose of this research is to propose a better storage layout design. This research uses the class-based storage method and the rectilinear method, focusing from the location of the I/O point to the storage location. To make it easier to provide a clear and understandable picture, FlexSim 2019 software simulation is used. The results of the study found that the proposed warehouse layout drawing is more efficient with a distance using the rectilinear method of 166,900.9 m, while the results of the FlexSim 2019 software simulation obtained a total displacement distance of 581,805.9 m.

Keywords: Warehouse layout; *class-based storage*; *rectilinear*

1. PENDAHULUAN

Persaingan bisnis yang kompetitif dalam bidang manufaktur, industri, dan jasa, menuntut setiap perusahaan harus melakukan pekerjaannya secara efektif dan efisien. Sistem penyimpanan barang merupakan salah satu dari banyak elemen yang menentukan seberapa efektif dan efisien

suatu perusahaan [1]. Pengelolaan gudang yang baik dapat mengurangi waktu pencarian barang dan biaya operasional gudang, sehingga dapat meningkatkan kinerja perusahaan [2][3].

Gudang merupakan tempat penyimpanan barang atau inventori yang sangat penting untuk berbagai tugas seperti; penerimaan, *put away*, *storing*, *picking* dan *delivering* [4][5]. Gudang yang baik tidak harus besar karena memiliki sistem inventaris dan tata letak yang baik untuk memaksimalkan penggunaan gudang [6]. Tata letak gudang menjadi penting untuk diperhatikan untuk memastikan efektivitas pengiriman barang ke pelanggan tersedia dalam jumlah dan waktu yang tepat [7][8]. Jarak *material handling* yang terlalu jauh dapat mempengaruhi lintasan dan waktu proses produksi [9]. Artinya, tata letak yang baik dapat memastikan bahwa berbagai fasilitas dan peralatan fisik ditempatkan secara teratur dan sesuai dengan kapasitas ruang penyimpanan, sehingga pekerjaan dapat dilakukan secara efisien [10].

Berdasarkan pengamatan tim peneliti yang dilakukan di lokasi gudang penyimpanan barang PT. XYZ daerah Parung kota Bogor, ditemukan beberapa permasalahan yaitu; penempatan produk tidak tertata dengan baik, jarak tempuh perpindahan produk yang jauh dan proses penanganan material tidak efektif. Oleh karena itu, peneliti mengusulkan perancangan tata letak gudang yang lebih baik, sehingga proses penanganan material dapat berjalan dengan lancar dengan jarak perpindahan produk menjadi lebih pendek dan singkat berdasarkan tata letak gudang yang diusulkan [11]. Hal ini tentunya dapat meningkatkan pendapatan perusahaan di masa yang akan datang.

2. METODE

Studi ini dilakukan di gudang PT. XYZ yang berlokasi di Parung, Bogor, Jawa Barat, dari Maret 2024 hingga Agustus 2024. Penelitian ini menggunakan metode *Class-Based Storage*, selanjutnya untuk perhitungan jarak perpindahan material atau produk menggunakan metode *Rectilinear* dari titik I/O ke lokasi penyimpanan. Hasil analisis selanjutnya disandingkan dengan hasil simulasi *software* FlexSim 2019 untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Tata letak gudang

Tujuan dari perancangan tata letak gudang adalah untuk mendapatkan efisiensi biaya penanganan material dan biaya-biaya terkait dengan pengelolaan ruang dalam gudang. Biaya penanganan bahan yang dimaksud meliputi biaya transportasi keluar-masuk barang, penyimpanan, yang berkaitan juga dengan biaya peralatan, barang, orang, material, pengawasan, asuransi, dan penyusutan.

Class-based storage

Metode *class-based storage* merupakan metode penyimpanan produk dengan cara membagi barang ke dalam kelas-kelas berdasarkan kemiripan tertentu seperti tipe material, tipe perpindahan dan lainnya. *Class-based storage* ini dipilih untuk menghasilkan *layout* terbaik yang memberikan jarak perpindahan terpendek dan waktu *handling* yang paling kecil.

Perhitungan jarak metode *rectilinear*

Metode *rectilinear* adalah cara perhitungan untuk menghitung jarak antara dua titik tengah (d_{ij}) dari dua buah stasiun kerja i dan j yang koordinatnya ditunjukkan sebagai (x_i, y_i) dan (x_j, y_j) , menggunakan Persamaan (1). Cara perhitungan jarak ini menggunakan jumlah jarak tempuh dari setiap garis sumbu, sehingga jarak lokasi yang diukur adalah mengikuti jalur yang tegak lurus. Metode *rectilinear* ini umum digunakan karena kemudahannya untuk dihitung dan dimengerti, dan juga sesuai untuk diterapkan dalam masalah-masalah yang nyata.

Proses pengolahan data

- Menghitung jarak rata-rata lokasi dari blok penyimpanan ke pintu gudang (*I/O Point*) menggunakan metode *rectilinear* untuk luas gudang $\pm 7000 \text{ m}^2$, dihitung menggunakan Persamaan 1.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (1)$$

Dimana:

x_i = titik koordinat x terhadap pusat fasilitas i (*I/O Point*)

y_i = titik koordinat y terhadap pusat fasilitas i (I/O Point)

x_j = titik koordinat x terhadap pusat fasilitas j

y_j = titik koordinat y terhadap pusat fasilitas j

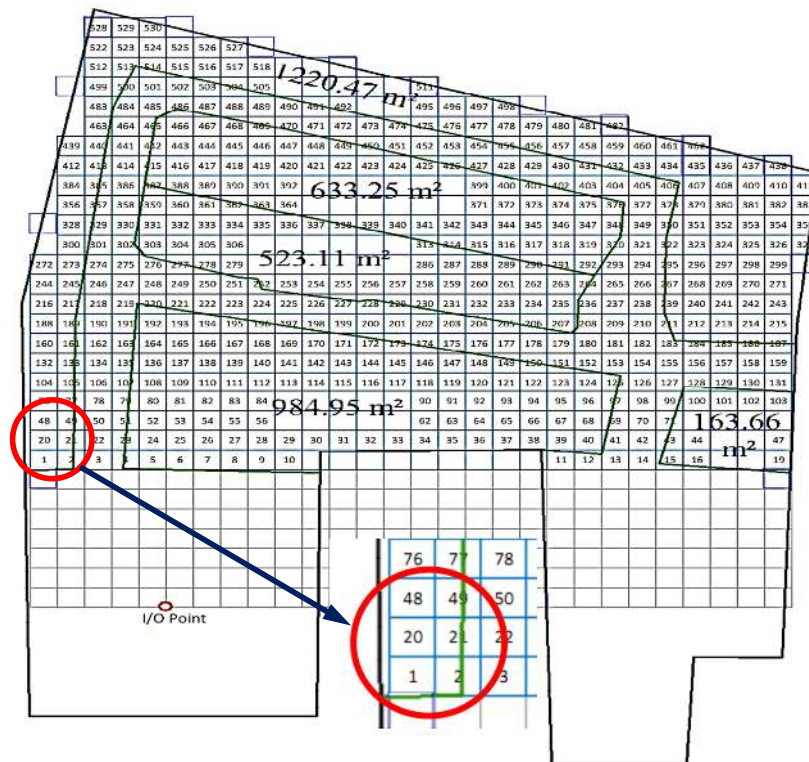
d_{ij} = nilai jarak lokasi dengan pusat fasilitas i (I/O Point) dan j

- Menghitung jumlah rata-rata produk yang masuk dan keluar untuk setiap produk
- Menghitung frekuensi perpindahan produk rata-rata.
- Membuat pemodelan kelas produk berdasarkan frekuensi perpindahan rata-rata. Klasifikasi menggunakan kategori ABC, di mana kelas A mewakili 20% dari jumlah persediaan yang ada tetapi memberikan nilai 80%; kelas B mewakili 30% dari jumlah persediaan yang ada tetapi memberikan nilai 15%; dan kelas C mewakili 50% dari jumlah persediaan, tetapi memberikan nilai 5% [12].
- Analisis perhitungan kebutuhan luas penyimpanan setiap jenis barang.
- Analisis dan perbandingan total jarak perpindahan produk berdasarkan tata letak awal dan tata letak usulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis jarak blok lokasi penyimpanan ke pintu gudang (I/O Point)

Tahap pertama adalah mengidentifikasi kondisi awal tata letak gudang, menggunakan bantuan kotak-kotak berukuran 3 m x 3 m sebagai blok-blok lokasi penyimpanan produk. Adapun gambaran tata letak awal blok-blok lokasi penyimpanan produk pada gudang PT.XYZ diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Identifikasi kondisi awal tata letak gudang dan penomoran blok lokasi penyimpanan

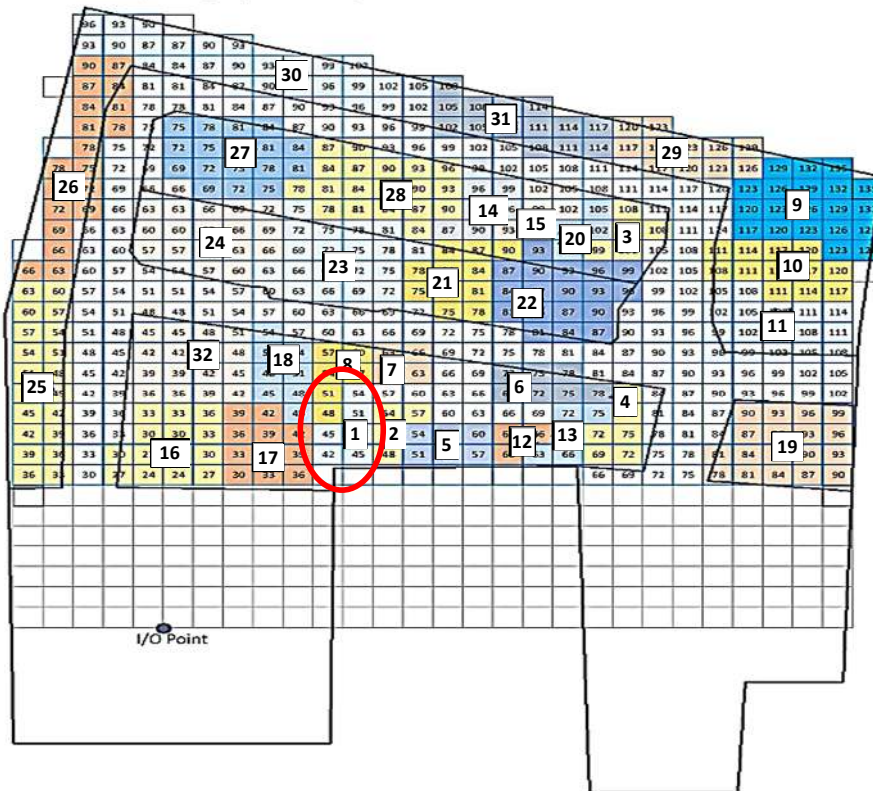
Tahap selanjutnya melakukan perhitungan terhadap nilai lokasi blok-blok penyimpanan, yaitu perhitungan jarak blok-blok lokasi penyimpanan ke titik I/O menggunakan metode *rectilinear*. Teknik pengukuran jarak *rectilinear* ini merupakan pengukuran jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Perhitungan nilai jarak lokasi menggunakan bantuan kotak-kotak berukuran 3 m x 3 m sebagai patokan ukuran gudang yang luasnya 7000 m². Lingkaran berwarna merah pada Gambar 1, menunjukkan penomoran untuk posisi blok lokasi 1 dan blok lokasi 20. Nilai lokasi untuk blok lokasi 1 dan blok lokasi 20 tersebut, diperoleh berdasarkan hasil perhitungan dengan metode *rectilinear* di bawah ini. Nilai lokasi

ini menunjukkan jarak lokasi blok lokasi 1 dan blok lokasi 20 ke lokasi I/O point yang dihitung secara tegak lurus.

$$\begin{aligned} \text{Blok lokasi 1; } d_{ij} &= |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \\ &= |0 - 13,5| + |0 - 22,5| \\ &= 36 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Blok lokasi 20; } d_{ij} &= |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \\ &= |0 - 13,5| + |0 - 25,5| \\ &= 39 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan informasi pada **Gambar 1** dan hasil analisa perhitungan menggunakan metode *rectilinear* terhadap seluruh nilai lokasi blok-blok penyimpanan ke titik I/O pada tata letak awal, didapatkan nilai-nilai lokasi blok-blok penyimpanan yang diperlihatkan pada **Gambar 2**. Hasil setiap nilai lokasi dipergunakan untuk memberikan informasi dalam menentukan jarak lokasi area penyimpanan blok produk ke titik I/O. Tahap selanjutnya, hasil yang diperlihatkan pada **Gambar 2**, dilakukan pemberian nama produk yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. Hal ini bertujuan untuk memudahkan mendapatkan informasi jarak perpindahan produk.



Gambar 2. Kondisi tata letak awal gudang dan hasil perhitungan nilai lokasi blok-blok lokasi penyimpanan ke titik I/O dengan metode *rectilinear*

Gambar 2 menunjukkan hasil identifikasi kondisi *eksisting* dari letak penyimpanan produk di gudang PT. XYZ. Tahap selanjutnya adalah menghitung jarak rata-rata lokasi atau letak penyimpanan dari setiap produk ke titik I/O. Perhitungan jarak rata-rata dari lokasi penyimpanan produk ke titik I/O, dihitung berdasarkan pada total nilai jarak dari setiap lokasi per blok produk, dibagi dengan jumlah lokasi (kotak) setiap blok produk tersebut.

Untuk menghitung jarak rata-rata dari titik I/O ke lokasi penyimpanan produk pertama, yaitu blok produk *Base Plate*, didapatkan enam blok penyimpanan produk, seperti yang ditunjukkan oleh lingkaran berwarna merah pada **Gambar 2**. Masing-masing blok memiliki nilai lokasi 42, 45, 45, 48, 51, dan 54. Berdasarkan informasi ini, jarak rata-rata dari titik I/O ke lokasi penyimpanan produk *Base Plate* adalah: Total nilai lokasi = 42 + 45 + 45 + 48 + 51 + 54 = 285 m

Jarak rata-rata lokasi blok produk *Base Plate* ke lokasi titik I/O = $\frac{285}{6} = 47,5$ m

Lebih jelasnya perhitungan jarak rata-rata dari lokasi pintu masuk (titik I/O) ke seluruh blok penyimpanan produk ditunjukkan pada [Tabel 1](#).

Tabel 1. Jarak rata-rata lokasi blok penyimpanan produk ke titik I/O pada tata letak awal

No. Blok Produk	Blok Produk	Jumlah Blok Lokasi	Jarak (m)	
			Total	Rata-rata
1	<i>Base plate</i>	6	285	47,5
2	<i>Base spindle 400</i>	4	210	52,5
3	<i>Quick nut</i>	5	522	104,4
4	<i>Top spindle 1000</i>	6	447	74,5
5	<i>Top flange</i>	6	333	55,5
6	<i>Shore tube 200</i>	7	519	74,14
7	<i>Shore tube 100</i>	4	252	63
8	<i>Shore tube 50</i>	6	327	54,5
9	<i>Shoring 0.5 m - WKC</i>	20	2535	126,75
10	<i>Shoring 1.0 m - WKC</i>	12	1374	114,5
11	<i>Shoring 2.0 m - WKC</i>	17	1788	105,18
12	<i>Base plate - WKC</i>	3	189	63
13	<i>Base spindle - WKC</i>	5	345	69
14	<i>Intermediate flange</i>	7	660	94,29
15	<i>Top flange - WKC</i>	6	597	99,5
16	<i>Pipe D.48 x 2,3 x 4000</i>	14	411	29,36
17	<i>Pipe D.48 x 2,3 x 6000</i>	11	405	36,82
18	<i>Lower beam 1.50 M</i>	8	396	49,5
19	<i>Upper beam</i>	18	1599	88,83
20	<i>Bracket - Pier head</i>	4	402	100,5
21	<i>Support beam - Bracket</i>	11	891	81
22	<i>Main beam 12.0 M</i>	18	1602	89
23	<i>Main beam 4.0 M</i>	19	1371	72,16
24	<i>Cross beam 350x350</i>	19	1203	63,32
25	<i>Base blok - Form</i>	20	960	48
26	<i>Cantilever</i>	20	1524	76,2
27	<i>Side form</i>	17	1299	76,41
28	<i>End form</i>	19	1644	86,53
29	<i>Beam WF 200/600 - 6.0 M (WKC)</i>	11	1344	122,18
30	<i>Base blok (WKC)</i>	27	2523	93,44
31	<i>Side form (WKC)</i>	14	1536	109,71
32	<i>Beam rail S-Form (WF 250)</i>	17	732	43,06
Total			30225	2464,27

[Tabel 1](#) menunjukkan hasil total jarak setiap blok produk sebesar 30.225 m dengan nilai rata-rata sebesar 2.464,27 m untuk kondisi tata letak awal penyimpanan produk. Komposisi dari jumlah barang penyimpanan harus dapat memenuhi area yang tersedia, kuantitas jumlah barang yang keluar menjadi catatan penting dalam menentukan tata letak penyimpan. Hal lainnya adalah operator forklift harus dapat memaksimalkan waktu yang dibutuhkan untuk dapat memindahkan barang saat keluar dan masuk, sehingga efisiensi waktu menjadi catatan penting dalam aktivitas ini. Untuk itu dibutuhkan analisis perhitungan lebih lanjut untuk mendapatkan jarak blok dengan lokasi penyimpanan.

[Gambar 2](#) menunjukkan bahwa proyeksi gambar blok-blok lokasi penyimpanan ke lokasi I/O *point* dari hasil analisis perhitungan untuk tata letak awal berdasarkan kondisi *eksisting*. Hasil menunjukkan persebaran dari penyimpanan item produk yang diberi warna yang tidak merata dan tidak terkelompok,

sehingga perlu dianalisis kembali untuk mendapatkan nilai rata-rata penyimpanan produk dengan menggunakan metode *Class-based Storage*. Perancangan tata letak produk dibuat berdasarkan pengelompokan kelas yang ditentukan dari frekuensi perpindahan keluar masuknya produk di gudang. Setelah dilakukan perhitungan frekuensi perpindahan dalam bentuk persentase, tahap berikutnya adalah melakukan pemeringkatan barang menggunakan prinsip klasifikasi ABC dalam metode *Class Based Storage* yang ditunjukkan pada [Tabel 2](#).

Tabel 2. Pengelompokan blok produk hasil klasifikasi ABC.

Jenis Barang/Produk	Frekuensi Perpindahan (%)	Kumulatif (%)	Klasifikasi
<i>Pipe</i> D.48 x 2,3 x 6000	6,48%	6,48%	A 68,41% (13 Item)
<i>Shoring</i> 0.5 m - WKC	6,43%	12,91%	
<i>Shoring</i> 1.0 m - WKC	6,13%	19,04%	
<i>Pipe</i> D.48 x 2,3 x 4000	6,06%	25,09%	
<i>Shoring</i> 2.0 m - WKC	6,03%	31,13%	
<i>Base spindle</i> - WKC	5,38%	36,51%	
<i>Base plate</i> - WKC	5,36%	41,86%	
<i>Quick nut</i>	5,17%	47,03%	
<i>Top flange</i>	4,86%	51,89%	
<i>Intermediate flange</i>	4,84%	56,74%	
<i>Top flange</i> - WKC	4,19%	60,92%	
<i>Base spindle</i> 400	3,98%	64,90%	
<i>Shore tube</i> 50	3,51%	68,41%	
<i>Base plate</i>	3,27%	71,68%	
<i>Shore tube</i> 200	3,06%	74,74%	
<i>Shore tube</i> 100	2,92%	77,67%	
<i>Bracket - Pier head</i>	2,81%	80,47%	
<i>Top spindle</i> 1000	2,34%	82,81%	
<i>Lower beam</i> 1.50 M	2,10%	84,92%	
<i>Upper beam</i>	1,99%	86,90%	
<i>Side form</i>	1,99%	88,89%	
<i>End form</i>	1,75%	90,65%	C 7,72% (9 item)
<i>Support beam - Bracket</i>	1,64%	92,28%	
<i>Cantilever</i>	1,29%	93,57%	
<i>Cross beam</i> 350x350	1,17%	94,74%	
<i>Beam rail S-Form</i> (WF 250)	1,10%	95,84%	
<i>Main beam</i> 4.0	1,05%	96,89%	
<i>Main beam</i> 12.0 M	0,82%	97,71%	
<i>Beam</i> WF 200/600 - 6.0 M (WKC)	0,82%	98,53%	
<i>Base blok</i> (WKC)	0,58%	99,11%	
<i>Base blok - Form</i>	0,47%	99,58%	
<i>Side form</i> (WKC)	0,42%	100,00%	

[Tabel 2](#) menunjukkan hasil pengelompokan klasifikasi jenis produk berdasarkan akumulasi persentase frekuensi perpindahan produk. Ditunjukkan bahwa 13 produk dalam kelompok kelas A memiliki akumulasi persentase frekuensi keluar masuk tertinggi, yaitu sebesar 68,41%. Kelompok kelas B memiliki 10 produk dengan akumulasi persentase frekuensi keluar masuk sedang sebesar 23,87%, dan kelompok kelas C memiliki 9 produk dengan akumulasi persentase frekuensi terkecil, yaitu sebesar 7,72%.

Analisis perhitungan kebutuhan luas penyimpanan tiap jenis barang.

Untuk menentukan usulan alokasi tata letak gudang, maka diperlukan data kebutuhan luas penyimpanan produk. Perhitungan kebutuhan luas penyimpanan ini digunakan untuk mengetahui

dimensi dan luas area yang dibutuhkan untuk menampung produk pada gudang tersebut, sehingga dapat diketahui jumlah tumpukan produk di lokasi. Berikut hasil perhitungan kebutuhan luas penyimpanan produk yang ditunjukkan pada [Tabel 3](#).

Tabel 3. Perhitungan kebutuhan luas penyimpanan produk.

No	Jenis Barang/Produk	Jumlah Produk	Berat unit (kg)	Luas area penyimpanan (m ²)	Jumlah Tumpukan	Luas area penyimpanan dibutuhkan (m ²)
1	Pipe D.48 x 2,3 x 6000	277	19,2	3	10	83,1
2	Shoring 0.5 m - WKC	275	11,91	0,5	7	19,64
3	Shoring 1.0 m - WKC	262	16,29	0,5	5	26,2
4	Pipe D.48 x 2,3 x 4000	259	12,8	2	10	51,8
5	Shoring 2.0 m - WKC	258	25,04	1	5	51,6
6	Base spindle - WKC	230	75,77	0,6	3	46
7	Base plate - WKC	229	27,97	0,24	10	5,496
8	Quick nut	221	32,99	0,24	4	13,26
9	Top flange	208	23,37	0,36	4	18,72
10	Intermediate flange	207	6,26	0,36	4	18,63
11	Top flange - WKC	179	46,47	0,36	4	16,11
12	Base spindle 400	170	62,45	0,24	4	10,2
13	Shore tube 50	150	37,28	0,5	7	10,71
14	Base plate	140	28,42	0,24	10	3,36
15	Shore tube 200	131	71,46	1,2	4	39,3
16	Shore tube 100	125	48,67	1,2	4	37,5
17	Bracket - Pier head	120	1627,6	0,6	3	24
18	Top spindle 1000	100	70,69	1	10	10
19	Lower beam 1.50 M	90	772,72	1,5	2	67,5
20	Upper beam	85	156,62	2	2	85
21	Side form	85	616,1	12,65	10	107,52
22	End form	75	295,16	12,65	10	94,87
23	Support beam - Bracket	70	944,2	7,2	5	100,8
24	Cantilever	55	783,23	3	3	55
25	Cross beam 350x350	50	665,19	4,2	4	52,5
26	Beam rail S-Form (WF 250)	47	355,2	2,5	2	58,75
27	Main beam 4.0 M	45	2403,01	2,4	4	27
28	Main beam 12.0 M	35	7209,02	7,2	4	63
29	Beam WF 200/600 - 6.0M (WKC)	35	649,82	2,4	4	21
30	Base blok (WKC)	25	11036,8	12	1	300
31	Base blok - Form	20	5808,89	27	1	540
32	Side form (WKC)	18	9130,26	12	1	216
Total						2274,57

[Tabel 3](#) menunjukkan bahwa nilai luas area yang dibutuhkan untuk kelas A sebesar 371,47 m², kelas B sebesar 569,85 m² dan kelas C sebesar 1333,25 m², sehingga total luas area penyimpanan yang diperlukan sebesar 2274,57 m². Sementara berdasarkan data yang diperoleh, luas area gudang tersedia sebesar 7000 m², maka dari hasil analisa perhitungan di atas dapat dibuat usulan tata letak gudang dengan alokasi tata letak blok penyimpanan produk baru, yang diperlihatkan pada [Gambar 3](#).



Gambar 3. Usulan tata letak penyimpanan produk di gudang PT. XYZ beserta nilai lokasi **Gambar 3** menunjukkan bahwa hasil penyebaran lokasi penyimpanan produk yang diusulkan, ditandai dengan warna yang tersusun secara berkelompok. Warna kuning menunjukkan item produk klasifikasi kelas A dengan frekuensi keluar masuk produk yang cepat, warna merah muda merupakan item produk klasifikasi kelas B yaitu produk dengan frekuensi keluar dan masuknya barang yang termasuk pada kelompok sedang, sedangkan warna hijau merupakan klasifikasi kelas C dengan frekuensi keluar dan masuknya produk kelompok yang lambat. **Gambar 3** merupakan *layout* usulan tata letak gudang yang baru, selanjutnya dilakukan perhitungan kembali menggunakan metode *rectilinear* (**Tabel 1**), untuk mendapatkan nilai perhitungan total jarak perpindahan berdasarkan tata letak awal dan tata letak usulan. Hasil analisa kemudian dikalikan dengan jumlah produk untuk mendapatkan nilai jarak perpindahan produk rata-rata lokasi blok penyimpanan produk yang baru terhadap lokasi titik I/O selama periode waktu pengamatan penelitian. Adapun perhitungan jarak perpindahan untuk produk *Shoring* 0.5 m - WKC berdasarkan tata letak awal dan tata letak usulan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Jarak perpindahan } layout \text{ awal} &= 2 \times \text{jarak rata-rata lokasi tata letak awal} \times \text{jumlah produk} \\ &= 2 \times 126,75 \times 275 = 69.712,5 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak perpindahan } layout \text{ usulan} &= 2 \times \text{jarak rata-rata lokasi tata letak usulan} \times \text{jumlah produk} \\ &= 2 \times 63 \times 275 = 34.650 \text{ m} \end{aligned}$$

Tahap ini sangat penting dilakukan untuk memberikan informasi nilai perbedaan antara tata letak usulan yang baru terhadap kondisi tata letak awal, sehingga nilai efisiensi usulan tata letak penyimpanan yang baru dapat terlihat jelas perbedaannya, lebih jelasnya diperlihatkan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Perbandingan jarak *layout* usulan dengan *layout* awal

Blok Produk	Jarak perpindahan <i>layout</i> usulan (m)	Jarak perpindahan <i>layout</i> awal (m)
Pipe D.48 x 2,3 x 6000	20397,27	20398,28
<i>Shoring</i> 0.5 m - WKC	34650	69712,5
<i>Shoring</i> 1.0 m - WKC	29868	59998

Blok Produk	Jarak perpindahan <i>layout</i> usulan (m)	Jarak perpindahan <i>layout</i> awal (m)
Pipe D.48 x 2,3 x 4000	15318	15208,48
Shoring 2.0 m - WKC	15037,71	54272,88
Base spindle - WKC	22770	31740
Base plate - WKC	21755	28854
Quick nut	22542	46144,8
Top flange	22464	23088
Intermediate flange	23598	39036,06
Top flange - WKC	16891,09	35621
Base spindle 400	13974	17850
Shore tube 50	22242,85	16350
Base plate	18360	13300
Shore tube 200	19537,71	19424,68
Shore tube 100	15562,5	15750
Bracket - Pier head	23400	24120
Top spindle 1000	18780	14900
Lower beam 1.50 M	12610,58	8910
Upper beam	13464	15101,1
Side form	7650	12989,7
End form	9736,36	12979,5
Support beam - bracket	10385,45	11340
Cantilever	8815,714	8382
Cross beam 350x350	8400	6332
Beam rail S-Form (WF 250)	8258,57	4047,64
Main beam 4.0 M	7988,82	6494,4
Main beam 12.0 M	6218,33	6230
Beam WF 200/600 - 6.0 M (WKC)	7224	8552,6
Base blok (WKC)	5130	4672
Base blok - FORM	4691,80	1920
Side form (WKC)	3046,5	3949,56
Total jarak tempuh perpindahan material (m)	490.768,30	657.669,18
Perbedaan total jarak tempuh <i>layout</i> awal dan usulan (m)		166.909,9

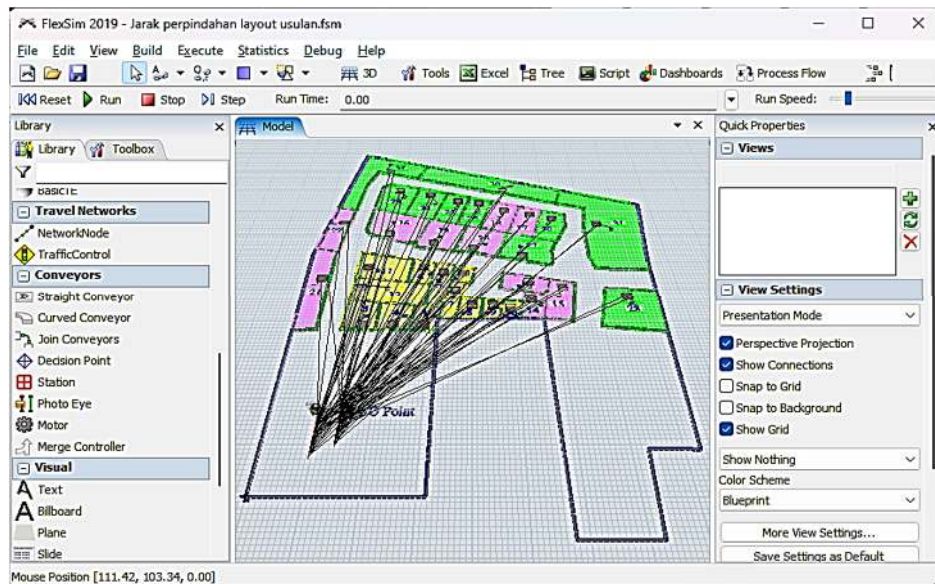
Tabel 4 menunjukkan bahwa perbandingan jarak *layout* usulan dengan *layout* awal memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Hasil jarak *layout* usulan lebih efisien yaitu sebesar 490.768.30 m dibandingkan *layout* awal sebesar 657,669,18 m dengan selisih sebesar 166.909,9 m.

Pemodelan simulasi *layout* gudang

Simulasi *software* Flexsim digunakan untuk mendapatkan nilai perbandingan total jarak tempuh operator forklift terhadap perpindahan jarak. Adapun langkah-langkah simulasi menggunakan *software* FlexSim sebagai berikut [13]:

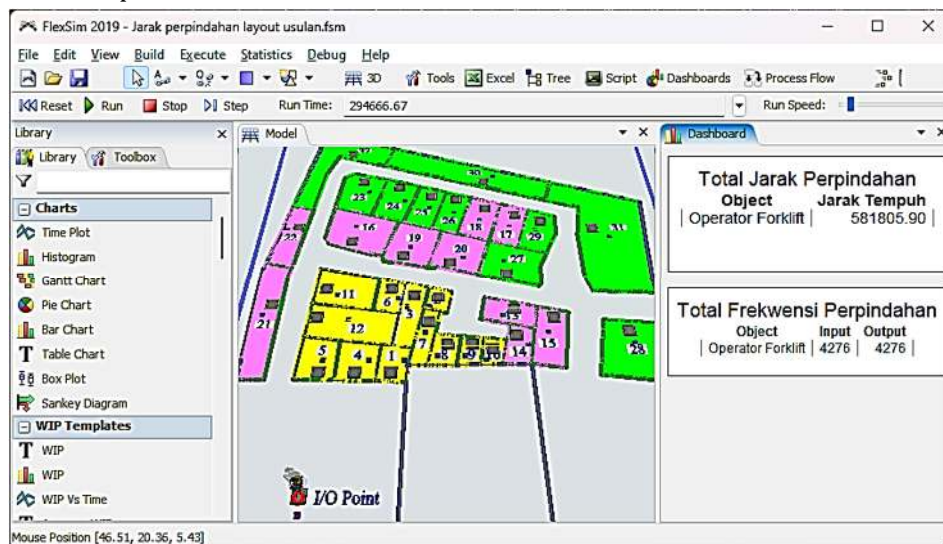
- Mendefinisikan jarak dan koordinat antar lokasi penyimpanan produk pada *layout* usulan di gudang PT. XYZ dengan skala yang tepat menggunakan gambar AutoCAD.
- Memasukkan gambar *layout* usulan gudang PT. XYZ dari AutoCAD ke *software* FlexSim, sebagai model *background*.
- Membuat garis-garis pemisah dan *layout* gudang berdasarkan model *background*, menggunakan *tool*/perangkat “*divider*”.
- Mendefinisikan produk yang disimpan pada lokasi penyimpanan berdasarkan alokasi dari *layout* usulan menggunakan *tool*/perangkat “*source*” dengan 32 jenis produk yang disimpan.

- e. Setelah menentukan lokasi penyimpanan sesuai *layout* usulan, maka dilanjutkan dengan menentukan/mendefinisikan jumlah setiap produknya sesuai data frekuensi perpindahan produk dari PT. XYZ.
- f. Menentukan posisi titik *Input/Output (I/O Point)* yang mendefinisikan titik keluar masuk produk pada gudang PT. XYZ menggunakan *tool/perangkat "sink"*. Dilanjutkan dengan menambah *transporter forklift* sebagai alat pemindahan material yang digunakan dalam kegiatan *material handling*.
- g. Menghubungkan seluruh komponen pada pemodelan simulasi *layout* usulan seperti pada [Gambar 4](#).



Gambar 4. Komponen pemodelan simulasi tata letak usulan

- h. Setelah pemodelan simulasi *layout* usulan selesai didefinisikan dan terhubung satu dengan yang lainnya. Kemudian simulasi ini siap untuk dijalankan (*run*). Simulasi ini digunakan untuk perhitungan total jarak tempuh operator forklift saat melakukan kegiatan perpindahan produk selama satu tahun, sesuai dengan data total frekuensi perpindahan produk yang diamati. Hasil perhitungan jarak tempuh operator forklift pada [Gambar 5](#).



Gambar 5. Hasil simulasi total jarak tempuh/perpindahan operator forklift

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil simulasi total jarak tempuh atau perpindahan operator forklift berdasarkan data pengamatan frekuensi keluar masuk produk selama satu tahun adalah terjadi 4.276

kali perpindahan dengan total jarak perpindahannya adalah sebesar 581.805,9 m. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nilai yang signifikan terhadap total jarak perpindahan produk berdasarkan tata letak gudang awal yang dihitung dengan metode *rectilinear* sebesar 657.669,2 (Tabel 4).

Tahap akhir adalah melakukan analisa dari hasil perhitungan total jarak perpindahan produk selama satu tahun, untuk perhitungan awal dan usulan menggunakan metode *rectilinear*, serta pemodelan simulasi *software* Flexsim 2019, lebih jelasnya hasil perbandingan ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Tabel perbandingan total jarak perpindahan

Total Frekuensi Perpindahan	Total Jarak perpindahan awal (meter)	Total Jarak perpindahan usulan (meter)	Total Jarak perpindahan usulan (meter)
	Metode <i>Rectilinear</i>	Metode <i>Rectilinear</i>	<i>Software</i> Flexsim
4.276	657.669,2	490.768,3	581.805,9
Selisih total jarak perpindahan <i>layout</i> awal dan <i>layout</i> usulan (m)		166.900,9	75.863,3

Tabel 5 menunjukkan bahwa hasil analisa memiliki perbedaan nilai yang signifikan, di mana total jarak perpindahan awal dengan menggunakan metode *rectilinear* sebesar 657.669,2 m, sedangkan total jarak perpindahan usulan dengan metode *rectilinear* sebesar 490.768,3 m dengan selisih jarak sebesar 166.900,9 m. Namun, total jarak perpindahan usulan dengan simulasi *Software* Flexsim sebesar 581.805,9 m dengan selisih jarak terhadap total jarak perpindahan awal sebesar 75.863,3 m. Sehingga dapat disimpulkan, Gambar 3 dapat diusulkan sebagai tata letak gudang yang lebih baik untuk memberikan perubahan penempatan penyimpanan produk yang lebih efektif, dan proses penanganan material dapat berjalan lancar dengan jarak perpindahan produk yang lebih pendek dan waktu singkat.

Usulan mekanisme dan SOP kegiatan *material handling* di gudang

Pergudangan merupakan kegiatan pengelolaan dalam penyimpanan produk, mulai dari kegiatan penerimaan, pencatatan, pemasukan, penyimpanan, pengaturan, pembukuan, pemeliharaan, pengeluaran, dan pendistribusian sampai dengan kegiatan pertanggungjawaban pengelolaan gudang. Komponen ini menjadi penting dalam *supply chain management* terhadap kelancaran aktivitas kegiatan produksi suatu perusahaan.

Berdasarkan analisis perhitungan dan pengamatan langsung terhadap kondisi pada sistem penanganan material di gudang PT. XYZ, maka selain usulan tentang tata letak gudang yang baru (Gambar 3), peneliti juga memberikan tambahan usulan terkait mekanisme dan SOP dalam kegiatan *material handling* di gudang. Adapun beberapa kondisi dan aktivitas yang perlu diperhatikan, antara lain:

- Sistem penyimpanan produk yang saat ini ditempatkan pada kondisi ruang yang terbuka.
- Produk yang disimpan memiliki bobot yang bervariasi, dari yang ringan hingga yang sangat berat serta memiliki dimensi yang besar.
- Kondisi produk yang rentan mengalami proses korosi dan kerusakan selama penyimpanan.
- Keadaan jalan yang tidak rata dapat menjadi potensi bahaya, dan juga potensi-potensi bahaya lainnya [14].
- Peletakan penyimpanan produk yang perlu ditata dengan baik.

Oleh sebab itu, usulan *standard operating procedure* (SOP) yang dapat diberikan terdiri dari tiga hal penting.

- Mekanisme penerimaan dan penyimpanan produk
- Mekanisme pemeliharaan produk yang disimpan dalam lokasi penyimpanan. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mekanisme pemeliharaan yang diusulkan oleh tim peneliti, sebagai bagian dari SOP kegiatan pemeliharaan pada gudang PT. XYZ adalah sebagai berikut:
 - Hendaknya tata letak penyimpanan material atau produk mengikuti prinsip *First In First Out*, yaitu produk yang pertama kali masuk merupakan produk pertama yang harus keluar saat ada kegiatan proyek. Sehingga dapat mencegah kerusakan produk, karena terlalu lama disimpan dan tidak digunakan.

- Penempatan produk yang disimpan dibuat menjadi tertutup untuk mencegah produk berbahan logam terkena air hujan ataupun lingkungan yang lembap, agar tidak terjadi korosi dan kerusakan lainnya. Selain itu juga pada alas penyimpanan produk diletakan palet ataupun balok kayu untuk mencegah genangan air.
 - Penerapan prinsip 5 R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) dalam kegiatan pemeliharaan produk yang disimpan, dan dilakukan secara berkesinambungan dengan keterlibatan pihak manajemen [15].
- c. Mekanisme pengeluaran produk yang bertujuan untuk memberikan kemudahan pada saat masuk dan keluarnya produk.
- Untuk membuat mekanisme pengeluaran produk sesuai SOP, peneliti memberikan usulan tersebut yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Standard Operating Procedure pengeluaran produk

No	Prosedur	Perencanaan, Pengendalian dan Pelaporan	Pendistribusian dan Pemeliharaan	Pihak Eksternal
1	Ketika pekerjaan proyek konstruksi sudah dikonfirmasi, maka petugas perencanaan akan melakukan konfirmasi produk-produk yang tersedia ataupun tidak tersedia.	<pre> graph TD 1{1} -- "Stock Tersedia" --> 3[3] 1 -- "Stock Tidak Tersedia" --> 2[2] 3 --> 4[4] 4 --> 5[5] </pre>		
2	Jika tidak tersedia, maka petugas akan melakukan konfirmasi kepada kepala gudang untuk mencari solusi jika dibutuhkan kerja sama dengan pihak eksternal.			
3	Produk yang tersedia akan dipersiapkan jumlahnya dan dikondisikan sesuai order dari klien.			
4	Produk akan diteruskan oleh petugas distribusi untuk dimuat ke kendaraan pengangkut menggunakan forklift.			
5	Setelah produk didistribusikan, petugas perencanaan akan melakukan pendataan ulang, produk-produk yang telah keluar dan melakukan <i>update stock</i> di bagian administrasi.			

Tabel 6 menunjukkan bahwa informasi alur pada saat pekerjaan proyek berlangsung harus membuat laporan stok barang tersedia atau tidak, kepada pihak eksternal. Hal ini bertujuan untuk mengetahui ketersediaan dan tidaknya stok barang atau produk. Apabila stok tersedia, maka langkah selanjutnya petugas memberikan laporan kepada petugas gudang dan selanjutnya petugas akan mendistribusikan barang diangkut dengan forklift. Setelah barang sudah didistribusikan, petugas membuat laporan stok barang keluar maupun tidak ke bagian administrasi. Hal ini akan memberikan kemudahan dalam proses pendataan stok barang baik yang tersedia atau tidak, sehingga pihak manajemen dapat dengan mudah mengetahuinya dan melengkapinya. Kegiatan ini harus terus dilakukan secara berkesinambungan.

4. SIMPULAN

Simpulan hasil penelitian perancangan tata letak penyimpanan produk di PT. XYZ, ditemukan data usulan tata letak diklasifikasikan menjadi tiga kelas dengan menggunakan metode *Class Based Storage* yaitu; kelas A berada pada posisi paling dekat dengan pintu gudang (I/O Point) memiliki persentase frekuensi perpindahan kumulatif sebesar 68,41 % dengan jumlah jenis barang sebanyak 13 item atau sekitar 40,63 % dari jumlah seluruh item; kelas B memiliki persentase frekuensi perpindahan kumulatif 23,87 % dengan jumlah jenis barang sebanyak 10 item atau sekitar 31,25 % dari jumlah seluruh item; dan kelas C memiliki persentase frekuensi perpindahan kumulatif 7,72 % dengan jumlah jenis barang sebanyak 9 item atau sekitar 28,12 % dari jumlah seluruh item. Peneliti juga memberikan gambar usulan tata letak gudang yang lebih efektif dan efisien (**Gambar 3**), kemudian dilakukan analisis perhitungan dengan menggunakan metode *Rectilinear* untuk mendapatkan nilai total jarak tempuh tata letak usulan. Hasil analisis menunjukkan tata letak gudang yang lebih efisien sebesar 166.900,9 m, di mana sebelumnya sebesar 657.669,2 m menjadi 490.768,3 m. Sedangkan hasil simulasi dengan menggunakan *software* FlexSim 2019 didapatkan gambaran perpindahan material dengan total jarak perpindahan sebesar 581.805,9 m. Sehingga usulan tata letak gudang yang diusulkan, dapat memberikan perubahan penempatan penyimpanan produk yang lebih efisien, dan diharapkan proses penanganan material dapat berjalan dengan lancar dengan jarak perpindahan produk yang lebih pendek dan singkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada PT. XYZ yang telah memberikan kesempatan dan data informasi terkait penelitian sehingga dapat diselesaikan dengan baik.

REFERENSI

- [1] F. A. Suratman and Sutrisno, "Analisis perencanaan persediaan untuk mengurangi biaya persediaan bahan baku dengan metode *economic order quantity* di PT XYZ," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–77, 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i1.459.
- [2] A. Irman and R. D. Septiani, "Perancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Kebijakan *Dedicated Storage* Untuk Minimasi Total Jarak Tempuh Di PT XYZ," *J. Ind. Serv.*, vol. 6, no. 1, pp. 45–48, 2020, doi: 10.36055/jiss.v6i1.9473.
- [3] S. Wignjosoebroto, *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Guna Widya, 2003.
- [4] Widiyanto and T. Budiman., *Panduan dan Direktori Logistik Indonesia*. Jakarta: PPM, Jakarta, 2011.
- [5] R. Alfatiyah, S. Bastuti, and R. Effendi, "Model Tata Letak Gudang Penyimpanan Menggunakan Metode Class-Based Storage," *Suara Tek. J. Ilm.*, vol. 12, no. 2, p. 21, 2021, doi: 10.29406/stek.v12i2.3121.
- [6] Ghina Wulan, "Analisis Perancangan Tata Letak Gudang Barang Jadi (*Finished Goods Warehouse*) Guna Meningkatkan Kapasitas Ruang Penyimpanan Pada Gudang Nonwoven PT South Pacific Viscose," Universitas Pakuan, 2018.
- [7] P. M. Pardede, *Manajemen operasi dan produksi: teori, model dan kebijakan*. Indonesia: ANDI, 2005.
- [8] Riska Dwi Oktalia, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Gudang Logistik Dengan Metode Class-Based Storage Dan Pendekatan Simulasi Untuk Penanggulangan Bencana Alam," 2022. doi: 10.1080/23322039.2017
- [9] R. L. Francis, L. F. McGinnis, and J. A. White, *Facility Layout and Location: An Analytical Approach*. Prentice Hall, 1992.
- [10] J. H. Heizer and B. Render, *Operations Management*. Pearson Education Limited, 2013.
- [11] N. A. Nugroho, D. A., & Izza, *Kewirausahaan: Teori, Praktik, dan Studi Kasus Inspiratif di Era Digital*. Universitas Brawijaya Press, 2021.
- [12] N. E. Triana and H. Kartika, "Perbaikan Tata Letak Dan Sistem Penyimpanan Barang Di Gudang *Finish Goods* Menggunakan Metode Class Based Storage," *J. PASTI (Penelitian dan Apl. Sist. dan Tek. Ind.)*, vol. 16, no. 3, pp. 348–359, 2023, doi: 10.22441/pasti.2022.v16i3.009.
- [13] R. Ginting, M. A. Marunduri, and S. Luhur, "Simulasi Lini Produksi Ragum di PT XYZ Dengan Menggunakan Aplikasi Flexsim," *Semnastek Uisu 2021*, pp. 14–19, 2021.

- [14] H. Chandra, "Manual material handling analysis using biomechanics at repair department workers," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 4, no. 1, pp. 108–115, 2023, doi: 10.37373/jenius.v4i1.498.
- [15] M. A. P. Heriyanto, "Implementasi 5R Sebagai Inisiatif Pondasi *Improvement* Awal Pada Perusahaan Pengolahan Pasir Silika," *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 38–46, 2020, doi: 10.37373/jenius.v1i1.21.