

# Penataan Gudang Barang Jadi pada Industri Kemasan Kertas

Jonathan Rey Peno<sup>1</sup>, Herri Christian Palit<sup>2</sup>, Debora Anne Yang Aysia<sup>3</sup>

**Abstract:** Warehouse area is a very crucial aspect as it relates to the logistical needs of the company. An integrated paper packaging company in Gresik, facing issues related to the disorganized arrangement of finished goods in the warehouse. It has been found that the data in the system and the goods in the warehouse do not match each other, both in terms of location and quantity. This causes longer time needed for the loading process due to time wasted during the picking process. There is no grouping of goods based on customers, therefore it is necessary to relayout the warehouse. Relayout includes recalculating the warehouse capacity, adjusting the location and quantity of items in the warehouse, and grouping items based on customer priorities using ABC analysis method. As a result, the accuracy of stock data increased by 11%, from 88% to 99% and the forklift movement moment in the warehouse decreased by 13%, from 197,208 m to 172,212 m.

**Keywords:** logistics; warehouse; loading time; abc analysis; moment

## Pendahuluan

Gudang merupakan suatu titik dalam rantai pasok di mana bahan baku, *work-in-process* (WIP), atau barang jadi disimpan untuk periode waktu tertentu. Gudang dapat menambah nilai dalam sistem rantai pasok dengan membuat barang dapat diakses di mana dan kapan dibutuhkan, serta dengan membuat barang dapat dikumpulkan, disortir, dan didistribusikan secara efisien (Kay [1]). Dalam gudang, terdapat 5 macam aktivitas yang dilakukan, yaitu penerimaan, pemindahan, penyimpanan, pengambilan, dan pengiriman. Ada 2 performansi yang harus diperhatikan sehingga dapat dikatakan performansi gudang tersebut baik, yaitu waktu persiapan *loading* dan akurasi data (Martono [2]).

Penelitian ini dilakukan pada perusahaan kemasan kertas yang berlokasi di Gresik, Indonesia. Perusahaan ini memproduksi papan kontainer serta kotak karton bergelombang yang dapat didaur ulang sejak tahun 1973. Perusahaan memiliki kapasitas produksi tahunan sebesar 240,000 ton kertas medium dan *test liner*, dan 150,000 ton kotak karton bergelombang. Perusahaan memiliki 2 gudang barang jadi karton box, di mana gudang 1 sudah beroperasi sejak lama dan gudang 2 baru beroperasi sejak 2021.

Produk utama termasuk kotak karton *single wall*, *double wall*, dan karton *single face*, yang dapat disesuaikan dengan dimensi dan tipe karton sesuai kebutuhan pelanggan untuk berbagai macam barang. Dalam proses produksinya, perusahaan terus mendukung keberlanjutan lingkungan dengan menggunakan kertas limbah sebagai bahan baku. Sistem produksi pada perusahaan adalah sistem produksi *make to order*, di mana perusahaan memproduksi kardus sesuai permintaan dari pembeli dengan spesifikasi tertentu. Permasalahan yang dihadapi perusahaan adalah terkait penataan gudang barang jadi yang masih belum teratur. Hal ini menyebabkan *picking* time menjadi lama, yang seharusnya sekitar 2 menit, menjadi sekitar 6 menit. Penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki *layout* gudang barang jadi sehingga diharapkan dapat mempersingkat waktu muat barang ke kendaraan yang digunakan untuk mengirim barang.

## Metode Penelitian

*Relayout* gudang pada penelitian ini mencakup perhitungan ulang kapasitas gudang, menyesuaikan letak dan jumlah barang di gudang, dan pengelompokan barang berdasarkan prioritas *customer* menggunakan metode *ABC analysis*.

## Klasifikasi Customer

Proses klasifikasi *customer* dapat menggunakan *ABC analysis*, yaitu teknik manajemen inventori di mana *on-hand inventory* dapat diklasifikasikan menjadi 3 berdasarkan nilai barang tersebut (Richards [3]). Umumnya, inventori diklasifikasi ke 3 kelompok, di

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: c13200051@john.petra.ac.id, herry@petra.ac.id, debbie@petra.ac.id

mana kelompok A merupakan kelompok sangat penting, kelompok B merupakan kelompok sedang, dan kelompok C merupakan kelompok tidak penting. Lalu, seperti prinsip pareto yang menyatakan bahwa 80% output ditentukan oleh 20% input, maka kelompok A merupakan inventori yang hanya mewakili sekitar 15% dari total inventori, namun nilainya mewakili 70 - 80% inventori. Kelompok B merupakan inventori yang mewakili sekitar 30% dari total inventori dan nilainya mewakili 15 - 20% inventori. Nilai kelompok C hanya 5% namun mewakili sekitar 55% dari total inventori. Dengan begitu, pengontrolan terhadap kelompok A harus ketat, terhadap kelompok B sedang, dan terhadap kelompok C biasa, seperti terlihat pada Tabel 1.

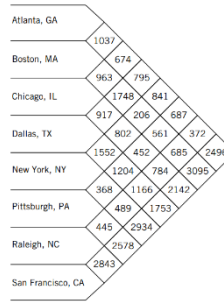
**Tabel 1.** ABC Analysis (Heizer [4])

Kelompok	Kepentingan	% Total Inventori	% Nilai	Kontrol
A	Sangat penting	15	70 – 80	Ketat
B	Sedang	30	15 – 20	Sedang
C	Tidak penting	55	5	Biasa

Dengan mengimplementasikan *ABC analysis*, ada beberapa keuntungan bagi manajemen inventori perusahaan, yaitu peningkatan utilitas inventori, alokasi sumber daya yang strategis, dan mempercepat waktu persiapan *loading*. Namun, tetap ada beberapa batasan dari metode ini, yaitu tidak tahan terhadap fluktuasi permintaan, tidak memperhitungkan informasi selain nilai barang, dan perlunya sumber daya tambahan untuk mengimplementasikan *ABC analysis* (Slack & Jones [5]).

**Penentuan Relasi Antar Fasilitas**

Tahap selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menentukan nilai relasi atau *activity relationship chart* (ARC) antar fasilitas secara kuantitatif menggunakan *quantitative flow measurement*. *Activity relationship chart* adalah sebuah peta yang menggambarkan relasi antar fasilitas dan digunakan untuk menyelesaikan masalah *layout* pada suatu fasilitas (Heragu [6]). *Quantitative flow measurement* adalah pengukuran kedekatan antar departemen secara kuantitatif, yaitu menggunakan angka seperti *pieces per jam*, jumlah pergerakan per hari, bobot per minggu, dll. Metode ini cocok digunakan untuk fasilitas dengan jumlah material, informasi, dan sumber daya manusia yang banyak bergerak antar departemen (Tompkins [7]). Contoh pengukuran kuantitatif dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Contoh ARC Kuantitatif

**Jarak Antar Fasilitas**

Ada 2 metode perhitungan jarak, yang pertama adalah metode *squared euclidean*. Metode *squared euclidean* adalah metode pengukuran jarak yang paling sering digunakan, dan biasa disebut jarak garis lurus (Hair [8]). Perhitungan jarak dengan metode *squared euclidean* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$d_{ij} = [(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2] \tag{1}$$

Keterangan:

- $d_{ij}$  = jarak dari titik i ke titik j
- $X_j$  = koordinat x titik j
- $X_i$  = koordinat x titik i
- $Y_j$  = koordinat y titik j
- $Y_i$  = koordinat y titik i

Metode perhitungan jarak yang kedua adalah metode *rectilinear*. Metode *rectilinear* adalah metode pengukuran jarak yang digunakan untuk area di mana transportasi antar departemen terbatas oleh lorong berbentuk persegi panjang (Ierapetritou [9]). Perhitungan jarak dengan metode *rectilinear* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$d_{ij} = |X_i - X_j| + |Y_i - Y_j| \tag{2}$$

Keterangan:

- $d_{ij}$  = jarak dari titik i ke titik j
- $X_i$  = koordinat x titik i
- $X_j$  = koordinat x titik j
- $Y_i$  = koordinat y titik i
- $Y_j$  = koordinat y titik j

**Perhitungan Momen**

Momen adalah total pergerakan dalam suatu fasilitas dengan memperhitungkan ongkos aliran antar departemen, frekuensi aliran antar departemen, dan jarak aliran antar departemen (Sugiyono [10]). Perhitungan momen dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m C_{ij} W_{ij} D_{ij} \quad (3)$$

Keterangan:

$Z$  = total momen fasilitas dengan  $m$  departemen

$m$  = jumlah departemen dalam suatu fasilitas

$C_{ij}$  = ongkos aliran antar departemen  $i$  dan  $j$

$W_{ij}$  = frekuensi aliran antar departemen  $i$  dan  $j$

$D_{ij}$  = jarak antar departemen  $i$  dan  $j$

## Hasil dan Pembahasan

### Permasalahan di Gudang

Dari hasil pengamatan, ditemukan bahwa terdapat beberapa masalah yang terjadi di area gudang barang jadi yang menyebabkan penataan gudang barang jadi masih belum teratur dan akurasi data stok rendah. Masalah pertama adalah tidak sesuai kapasitas di sistem dengan kondisi riil di gudang. Perbedaan kapasitas ini terjadi karena belum adanya batas area penempatan barang jadi secara riil di gudang. Contohnya, area yang seharusnya berkapasitas 6 palet, di sistem tercatat berkapasitas 7 palet. Ketika barang jadi diletakkan pada area tersebut dan tidak muat, 1 palet yang lebih akan diletakkan secara asal oleh *forklift*. Hal ini menyebabkan lokasi barang jadi di sistem dan riil tidak sama. Atau sebaliknya, area yang seharusnya berkapasitas 7 palet, di sistem tercatat berkapasitas 6 palet, sehingga alokasi penggunaan gudang belum maksimal.

Penyebab lain terjadinya perbedaan kapasitas di sistem dan riil adalah adanya perbedaan ukuran palet. Palet yang digunakan perusahaan ada 3 jenis, yaitu palet plastik berukuran 150 cm x 100 cm, palet kayu berukuran 180 cm x 100 cm dan 230 cm x 100 cm. Palet yang paling sering digunakan adalah palet plastik, maka di sistem seluruh area dialokasikan untuk palet plastik berukuran 150 cm x 100 cm. Oleh karena itu, saat diletakkan palet kayu dengan ukuran yang lebih besar, maka kapasitas area menjadi lebih sedikit, sehingga pekerja *forklift* dari bagian transit meletakkan sisa palet yang tidak muat tersebut sembarangan. Hal ini menyebabkan pekerja *forklift* kesulitan mencari barang.

Pada area gudang juga terdapat kebocoran *blower*, yaitu alat penyedot sisa produksi yang berada tepat di atas area F. Hal ini menyebabkan barang jadi menjadi kotor dan susah diidentifikasi. Bahkan tulisan pada label barang jadi sudah memudar. Hal ini menyebabkan operator *forklift* kesulitan mencari barang jadi sehingga menyebabkan proses muat menjadi lebih lama. Kebocoran *blower* dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kebocoran *Blower*

Kebocoran *blower* terjadi akibat lepasnya plat besi penutup kipas mesin *blower*, sehingga sisa produksi terbuang keluar dari mesin *blower* dan mengotori barang jadi pada area F. Perbaikan telah dilakukan dengan memasang kembali plat besi penutup kipas mesin *blower* dan membersihkan area F yang terkontaminasi sisa produksi, sehingga area F kini bisa dipakai kembali dengan baik. Perbaikan *blower* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Perbaikan *Blower*

Pada area gudang, hal yang mengganggu pencarian barang oleh operator *forklift* adalah label barang jadi tidak terlihat. Hal ini terjadi karena tidak ada area bagi petugas untuk berjalan dan mengecek label barang jadi tersebut (area hijau untuk jalan belum dicat), sehingga label barang jadi terjepit, seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Label Barang Jadi Terjepit

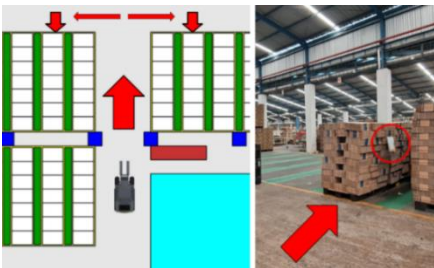
Selain itu, beberapa label barang jadi juga diletakkan dengan posisi yang tidak sama, ada label barang jadi

yang menghadap kiri atau kanan, sehingga kesulitan untuk dicek, seperti terlihat pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Posisi Label Barang Jadi Tidak Seragam

Posisi label barang jadi yang tidak seragam membuat pekerja kesulitan untuk mengecek. Oleh karena itu, perlu dilakukan penyeragaman posisi label barang jadi. Seperti terlihat pada Gambar 6, area berwarna biru merupakan area serah terima, area berwarna merah merupakan meja admin serah terima, area berwarna hijau merupakan area jalan pekerja untuk mengecek label barang jadi, dan arah *forklift* bergerak menuju gudang untuk meletakkan barang di gudang ditandai oleh tanda panah berwarna merah.



**Gambar 6.** Posisi Label Barang Jadi

Oleh karena itu, standar posisi label barang jadi yang tepat adalah di sebelah kanan barang jadi seperti yang dilingkari berwarna merah, sehingga memudahkan admin serah terima untuk menempelkan label barang jadi tersebut dan memudahkan pekerja untuk mengecek label barang jadi yang posisinya sudah seragam.

Peletakan barang jadi di gudang berdasarkan *customer* merupakan hal yang harus diperhatikan karena apabila tidak dikelompokkan maka akan kesulitan saat mencari barang. Saat ini, permasalahan yang terjadi adalah kondisi barang jadi di gudang tidak diletakkan berdasarkan *customer*. Akibatnya, barang satu *customer* bisa berada di beberapa area yang berbeda. Hal ini akan membuat waktu pengambilan barang oleh operator *forklift* menjadi lebih lama. Selain itu, dapat terjadi kondisi di mana barang jadi yang akan dikirim berada di bagian paling belakang. Hal ini menyebabkan operator *forklift* gudang perlu

membongkar barang jadi yang di bagian depan (milik *customer* lain) sehingga menyebabkan proses muat menjadi lebih lama.

### Akurasi Data Stok Awal

Pada area gudang, informasi letak dan jumlah barang pada sistem dan riil tidak akurat, sehingga perlu dilakukan pencarian secara manual dan hal ini memakan waktu yang lama. Untuk mengetahui akurasi data stok, dilakukan perhitungan dengan membandingkan jumlah stok riil dan jumlah stok sistem. Rincian akurasi dari setiap area dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Akurasi Data Stok Awal

Area	Jumlah Stok Riil (palet)	Jumlah Stok Sistem (palet)	Akurasi (%)
A	78	81	96
B	66	70	94
C	21	28	75
D	268	294	91
E	322	350	92
F	30	49	61
G	261	307	85
H	167	198	84
Keseluruhan	1,213	1,377	88

Hasilnya, akurasi data stok pada 8 area bervariasi antara 61% hingga 96% dengan rata-rata keseluruhan sebesar 88%. Tahap selanjutnya adalah mengamati proses kerja gudang sehingga dapat diketahui penyebab penataan gudang barang jadi masih belum teratur dan akurasi data stok rendah.

### Penyesuaian Kapasitas

Dari masalah yang sudah diidentifikasi, perbaikan dilakukan dengan menghitung ulang kapasitas riil di area gudang dan menyesuaikan kapasitas barang jadi di sistem dengan hasil perhitungan ulang. Kapasitas yang baru sudah memperhitungkan perbedaan ukuran palet. Hasil penyesuaian kapasitas dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Penyesuaian Kapasitas

Sistem Lama		Sistem Baru	
Area	Kapasitas (palet)	Area	Kapasitas (palet)
A2 - A5	81	A2 - A5	77
B2 - B5	70	B2 - B5	63
C1	28	C1	17
D2 - D5	60	D2 - D5	62
D7 - D19	234	D7 - D19	273
E2 - E5	77	E2 - E5	63
E7 - E19	273	E7 - E19	273
F1	49	F1	38
G3 - G5	60	G3 - G5	54
G7 - G19	247	G7 - G19	209
H8 - H18	198	H8 - H18	90

Hasilnya, pada sistem yang lama, total kapasitas gudang adalah sebesar 1,377 palet berukuran 150 cm x 100 cm dan pada sistem yang baru, total kapasitas gudang adalah sebesar 1,219 palet, yaitu 1,096 palet berukuran 150 cm x 100 cm, 81 palet berukuran 180 cm x 100 cm, dan 42 palet berukuran 230 cm x 100 cm. Dari hasil perhitungan ulang kapasitas, dilakukan pengecatan pada area gudang yang belum memiliki cat, yaitu area G, H, F, D3-D5, dan E3-E5.

**Akurasi Data Stok Akhir**

Penyesuaian letak dan jumlah barang jadi dilakukan dengan mencocokkan ulang letak dan jumlah barang jadi di sistem dan riil. Setelah itu, dilakukan pengecekan akurasi data, dengan rincian akurasi dari setiap area seperti terlihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Akurasi Data Stok Akhir

Area	Jumlah Stok Riil	Jumlah Stok Sistem	Akurasi (%)
A	77	77	100
B	63	63	100
C	17	17	100
D	332	335	99
E	332	336	99
F	38	38	100
G	263	258	98
H	90	89	99
Keseluruhan	1,206	1,219	99

Hasilnya, akurasi data stok pada 8 area bervariasi antara 98% hingga 100% dengan rata-rata keseluruhan sebesar 99%. Tahap selanjutnya adalah menganalisis data pengiriman dan diurutkan dari *customer* dengan jumlah pengiriman paling banyak untuk menentukan *customer* prioritas. *Customer* prioritas nantinya akan mendapat area terdekat dengan area muat.

**Klasifikasi Customer**

Analisis pengiriman dilakukan pada data pengiriman bulan September 2023. Pada data pengiriman, suatu *customer* dapat memesan beberapa macam jenis produk, yang perlu dilakukan adalah menjumlahkan seluruh produk yang dipesan oleh *customer* yang sama dalam satuan bobot kg. Kemudian, yang perlu dilakukan adalah mengurutkan dari *customer* dengan pengiriman terbanyak. Selanjutnya, yang perlu dilakukan adalah menghitung persentase pengiriman tiap *customer* terhadap total pengiriman pada bulan September 2023. Terakhir, dilakukan perhitungan persentase tersebut secara kumulatif dari atas, sehingga dapat menentukan nilai prioritas tiap *customer*, yaitu nilai A untuk *customer* yang mewakili sebesar 80%, nilai B untuk *customer* yang

mewakili sebesar 15%, dan nilai C untuk *customer* yang mewakili sebesar 5%, dengan hasil seperti terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Klasifikasi *Customer*

Kelompok	Kepentingan	Kontrol	Jumlah
A	Sangat penting	Ketat	16
B	Sedang	Sedang	13
C	Tidak penting	Biasa	17

Hasilnya, dari 46 *customer* yang ada, 16 diantaranya merupakan *customer* dengan nilai prioritas A, 13 diantaranya merupakan *customer* dengan nilai prioritas B, dan 17 diantaranya merupakan *customer* dengan nilai prioritas C.

**Jarak Antar Fasilitas**

Tahap selanjutnya yang perlu dilakukan adalah menghitung jarak dari lokasi palet ke area muat menggunakan metode *rectilinear*. Dengan metode ini, jarak antar fasilitas dihitung dari titik tengah kedua fasilitas tersebut. Hasil perhitungan jarak dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Jarak Area

Area Muat ke-	Jarak (m)	Area Muat ke-	Jarak (m)
A2	62.19	E11	78.71
A3	67.69	E12	85.31
A4	74.29	E13	91.91
A5	80.89	E14	98.51
B3	67.69	E15	105.11
B4	74.29	E16	111.71
B5	80.89	E17	118.31
C1	56.09	E18	124.91
D3	48.79	E19	131.51
D4	55.39	F1	45.6
D5	61.99	G3	16.09
D7	52.31	G4	16.71
D8	58.91	G5	23.31
D9	65.51	G7	33.36
D10	72.11	G8	39.5
D11	78.71	G9	46.11
D12	85.31	G10	52.7
D13	91.91	G11	59.3
D14	98.51	G12	65.9
D15	105.11	G13	72.5
D16	111.71	G14	79.11
D17	118.31	G15	85.71
D18	124.91	G16	92.31
D19	131.51	G17	98.91
E3	48.29	G18	105.51
E4	54.89	H8	39
E5	61.49	H9	45.61
E7	52.31	H10	52.2
E8	58.91	H11	58.8
E9	65.51	H12	65.4
E10	72.11	H13	72

Setelah mengetahui *customer* yang perlu diprioritaskan berdasarkan nilai pengiriman tertinggi dan jarak dari tiap area palet ke area muat, maka dapat dilakukan proses penentuan area. Pada proses ini, tiap *customer* mendapat area khusus yang diurutkan dari yang terdekat ke area muat berdasarkan nilai prioritas tiap *customer*.

**Relasi Antar Fasilitas**

Analisis kondisi saat ini dilakukan pada saat perusahaan belum melakukan *relayout* sehingga produk suatu *customer* masih terpencar-pencar di area gudang dan belum ada area khusus yang dekat dengan area muat untuk *customer* prioritas. Dalam melakukan analisis, digunakan data permintaan *customer* selama bulan September 2023. Dengan begitu, hasil analisis akan menunjukkan total pergerakan 2 *forklift* di gudang selama 1 bulan. Frekuensi *forklift* di setiap lokasi dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Frekuensi *Forklift* Kondisi Saat Ini

Lokasi	Frekuensi	Lokasi	Frekuensi
A2	9	E11	35
A3	40	E12	4
A4	37	E13	13
A5	10	E14	49
B3	11	E15	17
B4	21	E16	28
B5	43	E17	18
C1	36	E18	0
D3	25	E19	0
D4	25	F1	29
D5	18	G3	0
D7	30	G4	0
D8	25	G5	37
D9	28	G7	63
D10	2	G8	68
D11	29	G9	5
D12	82	G10	0
D13	12	G11	52
D14	11	G12	5
D15	26	G13	36
D16	20	G14	39
D17	13	G15	39
D18	15	G16	0
D19	0	G17	0
E3	26	G18	0
E4	50	H8	0
E5	19	H9	5
E7	18	H10	0
E8	53	H11	0
E9	44	H12	39
E10	26	H13	39

Analisis kondisi usulan dilakukan menggunakan hasil *relayout*. Dalam melakukan analisis, digunakan data permintaan *customer* selama bulan September 2023. Dengan begitu, hasil analisis akan

menunjukkan total pergerakan 2 *forklift* di gudang selama 1 bulan.

**Tabel 8.** Frekuensi *Forklift* Kondisi Usulan

Lokasi	Frekuensi	Lokasi	Frekuensi
A2	25	E11	36
A3	23	E12	36
A4	36	E13	48
A5	13	E14	0
B3	17	E15	0
B4	35	E16	0
B5	38	E17	0
C1	32	E18	0
D3	22	E19	0
D4	25	F1	42
D5	34	G3	27
D7	26	G4	27
D8	57	G5	69
D9	32	G7	26
D10	32	G8	51
D11	36	G9	25
D12	5	G10	25
D13	20	G11	25
D14	0	G12	25
D15	0	G13	36
D16	0	G14	23
D17	0	G15	20
D18	0	G16	1
D19	0	G17	0
E3	42	G18	0
E4	33	H8	9
E5	32	H9	9
E7	47	H10	17
E8	36	H11	17
E9	36	H12	27
E10	36	H13	37

**Perhitungan Momen**

Selanjutnya, dilakukan perhitungan momen antara area muat dan tiap area palet dengan data frekuensi *forklift* dari area muat ke tiap area palet dan dengan data jarak dari area muat ke tiap area palet yang telah dikalikan dua (karena *forklift* bergerak 2 arah). Kedua data tersebut dikalikan sehingga menghasilkan momen antara kedua area tersebut. Momen seluruh area kemudian dijumlahkan sehingga diketahui momen seluruh fasilitas. Perhitungan momen kondisi saat ini dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Perhitungan Momen Kondisi Saat Ini

Titik	Flow (frekuensi)	Distance (m)	Hasil Perkalian
A2	9	124.38	1,119.42
A3	40	135.38	5,415.20
A4	37	148.58	5,497.46
A5	10	161.78	1,617.80
B3	11	135.38	1,489.18
B4	21	148.58	3,120.18
B5	43	161.78	6,956.54
C1	36	112.18	4,038.48

**Tabel 9.** Perhitungan Momen Kondisi Saat Ini (lanjutan)

Titik	Flow (frekuensi)	Distance (m)	Hasil Perkalian
D3	25	97.58	2,439.50
D4	25	110.78	2,769.50
D5	18	123.98	2,231.64
D7	30	104.62	3,138.60
D8	25	117.82	2,945.50
D9	28	131.02	3,668.56
D10	2	144.22	288.44
D11	29	157.42	4,565.18
D12	82	170.62	13,990.84
D13	12	183.82	2,205.84
D14	11	197.02	2,167.22
D15	26	210.22	5,465.72
D16	20	223.42	4,468.40
D17	13	236.62	3,076.06
D18	15	249.82	3,747.30
D19	0	263.02	0
E3	26	96.58	2,511.08
E4	50	109.78	5,489.00
E5	19	122.98	2,336.62
E7	18	104.62	1,883.16
E8	53	117.82	6,244.46
E9	44	131.02	5,764.88
E10	26	144.22	3,749.72
E11	35	157.42	5,509.70
E12	4	170.62	682.48
E13	13	183.82	2,389.66
E14	49	197.02	9,653.98
E15	17	210.22	3,573.74
E16	28	223.42	6,255.76
E17	18	236.62	4,259.16
E18	0	249.82	0
E19	0	263.02	0
F1	29	91.2	2,644.80
G3	0	32.18	0
G4	0	33.42	0
G5	37	46.62	1,724.94
G7	63	66.72	4,203.36
G8	68	79	5,372
G9	5	92.22	461.10
G10	0	105.4	0
G11	52	118.6	6,167.20
G12	5	131.8	659
G13	36	145	5,220
G14	39	158.22	6,170.58
G15	39	171.42	6,685.38
G16	0	184.62	0
G17	0	197.82	0
G18	0	211.02	0
H8	0	78	0
H9	5	91.22	456.10
H10	0	104.4	0
H11	0	117.6	0
H12	39	130.8	5,101.20
H13	39	144	5,616

Hasilnya, momen seluruh fasilitas pada kondisi saat ini adalah sebesar 197,208 m. Perhitungan momen

juga dilakukan pada kondisi usulan. Perhitungan momen kondisi saat ini dapat dilihat pada Tabel 10.

**Tabel 10.** Perhitungan Momen Kondisi Usulan

Titik	Flow (frekuensi)	Distance (m)	Hasil Perkalian
A2	25	124.38	3,109.50
A3	23	135.38	3,113.74
A4	36	148.58	5,348.88
A5	13	161.78	2,103.14
B3	17	135.38	2,301.46
B4	35	148.58	5,200.30
B5	38	161.78	6,147.64
C1	32	112.18	3,589.76
D3	22	97.58	2,146.76
D4	25	110.78	2,769.50
D5	34	123.98	4,215.32
D7	26	104.62	2,720.12
D8	57	117.82	6,715.74
D9	32	131.02	4,192.64
D10	32	144.22	4,615.04
D11	36	157.42	5,667.12
D12	5	170.62	853.10
D13	20	183.82	3,676.40
D14	0	197.02	0
D15	0	210.22	0
D16	0	223.42	0
D17	0	236.62	0
D18	0	249.82	0
D19	0	263.02	0
E3	42	96.58	4,056.36
E4	33	109.78	3,622.74
E5	32	122.98	3,935.36
E7	47	104.62	4,917.14
E8	36	117.82	4,241.52
E9	36	131.02	4,716.72
E10	36	144.22	5,191.92
E11	36	157.42	5,667.12
E12	36	170.62	6,142.32
E13	48	183.82	8,823.36
E14	0	197.02	0
E15	0	210.22	0
E16	0	223.42	0
E17	0	236.62	0
E18	0	249.82	0
E19	0	263.02	0
F1	42	91.2	3,830.40
G3	27	32.18	868.86
G4	27	33.42	902.34
G5	69	46.62	3,216.78
G7	26	66.72	1,734.72
G8	51	79	4,029
G9	25	92.22	2,305.50
G10	25	105.4	2,635
G11	25	118.6	2,965
G12	25	131.8	3,295
G13	36	145	5,220
G14	23	158.22	3,639.06
G15	20	171.42	3,428.40
G16	1	184.62	184.62
G17	0	197.82	0
G18	0	211.02	0
H8	9	78	702
H9	9	91.22	820.98

**Tabel 10.** Perhitungan Momen Kondisi Usulan (lanjutan)

Titik	Flow (frekuensi)	Distance (m)	Hasil Perkalian
H10	17	104.4	1,774.80
H11	17	117.6	1,999.20
H12	27	130.8	3,531.60
H13	37	144	5,328

Hasilnya, momen seluruh fasilitas pada kondisi usulan adalah sebesar 172,212 m.

### Simpulan

Pada area gudang barang jadi divisi karton box, telah dilakukan perbaikan berupa pengukuran ulang kapasitas gudang, pengecatan area G, H, F, D3-D5, dan E3-E5, serta penyesuaian letak dan jumlah barang sehingga akurasi data meningkat sebesar 11%, dari 88% ke 99%. Kebocoran *blower* pada area F juga telah diperbaiki, barang jadi sisa muat yang sudah tidak memiliki label barang jadi dan stok mati telah didata ulang, telah diusulkan bagi perusahaan agar membuat label dan lokasi khusus untuk barang jadi sisa muat dan barang jadi stok mati, telah diusulkan bagi perusahaan untuk menyeragamkan posisi label barang jadi, dan telah diusulkan *relayout* gudang bagi perusahaan. Berdasarkan hasil penataan ulang gudang barang jadi pada divisi karton box, diperoleh penurunan momen sebesar 13%, dari sebelumnya 197,208 m menjadi 172,212 m.

### Daftar Pustaka

1. Kay, M. G., *Warehousing*, 2015, retrieved from <https://mgkay.github.io/Warehousing.pdf> on 14 April 2024.
2. Martono, R. V., *Manajemen Logistik*, Gramedia, 2018.
3. Richards, G., *Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in Modern Warehouse*, 2<sup>nd</sup> ed., Kogan Page, 2014.
4. Heizer, *et al.*, *Operations Management*, 13<sup>th</sup> ed., Pearson, 2020.
5. Slack, N. & Jones, A. B., *Operations and Process Management*, 5<sup>th</sup> ed., Pearson, 2018.
6. Heragu, S. S., *Facilities Design*, 4<sup>th</sup> ed., CRC Press, 2016.
7. Tompkins, *et al.*, *Facilitied Planning*, 4<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons, Inc., 2010.
8. Hair, *et al.*, *Multivariate Data Analysis*, 8<sup>th</sup> ed., Cengage Learning, EMEA, 2019.
9. Ierapetritou, M., *Single Facility Location: Multi-objective Rectilinear Distance Location*, Encyclopedia of Optimization, Boston, 2008, retrieved from [https://doi.org/10.1007/978-0-387-74759-0\\_622](https://doi.org/10.1007/978-0-387-74759-0_622) on 14 April 2024.
10. Sugiyono, A., Buku Ajar Perencanaan Tata Letak Fasilitas (PTLF), Teknik Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2018, retrieved from <https://repository.unissula.ac.id/17348/1/Buku%20Ajar%20PTLF.pdf> on 14 April 2024.