

Usulan Tata Letak Bahan Baku dalam Gudang untuk Meminimasi Jarak Material Handling dengan Metode Dedicated-Storage di PT ABC

Proposed Layout of Raw Material Warehouse to Minimize Material Handling Distance with Dedicated Storage in PT ABC

Rudi Atoric Salvano¹, Sherin Ramadhania^{2*}, Siti Hanan¹

¹Teknik Industri, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Bina Bangsa, Serang, Indonesia

²Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia

*Penulis korespondensi, sherin.ramadhania@ti.itera.ac.id

Abstrak

PT ABC adalah perusahaan petrokimia yang memproduksi biji plastik dan memiliki tiga gudang, salah satunya adalah gudang bahan baku pendukung. Gudang ini mengalami masalah penempatan yang tidak teratur, dimana barang tidak dikelompokkan berdasarkan jenisnya, sehingga menyulitkan staf dalam pencarian dan memperpanjang jarak material handling. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tata letak dan jarak tempuh material handling pada gudang tersebut setelah usulan perbaikan tata letak diimplementasikan. Penelitian juga membandingkan tata letak gudang saat ini dengan tata letak usulan yang dioptimalkan menggunakan metode Dedicated Storage, yaitu metode pengaturan lokasi barang secara tetap sesuai jenisnya, serta menghitung jarak tempuh menggunakan metode rectilinear distance. Berdasarkan hasil analisis, total jarak tempuh material handling pada kondisi awal adalah 40.670,5 meter, yang diakibatkan oleh tata letak yang tidak optimal. Setelah perbaikan tata letak diusulkan, jarak tempuh material handling berkurang signifikan menjadi 9.545,25 meter, dengan pengurangan jarak sebesar 31.125 meter atau setara dengan penurunan sebesar 76,60%.

Kata kunci: Dedicated Storage, rectilinear distance, tata letak

Abstract

PT ABC is a petrochemical company that manufactures plastic pellets and operates three warehouses, one of which is a raw material support warehouse. This warehouse faces challenges due to disorganized placement, where items are not arranged according to their types, resulting in difficulties for warehouse staff in locating items and significantly increasing material handling distances. This study aims to evaluate the warehouse layout and the material handling travel distance after implementing proposed layout improvements. It also compares the current warehouse layout with the optimized layout suggested in this study, which uses the Dedicated Storage method, an approach that designates fixed storage locations for items according to their type, and calculates travel distances using the rectilinear distance method. Analysis results indicate that the initial total material handling distance was 40,670.5 meters, caused by the suboptimal layout. After implementing the proposed layout improvements, the material handling distance was significantly reduced to 9,545.25 meters, yielding a distance reduction of 31,125 meters, or a 76.60% decrease.

Keywords: Dedicated Storage, layout, rectilinear distance

1. Pendahuluan

Dalam dunia industri manufaktur, tingginya permintaan produk memerlukan fasilitas penyimpanan yang dapat memenuhi kebutuhan bahan baku dalam jumlah besar. Efisiensi dan efektivitas dalam menemukan bahan baku di dalam gudang sangat bergantung pada pengelolaan penyimpanan yang tepat. Oleh karena itu, tata letak gudang yang terstruktur dengan baik sangat penting untuk mempermudah proses pencarian bahan baku dan mendukung kelancaran operasional.

How to Cite:

Salvano, R.A., Ramadhania, S. and Hanan, S. (2025) ‘Usulan tata letak bahan baku dalam gudang untuk meminimasi jarak material handling dengan metode Dedicated-Storage di PT ABC’, *Journal of Integrated System*, 8(1), pp. 42–58. Available at: <https://doi.org/10.28932/jis.v8i1.10217>.

PT ABC adalah sebuah perusahaan yang memproduksi biji plastik dengan tipe LLDPE (*Linear Low-Density Polyethylene*) dan HDPE (*High-Density Polyethylene*) yang menghadapi tantangan signifikan dalam pengelolaan penyimpanan bahan baku. Perusahaan ini memiliki tiga fasilitas penyimpanan, dimana salah satunya adalah gudang bahan baku yang digunakan untuk menyimpan berbagai bahan baku pendukung, termasuk zat A dan C. Bahan baku yang digunakan antara lain meliputi CS, UV, SA, ABS, ABSR, SPA, PSA, PA, ZS untuk bahan baku A, serta PE 2 (Film), PE 2 (Blowmoulding), dan PE 3 untuk bahan baku C.

Masalah utama yang dihadapi oleh PT ABC adalah penataan bahan baku di gudang yang tidak terorganisir dengan baik. Bahan baku ditempatkan secara acak, tanpa memperhatikan jenis dan jumlahnya, sehingga menyulitkan staf gudang dalam menemukan bahan baku yang diperlukan. Penempatan bahan baku yang tidak sesuai dengan jenisnya ini menyebabkan keterlambatan dalam proses produksi akibat pencarian bahan baku yang diperlukan. Lebih lanjut, penempatan bahan baku yang terus berpindah-pindah seiring perubahan ruang kosong di gudang memperburuk efisiensi operasional. Untuk mengatasi masalah ini, solusi yang dapat diterapkan adalah merancang ulang tata letak gudang menggunakan metode *Dedicated Storage*. Dengan metode ini, setiap bahan baku akan ditempatkan pada lokasi tetap yang sesuai dengan jenisnya, yang memudahkan pencarian dan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk menemukan bahan baku yang dicari. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi material handling dan mempercepat alur produksi, serta meminimalkan jarak yang ditempuh untuk mencari bahan baku.

Penelitian yang dilakukan oleh Surya, Sitania, dan Gunawan (2022) menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan setelah dilakukan perbaikan pada lokasi produk di gudang. Waktu bongkar muat pada kondisi gudang awal dan kondisi usulan mengalami perbedaan sebesar 33,069 jam, dengan efisiensi meningkat mencapai 69,231%. Selain itu, total jarak tempuh material berkurang sebesar 11.172,75 meter, yang menunjukkan efisiensi sebesar 65,062%. Penelitian sebelumnya oleh Sitorus, Rudianto, dan Ginting (2020) membandingkan dua metode, yaitu *Dedicated Storage* dan *Class Based Storage*, untuk memperoleh tata letak gudang yang optimal dengan mempertimbangkan jarak antar slot penyimpanan. Hasilnya mengindikasikan bahwa metode *Dedicated Storage* lebih efektif dalam merancang *layout* gudang.

Penelitian lain oleh Himawan and Ernawati (2023) juga menggunakan metode *Dedicated Storage* yang terbukti dapat mengurangi jarak *material handling* sebesar 50,72%. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh gudang bahan baku di PT ABC, perancangan ulang tata letak gudang menggunakan metode *Dedicated Storage* dianggap lebih tepat. Metode ini memungkinkan penempatan bahan baku sesuai dengan jenisnya pada lokasi yang tetap, sehingga memudahkan pekerja dalam menemukan bahan baku yang dibutuhkan dan secara langsung meningkatkan efisiensi operasional. Hal ini sejalan dengan temuan yang diungkapkan oleh Hidayat dan Putra (2019), yang menunjukkan bahwa perhitungan penyimpanan yang lebih terstruktur dapat mengurangi jarak tempuh material input dan output, dari 9.847,52 meter menjadi 8.258,775 meter, yang mencerminkan peningkatan efisiensi dalam alur *material handling*. Penelitian ini menjadi lebih relevan dan inovatif ketika diterapkan pada konteks perusahaan manufaktur yang Kedua jenis produk ini memiliki tantangan tersendiri dalam pengelolaan bahan baku, seperti kebutuhan untuk pemisahan material yang ketat dan pengelolaan suhu serta kelembapan yang spesifik.

Dengan menempatkan bahan baku berdasarkan jenisnya dan lokasi yang tetap, metode *Dedicated Storage* memberikan keuntungan signifikan karena mampu mengurangi waktu pencarian bahan baku, sekaligus meningkatkan akurasi dalam pengelolaan persediaan. Hal ini sangat penting untuk perusahaan yang bergerak dalam produksi plastik, yang memerlukan kontrol ketat terhadap bahan baku dan proses produksinya. Pada kondisi awal, total jarak yang ditempuh dalam proses *material handling* mencapai 40.670,5 meter, yang menunjukkan ketidakefisienan tata letak gudang yang tidak terorganisir. Setelah dilakukan perubahan tata letak menggunakan metode *Dedicated Storage*, jarak tempuh berkurang signifikan menjadi 9.545,25 meter, menghasilkan penurunan sebesar 31.125 meter atau 76,60%.

Penurunan jarak ini menunjukkan bahwa tata letak yang lebih terorganisir dapat secara signifikan mengurangi waktu pencarian bahan baku, meningkatkan kecepatan produksi, dan mengurangi biaya operasional.

Berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT ABC terkait tata letak gudang yang tidak teratur, serta bukti-bukti dari penelitian sebelumnya, maka penelitian ini mengusulkan untuk menerapkan metode *Dedicated Storage* dalam merancang ulang tata letak gudang bahan baku di PT ABC. Kebaruan penelitian ini terletak pada penerapan metode *Dedicated Storage* dalam konteks spesifik perusahaan manufaktur yang memproduksi LLDPE (*Linear Low-Density Polyethylene*) dan HDPE (*High Density Polyethylene*), yang memiliki tantangan tersendiri dalam pengelolaan bahan baku. Dengan pendekatan ini, penelitian ini berkontribusi untuk mengisi gap yang ada dalam literatur terkait penerapan *Dedicated Storage* di industri manufaktur plastik, serta memberikan solusi yang lebih aplikatif untuk meningkatkan efisiensi operasional gudang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengusulkan perbaikan tata letak gudang bahan baku di PT ABC agar lebih terstruktur, yang pada gilirannya dapat meminimalkan jarak *material handling* dan meningkatkan efisiensi operasional, khususnya dalam proses penerimaan, penyimpanan, pengambilan, dan pengiriman bahan baku di area gudang. Proses perancangan meliputi perhitungan kebutuhan ruang (*space requirement*), analisis *throughput* (tingkat aktivitas), serta perbandingan antara kebutuhan ruang dan *throughput* untuk menentukan prioritas penempatan bahan baku. Metode *Rectilinear Distance* digunakan untuk menghitung jarak *material handling* secara lurus dari pusat fasilitas ke titik input/output (I/O). Manfaat dari penerapan solusi ini antara lain dalam hal peningkatan produktivitas yaitu berdasarkan pengurangan waktu pencarian bahan baku yang memungkinkan proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien, efisiensi biaya yaitu dari pengurangan jarak *material handling* akan mengurangi biaya yang terkait dengan transportasi internal dan penggunaan tenaga kerja, serta optimalisasi operasional dengan penataan bahan baku yang lebih terorganisir akan meningkatkan kelancaran proses produksi dan meminimalkan gangguan yang disebabkan oleh bahan baku yang sulit ditemukan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menawarkan solusi teknis untuk permasalahan tata letak gudang di PT ABC, tetapi juga berkontribusi terhadap pengembangan metode *Dedicated Storage* dalam konteks industri manufaktur plastik, memberikan potensi peningkatan efisiensi yang signifikan bagi perusahaan.

2. Metode

2.1 Definisi Gudang

Gudang berfungsi sebagai fasilitas penyimpanan, dimana persediaan barang disimpan sebelum diproses lebih lanjut. Keberadaan gudang yang memadai mencerminkan kapasitas produksi perusahaan yang besar, yang memungkinkan pengelolaan arus barang masuk dan keluar serta pengendalian tingkat persediaan dengan lebih efektif. Oleh karena itu, perencanaan dan pengelolaan gudang yang tepat menjadi solusi penting untuk memastikan ketersediaan bahan baku dan produk yang diperlukan dalam proses produksi, sekaligus meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional perusahaan (Puteri, Zabina, dan Triputra, 2023).

2.2 Definisi Tata Letak

Menurut Permana (2014), rencana tata letak mencakup perancangan atau konfigurasi bagian-bagian, pusat kerja, serta peralatan yang mendukung alur perpindahan bahan mentah hingga menjadi produk akhir. Dengan demikian, tata letak mengacu pada pengaturan sumber daya fisik yang digunakan dalam proses produksi. Perancangan ini biasanya digambarkan dalam bentuk penataan fasilitas fisik, seperti peralatan, ruang, bangunan, dan fasilitas lainnya, dengan tujuan untuk mengoptimalkan interaksi antara elemen-elemen yang ada, termasuk eksekutif, arus barang, arus informasi, serta prosedur yang diperlukan untuk mencapai tujuan bisnis dengan efisiensi dan keamanan. Selain itu, tata letak fasilitas dapat dipahami sebagai suatu konsep dalam pengelolaan sumber daya perusahaan, yang meliputi

pengaturan ruang, penyimpanan bahan, serta kelancaran pergerakan bahan dan tenaga kerja untuk mendukung kelancaran operasional (Maulidah, 2022).

Menurut Faizarteta (2021), perancangan tata letak fasilitas bertujuan utama untuk mempermudah proses manufaktur, mengurangi pemindahan barang, serta menjaga fleksibilitas dalam penataan dan operasional fasilitas. Selain itu, tata letak yang efektif juga bertujuan untuk mempertahankan perputaran barang setengah jadi yang tinggi, mengurangi modal yang terikat pada peralatan, dan mengoptimalkan pemanfaatan ruang bangunan. Secara keseluruhan, tujuan-tujuan tersebut berfokus pada peningkatan efisiensi operasional dan pengoptimalan kinerja produksi dalam fasilitas tersebut.

2.3 Prinsip Tata Letak

Dalam teori *Scientific Management* yang dikemukakan oleh Taylor (1911), terdapat empat prinsip utama dalam perancangan tata letak yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional:

1. Prinsip Aliran Bahan, yang menekankan pentingnya pengaturan aliran material secara optimal dalam satu arah untuk menghindari gerakan mundur atau menyamping, sehingga dapat meminimalkan jarak dan waktu tempuh material handling.
2. Prinsip Waktu dan Gerak, berfokus pada peningkatan efisiensi kerja melalui penggunaan metode yang telah teruji secara ilmiah.
3. Prinsip Spesialisasi merupakan prinsip ketiga, yang mengusulkan pembagian pekerjaan menjadi beberapa tugas khusus untuk meningkatkan efisiensi.
4. Prinsip Kerjasama menekankan pentingnya mendorong kerjasama dan koordinasi antara pekerja dan manajemen guna mencapai tujuan bersama secara efektif.

Menurut Nursyanti and Rahayu (2019), perancangan tata letak fasilitas didasarkan pada beberapa prinsip penting yang terdiri dari:

1. Barang yang memiliki frekuensi pengeluaran tinggi (fast moving) sebaiknya diletakkan di lokasi yang mudah diakses, sementara barang yang bergerak lambat (slow moving) ditempatkan di area yang lebih dalam dalam gedung.
2. Penempatan barang perlu dilengkapi dengan identitas yang jelas, seperti nomor bagian, lokasi, jenis barang, dan informasi lainnya.
3. Akses ke gudang sebaiknya dibatasi hanya untuk karyawan yang memahami peraturan pergudangan yang berlaku.
4. Transaksi dokumen harus dilakukan secara cermat, baik menggunakan sistem manual maupun basis data.
5. Jalur atau lorong untuk pergerakan barang serta peralatan yang digunakan dalam penyimpanan dan pengambilan barang harus dipersiapkan dengan baik, dengan upaya untuk meminimalkan jarak pemindahan antar barang.

2.4 Metode Tata Letak

Tata letak gudang merupakan salah satu elemen krusial dalam manajemen rantai pasokan, yang berfokus pada penataan fisik barang di dalam gudang untuk mengoptimalkan efisiensi operasional dan pemanfaatan ruang. Pemilihan metode penempatan barang yang tepat sangat dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing barang serta kebutuhan spesifik perusahaan. Dengan demikian, strategi tata letak yang baik dapat membantu meminimalkan waktu pencarian barang, mempercepat proses distribusi, dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Adapun metode tata letak diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Metode Dedicated Storage

Dedicated storage, yang juga dikenal dengan sebutan *fixed slot storage*, adalah metode penempatan produk atau material di mana setiap produk memiliki lokasi penyimpanan yang tetap. Penentuan lokasi penyimpanan ini didasarkan pada analisis aktivitas masing-masing produk serta pola pergerakan produk tersebut. Produk kemudian diurutkan berdasarkan tingkat *throughput* dari yang tertinggi hingga

terendah, dengan tujuan untuk mengoptimalkan efisiensi pengelolaan ruang dan aliran material dalam gudang (Santoso dan Heryanto, 2023).

Throughput-based Storage adalah alternatif dari metode *part number sequence* yang mempertimbangkan perbedaan tingkat aktivitas dan kebutuhan penyimpanan antar produk yang akan disimpan. Metode ini lebih efektif diterapkan ketika terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat aktivitas atau level inventaris barang yang disimpan. Karena penggunaannya yang lebih umum, *Throughput-based Storage* kini sering dikenal dengan istilah *Dedicated Storage* (Permana, 2014).

a. *Space Requirements*

Kebutuhan ruang adalah langkah krusial dalam menentukan luas area yang diperlukan untuk penyimpanan produk. *Space requirement* mengacu pada kebutuhan luas area untuk semua fasilitas yang diperlukan. Penentuan ukuran area ini mencakup panjang, lebar, dan tinggi, serta perhitungan kebutuhan penyimpanan maksimum setiap produk yang dibagi dengan kapasitas penyimpanan atau slot yang tersedia, dengan memperhitungkan area untuk semua peralatan yang dibutuhkan (Siboro dan Yunista, 2021).

b. *Throughput*

Throughput (aktivitas) merupakan pengukuran dinamis dari aktivitas atau penyimpanan yang menggambarkan aliran barang dalam sistem penyimpanan. Istilah throughput digunakan untuk mengukur jumlah operasi penyimpanan dan pengambilan yang dilakukan dalam suatu periode waktu tertentu. Proses ini terjadi antara fasilitas yang satu dengan fasilitas lainnya selama kegiatan operasional. Pengukuran throughput didasarkan pada rata-rata aktivitas penerimaan dan pengiriman barang per hari di gudang bahan baku (Siboro dan Yunista, 2021).

c. Perbandingan *throughput* dengan *space requirement* (T/S)

Penempatan produk pada lokasi penyimpanan dilakukan dengan menghitung rasio T_j/S_j , di mana T_j merupakan throughput dan S_j adalah kebutuhan ruang. Proses penempatan dimulai dengan menempatkan produk yang memiliki rasio T_j/S_j terbesar pada area yang paling dekat dengan titik input/output (I/O), dan selanjutnya produk dengan rasio T_j/S_j yang lebih kecil ditempatkan secara berturut-turut hingga mencapai produk dengan rasio terkecil yang diletakkan pada area yang paling jauh. Produk diurutkan berdasarkan rasio antara kebutuhan throughput (T_j) dan kebutuhan ruang (S_j) untuk masing-masing produk (Sitorus, 2020).

2. Metode *Shared Storage*

Metode *Shared Storage* merupakan metode yang membagi ruang penyimpanan untuk berbagai jenis produk tanpa mempertimbangkan kategori atau kelompok tertentu. Penempatan barang dilakukan berdasarkan ketersediaan ruang dan kebutuhan operasional yang ada. Pendekatan ini lebih mengutamakan fleksibilitas serta pengoptimalan penggunaan ruang. Namun demikian, metode ini memerlukan sistem pencarian dan manajemen inventaris yang lebih maju agar dapat berjalan dengan efektif (Adithia, 2023).

Penyimpanan bersama adalah metode penyimpanan beberapa jenis barang di lokasi yang sama. Pendekatan ini sangat efektif dalam mengoptimalkan ruang penyimpanan, terutama untuk barang dengan permintaan rendah atau ukuran kecil. Dengan penyimpanan bersama, produk dapat disimpan di satu tempat, mengurangi ruang kosong yang tidak terpakai, dan memaksimalkan kapasitas penyimpanan. Namun, metode ini memerlukan sistem pencatatan yang akurat agar tidak terjadi kesalahan dalam proses penyimpanan dan pengambilan barang (ScaleOsean, 2023).

3. *Class Based Storage*

Metode penyimpanan berbasis kelas adalah teknik penyimpanan produk yang didasarkan pada kategori atau kelas produk, seperti fungsi, jenis, ukuran, berat, dan karakteristik lainnya. Pendekatan ini memastikan adanya ketertiban yang lebih baik dalam ruang penyimpanan, karena barang dikelompokkan sesuai dengan karakteristik tertentu. Dalam praktiknya, metode ini sering menggunakan prinsip Pareto untuk mengelompokkan barang, memisahkan produk berdasarkan tingkat permintaan

konsumen yang tinggi atau rendah. Dengan demikian, barang yang lebih sering digunakan dapat ditempatkan di lokasi yang lebih mudah diakses, sementara produk dengan permintaan rendah dapat disimpan di area yang lebih jauh (Adithia, 2023).

4. Randomized Storage

Teknik penyimpanan barang ini memungkinkan produk disimpan di lokasi mana pun tanpa memerlukan klasifikasi atau kategorisasi berdasarkan berat, ukuran, atau karakteristik lainnya. Metode ini dapat mempercepat proses pemindahan dan penempatan barang secara signifikan, karena petugas gudang tidak perlu memeriksa kategori barang terlebih dahulu. Namun, meskipun lebih cepat dalam proses pemindahan, metode ini dianggap kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh kesulitan pengelola gudang dalam mencari jenis produk yang diperlukan untuk pengiriman atau distribusi ke perusahaan lain, yang dapat menyebabkan keterlambatan dan ketidakteraturan dalam proses operasional (Adithia, 2023).

2.5 Pengukuran Jarak

Berbagai macam sistem yang digunakan untuk melakukan pengukuran jarak suatu lokasi. Antara lain adalah jarak *Euclidean*, *Squared Euclidean*, *Rectilinear*.

1. Euclidean

Menurut Santoso and Heryanto (2023), *euclidean distance* adalah jarak yang menghitung atau diukur lurus dari pusat fasilitas ke fasilitas lainnya. Contoh penerapannya meliputi model transportasi, jaringan transportasi, dan pada beberapa model konveyor.

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1)$$

Dengan: d_{ij} = jarak tempuh
 x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = Koordinat y pada pusat pintu i
 x_j = Koordinat x pada pusat fasilitas j
 y_j = Koordinat y pada pusat pintu i

2. Squared Euclidean

Menurut Santoso and Heryanto (2023), *Squared Euclidean distance* adalah ukuran jarak yang dihitung dengan cara mengkuadratkan jarak antara dua ruang fasilitas yang berdekatan. Penggunaan kuadrat memberikan bobot yang lebih besar pada pasangan fasilitas yang berjarak jauh dibandingkan dengan pasangan yang dekat. Sebagai contoh, dalam sistem kendaraan yang dikendalikan, kendaraan harus mengikuti instruksi yang telah ditetapkan pada jaringan lintasan yang terkontrol saat bergerak.

$$d_{ij} = |x_i - x_j|^2 + |y_i - y_j|^2 \quad (2)$$

Dengan: d_{ij} = jarak tempuh
 x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = Koordinat y pada pusat pintu i
 x_j = Koordinat x pada pusat fasilitas j
 y_j = Koordinat y pada pusat pintu i

3. Rectilinear

Menurut Santoso and Heryanto (2023), *Rectilinear Distance* atau sering disebut jarak Manhattan. Ini adalah jarak yang diukur lurus dari pusat fasilitas ke fasilitas atau I/O point. Misalnya, suatu material bergerak sepanjang koridor lurus dalam sebuah pabrik karena mudah dihitung, mudah dipahami, dan lebih cocok untuk menyelesaikan permasalahan tertentu, seperti menentukan jarak antar kota, jarak antar fasilitas dimana *material handling* bahan hanya dapat bergerak secara lurus.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (3)$$

Dengan: d_{ij} = Jarak Tempuh
 x_i = Koordinat x pada pusat fasilitas i
 y_i = Koordinat y pada pusat pintu i/o
 x_j = Koordinat x pada pusat fasilitas j
 y_j = Koordinat y pada pusat pintu i/o

4. Adjacency

Menurut Azalia (2022), *adjacency* adalah ukuran yang digunakan untuk mengukur tingkat kedekatan antara fasilitas atau departemen dalam suatu organisasi, yang biasanya mencerminkan seberapa dekat satu departemen dengan departemen lainnya. Namun, kelemahan dari pengukuran jarak ini adalah ketidakmampuannya untuk memberikan perbedaan yang akurat jika terdapat dua pasang turbin, di mana salah satunya tidak berdekatan, sehingga dapat mengurangi efektivitas dalam mencerminkan hubungan fisik yang sebenarnya antara dua entitas tersebut.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengumpulan Data

3.1.1 Data Kedatangan dan Pemakaian

Data pemakaian bahan baku untuk berbagai kategori produk yang menggunakan zat A dan zat C sepanjang periode Januari hingga Desember 2023 secara berurutan disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 3. Sementara itu, data kedatangan bahan baku tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 4. Setiap kategori produk tersebut merupakan bahan baku yang digunakan untuk produksi biji plastik dengan tipe LLDPE dan HDPE. Setiap kategori produk memiliki angka pemakaian yang berbeda-beda sepanjang tahun 2023, bergantung pada kebutuhan produksi dan permintaan pasar. Namun, pada bulan September terjadi *shut down* sehingga tidak ada bahan baku yang digunakan.

Tabel 1. Data pemakaian zat A

Kategori Produk	Pemakaian 2023 (kg)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
CS	26.495	25.740	28.380	20.180	16.500	21.120	27.550	26.570		22.519	25.630	19.270	259.954
UV	210	560	450		380	760	360	610					3.330
SA	18.900	16.000	17.390	13.080	4.400	8.930	12.580	13.910		9.630	8.260	5.960	129.040
ABSC	22.425	22.500	20.100	16.500	6.825	12.250	15.750	13.450		11.778	15.725	9.925	167.228
ABSR	7.975	3.300	6.875	4.675	688	1.650	5.500	5.775		9.075	5.500	4.125	55.138
SPA	26.129	26.365	28.780	21.350	15.333	16.975	25.568	24.970		19.863	23.080	18.635	247.048
PSA	720	940	480	640	650	860	680	640		570	860	720	7.040
PA	5.585	6.258	6.695	5.700	5.288	3.895	5.448	5.510		4.880	5.595	3.973	58.827
ZS	11.350	10.225	10.850	9.275	8.600	10.660	13.140	11.680		8.775	11.620	15.620	121.795

Tabel 2. Data kedatangan zat A

Kategori Produk	Kedatangan 2023 (kg)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
CS	40.000	20.000	20.000	19.200	19.200	19.200	19.200	38.400		20.000	20.000	20.000	255.200
UV			8.100									8.100	16.200
SA	30.000	20.000			20.000		20.000		40.000				130.000
ABSC	20.000				40.000	20.000	14.000	20.000		20.000	20.000	20.000	174.000
ABSR	10.000	10.000	10.000		10.000			10.000				10.000	60.000
SPA	20.000	20.000	40.000	20.000	20.000	20.000	20.000	40.000		20.000	20.000	20.000	260.000
PSA					10.000								10.000
PA		10.000	10.000		10.000	10.000				10.000	10.000	10.000	70.000
ZS	19.200	19.200			24.200	20.000	20.000	19.200					121.800

Tabel 3 yang berisi data pemakaian zat C pada periode Januari hingga Desember 2023. Tabel ini menunjukkan data pemakaian tiga kategori bahan baku dari zat C yang digunakan oleh PT ABC sepanjang tahun 2023 bahwa adanya fluktuasi kebutuhan yang bervariasi di setiap bulan. Zat C terdiri dari PE 2 (*Film*), PE 2 (*Blowmoulding*), dan PE 3. PE 2 (*Film*) digunakan dengan relatif stabil sepanjang tahun, sementara PE 2 (*Blowmoulding*) dan PE 3 menunjukkan pola pemakaian yang tidak teratur. Tabel 4 memberikan gambaran yang jelas mengenai kedatangan bahan baku Zat C yang bersifat terbatas dan tidak teratur sepanjang tahun 2023. PE 2 (*Film*) memiliki pola kedatangan yang lebih teratur, sementara PE 2 (*Blowmoulding*) dan PE 3 hanya datang pada bulan tertentu, yang mengindikasikan bahwa keduanya digunakan untuk produksi khusus yang bersifat musiman atau berdasarkan kebutuhan proyek tertentu.

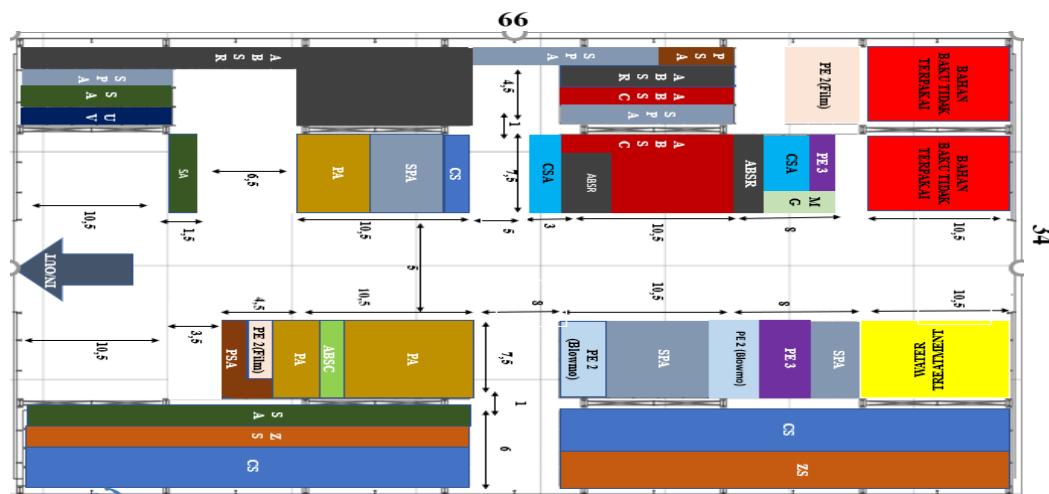
Dimensi gudang serta tata letak bahan baku dalam gudang saat ini diperlihatkan pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan tata letak gudang di PT ABC sebelum dilakukan perubahan atau perbaikan menggunakan metode *Dedicated Storage*. Tata letak ini menggambarkan pengaturan ruang dan posisi bahan baku yang ada di dalam gudang saat ini, dimana sebagian besar masih disusun secara acak dan tidak terorganisir dengan baik. Dalam pengelolaan gudang yang efisien, penataan yang terstruktur sangat penting untuk memastikan proses pencarian bahan baku dan distribusinya berjalan dengan lancar. Pada gambar tersebut, dapat dilihat bahwa gudang dibagi menjadi beberapa area penyimpanan untuk bahan baku yang berbeda. Namun, yang menjadi masalah utama adalah penempatan bahan baku yang tidak terkласifikasi berdasarkan jenisnya. Bahan baku ditempatkan secara acak, tanpa adanya pengelompokan yang jelas sesuai kategori atau jenis bahan. Hal ini menyebabkan beberapa masalah operasional yang mengganggu kelancaran produksi, di antaranya adalah waktu pencarian bahan baku yang lebih lama, kesalahan dalam penempatan, dan penurunan produktivitas.

Tabel 3. Data pemakaian zat C

Kategori Produk	Pemakaian 2023 (kg)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
PE 2 (Film)	2.880	2.880	3.600	2.160	2.880	2.880	2.880	980		3.480	2.880	3.120	30.620
PE 2 (Blowmo)	408				816	300	814				288	120	2.746
PE 3	160	500	862	858	214	783	154	519		500	325	100	4.975

Tabel 4. Data kedatangan zat C

Kategori Produk	Kedatangan 2023 (kg)												Total
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	
PE 2 (Film)	9.000		9.000		9.000			9.000					36.000
PE 2 (Blowmo)	5.440												5.440
PE 3	6.000						6.000						12.000



Gambar 1. Tata letak sebelum usulan

3.2 Pengolahan Data

3.2.1 Menghitung Kebutuhan Ruang

Untuk setiap bahan baku perlu dihitung kebutuhan ruang atau *space requirement* dengan data yang telah ada. Palet yang digunakan pada zat A mampu menahan kapasitas sekitar 500 kg, berisi 20 karung dan ditumpuk sebanyak 3 tumpukan, sedangkan untuk zat C mampu menahan kapasitas sekitar 150-260 kg, berisi 2-4 tangki dan ditumpuk sebanyak 1-2 tergantung tipe dari zat C. Berikut adalah hasil perhitungan *space requirement* dari zat A dan zat C pada bulan Januari, dimana kedatangan bahan baku dengan jumlah tertinggi untuk jenis CS adalah 40.000 kg dan kapasitas maksimal palet adalah 500 kg, sehingga jenis produk CS membutuhkan 80 palet yang akan digunakan, seperti ditunjukkan dalam Tabel 5 dan Tabel 6:

Tabel 5. *Space requirements* bahan baku zat A

Kategori Produk	Jumlah Pallet	<i>Space Requirements</i>
CS	80	27
UV	17	6
SA	80	27
ABSC	80	27
ABSR	20	7
SPA	80	27
PSA	20	7
PA	20	7
ZS	49	17
Total	446	152

Tabel 6. *Space requirements* bahan baku zat C

Kategori Produk	Jumlah Pallet	Jumlah Blok
PE 2 (Film)	60	30
PE 2 (Blowmo)	23	12
PE 3	38	19
Total	121	61

Berdasarkan data yang diberikan dalam Tabel 5 dan Tabel 6 yang merupakan perhitungan kebutuhan ruang (*space requirement*), berikut contoh perhitungan Zat A Kategori CS pada Tabel 5. Contoh Perhitungan Dari Zat A Kategori CS:

1. Jumlah Palet yang dibutuhkan

Mengingat setiap palet menampung 500 kg, kita dapat menghitung jumlah palet yang dibutuhkan berdasarkan total kedatangan bahan baku. Sebagai contoh, pada bulan Januari, jumlah bahan baku CS yang masuk adalah 40.000 kg. Maka, jumlah palet yang dibutuhkan untuk menyimpan 40.000 kg bahan baku CS adalah:

$$Jumlah Palet = \frac{40.000 \text{ kg}}{500 \text{ kg/palet}} = 80 \text{ palet}$$

2. Jumlah Blok Ruang yang dibutuhkan

Jika diketahui bahwa 1 blok dapat menampung 1 palet, maka jumlah blok yang dibutuhkan untuk 80 palet adalah 80 blok.

3. Jumlah kebutuhan ruang (*space requirement*)

Untuk 1 palet yang digunakan pada zat A dapat menampung 500 kg bahan baku yang dapat ditumpuk 3 ke atas, maka kebutuhan ruang produk ini adalah sebagai berikut

$$S_j = \frac{80}{3} = 26,66 \approx 27 \text{ blok}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dari contoh perhitungan zat A kategori CS, yaitu untuk menyimpan bahan baku zat A kategori CS diperlukan 80 palet. Dengan demikian, total kebutuhan ruang yang diperlukan untuk menyimpan bahan baku tersebut adalah 27 blok ruang. Adapun untuk kategori

bahan baku lainnya, yang juga memiliki kapasitas yang sama untuk setiap palet pada zat A, yaitu 500 kg per palet dan dengan 3 tumpukan per paletnya, sehingga perhitungan kebutuhan ruang akan mengikuti pola yang serupa, yaitu menghitung jumlah palet yang dibutuhkan dan kemudian menentukan jumlah blok ruang yang diperlukan sesuai dengan jumlah tumpukan yang ditetapkan.

3.2.2 Menghitung Nilai Aktivitas

Throughput (aktivitas) merupakan pengukuran dinamis terhadap aktivitas atau penyimpanan, yang menggambarkan aliran penyimpanan yang terjadi dalam suatu periode waktu. Oleh karena itu, perhitungannya didasarkan pada pengukuran aktivitas penerimaan dan pengiriman barang di gudang bahan baku. Untuk zat A jumlah bahan baku yang dapat diangkat per *material handling* adalah 40 karung dikarenakan *material handling* yang digunakan hanya mampu mengangkat 2 palet penyimpanan yang mana masing-masing palet penyimpanan tersebut mampu menahan kapasitas 20 karung. Data rata-rata kedatangan dan pemakaian bahan baku selama satu tahun dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut.

Contoh Perhitungan Dari Zat C Kategori PE 2 (Film). Data pemakaian dan kedatangan dari zat C dihitung rata-rata dari kedatangan dan pemakaian selama periode 2023. Perhitungan rata-rata pemakaian adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata pemakaian} = \frac{30620}{12} = 2552 \text{ kg}$$

Perhitungan rata-rata pemakaian adalah sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata pemakaian} = \frac{36000}{12} = 3000 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas didapat rata-rata dari kedatangan dan pemakaian PE 2 (Film) selama periode 2023 dari, data rata-rata perbulan digunakan untuk mengetahui nilai *throughput* di langkah selanjutnya.

Tabel 7. *Throughput* bahan baku zat A

Kategori Produk	Rata-Rata Pemakaian (2023)	Rata-Rata Kedatangan (2023)	Jumlah bahan baku yang diangkut per palet	Throughput (Aktivitas)
CS	21.662,83	21.266,67	40	1.073,23
UV	277,50	1.350,00	40	40,68
SA	10.753,33	10.833,33	40	539,66
ABSC	13.935,67	14.500,00	40	710,89
ABSR	4.594,83	5.000,00	40	239,87
SPA	20.587,33	21.666,67	40	1.056,34
PSA	586,67	833,33	40	35,5
PA	4.902,25	5.833,33	40	268,38
ZS	10.149,58	10150	40	507,48

Tabel 8. *Throughput* bahan baku zat C

Kategori Produk	Rata-Rata Pemakaian (2023)	Rata-Rata Kedatangan (2023)	Jumlah bahan baku yang diangkut per palet	Throughput (Aktivitas)
PE 2 (Film)	2.552	3.000	6	926
PE 2 (Blowmo)	229	454	8	85,37
PE 3	415	1.000	2	707,5

3.2.3 Perbandingan *Throughput* dengan Space Requirement (T/S)

Setelah mendapatkan nilai kebutuhan ruang atau blok (S_j) dan nilai aktivitas setiap kategori bahan baku (T_j), maka selanjutnya melakukan perhitungan T/S di lakukan sebagai patokan pada penempatan bahan baku. Berikut adalah data perhitungan T/S ditunjukkan pada Tabel 9 dan Tabel 10. Sebagai contoh perhitungan T/S dari zat A kategori CS dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{T}{S} = \frac{1073,23}{27} = 39,74 \approx 40$$

Dari perhitungan di atas diketahui nilai T/S dari kategori CS adalah 40. Dari perhitungan di atas di dapat data T/S seluruh zat A dimana nilai tertinggi terdapat pada kategori CS dengan hasil 40 sedangkan untuk T/S terendah di kategori PSA dengan hasil 6. Setelah mendapatkan nilai T/S, selanjutnya adalah menyusun peringkat (*rank*) setiap kategori produk berdasarkan nilai T/S tersebut yang ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 9. *T/S zat A*

Kategori Produk	Throughput (Aktivitas)	Space Requirement	Throughput (Aktivitas)/ Space Requirement
CS	1.073,23	27	40
UV	40,68	6	7
SA	539,66	27	20
ABSC	710,89	27	27
ABSR	239,87	7	35
SPA	1.056,34	27	40
PSA	35,5	7	6
PA	268,38	7	39
ZS	507,48	17	30

Tabel 10. *T/S zat C*

Kategori Produk	Throughput (Aktivitas)	Space Requirement	Throughput (Aktivitas)/ Space Requirement
PE 2 (Film)	926	30	31
PE 2 (Blowmo)	85,37	12	8
PE 3	707,5	19	38

Tabel 11. Peringkat *T/S*

Kategori Produk	Rank
CS	1
SPA	2
PA	3
PE 3	4
ABSR	5
PE 2 (Film)	6
ZS	7
ABSC	8
SA	9
UV	10
PE 2 (Blowmo)	11
PSA	12

3.2.4 Perhitungan Jarak Material Handling Sebelum Usulan

Perhitungan jarak tempuh tiap area atau blok ke I/O dilakukan menggunakan *rectilinear distance*. Jarak tempuh merupakan jarak yang harus ditempuh oleh *material handling* menuju area yang akan dituju, dengan koordinat I/O sebagai koordinat awal perjalanan dimulai dari titik I/O Untuk x_j merupakan koordinat x untuk I/O point sedangkan untuk y_j merupakan koordinat y untuk I/O point . Koordinat zat A saat ini ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Koordinat zat A sebelum usulan

No	Kategori (<i>Addtive</i>)	x_i	y_i	x_j	y_j
1	ABSR 1	0,75	14,5	17	0
2	ABSR 2	2,25	42,25	17	0
3	ABSR 3	10,75	38,5	17	0
4	ABSR 4	10,75	48,25	17	0
5	SPA 1	2,25	5,25	17	0
6	SPA 2	10,75	25,25	17	0
7	SPA 3	0,75	33	17	0
8	SPA 4	5,25	42,25	17	0
9	SPA 5	23,25	38,5	17	0
10	SPA 6	23,25	54	17	0
11	SA 1	3,75	5,25	17	0
12	SA 2	10,75	11,25	17	0
13	SA 3	28,75	14,5	17	0
14	PAO 1	10,75	20,75	17	0
15	PAO 2	23,25	18,5	17	0
16	PAO 3	23,25	25,25	17	0
17	UV	5,25	5,25	17	0
18	CS 1	10,75	28,25	17	0
19	CS 2	32,5	14,5	17	0
20	CS 3	29,5	51,5	17	0
21	ABSC 1	3,75	42,25	17	0
22	ABSC 2	10,75	47,5	17	0
23	PSA 1	0,75	45,25	17	0
24	PSA 2	23,25	15,5	17	0
25	ZS 1	30,25	14,5	17	0
26	ZS 2	29,5	51,5	17	0

Berdasarkan data pada Tabel 12, selanjutnya dapat melakukan perhitungan jarak tempuh *rectilinear* untuk setiap bahan baku di Zat A dengan menggunakan rumus *rectilinear distance*. Berikut adalah contoh perhitungan bahan baku tipe ABSR 1 (Zat A), dengan x_i dan y_i sebagai blok dan x_j dan y_j sebagai (I/O).

$$x_i = 1,5/2 = 0,75$$

$$x_j = 7+7,5+(5/2) = 17$$

$$y_i = (10,5+8+10,5)/2 = 14,5$$

$$y_j = 0$$

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| = |0,75 - 17| + |14,5 - 0| = 30,75$$

Total jarak tempuh untuk ABSR 1 adalah $= d_{ij} \times T/S = 30,75 \times 35 = 1076,25$

Dengan menggunakan *rectilinear distance*, dapat dihitung jarak tempuh yang diperlukan oleh *material handling* untuk menuju setiap area atau blok penyimpanan bahan baku Zat A. Jarak tempuh ini sangat penting untuk merencanakan efisiensi operasional gudang, termasuk dalam menentukan lokasi penyimpanan yang optimal untuk mengurangi waktu dan biaya yang dikeluarkan dalam proses *material handling*.

Perhitungan jarak antar area atau blok menuju titik I/O dilakukan dengan menggunakan metode jarak *rectilinear* pada bahan baku zat C. Jarak tersebut merepresentasikan lintasan yang harus dilalui oleh alat pemindah material dari titik awal. Koordinat zat C saat ini ditunjukkan pada Tabel 14.

Dari Tabel 14 selanjutnya dapat melakukan perhitungan jarak tempuh *rectilinear* untuk setiap bahan baku di Zat C dengan menggunakan rumus *rectilinear distance*. Tabel 15 dapat diketahui total jarak tempuh *material handling* pada zat A adalah 32.712 m dan untuk zat C 7.958,5 m, dengan total jarak tempuh keseluruhan adalah 40.670,5 m.

Tabel 13. Jarak *rectilinear distance* zat A sebelum usulan

No	Kategori (<i>Addtive</i>)	$ x_i - x_j $	$ y_i - y_j $	d_{ij} (meter)	T/S	Jarak Tempuh (meter)	Total Jarak Tempuh (meter)
1	ABSR 1	16,25	14,5	30,75	35	1.076,25	6.545
2	ABSR 2	14,75	42,25	57	35	1.995	
3	ABSR 3	6,25	38,5	44,75	35	1.566,25	
4	ABSR 4	6,25	48,25	54,5	35	1907,5	
5	SPA 1	14,75	5,25	20	40	800	
6	SPA 2	6,25	25,25	31,5	40	1.260	
7	SPA 3	16,25	33	49,25	40	1.970	10.390
8	SPA 4	11,75	42,25	54	40	2.160	
9	SPA 5	6,25	38,5	44,75	40	1.790	
10	SPA 6	6,25	54	60,25	40	2.410	
11	SA 1	6,75	5,25	12	20	240	
12	SA 2	6,25	11,25	17,5	20	350	1.115
13	SA 3	11,75	14,5	26,25	20	525	
14	PAO 1	6,25	20,75	27	39	1.053	
15	PAO 2	6,25	18,5	24,75	39	965,25	3.246,75
16	PAO 3	6,25	25,25	31,5	39	1.228,5	
17	UV	5,25	5,25	10,5	7	73,5	73,5
18	CS 1	6,25	28,25	34,5	40	1.380	
19	CS 2	15,5	14,5	30	40	1.200	5.140
20	CS 3	12,5	51,5	64	40	2.560	
21	ABSC 1	13,25	42,25	55,5	27	1.498,5	2.949,75
22	ABSC 2	6,25	47,5	53,75	27	1.451,25	
23	PSA 1	16,25	45,25	61,5	6	369	499,5
24	PSA 2	6,25	15,5	21,75	6	130,5	
25	ZS 1	13,25	14,5	27,75	30	832,5	2.752,5
26	ZS 2	12,5	51,5	64	30	1920	
Total						32.712	

Tabel 14. Koordinat zat C sebelum usulan

No	Kategori (<i>Catalyst</i>)	x_i	y_i	x_j	y_j
1	PE 2 (Film)1	22,5	16,25	17	0
2	PE 2 (Film)2	3	52,75	17	0
3	PE 2 (Blowmo)1	10,75	38,5	17	0
4	PE 2 (Blowmo) 2	10,75	47,5	17	0
5	PE 3 1	10,75	50,5	17	0
6	PE 3 2	10	52,75	17	0

Tabel 15. Jarak *rectilinear distance* zat C sebelum usulan

No	Kategori (<i>Catalyst</i>)	$ x_i - x_j $	$ y_i - y_j $	d_{ij} (meter)	T/S	Jarak Tempuh (meter)	Total Jarak Tempuh (meter)
1	PE 2 (Film)1	5,5	16,25	21,75	31	674,25	2.743,5
2	PE 2 (Film)2	14	52,75	66,75	31	2.069,25	
3	PE 2 (Blowmo)1	6,25	38,5	44,75	8	358	788
4	PE 2 (Blowmo) 2	6,25	47,5	53,75	8	430	
5	PE 3 1	6,25	50,5	56,75	38	2.156,5	4427
6	PE 3 2	7	52,75	59,75	38	2.270,5	
Total						7958,5	

3.2.5 Perhitungan Jarak Material Handling Setelah Usulan

Pada kondisi awal, penempatan bahan baku tidak mengikuti aturan baku, sehingga bahan baku diletakkan secara acak di lokasi yang paling dekat dengan area I/O dan pada lahan kosong yang tersedia. Hal ini menyebabkan jarak tempuh menjadi cukup besar. Total jarak tempuh keseluruhan pada penyimpanan mencapai 40.670,5 meter untuk *layout* awal. Oleh karena itu diusulkan tata letak baru menggunakan metode *Dedicated Storage* dimana koordinat yang digunakan merupakan koordinat baru yang ada pada *layout* usulan, dengan perhitungan jarak menggunakan metode *rectilinear distance*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 16 dan Tabel 17.

Tabel 16 yang menunjukkan perhitungan jarak tempuh untuk masing-masing kategori bahan baku A dengan menggunakan *rectilinear distance* dan waktu tempuh (T/S). Tabel ini memberikan gambaran mengenai jarak tempuh *rectilinear* yang diperlukan untuk mengambil bahan baku di gudang berdasarkan titik penyimpanan masing-masing dan jumlah tumpukan. Jarak tempuh total untuk masing-masing kategori produk dihitung berdasarkan jarak yang harus ditempuh material handling dan jumlah tumpukan di setiap area penyimpanan. Total jarak tempuh keseluruhan adalah 7.341,5 meter.

Dari Tabel 17 diketahui bahwa kategori PE 2 (Film) memerlukan jarak tempuh relatif besar dibandingkan dengan kategori PE 2 (Blowmoulding) dan PE 3. Kondisi ini disebabkan oleh lokasi penyimpanannya yang berada lebih jauh dari titik I/O serta jumlah tumpukan unit penyimpanan (pallet) yang lebih banyak dibandingkan kategori lainnya. Total jarak tempuh keseluruhan untuk ketiga kategori bahan baku Zat C adalah 2.203,75 meter.

Tabel 16. Jarak *rectilinear distance* zat A setelah usulan

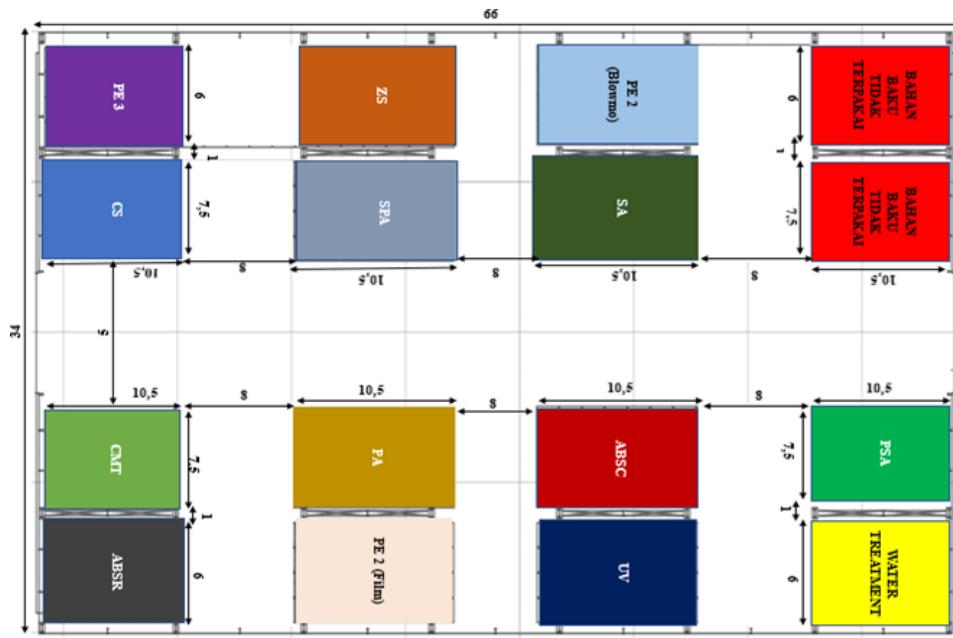
No	Kategori (<i>Additive</i>)	x_i	y_i	x_j	y_j	$ x_i - x_j $	$ y_i - y_j $	d_{ij} (meter)	T/S	Jarak Tempuh (meter)
1	CS	10,75	5,25	17	0	6,25	5,25	11,5	40	460
2	SPA	10,75	23,8	17	0	6,25	23,75	30	40	1.200
3	PA	23,25	23,8	17	0	6,25	23,75	30	39	1.170
4	ABSR	31	5,25	17	0	14	5,25	19,25	35	673,75
5	ZS	3	23,8	17	0	14	23,75	37,75	30	1.132,5
6	ABSC	23,25	42,3	17	0	6,25	42,25	48,5	27	1.309,5
7	SA	10,75	23,8	17	0	6,25	23,75	30	20	600
8	UV	31	42,3	17	0	14	42,25	56,25	7	393,75
9	PSA	23,25	60,8	17	0	6,25	60,75	67	6	402
Total										7341,5

Tabel 17. Jarak *rectilinear distance* zat C setelah usulan

No	Kategori (<i>Catalyst</i>)	x_i	y_i	x_j	y_j	$ x_i - x_j $	$ y_i - y_j $	d_{ij} (meter)	T/S	Jarak Tempuh (meter)
1	PE 2 (Film)	31	23,8	17	0	14	23,75	37,75	31	1.170,25
2	PE 2 (Blowmo)	3	23,8	17	0	14	23,75	37,75	8	302
3	PE 3	3	5,25	17	0	14	5,25	19,25	38	731,5
Total										2.203,75

3.2.6 Layout Usulan Pada Gudang

Dari penempatan bahan baku di atas didapat total jarak tempuh yang dibutuhkan untuk seluruh kategori bahan baku dalam *storage*, dimana total jarak tempuhnya sebesar 9545,25 m dengan *layout* penempatan atau peletakan bahan baku ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 dengan tata letak yang lebih terorganisir menggunakan metode *Dedicated Storage*, PT ABC diharapkan dapat mengurangi total jarak tempuh yang dibutuhkan dalam proses *material handling*. Perubahan tata letak ini akan mengarah pada peningkatan efisiensi dalam proses pemindahan material, penghematan biaya operasional seperti penggunaan tenaga kerja dan *material handling*, serta peningkatan produktivitas dalam hal kecepatan distribusi bahan baku dan kelancaran alur kerja di gudang secara keseluruhan. Sebagai langkah selanjutnya, penting untuk melakukan menerapkan *layout* baru dan menghitung ulang total jarak tempuh untuk memvalidasi hasil perbaikan yang diusulkan.



Gambar 2. Tata letak setelah usulan

3.2.7 Perbandingan Layout Usulan Dengan Sebelum Usulan

Setelah diperoleh hasil perhitungan jarak tempuh *material handling* pada tata letak awal dan tata letak usulan, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis perbandingan untuk mengidentifikasi selisih total jarak tempuh antara kedua kondisi tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa tata letak awal menghasilkan total jarak tempuh sebesar 40.670,5 meter, sedangkan pada tata letak usulan, jaraknya berkurang drastis menjadi 9.545,25 meter. Ini menunjukkan adanya pengurangan jarak tempuh material handling sebesar 31.125 meter, atau sekitar 76,60% dari kondisi awal. Perbedaan signifikan ini terjadi karena pada tata letak awal, penyimpanan bahan baku masih tersebar secara acak dan tidak mempertimbangkan kedekatan dengan titik I/O (input/output). Sebaliknya, dalam tata letak usulan, penempatan bahan baku diatur menggunakan prinsip kedekatan, dimana material dengan frekuensi pemakaian tinggi ditempatkan lebih dekat ke area I/O. Hal ini tidak hanya mengurangi total jarak perpindahan, tetapi juga berdampak pada efisiensi operasional secara keseluruhan termasuk pengurangan waktu handling, penghematan tenaga kerja, serta peningkatan kelancaran arus logistik di dalam gudang. Perbandingan jarak antara layout awal dan layout usulan dapat dilihat pada Tabel 18.

Berdasarkan pada Tabel 18 menunjukkan perbandingan antara layout awal dan layout usulan terkait dengan total jarak tempuh yang diperlukan untuk *material handling*, serta selisih jarak yang dihasilkan dari perubahan tata letak gudang. Dengan data ini, kita dapat menganalisis seberapa besar efisiensi yang dihasilkan dari usulan perubahan layout menggunakan metode *Dedicated Storage*. Pada kondisi awal, total jarak tempuh yang dibutuhkan untuk *material handling* mencapai 40.670,5 meter, yang menunjukkan betapa tidaknya efisiennya layout gudang yang tidak terorganisir. Setelah perubahan tata letak (layout usulan), jarak tempuh dapat dikurangi menjadi hanya 9.545,25 meter, menghasilkan penurunan jarak sebanyak 31.125 meter. Dengan penurunan jarak sebesar 76,60%, tata letak yang lebih terorganisir akan sangat mengurangi waktu pencarian bahan baku, meningkatkan kecepatan produksi, dan mengurangi biaya operasional secara signifikan.

Tabel 18. Perbandingan jarak pada layout awal dan layout usulan

Layout	Jarak Total (M)	Selisih Jarak Terhadap Kondisi Awal	Persentase Penurunan Jarak (%)
Awal	40670,5	-	-
Usulan	9545,25	31.125	76,60%

4. Simpulan

Tata letak bahan baku dalam penelitian ini menggunakan metode *Dedicated Storage* untuk menetapkan lokasi penyimpanan tetap, sehingga meminimalkan jarak *material handling*. Metode ini mempertimbangkan kebutuhan ruang (*space requirement*) dan aktivitas (*throughput*), dengan prioritas pada rasio T/S. Produk dengan rasio tertinggi ditempatkan dekat titik I/O, sedangkan rasio terendah ditempatkan lebih jauh. Pendekatan ini mendukung efisiensi proses *put away* dan *picking*, serta dihitung menggunakan metode *rectilinear distance*. Pada tata letak awal, total jarak yang ditempuh dalam *storage* mencapai 40.670,5 meter, dengan jarak perpindahan *material handling* untuk zat A sebesar 32.712 meter dan zat C sebesar 7.958,5 meter. Jarak yang besar ini disebabkan oleh tata letak yang masih acak dan tidak teratur. Setelah dilakukan perbaikan tata letak, jarak tempuh *material handling* turun sebesar 76,6%, menjadi 9.545,25 meter, dengan jarak *material handling* untuk zat A sebesar 7.341,5 meter dan zat C sebesar 2.203,75 meter. Penempatan bahan baku dalam layout usulan di gudang kini telah memiliki area atau lokasi yang tetap, sehingga pekerja dapat dengan mudah menemukan bahan baku yang dibutuhkan.

Penelitian ini menunjukkan keberhasilan penggunaan metode *Dedicated Storage* dalam meningkatkan efisiensi *material handling*, namun memiliki keterbatasan yang perlu diperhatikan. Hasil penelitian lebih spesifik pada konteks perusahaan yang diteliti, sehingga belum tentu dapat diterapkan pada perusahaan atau industri lain yang memproduksi produk berbeda. Selain itu, penelitian ini tidak memperhitungkan faktor-faktor eksternal seperti kapasitas gudang atau fluktuasi permintaan produk, yang dapat mempengaruhi hasil yang optimal. Penelitian ini juga tidak mengeksplorasi pengaruh teknologi penyimpanan otomatis yang lebih baru, yang bisa meningkatkan efisiensi lebih lanjut. Meski demikian, penelitian ini memberi kontribusi penting terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dalam bidang logistik dan manajemen rantai pasok, terutama dalam merancang tata letak gudang yang lebih efisien untuk perusahaan manufaktur dengan produk spesifik seperti LLDPE dan HDPE. Untuk penelitian selanjutnya, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi efektivitas layout gudang serta mengeksplorasi teknologi penyimpanan yang lebih canggih.

Daftar Pustaka

- Adithia, B., 2023. *Tata letak gudang: prinsip, metode, dan tujuannya*. Available at: <https://rederp.co.id/blog/tata-letak-gudang/> [Accessed: 15 Juli 2024].
- Azalia, C.K., 2022. *Perancangan tata letak fasilitas dengan metode Rank Order Clustering (ROC) untuk meminimalisasi jarak perpindahan aliran proses produksi (studi kasus UMKM Fifi Kitchen, Tangerang Selatan)*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Faizarteta, 2021. *Pengertian tata letak fasilitas, tujuan, ruang lingkup dan prinsip*. Available at: <https://www.infoteknikindustri.com/2021/06/pengertian-tata-letak-fasilitas.html> [Accessed 15 July 2024].
- Hidayat, R.E. and Putra, B.I., 2021. Re-layout layout of material warehouse using Dedicated Storage method at PT ABC, *PROZIMA (Productivity, Optimization and Manufacturing System Engineering)*, 3(2), pp. 55-61. Available at: <https://doi.org/10.21070/prozima.v3i2.1270>.
- Himawan, D.T. and Ernawati, D., 2023. Minimasi jarak tempuh aktivitas pergudangan dengan metode Dedicated Storage (studi kasus: perusahaan FMCG kosmetik), *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro dan Informatika (JTMEI)*, 2(2), pp. 245–256. Available at: <https://doi.org/10.55606/jtmei.v2i2.1907>.
- Maulidah, M., Anggela, P. and Sujana, I., 2022. Redesign tata letak fasilitas menggunakan metode Activity Relationship Chart dan algoritma Blocplan pada pabrik XYZ, *Jurnal Teknik Industri Universitas Tanjungpura*, 6(2).
- Nursyanti, Y. and Rahayu, D., 2019. Rancangan penempatan material packaging dengan metode Dedicated Storage, in *Prosiding Seminar Nasional SAINTEKS 2019*, pp. 774–782. ISBN: 978-602-52720-1-1. Available at: <https://seminar-id.com/semnas-sainteks2019.html>.
- Permana, I.H., 2014. *Relayout tata letak gudang produk jadi baja tulangan dengan menggunakan metode Dedicated Storage di PT ABC*. Skripsi. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.
- Puteri, M.A., Zabina, M.P. dan Triputra, E., 2023. Telaah sistem manajemen pergudangan dalam

- berbagai metode inventory, *Riset Sains dan Teknologi Kelautan*, pp. 40-46.
- Santoso, R. and Heryanto, R.M., 2023. *Perancangan tata letak fasilitas*. Bandung: Penerbit ALFABETA, CV.
- Siboro, C.F. and Yusnita, E., 2021. Perancangan ulang tata letak fasilitas gudang klinik XYZ menggunakan metode Dedicated Storage, *INVENTORY: Industrial Vocational E-Journal on Agroindustry*, 2(1), pp. 26-32. Available at: <http://dx.doi.org/10.52759/inventory.v2i1.39>.
- Sitorus, H., Rudianto, R. and Ginting, M., 2020. Perbaikan tata letak gudang dengan metode Dedicated Storage dan Class Based Storage serta Optimasi Alokasi Pekerjaan Material Handling di PT Dua Kuda Indonesia, *Journal Kajian Teknik Mesin (JKTM)*, 5(2), pp. 87-98. Available at: <https://doi.org/10.52447/jktm.v5i2.4139>.
- ScaleOsean, 2024. *5 Metode penyimpanan barang di gudang dan fungsinya*. Available at: <https://scaleocean.com/blog/belajar-bisnis/5-metode-penyimpanan-barang-di-gudang> [Accessed 13 July 2024].
- Surya, B.O., Sitania, F.D. and Gunawan, S., 2022. Perancangan ulang tata letak gudang produk menggunakan metode Dedicated Storage (studi kasus: PT Borneo Indah Fokus, Samarinda), *JISO: Journal of Industrial and Systems Optimization*, 5(1), pp. 61–67.
- Taylor, F.W., 1911. *The principles of scientific management*. New York and London: Harper & Brothers Publishers.