

Proposal To Improve Warehouse Layout Using Shared Storage And Class Based Storage Methods

[Usulan Perbaikan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode *Shared Storage* dan *Class Based Storage*]

Deddy Supriyadi¹⁾, Atikha Sidhi Cahyana^{*.2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: atikhasidhi@umsida.ac.id

Abstract. Warehouse is a place where products are stored, such as raw materials and finished goods. The end result is paper rolls of various sizes and types. Warehouse layout is one of the problems found during the observation. The messy warehouse conditions resulted in delayed deliveries because the search for goods took a long time. A single postal search (delivery letter) can take up to 48 minutes. Therefore, this study aims to provide recommendations for improving the layout of finished goods warehouses to make them more efficient in transferring material handling. Shared storage and class-based storage are two methods used to address this problem, and both are used extensively in the construction of large warehouses. Shared storage (SS) uses the FIFO (First In First Out) method by categorizing products based on the frequency of issuance which is closer to the departure gate. A class-based storage system that organizes products by type complements the SS method. Since the two methods are very similar and related, the search procedure is fast. The results of this study were obtained in the form of a warehouse layout proposal with an efficiency percentage of 71.48% and a more systematic area data collection.

Keywords - Warehouse; Re-layout facility; First In First Out; Shared Storage; Class Based Storage

Abstrak. Gudang adalah tempat penyimpanan produk, seperti bahan mentah dan barang jadi. Hasil akhirnya adalah gulungan kertas dengan berbagai ukuran dan jenis. Tata letak gudang adalah salah satu masalah yang ditemukan selama dilakukan observasi. Kondisi gudang yang berantakan mengakibatkan pengiriman tertunda karena pencarian barang memakan waktu lama. Pencarian pos tunggal (surat pengiriman) dapat memakan waktu hingga 48 menit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan tata letak gudang barang jadi agar lebih efisien dalam transfer material handling. Shared storage dan class-based storage adalah dua metode yang digunakan untuk mengatasi permasalahan ini, dan keduanya digunakan secara luas dalam pembangunan gudang besar. Shared storage (SS) menggunakan metode FIFO (First In First Out) dengan mengkategorikan produk berdasarkan frekuensi penerbitan yang lebih dekat dengan pintu keberangkatan. Sistem class-based storage yang mengatur produk menurut jenis melengkapi metode SS. Karena kedua metode tersebut sangat mirip dan terkait, prosedur pencariannya cepat. Hasil penelitian ini didapatkan berupa usulan layout gudang dengan prosentase efisiensi sebesar 71,48% dan pendataan area yang lebih tersistem.

Kata Kunci - Gudang; Re-layout facility; First in First out; Shared Storage; Class-based storage

I. 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 mengefisiensikan 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 peminimalisir 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 *troughput* 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]

II. METODE

Tempat dan Waktu

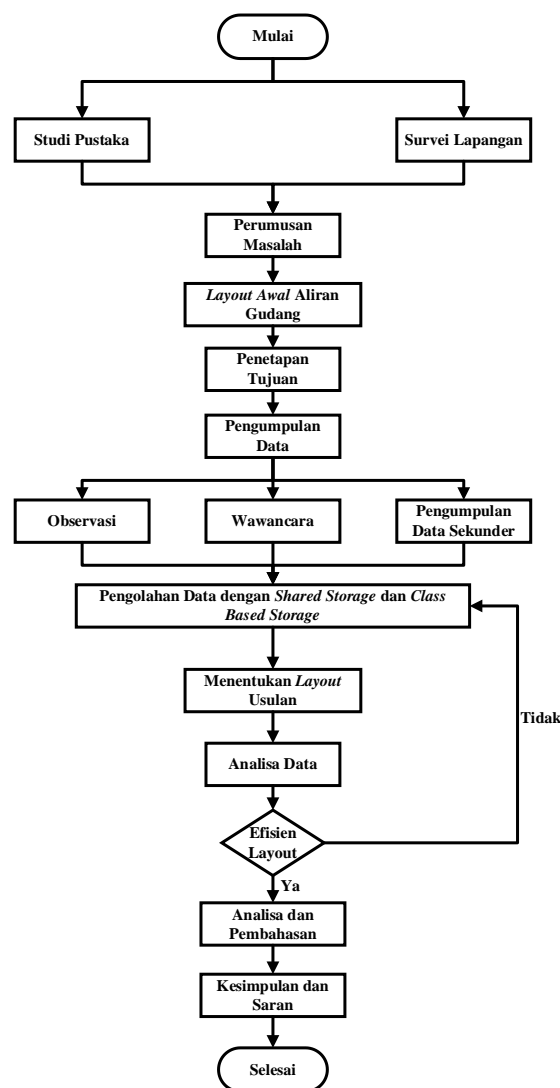
Penelitian ini dilakukan di perusahaan yang bergerak dibidang produksi kertas yang bertempat di Pasuruan, Jawa Timur dengan waktu penelitian selama 6 bulan.

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 seharinya 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.



Gambar 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]:

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

(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:

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

(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:

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

(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].

III. 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.

Tabel 1. Jenis Produk

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

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.

Tabel 2. Spesifikasi Produk

Jenis Produk	Diameter	Tinggi	Volume
--------------	----------	--------	--------

WLA	1,1 m	1.8 m	1,711 m ³
WLX	1,1 m	1.4 m	1,331 m ³
WLM	1,1 m	2.1 m	1,997 m ³
MFA	1,1 m	1.8 m	1,711 m ³
MFX	1,1 m	1.4 m	1,331 m ³
MFM	1,1 m	2.1 m	1,997 m ³
BLX	1,1 m	1.4 m	1,331 m ³

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

Tabel 3. Data Jumlah Produk

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

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:

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

Tabel 4. Kebutuhan Palet

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

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:

$$\begin{aligned} \text{Luas area penyimpanan WLA} &= 14 \text{ palet} \times 1,44 \text{ m}^2 \\ &= 20,16 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 5. Luas Area Penyimpanan

Nama Produk	Total Maksimum/Palet	Kebutuhan Palet	Luas Area Penyimpanan
WLA	3	14	20,16 m ²
WLX	4	11	15,84 m ²
WLM	3	14	20,16 m ²
MFA	3	19	27,36 m ²
MFX	4	14	20,16 m ²
MFM	3	19	27,36 m ²
BLX	4	5	7,2 m ²

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.

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

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

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:

$$\begin{aligned} \text{Allowance WLA} &= 20,16 \text{ m}^2 \times 150\% \\ &= 30,24 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Tabel 6. Allowance Area Penyimpanan

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

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.

Tabel 7. Frekuensi Produk

Nama Produk	Rata – Rata Produk Keluar Per Hari
WLA	39
WLX	38
WLM	38
MFA	50
MFX	51
MFM	49
BLX	11

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

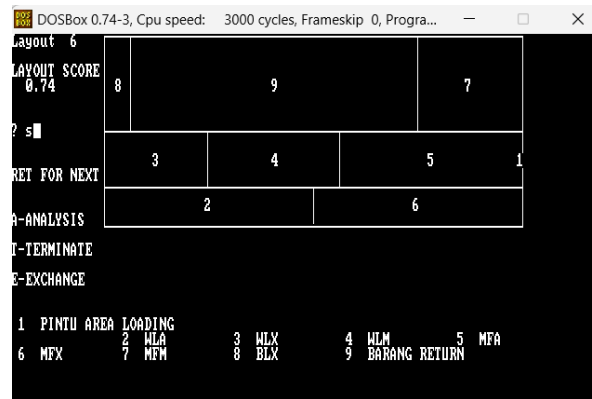
Tabel 8. Tingkat Kedekatan Fasilitas

NO	TEMPAT	1	2	3	4	5	6	7	8	9	LUAS
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

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.

Gambar 2. 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.



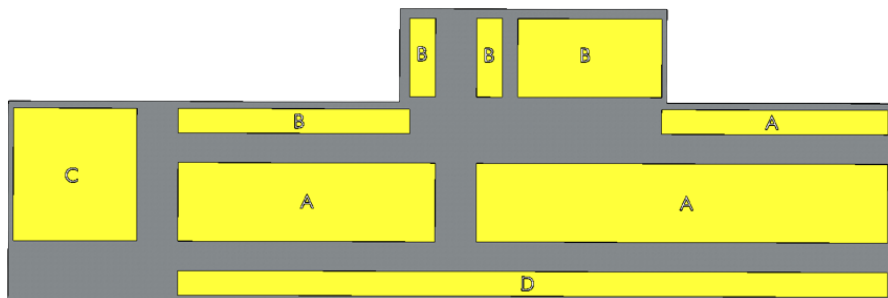
Gambar 3. Hasil *Layout* Usulan Aplikasi DOSBox

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:

$$\begin{aligned} \text{Prosentase Ruang Penyimpanan} &= \frac{\text{luas ruang terpakai}}{\text{luas ruang tersedia}} \times 100\% \\ &= \frac{1117,75}{1880} \times 100\% \\ &= 59,45\% \end{aligned}$$



Gambar 4. *Layout* Awal

Keterangan:

A = Area Kertas Coklat Campur

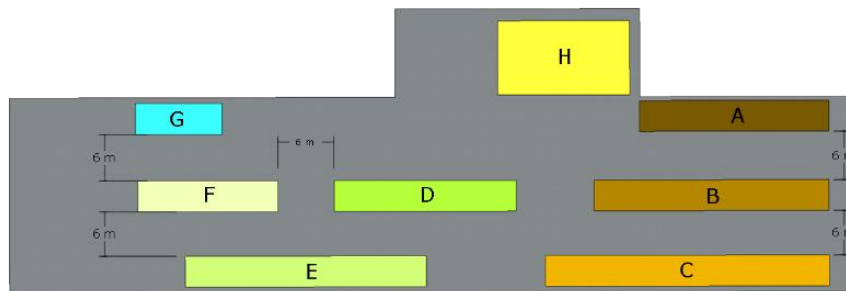
B = Area Kertas Putih Campur

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 :

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



Gambar 5. 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:

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

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.

Tabel 9. Titik Koordinat Alternatif

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 <i>Return</i> / Rusak	57,5	26
I	Area <i>Loading Dock</i>	86,5	10

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.

Tabel 10. Perhitungan Jarak Tata Letak Usulan

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

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.

Tabel 11. Waktu *Material Handling* Tata Letak Awal

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

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.

Tabel 12. Waktu *Material Handling* Tata Letak Usulan

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
MFX	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

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:

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

Tabel 13. Perbandingan Waktu *Material Handling Layout* Awal dan *Layout* Usulan

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

L. 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%.

IV. KESIMPULAN

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.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan artikel ini tidak lepas bantuan dari berbagai pihak, terima kasih kepada UMSIDA dan PT. XYZ yang telah memberikan fasilitas dan bimbingannya sehingga artikel ilmiah ini bisa terselesaikan.

REFERENSI

- [1] F. Y. Panjaitan, dan 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, hlm. 30–38, Jun 2020, doi: 10.5281/zenodo.6629938.
- [2] H. A. Sudrajat, E. B. Santoso, dan 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, hlm. 44–53, Des 2021. [Daring]. Tersedia pada: <https://www.politeknikmeta.ac.id/meta/ojs/>.
- [3] A. E. Ramadhany, dan 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, hlm. 138-144, Sept 2021.

- [4] M. Rauf, dan 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, hlm. 111–121, Nov 2022. [Daring]. Tersedia pada: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/jieom/index>.
- [5] O. Adiyanto, dan 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, hlm. 49–56, Feb 2020. [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jisi>.
- [6] M. A. Jumali, Rusdiyantoro, A. R. Maulidah, dan Y. Utomo, “Rearranging First-In First-Out (FIFO) Parts Layouts,” *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, vol. 6, no. 2, hlm. 137–142, Des 2022, doi: 10.21070/prozima.v6i2.1580.
- [7] F. M. Subqi dan D. Anggraini, “Data Mining untuk Pemeliharaan Prediktif Mesin Produksi Berdasarkan Database Kerusakan Mesin Menggunakan Naive Bayes Classifier,” *Jurnal Ilmiah Komputasi*, vol. 20, no. 2, hlm. 143–154, Jun 2021, doi: 10.32409/jikstik.20.2.368.
- [8] E. Mulyati, I. Numang, dan 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. [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>.
- [9] I. A. Marie, C. Claudia, dan Adianto, “Optimasi Persediaan Bahan Baku Berdasarkan Pengali Lagrange Serta Rancangan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode Shared Storage,” *Jurnal Teknik Industri*, vol. 10, no. 2, hlm. 105 – 112, Jul 2020.
- [10] Rosihin, Ma’arij, D. Cahyadi, dan Supriyadi, “Analisa Perbaikan Tata Letak Gudang Coil dengan Metode Class Based Storage,” *Jurnal INTECH Teknik Industri Universitas Serang Raya*, vol. 7, no. 2, hlm. 166–172, Des 2021, doi: 10.30656/intech.v7i2.4036.
- [11] J. Kemklyano, C. Harimurti, dan 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, hlm. 1–10, Jan 2021. [Daring]. Tersedia pada: <http://ojs.stiami.ac.id>.
- [12] W. Setyawan, dan 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, hlm. 100–106, Sep 2020, doi: 10.35194/jmtsi.v4i2.1074.
- [13] I. Kurniawan, “Perbaikan Tata Letak Gudang pada PR Sukun Sigaret Menggunakan Metode Shared Storage”, 2014.
- [14] M. R. D. Pramono, “Perancangan Tata Letak Gudang Bahan Baku Dan Produk Akhir Menggunakan Metode Class-Based Storage”, 2020.
- [15] I. Sukoco, “Perancangan Tata Letak Gudang di PT. Panatrade dengan Menggunakan Metode Shared Storage”, 2017.
- [16] S. Wignjosoebroto, “Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan”, 2009.
- [17] N. D. Aryadipura, Rusindiyanto, dan 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] A. Andriyanto, dan 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, Des 2022, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejurnal.poltekpos.ac.id/index.php/logistik/index>.
- [19] J. Arifin, dan 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, hlm. 7–14, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <http://jurnal.unsur.ac.id/index.php/JMTSI>.
- [20] S. N. S Sidabutar, S. Ayu Kartika, dan E. Ramadhan, “Analisis Perancangan Ulang Tata Letak Material Pada Gudang dengan Menggunakan Metode Shared Storage,” *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, vol. 8, no. 1, Mei 2023.
- [21] A. Rizky, M. Ginting, dan A. C. Sembiring, “Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Mesin Giling Jagung Menggunakan Metode Algoritma BLOCPLAN,” 2021.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.