

Revolutionizing Warehouse Efficiency with Shared and Class-Based Storage: Merevolusi Efisiensi Gudang dengan Penyimpanan Bersama dan Berbasis Kelas

Deddy Supriyadi
Atikha Sidhi Cahyana

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo
Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

This study addresses inefficiencies in the warehouse layout of a paper production company in Pasuruan, East Java, which led to delayed deliveries. By implementing shared storage (SS) using FIFO and class-based storage (CBS), the research aimed to optimize space and improve material handling efficiency. Data collection involved observation, interviews, and company records. The proposed layout reduced space usage from 59.45% to 16.95% and achieved significant time savings: 17.84% for brown paper, 8.84% for white paper, and 28.51% for custom-colored paper. The findings suggest that a systematic layout can greatly enhance warehouse efficiency. Future studies should consider the cost factors associated with these improvements.

Highlights:

Space Efficiency: Reduced usage from 59.45% to 16.95%.

Time Savings: Up to 28.51% for custom-colored paper.

Data-Driven: Used observations, interviews, and records for layout optimization

Keywords: Warehouse layout, material handling, shared storage, class-based storage, efficiency improvement

Pendahuluan

Perkembangan dunia industri yang semakin maju serta persaingan antar perusahaan semakin ketat, perusahaan dituntut untuk dapat memaksimalkan hasil kerja dari karyawan dan fasilitas pendukung perusahaan. Salah satu fasilitas pendukung perusahaan adalah gudang [1]. Gudang merupakan bangunan atau tempat yang digunakan untuk menyimpan barang, umumnya barang yang disimpan diantaranya bahan baku, barang setengah jadi, suku cadang, ataupun barang lainnya yang dibutuhkan pada proses produksi atau pengelolaan suatu proses pengolahan [2]. Gudang diperlukan untuk menyesuaikan produk dengan kebutuhan konsumen dengan prinsip waktu [3]. Perencanaan tata letak berguna untuk menciptakan tata letak yang ekonomis untuk memenuhi kebutuhan kompetitif bisnis [4]. Serta susunan fasilitas menjadi lebih tersistematis disekitar pola aliran barang agar dapat meminimumkan biaya produksi dan memberikan keuntungan yang maksimum [5].

PT. XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi kertas, yang memproduksi

berbagai jenis dan ukuran suatu kertas dalam satu waktu. PT. XYZ memiliki tiga buah mesin produksi yang dimana hasil jadi dari dua mesin produksi diletakkan pada satu gudang yang disebut *Finished Good Warehouse* dan satu mesin lainnya berada pada gudang yang disebut *Warehouse* memiliki ukuran lebih kecil dan tempat yang jauh dari area *loading dock*. Dalam pengamatan yang dilakukan dalam penempatan produk jadi di gudang masih belum teratur atau kurang rapi dalam penempatan produk terlebih lagi data dalam penempatan masih sangat manual belum terkomputerisasi dengan baik sehingga menyebabkan ketidakefektifan kerja dalam proses perpindahan produk jadi. Dalam satu kali pencarian satu pekerjaan yang disebut *kitir* oleh mereka memerlukan waktu 35 menit dan dalam pembongkaran dari tumpukan ke area armada pengiriman memerlukan waktu 42 menit. Dengan target pengiriman dalam satu hari yakni 1000 ton dengan pengiriman harian dengan kurang lebih 750 ton. Dari pengiriman harian tersebut perusahaan cukup rugi dari segi materil dan non materil.

Permasalahan yang cukup menghambat pada perusahaan ini adalah tidak terdatanya dengan aktual peletakan - peletakan produk dan produk dicari secara manual oleh tenaga manusia disetiap blok yang ada pada gudang, dengan kondisi gudang yang kurang memadai dalam penerangan sehingga menghambat produk - produk ini didapatkan peletakannya dengan cepat. Kondisi lain juga terdapat pada penempatan produk dalam suatu area yang kurang tepat, dimana barang yang memiliki frekuensi pengiriman terbanyak yang sering keluar - masuk jarak *material handling*-nya cukup jauh dengan pintu keluar (*loading dock*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan sebuah usulan perbaikan tata letak gudang *finished good* yang lebih efektif terhadap pemindahan *material handling* dan mengefisienkan luas area yang terpakai menggunakan metode *shared storage* dan *class based storage*.

Banyaknya kelambatan yang terjadi, membuat klasifikasi barang berdasarkan frekuensi barang keluar dari gudang sangat dibutuhkan sebagai meminimalisir waktu dan mencapainya target dalam pengiriman. Dengan adanya klasifikasi tersebut sangat berguna bagi perusahaan dalam pengaturan stok barang, karena dengan klasifikasi yang dihasilkan dapat memberikan hasil terbaik agar risiko kesalahan yang ditimbulkan dapat ditekan seminimal mungkin. Identifikasi dalam keluarnya barang dari gudang berdasarkan pergerakan barang cepat, pergerakan medium dan pergerakan yang lambat melalui proses klasifikasi [6]. Klasifikasi adalah suatu proses yang digunakan untuk mendeskripsikan dan memetakan data ke dalam kelompok atau kelas yang telah ditentukan serta dapat meramalkan kecenderungan data pada masa depan [7]. Ada banyak teknik klasifikasi yang dapat digunakan salah satunya yaitu *shared storage* dan *class based storage*.

Shared storage yaitu metode penyusunan gudang berdasarkan kondisi gudang, setelah itu area terdekat dengan pintu masuk dan terjauh dari pintu masuk dan keluar (I/O) sehingga penempatan barang yang akan segera dikirim atau sering laku diletakkan pada area yang paling dekat dan begitu seterusnya dengan disebut *First In First Out (FIFO)* [8]. Hasil dari metode *shared storage* dapat diketahui material - material yang harus di letakkan dengan pintu sesuai dengan kebutuhan ruang berdasarkan *throughput* dan *assignment* [9]. Sedangkan *Class based storage* merupakan metode penyimpanan yang banyak digunakan berdasarkan klasifikasi jenis produk dan menetapkan penyimpanan produk yang acak [10]. Metode ini membagi *item* yang disimpan ke dalam sub yang berbeda berdasarkan kurva permintaan [11]. Metode *class based storage* memiliki keunggulan yaitu mempermudah pencarian barang yang diinginkan, mempermudah aktivitas operator dalam kegiatan pemasukan dan pengeluaran barang, memperkecil jarak antara lokasi penyimpanan [12].

Penelitian terkait mengenai kegiatan usulan *layout* dengan menggunakan metode *shared storage* yaitu membuat usulan yang di PR Sukun Sigaret Kudus yang berawal memiliki total jarak tempuh 18.460 meter menjadi 8.283 meter. Lalu yang kedua dari luas area gudang sebesar 325 m² hanya diperlukan sebesar 151 m² dan memiliki gang untuk *material handling* sebesar 3,6 meter yang berakhir memiliki luasan lebih untuk kebutuhan lainnya [13].

Penelitian kedua yang dilakukan dalam usulan *layout* menggunakan metode *class based storage* di

PT Kusuma Sandang Mekarjaya yang memiliki luasan area terpakai pada awalnya sebesar 1611,05 m² atau dengan prosentase sebesar 71,41% pemakaian luas total gudang. Sedangkan pada usulan yang diberikan, ruang yang terpakai sebesar 530,45 m² dengan prosentase sebesar 23,51% pemakaian luas total gudang. Dimana usulan tersebut terjadi efisiensi penyimpanan sebesar 42,92% [14].

Penelitian ketiga mengenai usulan *layout* menggunakan metode *shared storage* di PT Panatrade memiliki jarak tempuh yang lebih kecil setelah melakukan usulan yakni sebesar 24.225 meter yang memiliki total jarak tempuh sebelum usulan sebesar 124.295 meter. Untuk area yang diperlukan sebesar 232 m² dengan lebar gang sebesar 3,6 meter dengan luas area yang tersedia sebesar 900 m² memiliki luas sisa yang cukup untuk kebutuhan lainnya [15].

Metode

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak dibidang produksi kertas yang bertempat di Pasuruan, Jawa Timur dengan waktu penelitian selama 6 bulan.

Pengambilan Data

Dalam memperoleh data, metode yang digunakan untuk pengambilan data secara langsung pada perusahaan yang dipilih sebagai berikut ; (1). Observasi, cara pengumpulan data dengan melakukan pengamatan dan pencatatan yang dilakukan secara cermat. Data yang diperoleh berbentuk *layout* awal dari gudang *finished good*. (2). Wawancara, dalam metode wawancara proses pengumpulan data dilakukan dengan cara berkomunikasi dan berdiskusi langsung dengan narasumber bersangkutan. Narasumber yang bersangkutan yaitu kepala bagian gudang *finished good*. (3). Pengumpulan data sekunder, hal ini dilakukan dengan mengumpulkan data dari dokumen - dokumen perusahaan. Dokumen - dokumen yang diperlukan seperti berapa banyak *roll* kertas yang dikirim seharusnya dan jenis *roll* kertas yang sering laku di pasaran.

Diagram Alir Penelitian

Penjelasan mengenai proses identifikasi data dan penyelesaian penelitian ini dijelaskan dalam bentuk *flowchat* yang dapat dilihat pada gambar 1.

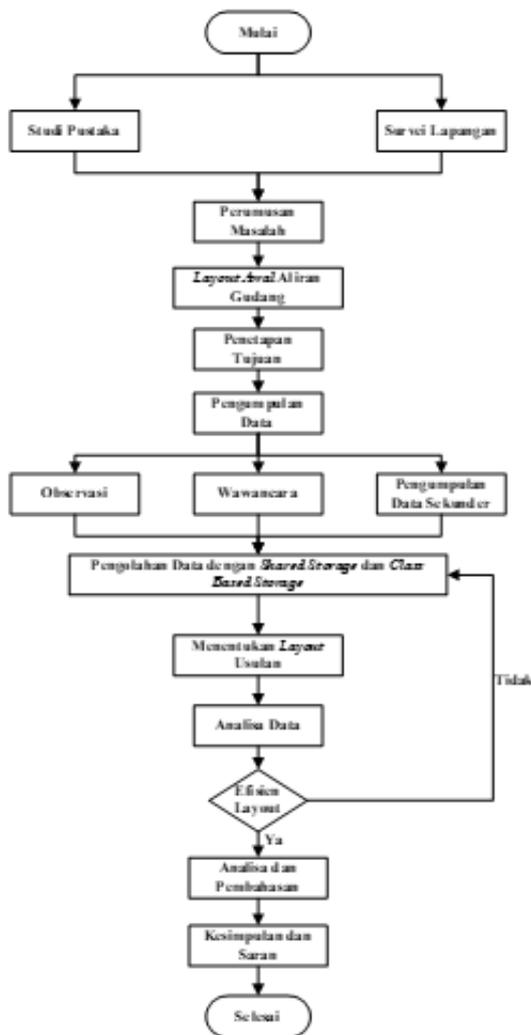


Figure 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah - langkah dalam pengerjaan, seperti berikut : (1). Kebutuhan Ruang, kebutuhan ruang digunakan untuk mengetahui jumlah area atau luas lantai yang diperlukan pada setiap produk yang akan disimpan pada gudang. Perhitungan kebutuhan ruang tersebut dapat diketahui dengan rumus berikut [16]:

$$\text{Kebutuhan Ruang (Produk)} = \frac{\text{jumlah produk tertinggi perhari}}{\text{banyaknya produk dalam 1 palet}} \dots\dots\dots(1)$$

Figure 2.

(2). Penentuan Luas Area Penyimpanan, penentuan luas area penyimpanan suatu produk, dimaksudkan untuk menghemat penggunaan area, serta memudahkan proses penyusunan produk tersebut [17]. Perhitungan luas area penyimpanan dapat diketahui dengan rumus berikut:

$$\text{Luas Area Penyimpanan} = \text{Kebutuhan Palet} \times \text{Luas Area Penampang} \dots\dots\dots(2)$$

Figure 3.

(3). Penentuan *Allowance* Ruang, penentuan *allowance* ruang dilakukan untuk menentukan jalur atau gang dari pergerakan *material handling*. *Allowance* yang digunakan berdasarkan panjang diagonal atau dimensi terpanjang dari *material handling* yang dipakai [18]. Pengukuran diagonal *material handling* untuk gang dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\text{Diagonal} = \sqrt{\text{panjang}^2 + \text{lebar}^2} \dots\dots\dots(3)$$

Menghitung *allowance* untuk luas area [19] menggunakan rumus berikut:

$$\text{Allowance Produk} = \text{Subtotal} \times 150\% \dots\dots\dots(4)$$

Figure 4.

(4). Peletakan Area Penyimpanan, setelah mengetahui kebutuhan suatu ruangan, ditentukan jumlah area yang dapat diperoleh luasnya. Dari pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa, peletakan area penyimpanan dapat diatur dengan sedemikian rupa, yaitu dengan susunan peletakan area penyimpanan pada gudang dengan berdasar kebutuhan ruang (luas gudang dan luas area penyimpanan) [20].

Hasil dan Pembahasan

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dari penelitian ini yaitu dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap gudang jadi (*Finished Goods Warehouse*) dengan bantuan alat ukur serta informasi - informasi dari kepala gudang.

B. Data Produk

Aktivitas yang dilakukan di dalam gudang, yaitu proses masuknya produk dan keluarnya produk dari gudang. Data yang di dapat berupa produk yang telah keluar dari gudang berupa jumlah *roll* kertas. Produk *roll* kertas dengan kode awalan "M" merupakan produk kertas coklat, untuk kode awal "W" merupakan produk kertas putih, dan kode yang berawalan "B" merupakan kode produk dengan kertas berwarna *custom*. Produk yang keluar dari gudang ini adalah semua produk yang dari gudang penyimpanan lalu dikirim pada konsumen atau dipindahkan ke gudang pada cabang lain. Pada PT. XYZ memiliki kapasitas produksi dalam sehari adalah 280 *roll* kertas, jadi untuk kapasitas perbulan dengan hari kerja 30 hari adalah $280 \times 30 = 8400$ *roll* per bulan. Untuk jenis - jenis produk yang diproduksi terlihat pada tabel 1.

No	Kode Produk
1	WLA
2	WLX
3	WLM
4	MFA
5	MFY
6	MFM
7	BLX

Table 1. *Jenis Produk*

C. Informasi Gudang

PT. XYZ memiliki luas gudang dengan luas 1.880 m². Dengan 1 pintu selebar 6 meter, PT. XYZ menggunakan *material handling* berupa *rollclamp* yang memiliki spesifikasi dengan panjang (p) 5,6

meter x lebar (l) 2,3 meter. Produk yang ada di gudang masih tidak teratur karena belum adanya pengaturan tata letak berdasarkan klasifikasi yang ada.

D. Dimensi Produk dan Palet

Pada PT. XYZ memiliki beberapa jenis produk yang diproduksi setiap harinya berupa *roll* kertas. Penataan *roll* kertas tersebut disusun disebuah palet dengan ukuran 1,2m x 1,2m. Spesifikasi dari setiap jenis produk yang di produksi dapat dilihat pada tabel 2.

Jenis Produk	Diameter	Tinggi	Volume
WLA	1,1 m	1.8 m	2,798 m3
WLX	1,1 m	1.4 m	1,692 m3
WLM	1,1 m	2.1 m	3,808 m3
MFA	1,1 m	1.8 m	2,798 m3
MFX	1,1 m	1.4 m	1,692 m3
MFM	1,1 m	2.1 m	3,808 m3
BLX	1,1 m	1.4 m	1,692 m3

Table 2. Spesifikasi Produk

Pada tabel 3 terlihat bahwa penjualan disetiap jenis produk *roll* kertas selama satu bulan.

Tanggal Order	Tanggal Pengiriman	WLA	WLX	WLM	MFA	MFX	MFM	BLX
30/10/2022	01/11/2022	41	41	36	54	52	51	10
31/10/2022	02/11/2022	39	40	35	55	54	51	15
01/11/2022	03/11/2022	35	41	37	47	47	48	10
02/11/2022	04/11/2022	38	42	41	52	55	54	5
03/11/2022	05/11/2022	35	38	40	48	54	47	15
04/11/2022	06/11/2022	37	38	40	52	46	53	9
05/11/2022	07/11/2022	39	41	36	48	47	50	17
06/11/2022	08/11/2022	38	38	42	55	46	54	18
07/11/2022	09/11/2022	37	36	36	50	50	48	11
08/11/2022	10/11/2022	40	41	38	49	55	54	13
09/11/2022	11/11/2022	42	39	36	56	52	46	11
10/11/2022	12/11/2022	42	42	39	48	48	52	14
11/11/2022	13/11/2022	38	39	37	47	54	54	13
12/11/2022	14/11/2022	41	39	36	47	54	48	6
13/11/2022	15/11/2022	41	42	40	54	47	50	9
14/11/2022	16/11/2022	40	35	38	47	47	52	11
15/11/2022	17/11/2022	40	36	36	55	54	46	8
16/11/2022	18/11/2022	38	37	39	49	54	48	17
17/11/2022	19/11/2022	39	41	38	47	48	53	5
18/11/2022	20/11/2022	36	39	37	47	48	54	17
19/11/2022	21/11/2022	38	37	37	53	54	47	17
20/11/2022	22/11/2022	40	37	38	46	46	56	5
21/11/2022	23/11/2022	41	42	41	46	52	50	11
22/11/2022	24/11/2022	37	41	36	49	53	46	6
23/11/2022	25/11/2022	35	42	35	54	48	52	12
24/11/2022	26/11/2022	41	38	37	51	51	49	5
25/11/2022	27/11/2022	40	37	38	47	56	49	12
26/11/2022	28/11/2022	40	41	42	51	49	47	13
27/11/2022	29/11/2022	42	42	38	46	49	48	17

28/11/2022	30/11/2022	41	41	38	49	55	49	6
------------	------------	----	----	----	----	----	----	---

Table 3. Data Jumlah Produk

E. Pengolahan Data

Untuk menghemat pemakaian area maka dilakukan penumpukan produk di dalam satu area. Maksimal dalam menumpuk setinggi 6,5 meter dikarenakan kapasitas *material handling* yang hanya dapat naik setinggi 6,5 meter dan tinggi atap gudang terendahnya ada di 8 meter. Kapasitas untuk masing - masing produk berbeda, karena memiliki dimensi tinggi yang berbeda, perhitungan kebutuhan palet dengan pembulatan keatas, dapat dilihat pada tabel 4. Berikut adalah contoh perhitungan untuk kebutuhan palet setiap jenis produk:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan WLA} &= \frac{\text{jumlah produk tertinggi perhari}}{\text{banyaknya produk dalam 1 palet}} \\
 &= \frac{42}{3} = 14 \text{ palet}
 \end{aligned}$$

Figure 5.

Nama Produk	Jumlah Produk Tertinggi Perhari	Total Maksimum/Palet	Kebutuhan Palet Teoritis	Kebutuhan Palet
WLA	42	3	14	14
WLX	42	4	10,50	11
WLM	42	3	14	14
MFA	56	3	18,67	19
MFX	56	4	14	14
MFM	56	3	18,67	19
BLX	18	4	4,50	5

Table 4. Kebutuhan Palet

F. Perhitungan Luas Area Penyimpanan

Penentuan luas area penyimpanan dilakukan agar untuk mengetahui kebutuhan luas dalam penyusunan produk ke area penyimpanan dan juga untuk menghemat pemanfaatan ruang dapat diketahui sehingga dapat menentukan total semua palet yang bisa di tampung dalam gudang. Palet yang digunakan memiliki ukuran 1,2m x 1,2m yang memiliki luas 144 m². Pada tabel 5 dapat dilihat bahwa kebutuhan luas area penyimpanan untuk jenis produk. Berikut adalah contoh perhitungan untuk luas area penyimpanan setiap jenis produk:

Luas area penyimpanan WLA

$$= 14 \text{ palet} \times 1,44 \text{ m}^2$$

$$= 20,16 \text{ m}^2$$

Nama Produk	Total Maksimum/Palet	Kebutuhan Palet	Luas Area Penyimpanan
WLA	3	14	20,16 m2
WLX	4	11	15,84 m2
WLM	3	14	20,16 m2
MFA	3	19	27,36 m2
MFX	4	14	20,16 m2
MFM	3	19	27,36 m2

BLX	4	5	7,2 m ²
-----	---	---	--------------------

Table 5. Luas Area Penyimpanan

G. Penentuan Allowance Ruang

Pemanfaatan gang atau *allowance* untuk menggerakkan *material handling* menggunakan *rollclamp* sebagai alat angkut produk. Jadi *allowance* yang dibutuhkan berdasarkan kebutuhan untuk jalur sesuai dengan ukuran dimensi *rollclamp*. Penentuan luas gang yang ada pada *rollclamp* saat membawa produk. *Rollclamp* yang dimaksud memiliki panjang (p) 5,6 m, dan lebar (l) 2,4 m.

$$Diagonal = \sqrt{p^2 + l^2} = \sqrt{5^2 + 2,4^2}$$

$$Diagonal = \sqrt{30,76} = 5,6 \text{ m}$$

Figure 6.

Dengan mengetahui *allowance* yang diperlukan maka dapat ditentukan minimum lebar gang adalah 5,6 m.

Kebutuhan *allowance* untuk sebuah area dapat dilihat pada tabel 6. Berikut contoh perhitungan untuk *allowance* ruang setiap area jenis produk:

Allowance WLA

$$= 20,16 \text{ m}^2 \times 150\%$$

$$= 30,24 \text{ m}^2$$

Nama Produk	Lebar Gang	Luas Area Penyimpanan	Allowance
WLA	5,6 m	20,16 m ²	30,24 m ²
WLX	5,6 m	15,84 m ²	23,76 m ²
WLM	5,6 m	20,16 m ²	30,24 m ²
MFA	5,6 m	27,36 m ²	41,04 m ²
MFX	5,6 m	20,16 m ²	30,24 m ²
MFM	5,6 m	27,36 m ²	41,04 m ²
BLX	5,6 m	7,2 m ²	10,08 m ²

Table 6. Allowance Area Penyimpanan

H. Peletakan Area Penyimpanan

Setelah mengetahui semua kebutuhan ruang, maka dapat ditentukan jumlah area yang dapat diperoleh luasan gudang yang sebesar 1.880m². Untuk pembagian area berdasarkan jenis produk yang memiliki rata - rata frekuensi tertinggi atau produk yang sering keluar di dekatkan dengan *loading dock* pengiriman yang terlihat pada tabel 7.

Nama Produk	Rata - Rata Produk Keluar Per Hari
WLA	39
WLX	38
WLM	38
MFA	50
MFX	51
MFM	49

BLX	11
-----	----

Table 7. Frekuensi Produk

Pengolahan data ini dibantu dengan faktor kedekatan yang diolah menggunakan *activity relationship chart* seperti tabel 8.

NO	TEMPAT	FASILITAS									LUAS
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	LOADING DOCK	■	E	E	E	A	A	A	I	O	336,40 m ²
2	WLA	E	■	A	A	U	U	U	U	U	30,24 m ²
3	WLX	E	A	■	A	U	U	U	U	U	23,76 m ²
4	WLM	E	A	A	■	U	U	U	U	U	30,24 m ²
5	MFA	A	U	U	U	■	A	A	U	U	41,04 m ²
6	MFX	A	U	U	U	A	■	A	U	U	30,24 m ²
7	MFM	A	U	U	U	A	A	■	U	U	41,04 m ²
8	BLX	I	U	U	U	U	U	U	■	U	10,08 m ²
9	BARANG RUSAK	O	U	U	U	U	U	U	U	■	112 m ²

Figure 7. Tingkat Kedekatan

Setelah pengolahan kedekatan menggunakan *activity relationship chart*, kemudian data diolah kembali menggunakan aplikasi DOSBox 0.74 dengan program *Blocplan-90*. Data kebutuhan departemen dan *activity relation chart* yang telah dilakukan sebelumnya merupakan data input yang digunakan pada aplikasi ini.

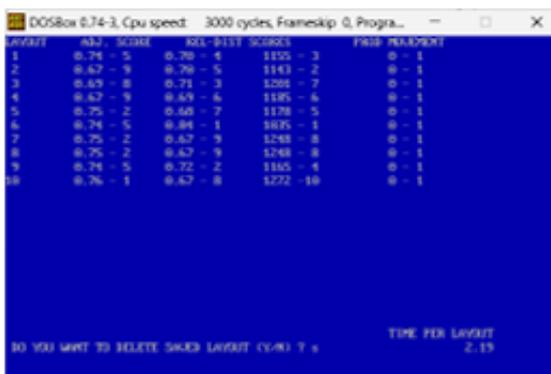


Figure 8. Hasil Iterasi Aplikasi DOSBox

Dari gambar 2 terlihat terdapat 10 alternatif usulan tata letak yang didapatkan setelah menggunakan *software* DOSBox. Dari ke-10 usulan tata letak, usulan ke-6 mendapatkan *score* tertinggi dengan *adj score* 0,74, *r-score* mendapat 0,84 yang menunjukkan efisiensi dari usulan tata letak dengan nilai mendekati nilai 1 [21], dan *rel-dist score* sebesar 1035.

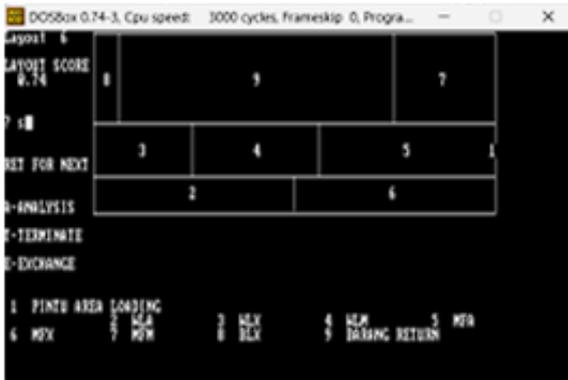


Figure 9. Hasil Layout Usulan Aplikasi DOSBox

Pada gambar 3 menunjukkan hasil usulan ke-6 yang merupakan tata letak usulan pada aplikasi DOSBox, dimana *layout* tersebut menunjukkan posisi atau letak dari masing - masing area. Kemudian *layout* tersebut akan disesuaikan dengan jumlah kebutuhan luas dan mempertimbangkan lebar *allowance*.

I. Menghitung Efisiensi Luas Ruang Penyimpanan Pada *Layout* Aktual dan *Layout* Usulan

Perhitungan efisiensi ruang penyimpanan dilakukan dengan membandingkan antara luas ruang yang terpakai untuk penyimpanan dengan luas ruang yang tersedia pada bangunan. Pada *layout* awal yang terlihat pada gambar 4, luas ruang yang digunakan untuk menyimpan produk kertas secara keseluruhan adalah 1.117,75m². Sedangkan luas gudang yang tersedia untuk penyimpanan adalah sebesar 1.880m². Sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Prosentase Ruang Penyimpanan} &= \frac{\text{luas ruang terpakai}}{\text{luas ruang tersedia}} \times 100\% \\
 &= \frac{1117,75}{1880} \times 100\% \\
 &= 59.45\%
 \end{aligned}$$

Figure 10.

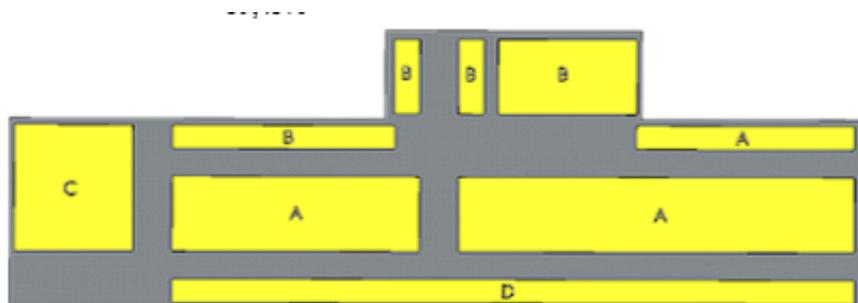


Figure 11. Layout Awal

Keterangan:

A = Area Kertas Coklat Campur

B = Area Kertas Putih Campur

C = Area Kertas Berwarna *Custom* Campur Kertas Coklat

D = Area Barang *Return* / Rusak

Pada *layout* usulan yang terlihat pada gambar 5, luas ruang yang digunakan untuk penyimpanan produk secara keseluruhan adalah sebesar 318,69m². Sehingga dapat dilakukan perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Prosentase Ruang Penyimpanan} &= \frac{\text{luas ruang terpakai}}{\text{luas ruang tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{318,69}{1880} \times 100\% \\ &= 16,95\% \end{aligned}$$

Figure 12.

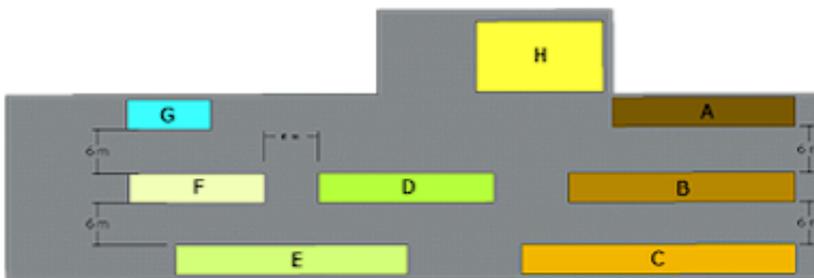


Figure 13. *Layout Usulan*

Keterangan:

A = Area MFM

B = Area MFA

C = Area MFX

D = Area WLM

E = Area WLA

F = Area WLX

G = Area BLX

H = Area Barang *Return* / Rusak

Dari perhitungan diatas dapat terlihat bahwa efisiensi luas dari awal dan usulan adalah seperti berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{luas awal} - \text{luas usulan}}{\text{luas awal}} \times 100\% = \frac{1117,75 - 318,69}{1117,75} \times 100\% = 71,48\%$$

Figure 14.

J. Perhitungan Total Jarak Material Handling dengan Rectilinear

Setelah melakukan pengolahan data, diperoleh titik koordinat dengan dan tata letak alternatif dari aplikasi DOSBox. Data tersebut, kemudian diolah dengan melakukan perhitungan *rectilinear* untuk menentukan jarak perpindahan dari area produk ke area *loading dock*. Tabel 9 menunjukkan koordinat alternatif dari data yang diolah menggunakan aplikasi DOSBox.

Kode	Area	X	Y
A	Area MFM	74,5	20
B	Area MFA	72,5	12
C	Area MFX	70	2
D	Area WLM	43,5	12
E	Area WLA	31,5	2
F	Area WLX	18	12
G	Area BLX	19	20
H	Area Barang Return / Rusak	57,5	26
I	Area Loading Dock	86,5	10

Table 8. Titik Koordinat Alternatif

Setelah diketahui titik koordinat pada tata letak usulan, langkah selanjutnya ialah melakukan perhitungan *rectilinear* untuk mengetahui jarak perpindahan antar area. Contoh perhitungan jarak antar area MFM dan area *loading dock* adalah sebagai berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j|$$

$$d_{ai} = |x_a - x_i| + |y_a - y_i|$$

$$= |74,5 - 86,5| + |20 - 10|$$

$$= 12 + 10$$

$$d_{ab} = 20\text{cm}$$

Perhitungan tersebut dilakukan dengan menggunakan skala 1:100, dimana jarak antara area MFM dengan *loading dock* adalah $20\text{cm} \times 100 = 20\text{m}$. Berikut tabel 10 merupakan hasil dari perhitungan jarak antar area.

Kode	Area	Total Jarak (m)
A-I	Area MFM ke Area Loading Dock	22
B-I	Area MFA ke Area Loading Dock	16
C-I	Area MFX ke Area Loading Dock	24,5
D-I	Area WLM ke Area Loading Dock	45
E-I	Area WLA ke Area Loading Dock	63
F-I	Area WLX ke Area Loading Dock	70,5
G-I	Area BLX ke Area Loading Dock	77,5

Table 9. Perhitungan Jarak Tata Letak Usulan

K. Perhitungan Waktu Material Handling

Pada perhitungan waktu saat kondisi awal, terdapat pembuangan waktu. Hal ini terjadi jika pekerja

ingin mengambil dengan produk dengan posisi yang terhalang oleh produk lain dan tempatnya yang tidak tersusun sesuai klasifikasi. Sehingga pekerja harus mengeluarkan produk yang menghalangi terlebih dahulu dan berpindah area. Data waktu pada *layout* awal terlihat pada tabel 11.

Jenis Produk	Waktu Yang Dibutuhkan (menit)
Kertas Coklat	31,5
Kertas Putih	40,5
Kertas Berwarna Custom	54

Table 10. Waktu Material Handling Tata Letak Awal

Setelah data diolah menjadi sebuah jarak antar area yang dibutuhkan, langkah selanjutnya yakni perhitungan waktu pergerakan *material handling*. Perhitungan tersebut dilakukan dengan cara jarak yang telah diolah dibagi dengan kecepatan sebuah *material handling* saat membawa muatan. Contoh perhitungan waktu yang diperlukan dalam satu kali perjalanan dari area MFM ke area *loading dock* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \text{Jarak} : \text{Kecepatan} \\ &= 22\text{m} : 10\text{km/jam} \\ &= 0,022\text{km} : 10 \text{ km/jam} \\ &= 0,0022 \text{ jam} = 0,132 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah menghitung waktu *material handling* dalam satu kali jalan, selanjutnya menghitung waktu yang diperlukan dalam satu kali pengangkutan dengan *allowance* 1 menit yang dimana waktu tersebut untuk pembongkaran produk dari sebuah tumpukan dan meletakkan pada area *loading dock*. Contoh perhitungan waktu pengangkutan dari area MFM ke area *loading dock* seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= (\text{Waktu sekali jalan} \times 2) + \text{allowance} \\ &= (0,132 \text{ menit} \times 2) + 1 \\ &= 0,264 + 1 \\ &= 1,264 \text{ menit} \end{aligned}$$

Setelah mengetahui berapa waktu yang diperlukan oleh *material handling* untuk satu kali pengangkutan. Selanjutnya waktu yang didapat dikalikan dengan berapa kali pengangkutan dalam satu pengiriman yang akan naik ke armada. Pada penelitian ini menggunakan rata - rata tertinggi dalam satu kali pengiriman yakni 20 produk yang akan diangkut. Data tersebut akan diolah dan akan tampak pada tabel 12.

Kode Produk	Jarak (m)	Waktu Satu Kali Angkut (menit)	Produk Tertinggi Dalam Satu Kali Kirim	Total Waktu (menit)
MFM	22	1,264	20	25,28
MFA	16	1,192	20	23,84
MFY	24,5	1,294	20	25,88
WLM	45	1,54	20	30,8
WLA	63	1,756	20	35,12
WLX	70,5	1,846	20	36,92
BLX	77,5	1,93	20	38,6

Table 11. Waktu Material Handling Tata Letak Usulan

Dari data - data yang telah diolah, dapat diketahui waktu dari setiap produk dan setiap kondisi *layout*. Contoh pada usulan *layout* untuk jenis kertas coklat, produk dengan kode MFX memiliki waktu terlama yakni 25,88 menit perbandingan *layout* awal pada kertas coklat memakan waktu sebesar 31,5 menit. Perbandingan dilakukan dengan hasil perhitungan waktu pada *layout* dengan waktu yang terlama. Contoh penghematan waktu yang dialami dapat dihitung sebagai berikut dan hasil akan tampak pada tabel 13:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{waktu layout awal} - \text{waktu layout usulan}}{\text{waktu layout awal}} \times 100\% = \frac{31,5 - 25,88}{31,5} \times 100\% = 17,84\%$$

Figure 15.

Jenis Produk	Waktu Layout Awal (menit)	Waktu Layout Usulan (menit)	Efisiensi (%)
Kertas Coklat	31,5	25,88	17,84
Kertas Putih	40,5	36,92	8,84
Kertas Berwarna Custom	54	38,6	28,51

Table 12. Perbandingan Waktu Material Handling Layout Awal dan Layout Usulan

I. Analisa dan Pembahasan

Gudang produk jadi pada PT. XYZ memiliki sistem penyimpanan produk yang masih secara acak. Hal tersebut dibuktikan dengan tidak adanya data pengalokasian produk secara jelas, dimana produk yang diletakkan hanya berdasarkan tempat yang tersedia saja. Maka, dilakukan perencanaan untuk menata ulang tata letak gudang dengan metode *shared storage* dan *class-based storage* dengan harapan untuk bisa menciptakan sebuah sistem penyimpanan yang teratur dan rapi dengan menciptakan pembagian plot wilayah bagi setiap produk dan adanya penghematan luas ruang serta.

Dalam proses pengolahan data, langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi produk jadi pada tempat penelitian yang meliputi jenis produk, dimensi produk dan banyaknya barang yang sering keluar dari gudang. Selanjutnya adalah menghitung kebutuhan palet setiap jenis produk. Palet yang digunakan yakni berukuran 1,2 m x 1,2m. Dikarenakan tinggi dari produk yang berbeda - beda serta kemampuan *material handling* yang digunakan memiliki batas, maka pada produk kertas dilakukan perhitungan dengan mencari ketinggian maksimum dari *material handling* yang digunakan. *Material handling* yang digunakan adalah *rollclamp* yang memiliki tinggi *lifting* maksimum sebesar 6m. Untuk produk dengan kode WLA, WLM, MFA dan MFM memiliki kapasitas maksimum tumpukan sebanyak 3, sedangkan untuk produk dengan kode WLX, MFX dan BLX memiliki kapasitas maksimum tumpukan sebanyak 4. Pada produk kertas ini, dilakukan perhitungan dengan kapasitas produk keluar tertinggi perhari setelah itu dibagi dengan kapasitas tumpukan pada satu palet. Hasil dari perhitungan total kebutuhan palet produk kertas adalah sebanyak 96 palet. Selanjutnya menghitung penentuan luas area penyimpanan dengan menghitung banyaknya kebutuhan palet dikalikan dengan luasan palet yang digunakan. Setelah itu luasan yang telah diolah, kemudian dikalikan dengan *allowance* ruang sebesar 150%. Total dari area yang diperlukan yakni sebesar 318,69m² dengan luas sebelumnya 1117,75m² dari 1880m².

Setelah itu, melakukan pengklasifikasian setiap produk yang ada dengan melihat dari data produk yang keluar dari gudang. Pengolahan data ini menggunakan aplikasi DOSBox yang memerlukan pengisian data - data yang diperlukan. Data yang diperlukan yakni sebuah diagram ARC yang mengetahui kebutuhan dekat atau tidaknya dari suatu area, diagram ini menguraikan hubungan antar area yang ada. Data selanjutnya yakni luasan area yang diperlukan oleh suatu departemen atau area, karena pada aplikasi DOSBox akan bekerja pengolahan data dalam algoritma

hybrid dengan mencari total jarak terkecil yang ditempuh dengan melakukan pertukaran antara area ke area lainnya. Pada penelitian ini melakukan 10 alternatif *layout*, semakin banyak menghasilkan alternatif akan semakin banyak kemungkinan dari setiap alternatifnya. Dari gambar 2 dapat dilihat hasil pengolahan data tersebut muncul 10 peringkat, dengan peringkat tertinggi pada angka 1 disebelah nilai *score* yang muncul dan peringkat seterusnya akan semakin rendah. Dapat dilihat pada gambar 2, usulan ke-6 yang memiliki peringkat 1 dengan *score* 1035 dengan *adj score* 0,74 dan *r-score* mendapat 0,84. Dari usulan *layout* tersebut, kebutuhan luasan yang dibutuhkan sebesar 16,95% dari total luasan yang tersedia dan menurun sebesar 71,48% dari luasan yang sebelumnya menggunakan 59,45% dari total luasan yang tersedia.

Setelah *layout* usulan jadi, selanjutnya menghitung jarak dari setiap area kertas ke area *loading dock* menggunakan perhitungan *rectilinear* untuk menentukan jarak perpindahan *material handling*. Dari area MFM ke area *loading dock* membutuhkan jarak 22m, untuk area MFA ke area *loading dock* membutuhkan jarak 16m, untuk area MFX ke area *loading dock* membutuhkan jarak 24,5m, untuk area WLM ke area *loading dock* membutuhkan jarak 45m untuk area WLM ke area *loading dock* membutuhkan jarak 63m, untuk area WLX ke area *loading dock* membutuhkan jarak 70,5m, dan untuk area BLX ke area *loading dock* membutuhkan jarak 77,5m. *Material handling* yang digunakan adalah *rollclamp* yang memiliki kecepatan saat membawa muatan sebesar 10km/jam dengan produk tertinggi dalam satu kali siklus pengiriman sebanyak 20 produk kertas. Penghematan waktu dalam satu kali siklus untuk jenis produk kertas coklat sebesar 17,84%, untuk jenis produk kertas putih mengalami penghematan waktu sebesar 8,84% dan untuk jenis kertas berwarna *custom* mengalami penghematan waktu sebesar 28,51%.

Simpulan

Dari hasil perhitungan kebutuhan ruang di dalam gudang produk jadi tersebut, pada kondisi awal ruang yang terpakai sebesar 1117,75m² dengan prosentase sebesar 59,45%. Sedangkan pada usulan, ruangan yang terpakai sebesar 318,69m² dengan prosentase sebesar 16,95%. Sehingga terjadi efisiensi luas ruang sebesar 71,48%. Untuk penataan dan klasifikasi barang dapat terlihat seperti pada gambar 4 dan beberapa data diatas yang telah diolah, sehingga produk - produk yang berada di dalam gudang dapat mudah dicari. Dan penghematan waktu dalam satu kali siklus untuk jenis produk kertas coklat sebesar 17,84%, untuk jenis produk kertas putih mengalami penghematan waktu sebesar 8,84% dan untuk jenis kertas berwarna *custom* mengalami penghematan waktu sebesar 28,51%.Kelemahan penelitian ini adalah tidak melibatkan faktor biaya yang meliputi peramalan produksi, pengadaan alat bantu, dan biaya *material handling*, sehingga diharapkan penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan faktor biaya.

References

- [1] F. Y. Panjaitan and F. N. Azizah, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Gudang Produk Jadi Menggunakan Metode Activity Relationship Diagram pada PT. JVC Electronics Indonesia," Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, vol. 8, no. 9, pp. 30-38, Jun. 2020, doi: 10.5281/zenodo.6629938.
- [2] H. A. Sudrajat, E. B. Santoso, and F. Debora, "Usulan Perbaikan Area Gudang Material Terhadap Efisiensi Jarak dan Biaya Handling dengan Metode Systematic Layout Planning (SLP) di Industri Flexible Packaging," Jurnal Inkofar, vol. 5, no. 2, pp. 44-53, Dec. 2021. [Online]. Available: <https://www.politeknikmeta.ac.id/meta/ojs/>
- [3] A. E. Ramadhany and H. Y. K. Sembada, "Usulan Tata Letak Perbaikan Gudang di Toko A Gilang dengan Menggunakan Metode Shared Storage," Bulletin of Applied Industrial Engineering Theory, vol. 2, no. 2, pp. 138-144, Sept. 2021.
- [4] M. Rauf and M. R. Radyanto, "Perbaikan Kinerja Gudang Melalui Penataan Ulang Tata Letak Gudang Suku Cadang Menggunakan Metode Class Based Storage di PT. DN Semarang," Journal of Industrial Engineering and Operation Management, vol. 5, no. 2, pp. 111-121, Nov. 2022. [Online]. Available: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jieom/index>

5. [5] O. Adiyanto and A. F. Clistia, "Perancangan Tata Letak Fasilitas Produksi UKM Eko Bubut dengan Metode Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP)," *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 49-56, Feb. 2020. [Online]. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi>
6. [6] M. A. Jumali, Rusdiyantoro, A. R. Maulidah, and Y. Utomo, "Rearranging First-In First-Out (FIFO) Parts Layouts," *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 6, no. 2, pp. 137-142, Dec. 2022, doi: 10.21070/prozima.v6i2.1580.
7. [7] F. M. Subqi and D. Anggraini, "Data Mining untuk Pemeliharaan Prediktif Mesin Produksi Berdasarkan Database Kerusakan Mesin Menggunakan Naïve Bayes Classifier," *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 20, no. 2, pp. 143-154, Jun. 2021, doi: 10.32409/jikstik.20.2.368.
8. [8] E. Mulyati, I. Numang, and M. A. Nurdiansyah, "Usulan Tata Letak Gudang dengan Metode Shared Storage di PT. Agility International Customer PT. Herbalife Indonesia," *Jurnal Logistik Bisnis*, vol. 10, no. 02, Nov. 2020. [Online]. Available: <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>
9. [9] I. A. Marie, C. Claudia, and Adianto, "Optimasi Persediaan Bahan Baku Berdasarkan Pengali Lagrange Serta Rancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode Shared Storage," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, pp. 105-112, Jul. 2020.
10. [10] Rosihin, Ma'arij, D. Cahyadi, and Supriyadi, "Analisa Perbaikan Tata Letak Gudang Coil dengan Metode Class Based Storage," *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 2, pp. 166-172, Dec. 2021, doi: 10.30656/intech.v7i2.4036.
11. [11] J. Kemklyano, C. Harimurti, and I. N. Purnaya, "Pengaruh Penerapan Metode Class Based Storage Terhadap Peningkatan Utilitas Gudang di PT Mata Panah Indonesia," *Jurnal Manajemen Logistik*, vol. 1, no. 1, pp. 1-10, Jan. 2021. [Online]. Available: <http://ojs.stiami.ac.id>
12. [12] W. Setyawan and F. R. Fauzi, "Efektivitas Tata Letak Gudang Baru untuk Menekan Tingkat Kerusakan Produk Menggunakan Metode Class Based Storage," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, vol. 4, no. 2, pp. 100-106, Sep. 2020, doi: 10.35194/jmtsi.v4i2.1074.
13. [13] I. Kurniawan, "Perbaikan Tata Letak Gudang pada PR Sukun Sigaret Menggunakan Metode Shared Storage", 2014.
14. [14] M. R. D. Pramono, "Perancangan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dan Produk Akhir Menggunakan Metode Class-Based Storage," 2020.
15. [15] I. Sukoco, "Perancangan Tata Letak Gudang di PT. Panatrade dengan Menggunakan Metode Shared Storage," 2017.
16. [16] S. Wignjosoebroto, "Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan," 2009.
17. [17] N. D. Aryadipura, Rusindiyanto, and E. Purnamawaty, "Usulan Perancangan Ulang Tata Letak Gudang Produk Jadi dan Bahan Baku dengan Metode Shared Storage di PT. Temprina Media Grafika Surabaya," 2021.
18. [18] A. Andriyanto and A. Nasroh, "Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang pada Divisi Finished Goods Warehouse di PT Global Dairi Alami Menggunakan Metode Shared Storage," *Jurnal Logistik Bisnis*, vol. 12, no. 02, Dec. 2022. [Online]. Available: <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>
19. [19] J. Arifin and T. Pamungkas, "Perbaikan Tata Letak Gudang dengan Menggunakan Metode Shared Storage pada Perum Bulog Subdivre Karawang," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, vol. 3, no. 1, pp. 7-14, 2019. [Online]. Available: <http://jurnal.unsur.ac.id/index.php/JMTSI>
20. [20] S. N. S. Sidabutar, S. A. Kartika, and E. Ramadhan, "Analisis Perancangan Ulang Tata Letak Material pada Gudang dengan Menggunakan Metode Shared Storage," *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 8, no. 1, May 2023.
21. [21] A. Rizky, M. Ginting, and A. C. Sembiring, "Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Mesin Giling Jagung Menggunakan Metode Algoritma BLOCPLAN," 2021.