

BAB IV

TUGAS KHUSUS MAGANG

Perancangan Ulang Tata Letak Gudang Bahan Baku Menggunakan Metode *Class Based Storage* di PT ABC

4.1 Pendahuluan Tugas Khusus

Kegiatan magang dilaksanakan di Departemen PPIC (*Production Planning and Inventory Control*) PT ABC yang bergerak di bidang produksi karton dan kemasan berbahan dasar kertas. Selama magang, fokus utama diarahkan pada pengamatan dan analisis sistem penyimpanan bahan baku kertas *roll* di area gudang. Salah satu permasalahan yang ditemui adalah penempatan barang yang belum terkласifikasi dengan baik dan belum sepenuhnya mendukung penerapan prinsip FIFO (*First In First Out*), yang menyebabkan ketidakefisienan dalam proses pengambilan bahan dan alur produksi. Oleh karena itu, dilakukan usulan perbaikan tata letak gudang dengan menerapkan metode *Class-Based Storage* dan mempertimbangkan penerapan prinsip FIFO dalam alur penyimpanannya. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan keteraturan, mempermudah proses picking, serta memastikan bahan baku digunakan sesuai urutan kedatangannya. BAB ini akan membahas secara khusus topik tersebut sebagai bagian dari kontribusi dalam kegiatan magang.

4.1.1 Latar Belakang

Tata letak fasilitas merujuk pada proses pengaturan berbagai fasilitas di dalam suatu pabrik dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional dan mendukung kelancaran proses produksi. Pengaturan ini mencakup penempatan mesin, peralatan, jalur produksi, serta area penyimpanan, sehingga dapat mengoptimalkan aliran material dan informasi di dalam fasilitas manufaktur (Karisma, 2022). Selain itu, tata letak yang baik dapat meminimalkan jarak tempuh dalam material handling, yang pada akhirnya akan berdampak pada pengurangan waktu proses produksi dan peningkatan produktivitas secara keseluruhan (cf. Karisma, 2022). Perbaikan tata letak gudang memiliki beberapa manfaat utama, antara lain mengurangi waktu perjalanan dalam pengambilan barang, meningkatkan pemanfaatan ruang, serta menurunkan biaya tenaga kerja dan peralatan (Fajri et al., 2025). Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah Dedicated Storage dan Class-Based Storage, di mana setiap jenis barang

memiliki lokasi penyimpanan tetap atau dikelompokkan berdasarkan frekuensi penggunaannya, sehingga memudahkan pencarian dan pengambilan barang (Prathama, 2024; Wardana et al., 2024). Tujuan utama dari pendekatan ini adalah untuk meminimumkan material handling, yakni segala bentuk pemindahan, penyimpanan, dan pengendalian barang yang terjadi dalam gudang (Prathama, 2024).

Berbagai penelitian sebelumnya telah membahas metode optimasi tata letak gudang dengan berbagai algoritma. Misalnya, penelitian oleh Prathama (2024) mengembangkan perbaikan layout gudang menggunakan metode Dedicated dan Class-Based Storage untuk mengurangi jarak perpindahan material. Sementara itu, pendekatan tata letak dan pengelompokan material berdasarkan Class-Based Storage juga diusulkan dalam studi yang dilakukan oleh Wardana et al. (2024) guna meningkatkan efisiensi alokasi ruang dan akses material. Namun, penelitian-penelitian tersebut lebih banyak berfokus pada optimasi ruang penyimpanan tanpa mempertimbangkan secara spesifik perbaikan tata letak dengan pendekatan Class-Based Storage untuk meminimalkan material handling secara menyeluruh.

Dalam beberapa penelitian pergudangan modern, fokus perbaikan tata letak gudang umumnya masih mengarah pada penataan barang dan aliran material, dengan tujuan utama meningkatkan efisiensi penempatan dan pengambilan barang (Habibillah & Murnawan, 2025). Sebagai alternatif, metode Class-Based Storage (CBS) menawarkan strategi penataan gudang berdasarkan klasifikasi barang yang umumnya dikelompokkan ke dalam kelas-kelas berdasarkan frekuensi pergerakan atau kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi pengambilan dan mengurangi jarak perjalanan dalam material handling. Penelitian-penelitian aplikasi CBS menunjukkan bahwa pendekatan ini efektif dalam meminimalkan jarak dan waktu perpindahan barang (Habibillah & Murnawan, 2025; Wardana et al., 2024).

Dalam konteks gudang bahan baku PT ABC, sistem penyimpanan yang ada belum sepenuhnya mendukung penerapan prinsip FIFO maupun efisiensi pergerakan barang. Kondisi ini mengakibatkan permasalahan seperti ketidakteraturan penempatan roll kertas serta meningkatnya jarak dan waktu tempuh pekerja dalam proses pengambilan bahan baku. Mengingat karakteristik gudang yang menyimpan berbagai jenis bahan baku dengan tingkat frekuensi penggunaan yang berbeda serta keterbatasan ruang penyimpanan, metode *Class-Based Storage* dinilai lebih sesuai dibandingkan metode penyimpanan lainnya karena mampu

mengombinasikan fleksibilitas penempatan dengan pengendalian jarak perpindahan material secara efektif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perbaikan tata letak gudang menggunakan pendekatan *Class-Based Storage* melalui pengelompokan bahan baku berdasarkan frekuensi penggunaan, dengan penempatan bahan kelas A pada area yang lebih dekat dengan area produksi.

4.1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam laporan magang ini adalah bagaimana merancang ulang tata letak gudang bahan baku *roll* kertas di PT ABC dengan menerapkan metode *Class Based Storage* (CBS) sehingga peletakan barang menjadi lebih terstruktur, mempermudah proses pengambilan, dan mengurangi jarak perpindahan antara gudang dan area produksi?

4.1.3 Tujuan

Tujuan dari laporan magang ini adalah untuk merancang ulang tata letak gudang bahan baku *roll* kertas di PT ABC dengan menerapkan metode *Class Based Storage* (CBS). Metode ini bertujuan agar penataan barang menjadi lebih terstruktur, mempermudah proses pengambilan oleh pekerja, serta meminimalkan jarak perpindahan bahan baku antara gudang dan area produksi.

4.1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya memberikan usulan perbaikan pada gudang bahan baku plant 2 saja, tidak mencakup gudang lain milik perusahaan.

4.1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan susunan atau struktur dari isi laporan yang disusun secara berurutan untuk mempermudah pembaca dalam memahami isi dari laporan secara keseluruhan. Adapun sistematika penulisan pada laporan ini terdiri dari beberapa sub bab sebagai berikut:

Sub Bab 4.1 Pendahuluan Tugas Khusus

Pada bagian ini dibahas latar belakang yang menjadi dasar dipilihnya topik bahasan dalam laporan. Selain itu, dijelaskan pula rumusan masalah yang ingin diselesaikan, tujuan dari

penulisan laporan, serta batasan masalah yang digunakan agar pembahasan tidak melebar dari fokus utama. Di akhir sub bab ini juga dijelaskan sistematika penulisan yang memberikan gambaran umum tentang susunan laporan.

Sub Bab 4.2 Landasan Teori

Sub bab ini memuat teori-teori yang relevan dengan topik pembahasan. Teori-teori tersebut disusun secara sistematis sebagai dasar acuan dalam proses penyusunan dan analisis pada laporan. Bagian ini bertujuan untuk memberikan kerangka pemikiran yang mendasari pembahasan laporan.

Sub Bab 4.3 Metode Penelitian

Bagian ini menguraikan metode atau langkah-langkah yang digunakan selama pelaksanaan penelitian. Di dalamnya dijelaskan alur kegiatan, cara memperoleh data, serta teknik pengolahan data yang dilakukan agar permasalahan dalam perusahaan dapat dianalisis dan diberikan solusi yang sesuai.

Sub Bab 4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Sub bab ini menjelaskan proses pengumpulan data yang diperoleh dari perusahaan, serta bagaimana data tersebut diproses atau diolah. Data yang telah dikumpulkan kemudian disusun dan dianalisis agar dapat digunakan untuk mendukung proses pengambilan keputusan atau perbaikan sistem.

Sub Bab 4.5 Analisis

Bagian ini berisi uraian hasil dari data yang telah dikumpulkan dan diolah sebelumnya. Analisis dilakukan untuk menjawab pertanyaan dalam rumusan masalah serta mengevaluasi kondisi aktual di lapangan berdasarkan pendekatan dan teori yang telah dipaparkan.

Sub Bab 4.6 Penutup

Pada bagian akhir ini, disampaikan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan. Kesimpulan menjawab rumusan masalah dan menjelaskan hasil yang diperoleh selama proses penyusunan laporan. Selain itu, terdapat pula saran yang ditujukan untuk perusahaan ataupun untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

4.2 Landasan Teori

4.2.1 Gudang

Gudang adalah fasilitas yang digunakan untuk menyimpan berbagai jenis barang, baik dalam jumlah besar maupun kecil, selama periode tertentu hingga barang tersebut digunakan dalam proses produksi atau dikirim kepada pelanggan (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007). Menurut (Baker & Canessa, 2009) fungsi utama gudang meliputi tiga aspek penting:

A. Pengawasan

Aktivitas administrasi di gudang perlu dikontrol secara ketat untuk memantau pergerakan barang masuk dan keluar, sehingga stok selalu terjaga dan risiko kehilangan dapat diminimalkan.

B. Pemeliharaan

Barang yang tersimpan harus dirawat dengan baik agar tidak mengalami kerusakan atau penurunan kualitas, sehingga tetap memiliki nilai ekonomis.

C. Penyimpanan dan Ketersediaan

Gudang harus menjamin ketersediaan barang setiap saat, sehingga perusahaan dapat memenuhi kebutuhan produksi atau pesanan pelanggan tanpa mengalami kerugian akibat kekurangan stok.

4.2.2 Manajemen Gudang

Manajemen gudang adalah suatu sistem yang dirancang untuk mengelola penyimpanan, pergerakan, dan pengawasan inventaris dalam gudang dengan tujuan meningkatkan efisiensi operasional perusahaan (Gu et al., 2007). Fungsi utama gudang adalah sebagai pusat penyimpanan yang mendukung kelancaran rantai pasok, memastikan ketersediaan bahan baku maupun produk jadi agar distribusi ke area produksi atau pelanggan dapat berjalan lancar (Rouwenhorst et al., 2000).

Penerapan manajemen gudang yang efektif tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas tenaga kerja, tetapi juga menekan biaya operasional dan mempercepat proses pemenuhan pesanan (Gu et al., 2007). Hal ini menjadikan perencanaan tata letak gudang

dan sistem penyimpanan barang sebagai faktor kunci dalam menunjang efisiensi kerja di dalam gudang.

Beberapa aspek penting dalam manajemen gudang mencakup: perencanaan tata letak gudang (*warehouse layout planning*), sistem penyimpanan barang (*storage management*), manajemen stok (*inventory management*), sistem penanganan material (*material handling system*), serta sistem pengambilan barang (*order picking system*) (Petersen & Aase, 2004). Tata letak gudang yang terencana dengan baik dapat meminimalkan jarak perpindahan material, sementara sistem penyimpanan yang rapi memudahkan akses terhadap barang-barang yang sering digunakan.

Selain itu, manajemen stok yang terstruktur membantu perusahaan menghindari kekurangan maupun kelebihan persediaan, sehingga kontrol biaya operasional menjadi lebih efektif (Rouwenhorst et al., 2000). Namun, setiap perusahaan memiliki kondisi dan keterbatasan unik dalam pengelolaan gudang, sehingga model manajemen gudang yang diterapkan harus disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik perusahaan masing-masing (Faber, de Koster, & Van de Velde, 2002).

4.2.3 Metode Penataan Gudang

Penyimpanan barang di gudang memegang peranan penting dalam meningkatkan efisiensi pengambilan dan pencarian produk. Pemilihan metode penyimpanan yang tepat dapat mengurangi jarak perpindahan, meminimalkan waktu pencarian, dan meningkatkan produktivitas tenaga kerja. Beberapa metode penyimpanan yang umum digunakan antara lain Dedicated Storage, Randomized Storage, Class-Based Storage, Cube-per-Order Index Storage, dan Shared Storage Location (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2007).

A. *Dedicated Storage*

Metode Dedicated Storage menetapkan lokasi permanen untuk setiap jenis barang dalam gudang. Sistem ini memudahkan pekerja untuk mengetahui lokasi penyimpanan, sehingga proses pengambilan menjadi cepat dan akurat. Namun, metode ini kurang fleksibel terhadap perubahan permintaan dan membutuhkan ruang yang cukup untuk menyimpan seluruh stok barang (Baker & Canessa, 2009). Dua pendekatan yang sering

digunakan adalah Part Number Sequence Storage, yaitu penempatan berdasarkan urutan nomor bagian produk, biasanya tanpa mempertimbangkan aktivitas gudang secara spesifik.

B. *Randomized Storage*

Metode ini menempatkan barang di lokasi yang tersedia secara acak, sehingga memaksimalkan pemanfaatan ruang. Kekurangannya, waktu pencarian barang dapat meningkat karena pekerja tidak mengetahui lokasi pasti tiap produk. Randomized Storage lebih cocok untuk gudang dengan variasi produk yang tinggi dan volume penyimpanan yang besar (De Koster, Le-Duc, & Roodbergen, 2007).

C. *Class Based Storage*

Class Based Storage menggabungkan konsep *Dedicated* dan *Randomized Storage*. Barang diklasifikasikan ke dalam beberapa kelas berdasarkan frekuensi penggunaan, ukuran, atau karakteristik tertentu. Barang dengan permintaan tinggi (*fast moving*) ditempatkan di lokasi yang mudah dijangkau, sedangkan barang dengan permintaan rendah (*slow moving*) ditempatkan lebih jauh. Metode ini dapat secara signifikan mengurangi jarak perpindahan dan meningkatkan efisiensi operasional gudang (Petersen & Aase, 2004; Gu et al., 2010).

D. *Cube-per-Order Index Storage*

Metode ini menempatkan barang berdasarkan volume dan frekuensi pengambilan, sehingga pemanfaatan ruang lebih optimal. Meskipun efisien, implementasinya cukup kompleks karena harus menyesuaikan dengan perubahan permintaan harian, terutama pada produk fashion atau musiman (Gu et al., 2010).

E. *Shared Storage Location*

Metode Shared Storage Location memanfaatkan perbedaan waktu penyimpanan barang. Barang ditempatkan bersama berdasarkan lama tinggal di gudang, sehingga ruang penyimpanan lebih fleksibel dan efisien. Sistem ini membutuhkan data historis masuk-keluar barang untuk perencanaan lokasi yang optimal (Rouwenhorst et al., 2000).

F. *Modern Storage System: Warehouse Management System (WMS) dan Automated Storage and Retrieval System (ASRS)*

Selain metode konvensional, sistem manajemen gudang modern menggunakan teknologi digital untuk meningkatkan efisiensi. WMS memungkinkan perencanaan lokasi penyimpanan berbasis data historis dan pola permintaan, sedangkan ASRS memanfaatkan robot atau *conveyor* untuk penempatan dan pengambilan barang secara otomatis. Kedua sistem ini terbukti mengurangi kesalahan penempatan dan mempercepat proses pengambilan barang, sangat relevan untuk gudang dengan volume tinggi dan variasi produk banyak (Gu, Goetschalckx, & McGinnis, 2010; Frazelle, 2016).

4.2.4 Class Based Storage

Class Based Storage (CBS) merupakan metode penyimpanan yang mengelompokkan material ke dalam beberapa kelas berdasarkan tingkat aktivitas atau frekuensi pergerakannya, sehingga berada di antara metode *dedicated storage* dan *random storage* (Tompkins et al., 2010). Metode *dedicated storage* memiliki keunggulan dalam kemudahan pengendalian karena setiap material memiliki lokasi tetap, namun kurang fleksibel dan berpotensi menurunkan tingkat pemanfaatan ruang apabila terjadi fluktuasi kebutuhan material, sedangkan *random storage* memberikan fleksibilitas ruang yang tinggi tetapi dapat meningkatkan jarak perpindahan material karena penempatan tidak mempertimbangkan tingkat frekuensi pengambilan (Ramadhani & Andesta, 2024). Oleh karena itu, *Class Based Storage* dipilih karena mampu mengombinasikan keunggulan kedua metode tersebut, yaitu tetap memberikan fleksibilitas penyimpanan sekaligus meminimalkan jarak tempuh material handling dengan menempatkan material berfrekuensi tinggi lebih dekat ke area produksi (Supriyadi & Cahyana, 2024). Metode ini sesuai diterapkan pada gudang bahan baku yang memiliki variasi tingkat pemakaian material yang signifikan, seperti gudang bahan baku PT ABC, sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi operasional gudang, memperbaiki keteraturan penataan bahan baku, serta mendukung penerapan prinsip *First In First Out* (FIFO).

4.2.5 Rectilinear Distance

Rectilinear distance merupakan metode pengukuran jarak dalam tata letak fasilitas yang menghitung pergerakan berdasarkan sumbu horizontal dan vertikal. Dalam ruang dua

dimensi, jarak ini diperoleh dengan menjumlahkan nilai absolut perbedaan koordinat pada sumbu x dan y , sehingga lebih sesuai digunakan untuk sistem perpindahan dalam gudang yang cenderung mengikuti jalur lurus tegak lurus. Rumus perhitungannya dapat dituliskan sebagai berikut (1) :

$$d[(x_i, y_i); (x_j, y_j)] = |x_i - y_i| + |x_j - y_j| \quad (1)$$

di mana dij adalah jarak rectilinear antara titik i dan j . Menurut Drezner dan Hamacher (2002), pendekatan *rectilinear distance* banyak digunakan dalam analisis *facility layout* karena dapat merepresentasikan kondisi riil pergerakan di gudang yang terbatas pada jalur lorong. Penerapan metode ini membantu perancang tata letak gudang untuk menentukan rute pengambilan barang yang lebih efisien dengan meminimalkan jarak tempuh. Dengan memprioritaskan barang kelas *fast moving* atau kelas A pada lokasi dengan jarak rectilinear yang lebih dekat ke titik keluar-masuk, perusahaan dapat mempercepat aktivitas *picking* dan *material handling*, sehingga waktu proses menjadi lebih singkat, produktivitas meningkat, serta biaya operasional dapat ditekan.

4.2.6 Perencanaan Tata Letak Gudang

Perencanaan tata letak gudang merupakan tahap penting dalam manajemen gudang karena menentukan bagaimana barang ditempatkan dan diakses secara efisien. Tata letak yang dirancang secara optimal dapat meminimalkan jarak perpindahan, mempercepat proses pengambilan, dan mengurangi risiko kesalahan penanganan barang. Sebaliknya, perancangan yang kurang tepat dapat menimbulkan hambatan operasional, memperpanjang waktu pengambilan, serta menurunkan produktivitas tenaga kerja dan efisiensi keseluruhan (Tompkins et al., 2010; Bartholdi & Hackman, 2014).

4.2.7 FIFO (*First In First Out*)

Metode *First In First Out* (FIFO) merupakan salah satu strategi penyimpanan dan pengeluaran barang dalam manajemen persediaan yang menekankan bahwa barang yang pertama kali masuk ke gudang akan menjadi yang pertama dikeluarkan. Prinsip ini penting diterapkan untuk mencegah penumpukan stok lama dan menjaga kualitas barang, terutama pada produk yang memiliki masa simpan terbatas. Penelitian oleh Agustin (2022) menunjukkan bahwa penerapan sistem FIFO pada perusahaan distribusi mampu

meningkatkan akurasi pencatatan persediaan dan mengurangi terjadinya *stock out* maupun barang kadaluarsa. Hal ini sejalan dengan temuan Mukti, dan Saripudin (2025) yang menyatakan bahwa penerapan FIFO tidak hanya meningkatkan efektivitas pengelolaan stok, tetapi juga berkontribusi pada efisiensi ruang penyimpanan karena barang tersusun sesuai urutan masuk. Dengan menerapkan prinsip FIFO, rancangan tata letak gudang dapat divalidasi agar mendukung alur pergerakan barang yang sistematis. *Layout* yang dirancang berdasarkan sistem FIFO juga memudahkan proses pengelompokan barang sesuai kelas pergerakan (*fast moving, medium moving, dan slow moving*), sehingga dapat mempercepat pengambilan barang sekaligus mengurangi risiko kerusakan maupun kehilangan nilai barang.

4.2.8 Penelitian Terdahulu

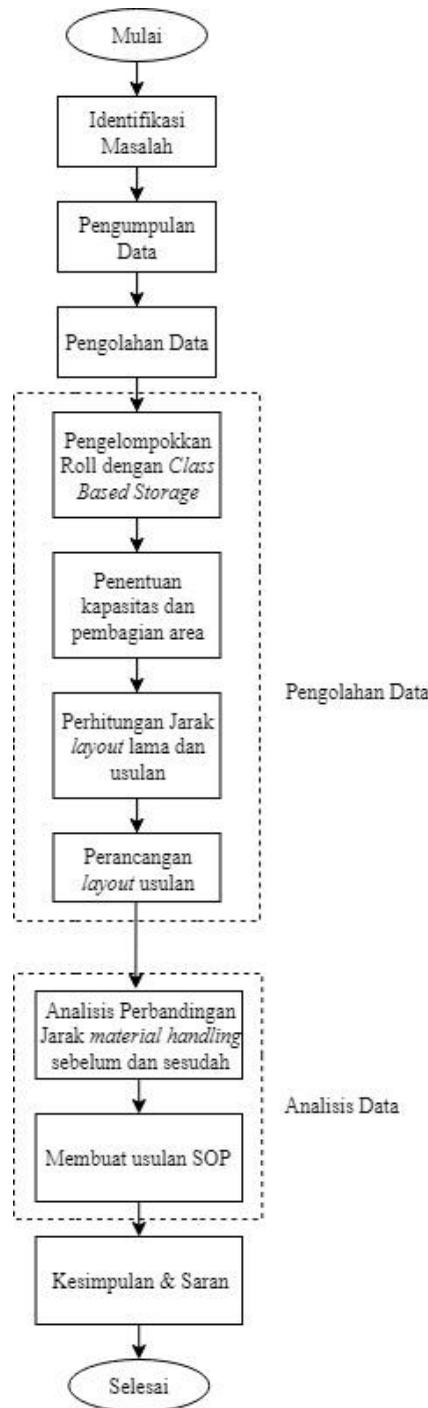
Studi literatur ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menganalisis penelitian penelitian terdahulu yang relevan dengan topik pengelolaan gudang. Melalui penelitian terdahulu, akan menjadi acuan dalam mengembangkan serta mengaplikasikan penelitian. Penelitian terdahulu diuraikan dalam **Tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Penelitian Terdahulu

No	Tahun / Penulis	Judul	Metode	Hasil
1	Supriyadi & Cahyana (2024)	<i>Revolutionizing Warehouse Efficiency with Shared and Class-Based Storage</i>	CBS + <i>Shared Storage</i>	Efisiensi ruang gudang meningkat dari 59,45 % → 16,95 %. Waktu pemindahan material berkurang hingga 28,51 %.
2	Ramadhani & Andesta (2024)	<i>Proposed Layout Improvement Using ABC Analysis and Class-Based Storage...</i>	CBS + ABC Analysis	Total jarak perpindahan berkurang sebesar 170.656 m setelah perancangan ulang tata letak.
3	Fadillah & Fahma (2023)	<i>Re-Layout Design of the Kalus 1.6 Warehouse Using the Class-Based Storage Method...</i>	CBS + <i>Fishbone Analysis</i>	Layout baru menurunkan jarak tempuh secara signifikan (<i>rectilinear distance</i>) dan mempermudah alur pengambilan.
4	Pratama et al. (2022)	<i>Raw Material Warehouse Layout Design Using Class-Based Storage Method with ProModel and FlexSim...</i>	CBS + Simulasi (<i>ProModel, FlexSim</i>)	Efisiensi transfer bahan baku meningkat 16 %, output naik 11,6 %, jarak <i>transfer drop</i> 38 %, biaya <i>handling</i> berkurang 29 %.

4.3 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian menguraikan tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian. Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Langkah pertama dilakukan dengan identifikasi masalah yang terjadi pada gudang bahan baku PT ABC, yaitu tata letak yang belum dipetakan secara baik serta penerapan sistem pengambilan barang yang belum berjalan optimal. Selanjutnya dilakukan pengumpulan data berupa jenis bahan baku, frekuensi penggunaan, jumlah persediaan, *layout* gudang eksisting, dan data historis pemakaian. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan metode *Class-Based Storage* (CBS) untuk mengelompokkan bahan baku ke dalam kelas A, B, dan C sesuai tingkat penggunaannya. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam perancangan ulang *layout* gudang yang mendukung pemetaan setiap area serta lebih efisien dibandingkan kondisi awal. Tahap berikutnya dilakukan analisis perbandingan antara *layout* awal dan usulan, kemudian dirumuskan SOP baru terkait penataan awal bahan baku. Tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran yang menjawab rumusan masalah serta menjadi rekomendasi bagi PT ABC dalam pengelolaan gudang bahan baku.

4.3.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan untuk mengetahui kendala utama yang terjadi pada gudang bahan baku PT ABC. Permasalahan yang ditemui adalah tata letak gudang yang belum tertata efisien sehingga jarak perpindahan bahan baku menjadi panjang, serta sistem penyimpanan setiap area yang belum terlaksana dengan baik. Walaupun perusahaan sudah memiliki dukungan teknologi seperti label dan data pemakaian, penerapannya belum maksimal karena *layout* gudang tidak mendukung aliran barang yang sesuai.

4.3.2 Pengumpulan Data

Tahap selanjutnya adalah pengumpulan data yang diperlukan untuk mendukung proses analisis. Data yang dikumpulkan meliputi jenis dan dimensi bahan baku, frekuensi penggunaan harian maupun bulanan, jumlah persediaan termasuk safety stock, serta *layout* awal gudang beserta koordinat penyimpanan bahan baku. Data-data ini menjadi dasar dalam melakukan klasifikasi dan perancangan *layout* usulan.

4.3.3 Pengelompokan Barang dengan Analisis *Class-Based Storage*

Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah menggunakan metode *Class Based Storage* (CBS). Pada tahap ini, bahan baku dikelompokkan menjadi tiga kelas berdasarkan tingkat penggunaannya, yaitu kelas A, B, dan C. Bahan baku kelas A dengan frekuensi penggunaan tertinggi ditempatkan pada area yang paling dekat dengan jalur produksi.

Bahan baku kelas B ditempatkan di lokasi yang masih mudah dijangkau, sementara bahan baku kelas C ditempatkan lebih jauh karena frekuensi penggunaannya relatif jarang. Dengan pengelompokan ini, proses *material handling* diharapkan menjadi lebih efisien.

4.3.4 Perancangan Layout Usulan

Berdasarkan hasil klasifikasi CBS yang telah ditetapkan, dilakukan perancangan ulang tata letak gudang bahan baku PT ABC. *Layout* usulan dirancang dengan memposisikan kelas A lebih dekat ke jalur produksi, sedangkan kelas B dan C disusun secara proporsional sesuai intensitas penggunaannya. Selain itu, layout usulan juga mempertimbangkan penerapan alur FIFO dengan menyesuaikan arah pergerakan barang masuk dan keluar, sehingga material yang datang lebih awal dapat digunakan terlebih dahulu. Dengan demikian, sistem pergudangan menjadi lebih terstruktur dan efisien.

4.3.5 Analisis Perbandingan Total Jarak

Tahap ini dilakukan dengan menghitung jarak perpindahan pada *layout* awal dan *layout* usulan menggunakan metode *rectilinear distance*. Perhitungan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan jarak tempuh *material handling* antara kedua kondisi. Hasil analisis ini memberikan gambaran mengenai tingkat efisiensi yang dihasilkan dari *layout* usulan. Jika jarak perpindahan pada *layout* baru lebih pendek, maka sistem penyimpanan dapat dikatakan lebih efisien dan sesuai tujuan perbaikan tata letak gudang.

4.3.6 Usulan *Standard Operating Procedure* (SOP)

Setelah layout usulan dirancang, tahap berikutnya adalah memberikan rekomendasi berupa SOP baru agar penerapan usulan *layout* dapat berjalan sesuai dengan semestinya. SOP yang diusulkan mencakup aturan penerimaan bahan baku dengan penataan pada area transit terlebih dahulu, penyimpanan sesuai kelas dan urutan kedatangan, serta pengeluaran barang berdasarkan prioritas umur stok. Dengan adanya SOP ini, sistem penggunaan bahan baku dapat diterapkan lebih konsisten, mengurangi risiko penumpukan bahan baku lama, dan meningkatkan keteraturan dalam manajemen persediaan.

4.3.7 Kesimpulan dan Saran

Tahap terakhir adalah menyusun kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan. Kesimpulan disusun untuk menjawab rumusan masalah terkait perbaikan tata letak gudang dengan metode *Class-Based Storage*. Selain itu, saran diberikan bagi yang ingin melanjutkan penelitian ini dengan menggunakan data pemakaian bahan baku dalam jangka waktu lebih lama. Dengan langkah-langkah tersebut, tata kelola gudang dapat berjalan lebih efisien dan mendukung keberlanjutan operasional perusahaan.

4.4 Pengumpulan dan Pengolahan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, wawancara, dan dokumentasi. Observasi dilakukan dengan mengamati langsung aktivitas gudang, mulai dari penerimaan bahan baku, penyimpanan, hingga pengeluaran material untuk memahami kondisi aktual di lapangan. Wawancara dilakukan dengan kepala regu gudang dan staf terkait guna memperoleh penjelasan mengenai prosedur operasional serta kendala yang sering dihadapi. Sementara itu, dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan data pendukung seperti *layout* gudang, daftar jenis bahan baku, catatan pemakaian material, dan foto kondisi area penyimpanan yang digunakan sebagai dasar validasi dalam proses analisis dan perancangan ulang tata letak.

4.4.1 Kondisi Awal Gudang

Gudang bahan baku pada perusahaan ini memiliki bentuk ruang yang tidak beraturan sehingga pengukuran dilakukan berdasarkan pembagian area penyimpanan. Gudang terbagi menjadi enam area utama, yaitu Area A dengan ukuran $15\text{ m} \times 9\text{ m}$, Area B berukuran $15\text{ m} \times 11\text{ m}$, Area C berukuran $14\text{ m} \times 9,5\text{ m}$, Area D berukuran $17,5\text{ m} \times 12\text{ m}$, serta Area E yang memiliki bentuk tidak simetris dengan panjang sisi utama $46,5\text{ m}$ dan lebar bervariasi sekitar $12\text{--}14\text{ m}$. Selain itu, Area F memiliki bentuk trapesium memanjang dengan panjang 43 m dan lebar yang berubah antara $10\text{--}20\text{ m}$. Variasi ukuran dan bentuk ini menyebabkan tiap area memiliki karakteristik penyimpanan yang berbeda sehingga tidak dapat dikelola sebagai satu ruang penyimpanan yang homogen.



Gambar 4.2 Kondisi Awal Gudang

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Kondisi awal menunjukkan bahwa penataan *roll* kertas di setiap area belum terorganisir dengan baik. *Roll* sering diletakkan berdasarkan kebiasaan operator dan ketersediaan ruang kosong, bukan berdasarkan kelas penyimpanan atau kesesuaian spesifikasinya. Ketika area utama penuh atau berantakan, *roll* berikutnya kerap ditempatkan di area lain yang tidak diperuntukkan bagi jenis tersebut. Akibatnya, alur penyimpanan menjadi tidak konsisten, beberapa area terlihat padat dan sulit dilalui *forklift*, serta proses pencarian *roll* memakan waktu lebih lama. Penataan yang tidak mengikuti pola tertentu ini juga menghambat efisiensi bongkar muat dan menyulitkan upaya pengendalian *layout* gudang.



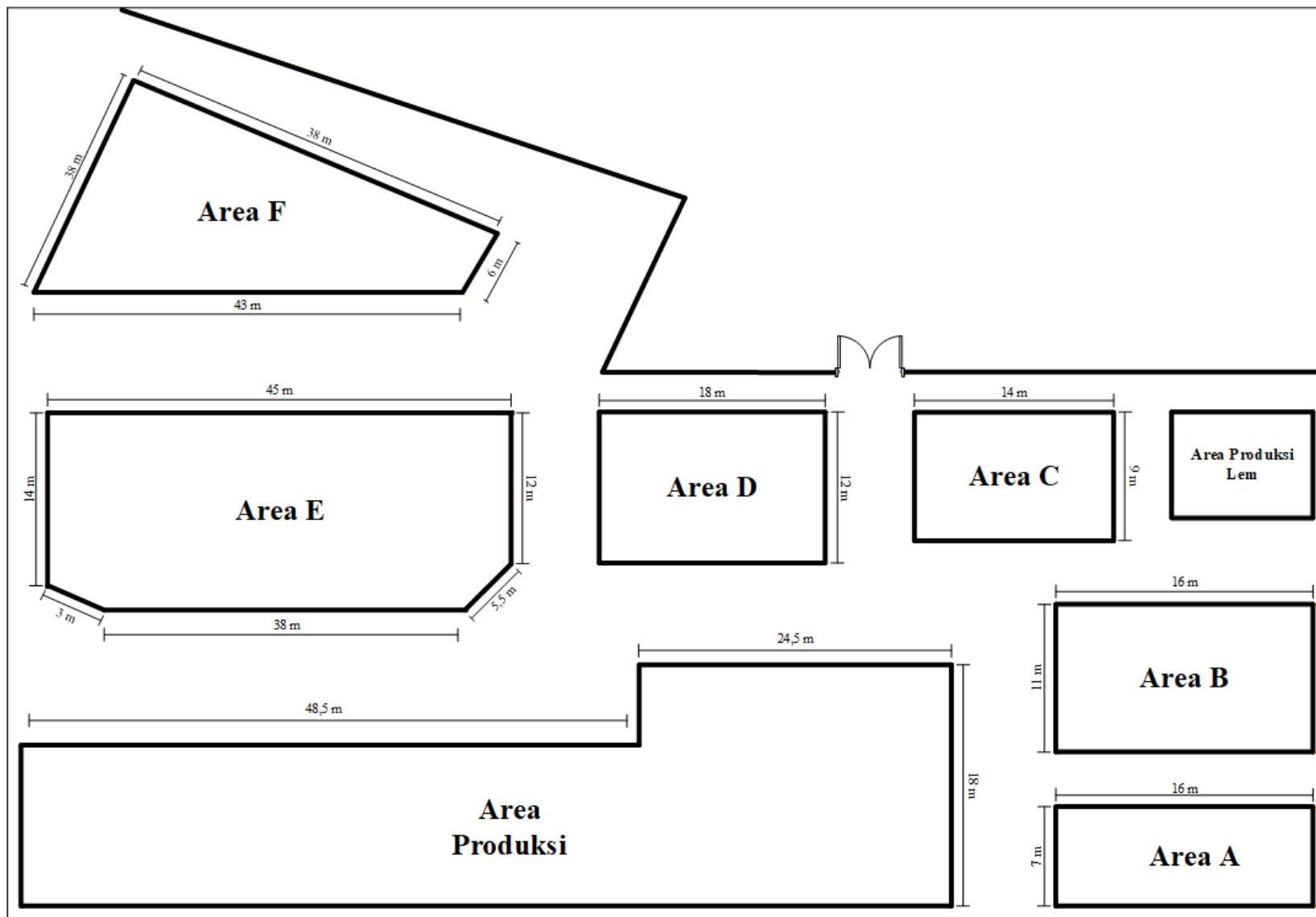
Gambar 4.3 Penempatan Area Tidak Jelas

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Selain itu, sistem identifikasi dan pencatatan *roll* masih dilakukan secara manual sehingga sering menimbulkan ketidakefisienan. Meskipun setiap *roll* sudah memiliki blabel dari *supplier*, informasi tersebut tidak dipindai langsung tetapi hanya dicatat ulang secara manual ke *excel* sebelum diinput kembali ke sistem. Tulisan pada label yang kecil membuat operator menambahkan label spidol, namun tanpa standar warna atau format yang baku. Tidak adanya penempatan atau pemetaan area secara pasti menyebabkan banyak *roll* dipindahkan antar area tanpa terdokumentasi, sehingga menyulitkan proses pencarian saat diperlukan. Kondisi ini beberapa kali menyebabkan mesin berhenti karena material untuk produksi tidak ditemukan. Selain itu, sejumlah *roll* tidak digunakan dalam batas garansi 90 hari, berpotensi mengalami penurunan kualitas akibat lembab, serta memicu pemesanan ulang oleh PPIC terhadap item yang sebenarnya masih tersedia tetapi tidak terlacak posisinya. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pencatatan dan identifikasi yang ada belum mampu mendukung pengelolaan inventaris secara akurat dan efisien.

4.4.2 *Layout Awal Gudang*

Gudang bahan baku di PT ABC merupakan fasilitas penyimpanan berukuran cukup luas dengan bentuk ruang yang tidak beraturan. Area gudang dibagi menjadi beberapa bagian utama yaitu Area A hingga Area F, yang masing-masing memiliki ukuran dan bentuk yang berbeda. Gudang ini digunakan khusus untuk menyimpan *roll* kertas dengan berbagai jenis, gramatur, dan ukuran, sehingga penataan ruang menjadi aspek penting agar proses bongkar muat dan pengambilan *roll* bisa berjalan lancar. *Layout* awal gudang digambar menggunakan *Microsoft Visio* untuk memudahkan visualisasi bentuk ruangan serta penempatan setiap area penyimpanan. Melalui *layout* tersebut, dapat terlihat bagaimana pembagian ruang dilakukan serta alur pergerakan material di dalam gudang. Desain *layout* awal gudang dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4. 4 Layout Awal Gudang

4.4.3 Pengelompokan Barang

Pada subbab ini dijelaskan proses klasifikasi bahan baku sebagai dasar penentuan lokasi penyimpanan di keenam area gudang. Klasifikasi dilakukan berdasarkan jenis dan tingkat penggunaan *roll* kertas yang dicatat selama tiga bulan terakhir, karena frekuensi pemakaian menjadi indikator utama dalam menentukan prioritas penempatan material. Proses ini bertujuan untuk mengelompokkan bahan baku ke dalam kategori yang sesuai sehingga setiap jenis *roll* dapat disimpan di area yang

Dari data jenis bahan baku tersebut, disajikan data penggunaan bahan baku selama 3 bulan terakhir. Untuk data penggunaan bahan baku dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Berdasarkan data penggunaan bahan baku selama tiga bulan terakhir, perusahaan mengelompokkan *roll* kertas berdasarkan jenis dan gramatur karena pola penyimpanan di gudang memang telah berjalan demikian sejak lama. Setiap area gudang umumnya diisi oleh satu kombinasi jenis dan gramatur tertentu, bukan karena ada aturan formal atau sistem khusus, tetapi karena cara ini dianggap paling mudah dalam membantu operator dan bagian gudang mencari *roll* yang dibutuhkan.

Untuk mendukung penyajian data dalam laporan ini, bahan baku kemudian disusun ke dalam 10 kombinasi jenis dan gramatur sesuai dengan kondisi aktual penyimpanan yang ada di gudang. Rincian pengelompokan bahan baku tersebut disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Kombinasi Jenis dan Gramatur Bahan Baku

Kombinasi	Kombinasi
BP-110	MP-110
BP 125	MP-125
BP 135	MP-135
BP-150	MP-150
BP-200	WHITE KRAFT

Setelah bahan baku dikelompokkan berdasarkan kombinasi jenis, gramatur, dan area penyimpanannya, langkah selanjutnya adalah menghitung total frekuensi penggunaan setiap kombinasi *roll* selama periode tiga bulan terakhir. Perhitungan ini dilakukan dengan

menjumlahkan seluruh data pemakaian aktual per jenis dan gramatur yang telah tercatat dalam sistem selama periode observasi. Melalui proses ini, dapat diketahui seberapa sering setiap kombinasi digunakan serta seberapa besar kontribusinya terhadap kebutuhan produksi. Hasil rekapitulasi frekuensi penggunaan bahan baku per kombinasi tersebut disajikan pada **Tabel 4.3**, yang menjadi dasar untuk analisis kapasitas area penyimpanan serta evaluasi efektivitas penempatan barang di gudang.

Tabel 4. 3 Frekuensi Penggunaan Setiap Kombinasi Bahan Baku

Kombinasi	Frekuensi Penggunaan (Unit) / 3 Bulan
BP-110	463
BP 125	1765
BP 135	405
BP-150	1945
BP-200	1243
MP-110	745
MP-125	1715
MP-135	337
MP-150	1623
WHITE KRAFT	320

Selanjutnya, ditampilkan rangkuman data bahan baku yang digunakan selama tiga bulan terakhir. Rangkuman ini memuat informasi penting seperti jenis *roll*, gramatur, variasi ukuran, area penyimpanan, serta frekuensi pemakaian. Penyajian dalam bentuk tabel bertujuan agar keseluruhan data yang sebelumnya tersebar dapat terlihat lebih terstruktur dan memudahkan proses analisis pada bab selanjutnya. Informasi selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 4 Rangkuman Data Bahan Baku

Jenis Kertas	Gramature (gsm)	Variasi Ukuran (cm)	Area Penggunaan	Frekuensi Penggunaan
BP	110	210 215 220 225 230 235 240 245 250	A	463
BP	125	210 215 220 225 230 235 240 245 250	C	1765
BP	135	210 215 220 225 230 235 240 250	D	405
BP	150	180 185 188 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250	E	1945

Tabel 4.4 Rangkuman Data Bahan Baku (Lanjutan)

Jenis Kertas	Gramature (gsm)	Variasi Ukuran (cm)	Area Penggunaan	Frekuensi Penggunaan
BP	200	180 185 188 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250	B	1243
MP	110	185 190 200 210 215 220 225 230 235 240 245 250	C	745
MP	125	180 185 190 195 200 205 210 215 220 225 230 235 240 245 250	E	1715
MP	135	210 215 220 225 230 235 240 250	F	337

Tabel 4.4 Rangkuman Data Bahan Baku (Lanjutan)

Jenis Kertas	Gramature (gsm)	Variasi Ukuran (cm)	Area Penggunaan	Frekuensi Penggunaan
MP	150	200 188 205 190 185 250 180 235 240 245 195 230 210 215 225 220	F	1623
WHITE KRAFT		32 Variasi Ukuran	F	320

4.4.4 Pembagian Kelas

Pembagian kelas A, B, dan C pada metode *Class Based Storage* didasarkan pada prinsip bahwa setiap barang memiliki tingkat kepentingan yang berbeda terhadap aktivitas gudang. Secara umum, barang yang paling sering digunakan akan memiliki pengaruh paling besar pada kelancaran proses operasional, sehingga perlu ditempatkan lebih dekat atau lebih mudah dijangkau. Konsep ini sejalan dengan prinsip Pareto, yang menyatakan bahwa sebagian kecil item biasanya menyumbang porsi terbesar terhadap aktivitas. Pertama, data frekuensi penggunaan *roll* selama tiga bulan diurutkan mulai dari yang paling tinggi hingga yang paling rendah. Setelah itu, setiap item dihitung persentase kontribusinya terhadap total penggunaan, kemudian dilakukan akumulasi persentase secara berurutan. *Roll* yang membentuk akumulasi sekitar 0–80% dimasukkan ke kelas A karena dianggap paling sering dipakai dan perlu ditempatkan lebih dekat dengan area operasional. Selanjutnya, *roll* yang berada pada rentang akumulasi sekitar 80–95% dikelompokkan ke kelas B, sedangkan item yang berada pada akumulasi lebih dari 95% hingga 100% dimasukkan ke kelas C.

Tabel 4. 5 Pembagian Kelas Bahan Baku

Jenis Kertas	Gramature (gsm)	Penggunaan	%Penggunaan	Akumulasi	Kelas
BP	150	1945	18,41681659	18,41681659	A
BP	125	1765	16,71243253	35,12924912	
MP	125	1715	16,23899252	51,36824164	
MP	150	1623	15,36786289	66,73610454	
BP	200	1243	11,76971878	78,50582331	
MP	110	745	7,054256226	85,56007954	B
BP	110	463	4,38405454	89,94413408	C
BP	135	405	3,834864123	93,7789982	
MP	135	337	3,190985702	96,9699839	
WHITE KRAFT		320	3,030016097	100	

Berdasarkan data frekuensi penggunaan yang ditampilkan pada **Tabel 4.4**, dilakukan pengelompokan bahan baku ke dalam kelas A, B, dan C sesuai prinsip *Class Based Storage*. Pengurutan dilakukan dari frekuensi penggunaan tertinggi hingga terendah agar terlihat kontribusi kumulatif masing-masing kombinasi *roll* terhadap total aktivitas pengambilan di gudang. Dari hasil analisis, bahan baku yang masuk kelas A adalah BP 150, BP 125, MP 125, MP 150, dan BP 200 karena kelompok ini memberikan kontribusi terbesar, yaitu hingga batas kumulatif sekitar 80%. Selanjutnya, kombinasi M110 ditempatkan pada kelas B karena kontribusinya berada pada rentang kumulatif lebih dari 80% hingga 95%. Sementara itu, kombinasi dengan penggunaan paling rendah yaitu BP 110, BP 135, MP 135, dan *white kraft* masuk dalam kelas C karena kontribusi kumulatifnya berada pada rentang lebih dari 95% hingga 100%. Hasil klasifikasi lengkap untuk masing-masing kombinasi *roll* dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

4.4.5 Perhitungan Kapasitas Area Penyimpanan Awal

Sistem penyimpanan *roll* di gudang ini tidak menggunakan rak maupun pallet, sehingga kapasitas penyimpanan setiap area dihitung berdasarkan luas lantai yang benar-benar dapat digunakan untuk menempatkan *roll*. Perhitungan kapasitas ini dilakukan dengan membandingkan luas efektif area dengan luas yang dibutuhkan oleh satu *roll*,

sehingga dapat diketahui berapa banyak *roll* yang dapat ditampung oleh masing-masing area. Informasi kapasitas per area ini kemudian menjadi dasar dalam proses penempatan kombinasi ukuran *roll* pada bab selanjutnya. Rincian luas area dan kapasitas maksimum masing-masing area ditunjukkan pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Perhitungan Luas dan Kapasitas Setiap Area Layout Awal

Area	Ukuran Area		Luas Area (m ²)	Kapasitas Roll
	Panjang (m)	Lebar (m)		
A	7	16	112	99
B	16	11	176	155
C	14	9	126	111
D	18	12	216	191
E	45	12 - 16	706	624
F	20 dan 6	38 dan 43	494,56	437

Dalam tahap perhitungan kapasitas penyimpanan, setiap area gudang terlebih dahulu dihitung luas efektifnya berdasarkan bentuk dan dimensinya. Hal ini penting karena setiap area memiliki bentuk yang berbeda – beda, ada yang berbentuk persegi panjang, dan ada pula yang menyerupai trapesium sehingga perhitungannya tidak dapat disamakan. Setelah luas masing-masing area diperoleh, langkah selanjutnya adalah menghitung kapasitas penyimpanannya dengan membagi luas area tersebut dengan luas efektif satu *roll*. Perhitungan ini memberikan estimasi jumlah *roll* maksimum yang dapat ditampung oleh setiap area dalam kondisi optimal.

Untuk area yang berbentuk persegi panjang, yakni area A hingga D, luas dihitung menggunakan rumus (2) :

$$\text{Luas Area} = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \quad (2)$$

Sebagai contoh area A dengan panjang 7m dan lebar 11m, maka perhitungan luas areanya adalah :

$$\text{Luas area A} = 7 \times 16 = 112 \text{ m}^2$$

Namun tidak semua area berbentuk persegi panjang. Untuk area F yang memiliki bentuk segi empat tidak beraturan (*quadrilateral*), luas nya dihitung menggunakan metode dekomposisi menjadi dua segitiga dengan menggunakan panjang diagonal yang diketahui (45,8 meter) untuk mendapatkan hasil yang akurat. Luas total dihitung dengan menjumlahkan luas dari dua segitiga yang dibentuk oleh diagonal, dengan rumus (3):

$$\text{Luas area F} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} \quad (3)$$

Sebagai contoh area F bagian atas dengan panjang sisi a 38m, panjang sisi bawah 45,8m, dan lebar 20m maka perhitungan luas areanya adalah :

$$L1 = \sqrt{51,9(51,9-20)(51,9-38)(51,9-45,8)} = 376,96 \text{ m}^2$$

Ditambah luas area F bagian bawah dengan panjang sisi a 43m, panjang sisi bawah 45,8m, dan lebar 6m maka hasilnya :

$$L1 = \sqrt{47,4(47,4-6)(47,4-43)(51,9-45,8)} = 117,60 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas area F} = L1 + L2 = 376,96 + 117,60 = 494,56 \text{ m}^2$$

Sementara area E merupakan area penyimpanan dengan bentuk tidak beraturan, yaitu berupa bangun segi enam yang terdiri dari satu bidang utama berbentuk persegi panjang dan dua bidang tambahan di sisi kiri dan kanan yang membentuk trapesium kecil. Untuk memperoleh luas area secara akurat, bentuk ini diuraikan terlebih dahulu menjadi beberapa bangun sederhana yang dapat dihitung menggunakan rumus dasar luas bangun datar.

Bagian utama Area E merupakan persegi panjang dengan panjang 46,5 meter dan lebar 12 meter, sehingga luas bagian ini dihitung dengan perhitungan luas persegi panjang:

$$L1 = \text{panjang} \times \text{lebar} = 45 \times 12 = 540 \text{ m}^2$$

Perbedaan tinggi sisi kiri dan kanan sebesar 2 meter membentuk dua bidang trapesium kecil. Trapesium kiri memiliki panjang sisi sejajar 1 meter dan tinggi 2 meter. Luasnya dihitung dengan rumus (4) :

$$L_2 = \frac{1}{2} \times (a + b) \times t = \frac{1}{2} \times (45 + 38) \times 4 = 166 \text{ m}^2 \quad (4)$$

Dengan menjumlahkan seluruh bagian tersebut, diperoleh total luas Area E dengan rumus penjumlahan (5) :

$$L_{\text{total}} = 540 + 166 = 706 \text{ m}^2 \quad (5)$$

Roll kertas yang disimpan pada gudang memiliki bentuk silinder dengan diameter rata-rata 1,2 meter. Untuk menghitung kapasitas penyimpanan berdasarkan area lantai yang tersedia, luas lantai yang dibutuhkan oleh satu *roll* dihitung menggunakan rumus (6) :

$$L_{\text{roll}} = \pi \times \text{diameter roll}^2 \quad (6)$$

Dengan diameter 1,2 meter, maka luas *roll* adalah:

$$L_{\text{roll}} = \pi \times (0,6)^2 \approx 1,13 \text{ m}^2$$

Nilai ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan kapasitas penyimpanan maksimum pada setiap area, dengan mengasumsikan bahwa setiap *roll* membutuhkan luas efektif sekitar 1,13 m² tanpa mempertimbangkan jarak antar-*roll* ataupun ruang manuver alat material handling. Setelah diperoleh luas setiap area penyimpanan dan luas lantai yang dibutuhkan oleh satu *roll* kertas, kapasitas teoritis masing-masing area dihitung dengan cara membagi luas total area dengan luas per *roll* seperti pada rumus (7) :

$$\text{Kapasitas area} = \frac{L_{\text{area}}}{L_{\text{roll}}} \quad (7)$$

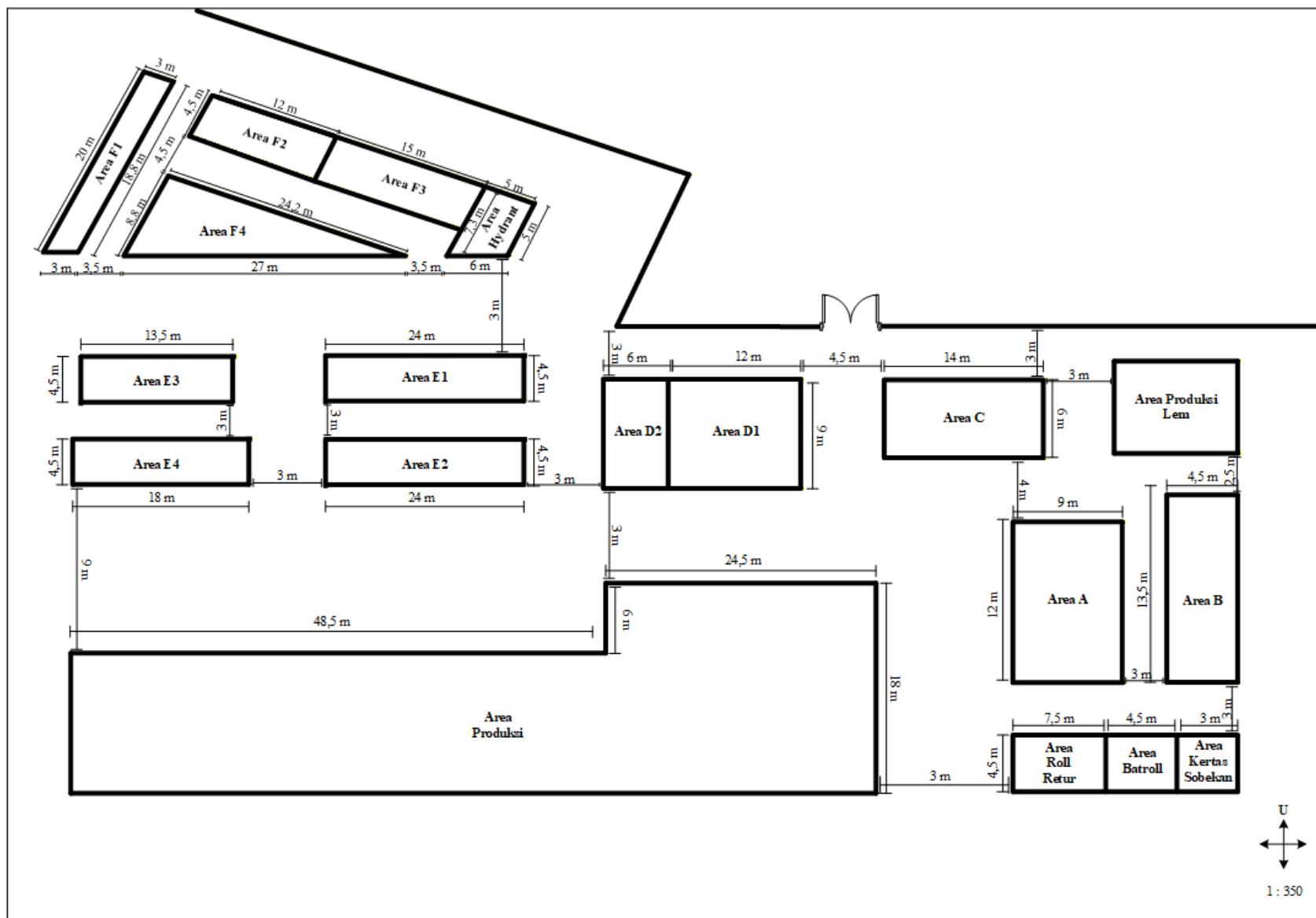
Sebagai contoh area A dengan Luas area 77 m² dengan Luas *roll* 1,13 m², maka perhitungan luas areanya adalah :

$$\text{Kapasitas area A} = \frac{77}{1,13} = 68 \text{ roll}$$

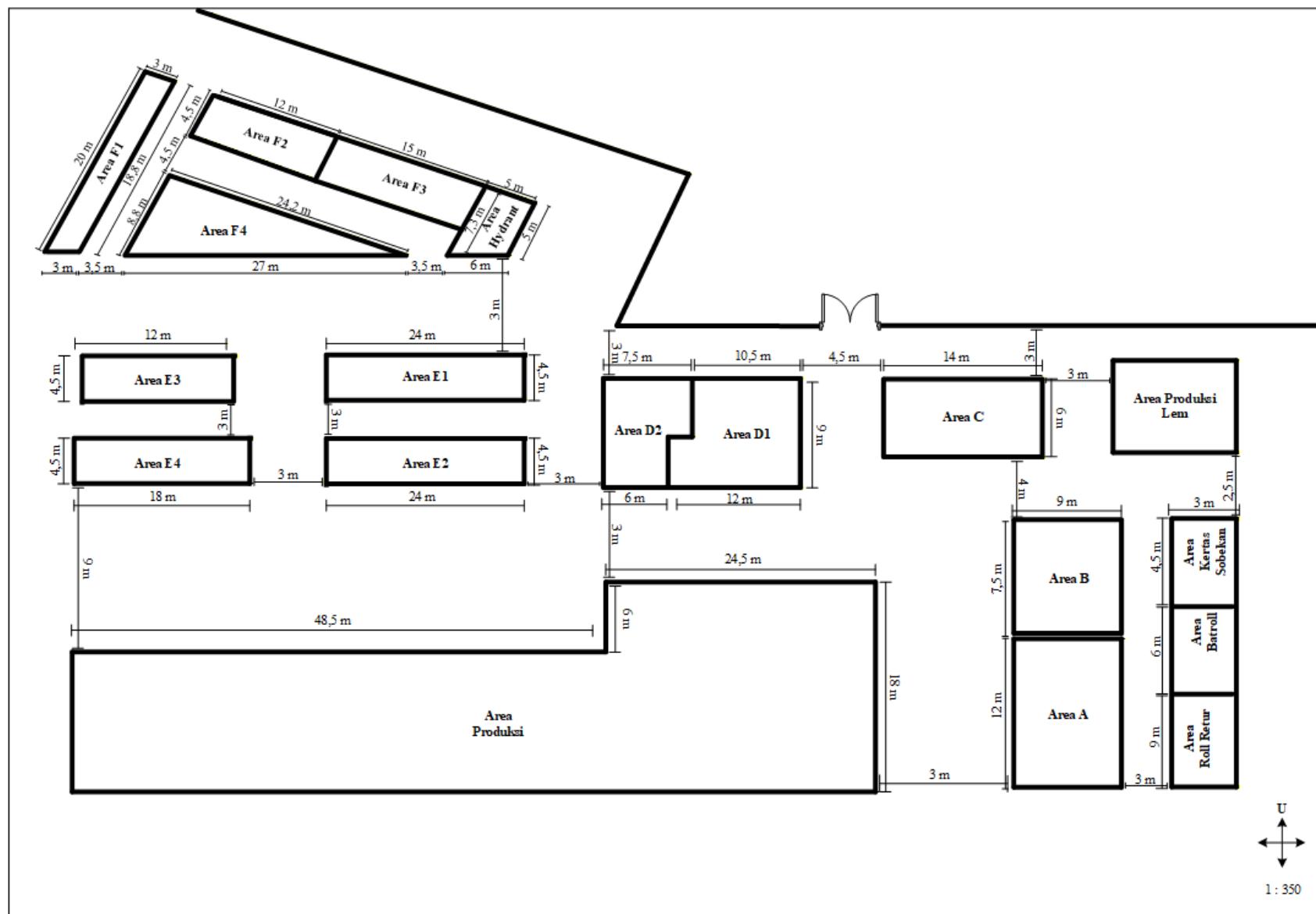
4.4.6 *Layout Usulan*

Rancangan *layout* usulan disusun untuk memaksimalkan penataan *roll* kertas di gudang dengan memanfaatkan informasi kebutuhan luas setiap kombinasi serta kapasitas masing-masing area. Penempatan *roll* dilakukan menggunakan pendekatan *class-based storage*, di mana kombinasi dengan frekuensi perpindahan tinggi (kelas A) ditempatkan

pada area yang paling dekat dengan akses keluar-masuk gudang menuju ruang produksi agar proses pengambilan material berlangsung lebih cepat. Kombinasi kelas B ditempatkan pada area yang masih mudah dijangkau namun tidak sedekat area A, sedangkan kombinasi kelas C dialokasikan pada area dengan jarak paling jauh karena frekuensi perpindahannya kecil. Berdasarkan pertimbangan tersebut, dua alternatif layout dikembangkan dengan variasi penempatan kombinasi *roll* pada area E, F, dan bagian tengah gudang, sehingga diperoleh konfigurasi yang tetap memenuhi kapasitas penyimpanan namun menawarkan pola aliran material yang berbeda. *Layout* usulan 1 dan *layout* usulan 2 ditampilkan pada **Gambar 4.5** dan **Gambar 4.6**.



Gambar 4.5 *Layout Usulan 1*



Gambar 4.6 Layout Usulan 2

4.4.7 Perhitungan Kapasitas Area Penyimpanan Usulan

Pada *layout* usulan ini, setiap area penyimpanan kembali dihitung kapasitasnya untuk memastikan apakah rancangan baru benar-benar mampu menampung kebutuhan *roll* kertas. Karena sistem penyimpanan di gudang tidak menggunakan rak maupun pallet, maka perhitungan hanya berfokus pada luas lantai yang bisa dipakai. Setiap area dihitung luas totalnya, kemudian dibandingkan dengan luas yang dibutuhkan satu *roll* agar diketahui berapa banyak *roll* yang dapat disimpan. Hasil dari perhitungan ini nantinya menjadi acuan untuk penempatan kombinasi pada *layout* usulan. Rincian kapasitas masing-masing area dapat dilihat pada **Tabel 4.7** dan **Tabel 4.8**.

Tabel 4. 7 Perhitungan Kapasitas *Roll Layout* Usulan 1

Area	Bentuk Area	Ukuran Area (m)				Luas Area(m ²)	Kapasitas <i>Roll</i> / Area
		1	2	3	4		
A	Persegi Panjang	9	12	9	12	108	127
B	Persegi Panjang	13,5	4,5	13,5	4,5	60,75	71
C	Persegi Panjang	14	6	14	6	84	99
D1	Persegi Panjang	12	9	12	9	108	127
D2	Persegi Panjang	6	9	6	9	54	64
E1	Persegi Panjang	24	4,5	24	4,5	108	127
E2	Persegi Panjang	24	4,5	24	4,5	108	127
E3	Persegi Panjang	13,5	4,5	13,5	4,5	60,75	71
E4	Persegi Panjang	18	4,5	18	4,5	81	95
F1	Jajar Genjang	20	3	18,9	3	57,32	67
F2	Persegi Panjang	12	4,5	12	4,5	54	64
F3	Persegi Panjang	15	4,5	15	4,5	67,5	79
F4	Segitiga	27	24,2	8,8	-	105	123

Pada *layout* usulan ini, luas masing-masing area dihitung kembali sesuai bentuk ruangannya. Area yang bentuknya persegi panjang dihitung dengan mengalikan panjang dan lebar, sedangkan area seperti F dan beberapa bagian E menggunakan rumus bangun tidak beraturan agar hasilnya lebih mendekati kondisi di lapangan. Setelah luas area diperoleh, kapasitas penyimpanan dihitung dengan membandingkan luas tersebut dengan luas satu *roll*. Diameter satu *roll* yang digunakan adalah 1,5 meter (sudah termasuk

toleransi 30 cm untuk pergerakan *forklift*), sehingga luas lantai yang dibutuhkan satu *roll* yaitu 1,7 m². Karena *roll* dapat ditumpuk dua lapis, kapasitas akhirnya dihitung dengan rumus (8):

$$\text{Kapasitas } roll \text{ per Area} = \frac{\text{Luas Area}}{\text{Luas 1 Roll}} \times 2 \quad (8)$$

Sebagai contoh area A dengan Luas area 108 m² dengan Luas *roll* 1,7 m², maka perhitungan luas areanya adalah :

$$\text{Kapasitas area A} = \frac{108}{1,7} \times 2 = 127 \text{ roll}$$

Tabel 4. 8 Perhitungan Kapasitas *Roll Layout* Usulan 2

Area	Bentuk Area	Ukuran Area (m)				Luas Area (m ²)	Kapasitas Roll
		1	2	3	4		
A	Persegi Panjang	9	12	9	12	108	127
B	Persegi Panjang	13,5	4,5	13,5	4,5	60,75	71
C	Persegi Panjang	14	6	14	6	84	99
D1	Segi Enam Tak Beraturan	9	11,25	9	11,25	101,25	119
D2	Segi Empat Tak Beraturan	9	6,75	9	6,75	60,75	71
E1	Persegi Panjang	24	4,5	24	4,5	108	127
E2	Persegi Panjang	24	4,5	24	4,5	108	127
E3	Persegi Panjang	12	4,5	12	4,5	54	64
E4	Persegi Panjang	18	4,5	18	4,5	81	95
F1	Jajar Genjang	20	3	18,9	3	57,32	67
F2	Persegi Panjang	12	4,5	12	4,5	54	64
F3	Persegi Panjang	15	4,5	15	4,5	67,5	79
F4	Segitiga	27	24,2	8,8	-	105	123

Pada layout usulan ini, setiap area penyimpanan kembali dihitung kapasitasnya untuk memastikan apakah rancangan baru benar-benar mampu menampung kebutuhan *roll* kertas. Karena sistem penyimpanan di gudang tidak menggunakan rak maupun pallet, maka perhitungan hanya berfokus pada luas lantai yang bisa dipakai. Luas setiap area dihitung berdasarkan bentuk geometrinya, lalu dibandingkan dengan kebutuhan ruang satu *roll* yang bernilai 1,7 m² dan dapat ditumpuk dua lapis. Dengan cara ini dapat diketahui berapa

banyak *roll* yang dapat ditampung pada masing-masing area tanpa melebihi kapasitas ruang yang tersedia. Hasil perhitungan kapasitas ini menjadi acuan untuk menentukan penempatan kombinasi pada *layout* usulan. Rincian kapasitas setiap area ditampilkan pada **Tabel 4.7** dan **Tabel 4.8**.

4.4.8 Perhitungan Kebutuhan Luas Penyimpanan Setiap Kombinasi

Perhitungan kebutuhan luas penyimpanan dilakukan untuk mengetahui berapa besar area lantai yang dibutuhkan setiap kombinasi *roll* kertas sebelum ditempatkan ke dalam *layout* usulan. Setiap kombinasi terdiri dari beberapa variasi ukuran, misalnya BP-110 memiliki 9 variasi ukuran, sedangkan kombinasi lain memiliki jumlah variasi yang berbeda-beda. Banyaknya variasi ukuran ini digunakan sebagai dasar penentuan jumlah *roll*, karena setiap ukuran membutuhkan 6 *roll* untuk memenuhi ketentuan *safety stock*. Jumlah 6 *roll* diperoleh dari perhitungan kebutuhan minimal 15.000 kg per ukuran, dengan berat rata-rata satu *roll* sekitar 2.500 kg. Setelah total jumlah *roll* diketahui, kebutuhan luas dihitung berdasarkan jumlah *roll* yang setara dengan ruang lantai, dimana kapasitas dihitung per dua lapis penumpukan. Hasil perhitungan kebutuhan luas ini selanjutnya menjadi acuan dalam menempatkan kombinasi pada area penyimpanan yang sesuai pada *layout* usulan.

Setelah jumlah *roll* diperoleh, kebutuhan luas dihitung dengan membagi jumlah *roll* tersebut menjadi dua, karena penyimpanan di gudang memungkinkan *roll* ditumpuk hingga dua lapis. Nilai tersebut kemudian dikalikan dengan luas efektif satu *roll*, yaitu 1,7 m² (diameter efektif 1,5 m) kemudian dihitung menggunakan rumus (9):

$$\text{Kebutuhan Luas} = \frac{\text{Jumlah Roll}}{2} \times 1,7 \quad (9)$$

Sebagai contoh kombinasi BP-110 dengan 108 jumlah *roll*, maka perhitungan kebutuhan luasnya adalah :

$$\text{Kebutuhan Luas} = \frac{108}{2} \times 1,7 = 91,8 \text{ m}^2$$

Hasil perhitungan ini menunjukkan kebutuhan luas yang diperlukan untuk masing-masing kombinasi agar dapat disusun tanpa melampaui kapasitas area yang tersedia. Rincian hasil kebutuhan luas seluruh kombinasi ditampilkan pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4.9 Kebutuhan Luas Setiap Kombinasi

Kombinasi	Variasi Ukuran	Jumlah <i>Roll</i>	Kebutuhan Luas (m ²)
BP-110	9	54	45,9
BP 125	9	54	45,9
BP 135	8	48	40,8
BP-150	16	96	81,6
BP-200	16	96	81,6
MP-110	12	72	61,2
MP-125	15	90	76,5
MP-135	8	48	40,8
MP-150	16	96	81,6
WHITE KRAFT	25	50	42,5

Dari hasil perhitungan pada **Tabel 4.9** dapat dilihat bahwa setiap kombinasi memiliki kebutuhan luas yang berbeda-beda. Informasi ini nantinya menjadi dasar dalam menentukan penempatan kombinasi ke dalam area penyimpanan pada *layout* usulan.

4.4.9 Penempatan Kombinasi *Roll* pada Area Penyimpanan

Penempatan kombinasi *roll* pada area penyimpanan ditentukan dengan membandingkan kebutuhan luas masing-masing kombinasi dengan kapasitas setiap area pada kedua *layout* usulan. Setiap kombinasi yang sudah dihitung kebutuhan luasnya ditempatkan pada area yang kapasitas lantainya masih mencukupi, sehingga penyimpanan dapat dilakukan tanpa melampaui batas ruang yang tersedia. Proses penentuan ini juga mempertimbangkan pembagian kelas yang telah dibuat sebelumnya, sehingga kombinasi kelas A ditempatkan pada area yang lebih strategis, sedangkan kelas B dan C ditempatkan pada area dengan prioritas berikutnya. **Tabel 4.10** merangkum hasil penempatan tersebut, baik untuk usulan 1 maupun usulan 2, lengkap dengan informasi kecukupan luas pada setiap area. Kolom keterangan menunjukkan bahwa seluruh kombinasi dapat ditempatkan

dengan aman karena kebutuhan luasnya selalu lebih kecil daripada luas area yang disediakan, sehingga penempatan pada *layout* usulan dapat dianggap valid dan sesuai dengan kapasitas masing-masing area.

Tabel 4.10 Penempatan Kombinasi Per Area

Kombinasi	Kebutuhan Luas (m ²)	Kelas	Area Penempatan		Luas Area (m ²)		Keterangan
			Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2	
BP-150	81,6	A	A	A	108	108	Cukup
BP-125	45,9		B	B	60,75	60,75	Cukup
MP-125	76,5		D1	D1	108	101,25	Cukup
MP-150	81,6		E2	E2	108	108	Cukup
BP-200	81,6		E1	E1	108	108	Cukup
MP-110	61,2	B	E4	E4	81	81	Cukup
BP-110	45,9	C	E3	D2	60,75	60,75	Cukup
BP-135	40,8		D2	E3	54	54	Cukup
MP-135	40,8		F2	F2	54	54	Cukup
WHITE KRAFT	42,5		F1	F1	56,4	56,4	Cukup

4.4.10 Perhitungan *Distance Layout* Awal

Selanjutnya, **Tabel 4.11** menyajikan hasil perhitungan jarak *rectilinear* yang telah dikombinasikan dengan total frekuensi penggunaan *roll* selama periode tiga bulan. Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengalikan nilai jarak perpindahan setiap kombinasi *roll* (*rectilinear distance*) dengan jumlah penggunaan aktual masing-masing kombinasi pada proses produksi. Pendekatan ini memberikan gambaran yang lebih tepat mengenai beban perpindahan material, karena tidak hanya mempertimbangkan jarak fisik antar titik, tetapi juga seberapa sering kombinasi *roll* tersebut harus diambil dari area penyimpanan. Dengan demikian, nilai total jarak yang ditampilkan pada tabel tersebut dapat digunakan untuk menilai penggunaan *layout* awal secara lebih objektif, serta menjadi acuan penting dalam membandingkan kinerja layout usulan pada tahap berikutnya.

Tabel 4.11 Perhitungan *Distance Layout* Awal

No	Kombinasi	Area Penyimpanan	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		<i>Rectilinear</i>
			XI	YI	XI	YI	
1	BP-150	E	22,5	27	60,75	9	56,25
2	BP-125	D	57	27	60,75	9	21,75
3	MP125	E	22,5	27	60,75	9	56,25
4	MP-150	F	21,5	44,8	60,75	9	75,05
5	BP-200	B	79,5	14,5	60,75	9	24,25
6	MP-110	C	77,5	27,5	60,75	9	35,25
7	BP-110	A	79,5	3,5	60,75	9	13,25
8	BP-135	D	57	27	60,75	9	21,75
9	MP-135	F	21,5	44,8	60,75	9	75,05
10	WHITE KRAFT	F	21,5	44,8	60,75	9	75,05

Tabel 4.12 menyajikan hasil perhitungan jarak perpindahan pada layout awal antara titik koordinat area penyimpanan *roll* dan titik koordinat ruang produksi. Perhitungan dilakukan menggunakan rumus (1):

$$d[(x_i, y_i); (x_j, y_j)] = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (1)$$

di mana x_i, y_i merupakan koordinat kombinasi *roll* pada area penyimpanan dan x_j, y_j merupakan koordinat tujuan di ruang produksi. Nilai jarak diperoleh dengan mengambil selisih absolut pada sumbu X dan Y, kemudian menjumlahkan keduanya. Sebagai contoh, kombinasi BP-150 pada layout awal memiliki koordinat gudang (22,5 ; 27) dan koordinat ruang produksi (60,75 ; 9), sehingga jarak perpindahannya adalah $|22,5 - 60,75| + |27 - 9| = 38,25 + 18 = 56,25$ meter. Nilai inilah yang tercantum pada kolom *Rectilinear*. Seluruh kombinasi dihitung dengan cara yang sama untuk menggambarkan total jarak yang harus ditempuh pada kondisi layout awal. Informasi ini menjadi dasar perbandingan dengan *layout* usulan pada tahap berikutnya untuk menilai apakah rancangan yang baru benar-benar dapat mengurangi jarak perpindahan. Selanjutnya, **Tabel 4.12** menyajikan hasil perhitungan jarak *rectilinear* yang telah dikombinasikan dengan total frekuensi penggunaan *roll* selama periode tiga bulan. Perhitungan ini dilakukan dengan cara mengalikan nilai jarak perpindahan setiap kombinasi *roll* (*rectilinear distance*) dengan jumlah penggunaan aktual masing-masing kombinasi pada proses produksi.

Tabel 4.12 Total Jarak Setiap Kombinasi Pada *Layout* Awal

No	Kombinasi	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		<i>Rectilinear</i>	Frekuensi Penggunaan	Total Jarak (m)
		XI	YI	XI	YI			
1	BP-150	22,5	27	60,75	9	56,25	1945	109406,25
2	BP-125	57	27	60,75	9	21,75	1765	38388,75
3	MP125	22,5	27	60,75	9	56,25	1715	96468,75
4	MP-150	21,5	44,8	60,75	9	75,05	1623	121806,15
5	BP-200	79,5	14,5	60,75	9	24,25	1243	30142,75
6	MP-110	77,5	27,5	60,75	9	35,25	745	26261,25
7	BP-110	79,5	3,5	60,75	9	13,25	463	6134,75
8	BP-135	57	27	60,75	9	21,75	405	8808,75
9	MP-135	21,5	44,8	60,75	9	75,05	337	25291,85
10	WHITE KRAFT	21,5	44,8	60,75	9	75,05	320	24016
Total								486725,25

Berdasarkan **Tabel 4.12** dapat dilihat bahwa total jarak perpindahan *roll* kertas pada layout awal selama tiga bulan mencapai 486.725,25 meter. Nilai tersebut merupakan akumulasi jarak antara titik penyimpanan setiap kombinasi *roll* dengan ruang produksi, yang kemudian dikalikan dengan frekuensi penggunaan masing-masing kombinasi. Perbedaan jarak yang dihasilkan setiap kombinasi dipengaruhi oleh posisi relatif area penyimpanan dalam gudang serta seberapa sering *roll* tersebut digunakan dalam proses produksi. Kombinasi yang berada pada area yang lebih jauh dari akses menuju ruang produksi atau memiliki frekuensi penggunaan tinggi akan menghasilkan jarak perpindahan yang lebih besar, sedangkan kombinasi yang letaknya lebih dekat dan jarang digunakan cenderung menghasilkan jarak yang lebih kecil. Hasil ini memberikan gambaran rinci mengenai beban perpindahan material pada kondisi *layout* awal dan menjadi dasar pembanding dalam menilai efektivitas *layout* usulan.

4.4.11 Perhitungan *Distance Layout* Usulan

Perhitungan jarak perpindahan pada layout usulan dilakukan untuk menilai seberapa besar pengurangan jarak yang dapat dicapai setelah dilakukan perubahan penempatan kombinasi *roll*. Metode yang digunakan tetap sama dengan perhitungan pada layout awal, yaitu metode rectilinear, dengan rumus:

$$d[(x_i, y_i), (x_j, y_j)] = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (1)$$

Di mana (x_i, y_i) merupakan koordinat area penyimpanan *roll* pada *layout* usulan, sedangkan (x_j, y_j) merupakan koordinat ruang produksi. Sebagai contoh, kombinasi BSMS-150 dengan koordinat penyimpanan (76,5 , 13,5) dan koordinat tujuan (57,75 , 9), maka jarak *rectilinear* nya diperoleh dari penjumlahan selisih kedua sumbu tersebut. Nilai jarak dasar ini kemudian dikalikan dengan frekuensi penggunaan selama tiga bulan untuk memperoleh total jarak perpindahan. Perhitungan lengkap untuk layout usulan ke-1 ditampilkan pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4.13 Perhitungan Jarak Perpindahan *Layout* Usulan Ke-1

No	Kombinasi	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		<i>Rectilinear</i>
		XI	YI	XI	YI	
1	BP-150	76,5	13,5	57,75	9	23,25
2	BP-125	85,25	14,25	57,75	9	32,75
3	MP125	60	25,5	57,75	9	18,75
4	MP-150	33	23,25	57,75	9	39
5	BP-200	33	30,75	57,75	9	46,5
6	MP-110	9	23,25	57,75	9	63
7	BP-110	9	30,75	57,75	9	70,5
8	BP-135	51	25,5	57,75	9	23,25
9	MP-135	20	53,75	57,75	9	82,5
10	WHITE KRAFT	3	46	57,75	9	91,75

Tabel 4. 14 Total Jarak Setiap Kombinasi Layout Usulan Ke-1

No	Kombinasi	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		Rectilinear	Frekuensi Penggunaan	Total Jarak (m)
		XI	YI	XI	YI			
1	BP-150	76,5	13,5	57,75	9	23,25	1945	45221,25
2	BP-125	85,25	14,25	57,75	9	32,75	1765	57803,75
3	MP125	60	25,5	57,75	9	18,75	1715	32156,25
4	MP-150	33	23,25	57,75	9	39	1623	63297
5	BP-200	33	30,75	57,75	9	46,5	1243	57799,5
6	MP-110	9	23,25	57,75	9	63	745	46935
7	BP-110	9	30,75	57,75	9	70,5	463	32641,5
8	BP-135	51	25,5	57,75	9	23,25	405	9416,25
9	MP-135	20	53,75	57,75	9	82,5	337	27802,5
10	WHITE KRAFT	3	46	57,75	9	91,75	320	29360
Total								402433

Tabel 4.14 merupakan perhitungan total jarak perpindahan setelah jarak dasar pada usulan pertama dikalikan dengan frekuensi penggunaan masing-masing kombinasi selama periode tiga bulan. Data ini memberikan gambaran seberapa besar perubahan jarak perpindahan yang terjadi dibandingkan dengan *layout* awal, sekaligus menunjukkan efektivitas penempatan ulang kombinasi *roll* pada usulan pertama. Semakin rendah nilai total jarak pada tabel tersebut, semakin besar potensi efisiensi perpindahan material yang diperoleh.

Tabel 4. 15 Total Jarak Setiap Kombinasi Layout Usulan Ke-2

No	Kombinasi	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		Rectilinear
		XI	YI	XI	YI	
1	BP-150	77	6	57,75	9	16,25
2	BP-125	77	15,75	57,75	9	26
3	MP125	60	25,5	57,75	9	18,75
4	MP-150	33	23,25	57,75	9	39
5	BP-200	33	30,75	57,75	9	46,5
6	MP-110	9	23,25	57,75	9	63
7	BP-110	51,75	25,5	57,75	9	22,5
8	BP-135	9	30,75	57,75	9	70,5
9	MP-135	20	53,75	57,75	9	82,5
10	WHITE KRAFT	3	46	57,75	9	91,75

Perhitungan jarak *rectilinear* pada **Tabel 4.15** menunjukkan jarak perpindahan setiap kombinasi *roll* berdasarkan penempatan pada layout usulan kedua. Struktur penempatannya sedikit berbeda dari usulan pertama, terutama dalam pengelompokan kombinasi berfrekuensi tinggi dan sedang. Perbedaan konfigurasi ini menghasilkan variasi jarak perpindahan yang dapat diamati dari nilai-nilai pada tabel, sehingga memungkinkan perbandingan langsung antara efektivitas usulan pertama dan usulan kedua.

Tabel 4. 16 Total Jarak Setiap Kombinasi Layout Usulan Ke-2

No	Kombinasi	Ruang Bahan Baku		Ruang Produksi		<i>Rectilinear</i>	Frekuensi Penggunaan	Total Jarak (m)
		XI	YI	XI	YI			
1	BP-150	77	6	57,75	9	16,25	1945	31606,25
2	BP-125	77	15,75	57,75	9	26	1765	45890
3	MP125	60	25,5	57,75	9	18,75	1715	32156,25
4	MP-150	33	23,25	57,75	9	39	1623	63297
5	BP-200	33	30,75	57,75	9	46,5	1243	57799,5
6	MP-110	9	23,25	57,75	9	63	745	46935
7	BP-110	51,75	25,5	57,75	9	22,5	463	10417,5
8	BP-135	9	30,75	57,75	9	70,5	405	28552,5
9	MP-135	20	53,75	57,75	9	82,5	337	27802,5
10	WHITE KRAFT	3	46	57,75	9	91,75	320	29360
Total								373816,5

Rekapitulasi total jarak perpindahan pada **Tabel 4.16** menggambarkan hasil akhir dari perhitungan jarak layout usulan kedua. Total jarak diperoleh dari perkalian jarak *rectilinear* dengan frekuensi penggunaan selama tiga bulan, sehingga hasilnya mencerminkan beban perpindahan aktual yang harus dilakukan pada kondisi operasi nyata. Nilai total jarak pada usulan kedua ini kemudian dibandingkan dengan total jarak pada usulan pertama dan *layout* awal untuk menilai mana di antara ketiganya yang mampu memberikan pengurangan jarak perpindahan paling signifikan. Perbandingan tersebut menjadi dasar untuk menentukan rancangan tata letak yang paling efisien untuk diimplementasikan di gudang.

4.5 Analisa Data

Berdasarkan data dan perhitungan yang telah diperoleh sebelumnya, langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil tersebut untuk menentukan rancangan layout usulan yang paling efisien. Analisis dilakukan dengan melihat jarak perpindahan *layout* sebelum dan setelah perbaikan.

4.5.1 Perbandingan Jarak Perpindahan *Layout* Awal dan Usulan

Analisis ini membandingkan total jarak perpindahan antara *layout* awal gudang dengan *layout* usulan untuk melihat sejauh mana perubahan tata letak mampu mengurangi jarak tempuh dalam proses pengambilan dan pengiriman *roll* kertas. Perbandingan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan *rectilinear distance* yang sebelumnya telah dihitung untuk setiap kombinasi *roll*, baik pada *layout* awal maupun pada kedua alternatif *layout* usulan. Melalui analisis ini, dapat diketahui apakah penataan ulang area penyimpanan yang mempertimbangkan kapasitas ruang, kebutuhan penyimpanan setiap kombinasi, serta frekuensi penggunaan memberikan dampak nyata terhadap efisiensi perpindahan material. Evaluasi jarak ini menjadi dasar untuk menilai efektivitas rancangan *layout* baru dalam memperpendek alur perpindahan dan mengoptimalkan kinerja gudang. Ringkasan perbandingan total jarak antara *layout* awal dan *layout* usulan ditampilkan pada **Tabel 4.17** untuk memudahkan proses penilaian.

Tabel 4. 17 Perbandingan Jarak Layout Awal dan Layout Usulan

Rute	Jarak Perpindahan <i>Layout</i> Awal	Jarak Perpindahan <i>Layout</i> Usulan Ke-1	Jarak Perpindahan <i>Layout</i> Usulan Ke-2
Area Bahan Baku Ke Area Produksi	486725,25	402433	373816,5
%Penurunan		17,32	23,20

Berdasarkan data yang tersaji pada tabel, terlihat bahwa perubahan tata letak memberikan dampak yang cukup nyata terhadap penurunan jarak perpindahan material di dalam gudang. Pada *layout* awal, total jarak perpindahan mencapai 486.725,25 meter, angka yang menunjukkan panjangnya alur pergerakan *roll* dari area penyimpanan menuju titik pengiriman maupun area lain yang berkaitan dengan proses operasional. Setelah dilakukan perancangan ulang pada layout usulan ke-1, total jarak tersebut turun menjadi 402.433 meter, atau berkurang sekitar 17,32% dibandingkan kondisi awal. Penurunan ini

menunjukkan bahwa perbaikan penempatan area penyimpanan, khususnya untuk kombinasi dengan frekuensi penggunaan tinggi, sudah mulai memberikan efek yang cukup signifikan terhadap efisiensi aliran material.

Analisa tata letak kemudian dilanjutkan pada *layout* usulan ke-2 dengan penyesuaian yang lebih terarah pada penempatan area penyimpanan agar lebih dekat dengan akses perpindahan utama. Hasilnya, total jarak perpindahan kembali turun menjadi 373.816,5 meter, sehingga total pengurangan jarak dibandingkan *layout* awal mencapai 23,20%. Penurunan ini menunjukkan bahwa *layout* usulan ke-2 memberikan perbaikan yang lebih kuat dalam mempersingkat alur pergerakan *roll*. Perbaikan tersebut terutama dipengaruhi oleh reposisi area kombinasi kelas A yang ditempatkan pada lokasi strategis dan mudah dijangkau, sehingga proses pengambilan menjadi lebih cepat dan tidak lagi memerlukan lintasan yang panjang seperti pada *layout* awal.

Secara keseluruhan, penurunan jarak pada kedua *layout* usulan menunjukkan bahwa optimalisasi tata letak mampu memberikan manfaat langsung terhadap efisiensi operasional gudang. Selain mempersingkat waktu pemindahan *roll*, pengurangan jarak ini juga berdampak pada berkurangnya beban kerja operator *forklift*, menurunkan konsumsi bahan bakar alat angkut, serta meminimalkan potensi terjadinya kemacetan jalur perpindahan. Dengan desain yang lebih ringkas dan terstruktur, *layout* usulan khususnya alternatif ke-2 dapat menjadi dasar yang lebih efektif dan fleksibel untuk mendukung kebutuhan penyimpanan dan distribusi *roll* kertas ke depannya.

4.5.2 Evaluasi Pemanfaatan Area Transit dan Area Pendukung Baru pada *Layout* Usulan

Pada *layout* usulan terdapat beberapa area baru di dalam gudang yang sebelumnya tidak tersedia, seperti area transit (area F3 dan F4), area transit *loading-In* (area C), area *batroll*, area sobekan kertas, dan area *roll retur*. Penambahan area-area ini dilakukan karena pada *layout* awal banyak terjadi penumpukan *roll* yang tidak terkontrol, *roll* terselip di antara ukuran lain, serta *roll* rusak atau sisa produksi yang tidak memiliki tempat khusus. Kondisi tersebut sering menghambat *forklift* bergerak, membuat pencarian *roll* membutuhkan waktu lama, dan menyebabkan penataan gudang sulit dijaga tetap rapi.

Dari semua area tambahan tersebut, area transit dan area transit *loading-in* menjadi elemen yang paling penting karena mengatur alur masuknya *roll* sebelum disimpan di area penyimpanan utama. Pada kondisi awal, *roll* baru datang biasanya langsung diletakkan di tempat kosong sehingga sering menutup akses *roll* lain atau membuat area penyimpanan menjadi tidak urut. Dengan adanya area transit *loading-in*, operator *forklift* dapat menurunkan *roll* dari truk dengan cepat tanpa mengganggu area lain, kemudian memindahkannya secara bertahap ke area penyimpanan yang sesuai. Area transit umum juga sangat membantu untuk menampung *roll* yang kedatangannya tidak terjadwal atau *roll* yang sedang menunggu pengecekan bagian persiapan, sehingga *roll* tidak lagi terselip di antara *roll* reguler. Kapasitas area transit ditunjukkan pada **Tabel 18**

Tabel 4. 18 Rekapitulasi Luas dan Kapasitas Area Tambahan Layout Usulan

Area	Fungsi	Luas (m ²)		Kapasitas	
		Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2
C	<i>Loading In Roll</i>	84	84	49	49
F3	Menyimpan <i>roll</i> tidak reguler	67,5	67,5	40	40
F4	Menyimpan <i>roll</i> tidak reguler	105	105	62	62
<i>Roll Retur</i>	Menyimpan <i>roll</i> tidak sesuai spesifikasi	33,75	27	19	15
<i>Batroll</i>	Menyimpan sisa <i>roll</i> habis	20,25	18	-	-
Sobekan Kertas	Tempat meletakkan sobekan kertas atau <i>waste</i> gudang	13,5	13,5	-	-

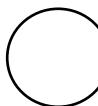
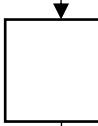
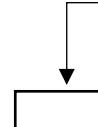
Area tambahan lain seperti area *batroll*, area sobekan kertas, dan area *roll retur* juga memberikan perubahan positif dalam pengelolaan gudang. *Batroll* yang sebelumnya sering diletakkan dekat pintu kini memiliki area sendiri sehingga tidak mengganggu jalur *forklift*. Sobekan kertas yang biasanya menumpuk di jalur pengambilan *roll* dapat ditampung di area khusus sebelum dibuang. *Roll retur* juga kini dipisahkan sehingga lebih mudah diidentifikasi dan tidak tertukar dengan *roll* normal. Secara keseluruhan, keberadaan seluruh area tambahan ini membuat tata letak gudang lebih tertib, mempercepat proses pencarian *roll*, dan mengurangi hambatan *forklift*, sehingga alur kerja di gudang menjadi lebih lancar dan mudah dikontrol.

Keberadaan area transit dan area transit *loading in* juga mendukung penerapan prinsip *First In First Out* (FIFO), di mana *roll* yang pertama kali diturunkan dari truk akan ditempatkan terlebih dahulu di area transit sebelum dipindahkan ke area penyimpanan utama sesuai urutan keduatangannya. Dengan alur ini, *roll* tidak langsung menyebar ke area lain sehingga urutan penggunaan material dapat lebih terkontrol.

4.5.3 Usulan *Standard Operating Procedure (SOP)* Prosedur *Roll* Masuk

Pada kondisi awal, *roll* yang turun dari truk sering ditempatkan di area kosong mana saja karena operator *forklift* imbal harus bekerja cepat mengikuti jadwal kedatangan truk. Kondisi ini menyebabkan penataan *roll* menjadi tidak teratur, *roll* sulit dicari, serta beberapa *roll* terselip di area lain sehingga memperlambat proses persiapan produksi. Selain itu, tidak adanya alur penerimaan yang jelas menyebabkan urutan kedatangan *roll* tidak dapat dikendalikan dengan baik, sehingga prinsip *First In First Out* (FIFO) belum dapat diterapkan secara konsisten. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancang usulan SOP penataan *roll* masuk dengan memanfaatkan area Transit dan Transit Loading-In sebagai titik kendali utama penerimaan bahan baku. Alur kegiatan dalam SOP ini ditampilkan pada **Tabel 4.19**.

Tabel 4. 19 Usulan *Standard Operating Procedure (SOP) Roll Masuk*

Logo Perusahaan		PROSEDUR KERJA		
		Prosedur Penerimaan Barang		Doc No : Revisiion :
		Effective Date : DD/MM/YYYY		Page :
No	Kegiatan	Pelaksana		Keterangan
		Operator <i>Forklift</i> Imbal	Checker	
1	Truk siap di area bongkar dan <i>checker</i> memeriksa kelengkapan dokumen			Data kedatangan valid Untuk menghindari salah input
2	Operator <i>forklift</i> imbal menurunkan <i>roll</i> dari truk ke area C			<i>Roll</i> rapi di area C Waktu menyesuaikan jumlah <i>roll</i>
3	<i>Checker</i> melakukan <i>scan barcode</i> dan menginput <i>roll</i> baru ke dalam sistem			Data <i>barcode</i> terekam <i>Barcode</i> rusak ditandai
4	<i>Checker</i> memastikan semua <i>roll</i> sudah sesuai dokumen dan melepas truk kembali			Jalur bongkar kosong Truk lanjut ke lokasi lain
5	Operator <i>forklift</i> imbal memindahkan semua <i>roll</i> dari area transit ke area penyimoaan masing - masing			<i>Roll</i> sementara di transit Mencegah penumpukan di area utama

Usulan SOP ini berfungsi sebagai panduan bagi operator *forklift* imbal dan checker dalam melaksanakan proses penerimaan *roll* secara lebih terstruktur, mulai dari kedatangan truk, pemeriksaan dokumen oleh *checker*, proses unloading *roll* ke Area Transit *Loading In*, hingga pemindahan *roll* ke area transit umum atau area penyimpanan akhir sesuai dengan klasifikasi material. Dengan pengendalian melalui satu titik masuk, *roll* yang baru diturunkan tidak langsung menyebar ke area penyimpanan utama, sehingga keteraturan penempatan dan urutan kedatangan *roll* dapat dijaga. Prosedur ini juga menekankan pentingnya pencatatan *barcode* sejak awal sebagai identitas *roll* untuk meminimalkan kesalahan pencatatan serta memudahkan pengendalian alur perpindahan material.

Penerapan SOP ini secara langsung mendukung prinsip FIFO, di mana *roll* yang lebih dahulu diterima akan ditempatkan dan dipindahkan terlebih dahulu sesuai urutan kedatangannya. Penempatan sementara di area transit memungkinkan *roll* disusun secara berurutan tanpa mengganggu akses *roll* lain, sehingga risiko *roll* terslip, tertukar, atau tertahan di area yang tidak semestinya dapat diminimalkan. Dengan demikian, proses pengambilan *roll* menjadi lebih teratur dan mudah dikendalikan oleh operator. Sementara untuk arah pergerakan *forklift* terdapat pada **Lampiran 2 dan 3**.

Selain mendukung penerapan FIFO, SOP ini juga berperan dalam menjaga kelancaran aktivitas *forklift* selama proses bongkar muat berlangsung. Tahapan verifikasi jalur bongkar dan pengaturan penempatan *roll* sementara di area transit mencegah terjadinya penumpukan yang dapat menghambat pergerakan *forklift*. Dengan alur kerja yang lebih jelas dan terstandardisasi, proses unloading dapat dilakukan secara lebih cepat, sementara area penyimpanan utama tetap terjaga keteraturannya. Secara keseluruhan, usulan SOP prosedur *roll* masuk ini mendukung implementasi layout usulan dengan menciptakan alur kerja yang lebih rapi, terkontrol, dan mudah dipahami oleh operator. SOP ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan efisiensi penerimaan bahan baku di gudang serta mendukung penerapan layout usulan secara maksimal.

4.6 Kesimpulan dan Saran

4.6.1 Kesimpulan

Berdasarkan permasalahan penataan bahan baku di PT ABC, seperti penyimpanan yang tidak teratur, *roll* yang sering terselip, serta proses loading-in yang belum tertata, dilakukan perancangan ulang tata letak gudang bahan baku. Perancangan ini meliputi penyusunan ulang area penyimpanan, penambahan area transit, serta pengelompokan area khusus untuk *batroll*, sobekan kertas, dan *roll* retur sehingga alur penyimpanan menjadi lebih jelas dan terstruktur. Hasil perhitungan jarak perpindahan menggunakan metode rectilinear menunjukkan adanya peningkatan efisiensi, dengan penurunan jarak sebesar 17,32% pada layout usulan pertama dan 23,20% pada layout usulan kedua. Hal ini menunjukkan bahwa layout usulan mampu mengurangi pergerakan *forklift* dan mendukung proses penyimpanan serta pengambilan bahan baku yang lebih efisien. Dengan dukungan SOP yang dirancang, layout usulan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas operasional gudang dan meminimalkan permasalahan penyimpanan bahan baku di masa mendatang.

4.6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut :

1. Menggunakan data penggunaan bahan baku dalam jangka waktu yang lebih panjang
2. Mengembangkan simulasi alur *forklift* menggunakan *software* simulasi

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T. T. (2022). Penerapan metode FIFO (first in first out) dalam pengendalian persediaan barang. *Jurnal Bisnis, Logistik dan Supply Chain*, 5(2), 67–75.
- Baker, P., & Canessa, M. (2009). Warehouse design: A structured approach. *European Journal of Operational Research*, 193(2), 425–436.
- Bartholdi, J. J., & Hackman, S. T. (2019). *Warehouse science*. Georgia Institute of Technology.
- De Koster, R., Le-Duc, T., & Roodbergen, K. J. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481–501.
- Drezner, Z., & Hamacher, H. W. (2002). *Facility location: Applications and theory*. Springer.
- Faber, N., de Koster, R., & Van de Velde, S. (2002). Linking warehouse complexity to warehouse planning and control structure. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 32(5), 381–395.
- Fajri, M. A., Rahman, A., & Hidayat, R. (2025). Perbaikan tata letak gudang untuk meningkatkan efisiensi material handling. *Jurnal Teknik Industri*, 26(1), 45–54.
- Frazelle, E. (2016). World-class warehousing and material handling. *Supply Chain Quarterly*.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2007). Research on warehouse operation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 1–21.
- Gu, J., Goetschalckx, M., & McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539–549.
- Habibillah, R., & Murnawan, H. (2025). Analisis perbaikan tata letak gudang berbasis class-based storage untuk meningkatkan efisiensi pengambilan material. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 14(1), 33–42.
- Karisma, R. A. (2022). Analisis tata letak fasilitas untuk peningkatan efisiensi aliran material. *Jurnal Teknik Industri*, 23(2), 101–110.
- Mukti, A. D., & Saripudin, A. (2025). Efektivitas sistem FIFO dalam meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produk di PT ABC. *Jurnal Sosial dan Sains*, 15(1), 55–63.
- Petersen, C. G., & Aase, G. R. (2004). A comparison of picking, storage, and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11–19.
- Pratama, M. N., Gozali, L., Daywin, F. J., & Vioren, V. (2022). Raw material warehouse layout design using class-based storage method with ProModel and FlexSim. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*.
- Prathama, A. D. (2024). Perbaikan tata letak gudang menggunakan metode dedicated storage dan class-based storage untuk meminimalkan jarak perpindahan material. *Jurnal Teknik Industri*, 25(1), 55–64.
- Ramadhani, G., & Andesta, M. A. (2024). Proposed layout improvement using ABC analysis and class-based storage. *Jurnal Teknik Industri*, 25(1), 1–10.

- Rouwenhorst, B., Reuter, B., Stockrahm, V., Van Houtum, G. J., Mantel, R. J., & Zijm, W. H. M. (2000). Warehouse design and control: Framework and literature review. *European Journal of Operational Research*, 122(3), 515–533.
- Supriyadi, S., & Cahyana, C. (2024). Revolutionizing warehouse efficiency with shared and class-based storage. *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, 9(1), 33–42.
- Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A., & Tanchoco, J. M. A. (2010). *Facilities planning* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Wardana, R. S., Putra, A. R., & Lestari, D. P. (2024). Penerapan class-based storage untuk peningkatan efisiensi ruang dan akses material gudang. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri*, 8(2), 77–86.