

**EFISIENSI TATA LETAK GUDANG PENYIMPANAN MATERIAL
MENGUNAKAN METODE *CLASS BASED STORAGE***

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1

Program Studi Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri

Universitas Islam Indonesia



Nama : Nicky Amanda Putri

No. Mahasiswa : 21522248

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PROGRAM SARJANA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

YOGYAKARTA

2025

PERNYATAAN KEASLIAN

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mengakui bahwa tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali kutipan dan ringkasan yang seluruhnya sudah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

Yogyakarta, 04 Mei 2025



Nicky Amanda Putri

21522248

SURAT BUKTI PENELITIAN



SURAT KETERANGAN

Nomor : 043/SINARSEMESTA/V/2025

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadli Sofyan
NIK : 070040381
Alamat : Jl. Raya Solo – Yogya KM.26 Klepu Ceper Klaten
Jabatan : SDM

Menerangkan dengan sesungguhnya bahwa:

Nama : Nicky Amanda Putri
NIM : 21522248
Program Studi : Teknik Industri – S1
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Indonesia

Bahwa yang bersangkutan Telah Selesai melaksanakan penelitian dan pengambilan data dalam rangka Tugas Akhir

Dengan Judul " **EFISIENSI TATA LETAK GUDANG PENYIMPANAN MATERIAL MENGGUNAKAN METODE CLASS – BASED STORAGE** " dengan jangka waktu mulai Tanggal 1 Februari 2025 s/d 1 Maret 2025 dengan Baik.

Demikian Surat Keterangan Tugas Akhir ini di buat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Klaten, 6 Mei 2025
PT. SINAR SEMESTA



MUHAMMAD FADLI SOFYAN
SDM

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING
EFISIENSI TATA LETAK GUDANG PENYIMPANAN MATERIAL
MENGUNAKAN METODE *CLASS BASED STORAGE*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nicky Amanda Putri
No. Mahasiswa : 21522248

Yogyakarta, 04 Mei 2025

Dosen Pembimbing



(Dr. Qurtubi S.T., M.T.)

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI
EFISIENSI TATA LETAK GUDANG PENYIMPANAN MATERIAL
MENGUNAKAN METODE *CLASS BASED STORAGE*

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Nicky Amanda Putri

No. Mahasiswa : 21522248

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 25 - Mei – 2025

Tim Penguji

Dr. Qurtubi S.T., M.T

Ketua

Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc.

Anggota I

Dr. Harwati, S.T., M.T.

Anggota II

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM.

015220101

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim

Alhamdulillahirabbilamin, Dengan penuh rasa syukur dan bahagia, tugas akhir ini saya persembahkan kepada kedua orang tua tercinta yang selalu menjadi sumber semangat, doa, dan kasih sayang tanpa henti. Terima kasih atas segala nasihat, kasih sayang, dan pengorbanan yang tidak akan pernah bisa saya balas sepenuhnya. Saudara-saudara saya yang selalu mendukung, ikut merasa bangga, dan menjadi tempat berbagi suka duka. Teman-teman seperjuangan yang hadir pada setiap proses penulisan tugas akhir ini. Dosen pembimbing dan seluruh dosen pengajar atas ilmu, bimbingan, dan kesabaran yang telah diberikan selama ini. Dan terakhir, untuk diri saya sendiri terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Perjalanan memang belum selesai, tetapi saya bangga sudah bisa sampai di titik ini.

MOTTO

“Jika kamu berbuat baik kepada orang lain (berarti) kamu berbuat baik pada dirimu sendiri”
(Q.S Al-Isra: 7)

“Ketahuilah bahwa kemenangan bersama kesabaran, kelapangan bersama kesempitan, dan bersama kesulitan itu ada kemudahan”
(HR. Tirmidzi)

“If you never bleed, you’re never gonna grow. So long, uni”
(Taylor Swift)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala Rahmat, karunia, dan bimbingan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Efisiensi Tata Letak Gudang Penyimpanan Material Menggunakan Metode *Class-Based Storage*”** ini dengan baik. Shalawat serta salam tidak lupa pula penulis hadiahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menuntun pengikutnya dari jalan yang gelap menuju jalan yang terang-benderang hingga saat ini.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., IPU., ASEAN.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. Muhammad Ridwan Andi Purnomo, S.T., M.Sc., Ph.D., IPM selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Program Sarjana, Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Dr. Qurtubi S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, masukan-masukan, semangat serta tenaga kepada penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir
4. PT. Sinar Semesta yang telah memberikan kesempatan berharga bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian Tugas Akhir di perusahaan ini.
5. Bapak Muhammad Fadli Sofyan selaku pembimbing lapangan yang telah memberi arahan dan bimbingan serta telah meluangkan waktunya untuk konsultasi dan pengambilan data pada saat melakukan penelitian.
6. Kedua orang tua penulis yang sangat dicintai dan disayangi atas segala doa, kasih sayang, usaha, dukungan, dan semangat tiada henti selama melaksanakan perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
7. Ahmad Raihan Maulana A. yang telah menemani penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini hingga selesai serta selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
8. Antrasena Terretriya Priyanda dan El-Hafizh Abdillah.S selaku *partner* penelitian yang selalu sabar dalam memberikan semangat, dukungan, dan menemani dalam proses penyusunan laporan Tugas Akhir dari awal hingga akhir.
9. Semua pihak yang turut membantu dalam penulisan laporan ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu selama pengerjaan Tugas Akhir.

Yogyakarta, 04 Mei 2025



Nicky Amanda Putri
21522248

ABSTRAK

Sebuah perusahaan pengecoran logam yang memproduksi komponen untuk kereta api, pertambangan, dan alat berat. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah penyimpanan pada gudang masih belum optimal karena masih acak dan tidak teratur. Material tidak disimpan berdasarkan acuan tertentu seperti jenis, ukuran, atau kondisi. Akibatnya para pekerja kesulitan mencari material dan tingginya tingkat perpindahan material. Tujuan penelitian ini adalah melakukan pembaruan tata letak gudang yang lebih efektif dan efisien. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *class-based storage*. Metode *class-based storage* dapat mengelompokkan material ke dalam satu kriteria yang sama kemudian dikelompokkan menjadi tiga kelas A, B, dan C. Berdasarkan metode *class-based storage* terdapat 33 material yang masuk pada kelas A atau *fast moving*, 17 material yang masuk pada kelas B atau *slow moving*, dan 7 material yang masuk pada kelas C atau *non-moving*. Sedangkan hasil analisis *layout* usulan diperoleh bahwa total seluruh jarak pergerakan material yang sebelumnya 6.748,79 m berkurang menjadi 5.925,36 m. Dengan penerapan metode *class-based storage* diperoleh *layout* gudang material yang dikelompokkan berdasarkan kelasnya sehingga penyimpanan barang menjadi lebih teratur. Selain itu, juga dapat mengurangi jarak pergerakan material dan meningkatkan efisiensi sebesar 12%.

Kata Kunci: *Class-based storage*, tata letak gudang, efisiensi

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN	ii
SURAT BUKTI PENELITIAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATA PENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Literatur	6
2.2 Landasan Teori	17
2.2.1 Tata Letak Fasilitas	17
2.2.2 Gudang atau Warehouse	18
2.2.3 Metode Penyimpanan Material	20
2.2.4 Metode Class-Based Storage	21
2.2.5 Analisis FSN	22
2.2.6 Material Handling	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Objek Penelitian	24
3.2 Jenis Data	24
3.3 Metode Pengumpulan Data	24
3.4 Alur Penelitian	25
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	28
4.1 Pengumpulan Data	28
4.1.1 Profil Perusahaan	28
4.1.2 Layout Gudang Awalan	30
4.1.3 Data Keluar dan Masuk Material	31
4.2 Pengolahan Data	35
4.2.1 Menghitung Rata-Rata Data Keluar dan Masuk Material	35
4.2.2 Menghitung Jarak Material Terhadap Pintu In/Out	37
4.2.3 Menghitung Throughput	39
4.2.4 Menghitung Total Jarak Pegerakan Material	41
4.2.5 Menghitung Lebar Gang	43

4.2.6	Menentukan Klasifikasi Kelas Material	44
4.2.7	Membuat Layout Usulan	47
4.2.8	Menghitung Jarak Material Terhadap Pintu In/Out pada Layout Usulan	48
4.2.9	Menghitung Total Pergerakan Material Layout Usulan	49
BAB V PEMBAHASAN		52
5.1	Analisis Kondisi <i>Layout</i> Awalan	52
5.2	Analisis Data Keluar dan Masuk Material	52
5.3	Analisis Jarak Terhadap Pintu <i>In/Out</i> , <i>Throughput</i> , dan Pergerakan Material	53
5.4	Analisis Klasifikasi Kelas Material	53
5.5	Analisis <i>Layout</i> Usulan	54
5.6	Analisis Jarak Terhadap Pintu <i>In/Out</i> , <i>Throughput</i> , dan Pergerakan Material Pada <i>Layout</i> Usulan	55
5.7	Analisis Perbandingan <i>Layout</i> Awalan dan <i>Layout</i> Usulan	55
BAB VI PENUTUP		56
6.1	Kesimpulan	56
6.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		A-1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengelompokan Referensi.....	7
Tabel 2.2 Kajian Literatur	9
Tabel 4.1 Data Keluar dan Masuk Material Bulan Oktober 2024	31
Tabel 4.2 Data Keluar dan Masuk Material Bulan November 2024.....	32
Tabel 4.3 Data Keluar dan Masuk Material Bulan Desember 2024	34
Tabel 4.4 Data Rata-Rata Keluar dan Masuk Material	36
Tabel 4.5 Jarak Total Material Terhadap Pintu.....	37
Tabel 4.6 Jumlah Throughput	39
Tabel 4.7 Total Jarak Pergerakan Material	41
Tabel 4.8 Klasifikasi Kelas Material.....	44
Tabel 4.9 Jarak Total Terhadap Pintu In/Out Layout Usulan	48
Tabel 4.10 Total Pergerakan Material Layout Usulan	49
Tabel 5.1 Rekapitulasi Klasifikasi Material	54
Tabel 5.2 Perbandingan Jarak Layout Awalan dan Layout Usulan	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	25
Gambar 4.1 Layout Gudang Awalan.....	30
Gambar 4.2 Layout Usulan	47

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gudang merupakan tempat untuk menerima, menyimpan, dan mendistribusikan produk. Pergudangan mempunyai peranan yang sangat penting dalam rantai pasok yang berfungsi menyimpan bahan baku hingga material jadi yang nantinya akan didistribusikan (Awwali & Widjajati, 2024). Dalam sistem operasional gudang, tata letak penyimpanan memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi. Akan tetapi, banyak perusahaan masih mengalami permasalahan dalam pengelolaan tata letak gudang, seperti penyimpanan bahan baku yang tidak memiliki aturan tetap (Gozali et al., 2020), penempatan material yang acak (Adisurya et al., 2021) (M. N. Pratama et al., 2023) ,serta sulitnya menemukan material yang akan diambil (Ariyanti & Paramaputra, 2023) (Arif & Andesta, 2024). Permasalahan ini menyebabkan peningkatan jarak tempuh pergerakan material, waktu pemindahan yang lebih lama, dan biaya operasional yang lebih tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perancangan tata letak gudang dengan metode yang lebih optimal untuk meningkatkan efisiensi.

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam optimalisasi tata letak gudang yaitu metode *class-based storage*, dimana metode ini dapat mengelompokkan material berdasarkan kelas tertentu, seperti kelas A, B, dan C, sesuai dengan frekuensi pergerakannya. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa metode ini mampu mengurangi jarak perpindahan material dan meningkatkan efisiensi kerja. Seperti penelitian yang dilakukan oleh (Arif & Andesta, 2024), (Muhammad et al., 2023), dan (M. M. Pratama & Dahda, 2024) menunjukkan bahwa penerapan metode *class-based storage* dapat mengurangi jarak tempuh hingga lebih dari 40%, sementara penelitian lainnya menemukan bahwa metode *class-based storage* juga efektif dalam mengurangi kebutuhan ruang penyimpanan hingga 23,98% (Gozali et al., 2020). Selain itu, metode *class-based storage* juga terbukti lebih efisien disbanding metode penyimpanan acak, terutama dalam mengurangi kesalahan pengambilan material (M. M. Pratama & Dahda, 2024) (Laila Fitri et al., 2023).

Dalam beberapa penelitian, metode *class-based storage* dapat dikombinasikan dengan teknik atau model lain untuk meningkatkan efisiensi gudang. Contohnya, metode *class-based storage* dengan simulasi menggunakan *software* seperti *promodel* dan *flexsim* dapat meningkatkan efisiensi serta biaya *material handling* hingga 29,08% (M. N. Pratama et al., 2023). Selain itu, pada penelitian (Ariyanti & Paramaputra, 2023) mengkombinasikan metode *class-based storage* dan integer linear programming untuk mengurangi waktu lembur karyawan. Penerapan metode *class-based storage* juga dapat diterapkan dalam strategi perutean, seperti penelitian (Zhou et al., 2022) membahas bagaimana strategi perutean berbasis *class-based storage* dalam tata letak gudang tulang ikan dapat mengoptimalkan efisiensi pengambilan material. Sementara itu, (Weerasinghe et al., 2023) mengembangkan sistem berbasis *puzzle* yang memungkinkan rak penyimpanan bergerak secara otomatis untuk mempercepat pengambilan material. *Class-based storage* juga dapat meningkatkan *throughput* pada gudang dan mengurangi waktu pengambilan pesanan (McInerney & Yadavalli, 2022).

Dengan berbagai keunggulan yang ditawarkan, metode *class-based storage* dapat menjadi solusi yang relevan untuk mengatasi tantangan dalam pengelolaan gudang di berbagai sektor industri. Penelitian sistematis oleh (Iftitah et al., 2023) juga menggaris bawahi pentingnya penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode ini, seperti pengembangan model desain tata letak penyimpanan, pengembangan jenis penyimpanan dan rute pengambilan pesanan, investigasi dampak skenario desain, penambahan faktor pengaruh, uji coba dengan metodologi berbeda, penambahan teknologi ke area penyimpanan, dan pertimbangan aspek ekonomi.

PT. Sinar Semesta adalah perusahaan pengecoran logam yang didirikan pada 2002 di Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Dengan kapasitas *foundry* 1.500 ton/tahun, Perusahaan memproduksi komponen untuk kereta api, pabrik gula dan sawit, industri semen, pertambangan, alat berat, minyak dan gas, serta galangan kapal dan pelabuhan. Dalam sistem produksinya, PT. Sinar Semesta menerapkan sistem *make to order*, dimana proses produksi dilakukan berdasarkan pesanan pelanggan. Dengan menerapkan sistem ini mengharuskan perusahaan memiliki fleksibilitas operasional yang tinggi, termasuk dalam pengelolaan gudang sebagai tempat penyimpanan material dan produk sementara. Akan tetapi, dalam operasionalnya pergudangan PT. Sinar Semesta masih belum optimal dimana penyimpanan

material pada gudang masih belum teratur sehingga material yang disimpan tidak tertata rapi. Hal ini menyebabkan pekerja kesulitan mencari material dan tingginya tingkat perpindahan material.

Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka diperlukan sebuah pembaruan tata letak gudang dengan menerapkan metode *class-based storage*. Metode *class-based storage* dapat mengelompokkan material kedalam satu kriteria yang sama kemudian dikelompokkan menjadi tiga kelas A, B, dan C (Yevita Nursyanti et al., 2024). Metode *class-based storage* memiliki keunggulan seperti mempermudah pencarian material yang diinginkan, mempermudah aktivitas operator dalam kegiatan pemasukan dan pengeluaran material, serta mengurangi jarak penyimpanan (Setyawan & Fauzi, 2020). Hal tersebut sejalan dengan kondisi gudang PT. Sinar Semesta serta dapat melengkapi penelitian sebelumnya dari (Iftitah et al., 2023) terkait pengembangan model desain tata letak pada gudang dalam meningkatkan efisiensi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka didapat rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu bagaimana efisiensi tata letak gudang penyimpanan material pada PT. Sinar Semesta menggunakan metode *class-based storage*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yaitu untuk mengetahui efisiensi tata letak gudang penyimpanan material pada PT. Sinar Semesta menggunakan metode *class-based storage*?

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada penelitian ini yaitu:

1. Dapat memberikan solusi untuk menyelesaikan permasalahan yang terjadi di pergudangan PT. Sinar Semesta.
2. Dapat dijadikan alternatif untuk memperbaiki strategi agar dapat meningkatkan efisiensi pada gudang PT. Sinar Semesta.

3. Dapat dijadikan dasar penelitian selanjutnya untuk mengoptimalkan fungsi gudang PT. Sinar Semesta yang memiliki fungsi cukup penting.

1.5 Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat batasan agar dalam pelaksanaannya dapat berfokus pada masalah yang akan diselesaikan. Batasan pada penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada gudang PT. Sinar Semesta dan berfokus pada usulan sistem penyimpanan materialnya dan usulan sistem penyimpanan tidak diaplikasikan secara langsung.
2. Analisis permasalahan pada penelitian ini bersifat kualitatif berdasarkan observasi dan wawancara di lapangan.
3. Penelitian hanya berfokus pada tata letak fasilitas gudang, jarak material *handling*, aktivitas penerimaan, dan pengeluaran material dari gudang.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan laporan dalam penelitian ini dibagi menjadi beberapa bab dan setiap bab memiliki sub bab pembahasan sehingga pembaca dapat dengan mudah dalam membaca hasil dari penelitian.

BAB I : PENDAHULUAN

Bab pertama yaitu Pendahuluan dalam bab ini memuat beberapa sub bab yaitu latar belakang dilakukannya penelitian ini, rumusan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Bab kedua yaitu Tinjauan Pustaka dalam bab ini memuat sub bab kajian literatur dan kajian teori yang dapat membuktikan bahwa topik TA yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria yang telah ditentukan.

Kajian literatur memuat informasi-informasi dari penelitian sejenis yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya terkait metode *Class-based Storage*. Pada kajian literatur bersumber dari beberapa jurnal ilmiah baik internasional maupun nasional.

Kajian teori memuat tentang landasan teori yang digunakan pada penelitian ini. Teori yang digunakan antara lain yaitu tata letak fasilitas, gudang, metode penyimpanan pada gudang, dan metode *class-based storage*.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab ketiga yaitu Metode Penelitian dalam bab ini memuat sub bab objek penelitian, jenis data, metode pengumpulan data, dan alur penelitian. Objek penelitian menjelaskan terkait dimana tempat penelitian dilakukan, jenis data pada penelitian ini yaitu berupa data primer dan data sekunder, metode pengumpulan data menggunakan metode wawancara, observasi, dan studi pustaka, dan alur penelitian berisikan langkah-langkah penelitian.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab keempat yaitu Pengumpulan dan Pengolahan Data yang menguraikan proses pengumpulan data dan pengolahan data dengan metode tertentu yang diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan yang ada.

BAB V : PEMBAHASAN

Bab kelima yaitu Pembahasan yang menguraikan dari pengolahan data terkait permasalahan yang ada kemudian melakukan analisa data untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB VI : PENUTUP

Bab terakhir yaitu Penutup yang memuat kesimpulan dan saran. Kesimpulan berisikan tentang pernyataan singkat yang menjelaskan hasil dari penelitian yang telah dilakukan. Pada kesimpulan menjawab rumusan permasalahan yang ada pada penelitian ini. Sementara itu, saran berisikan beberapa rekomendasi terkait perbaikan sistem dan pengembangan penelitian selanjutnya yang sejenis dan relevan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan sebuah penjelasan rinci yang mengulas berbagai literatur yang berkaitan dengan bidang atau topik tertentu sehingga memberikan landasan yang kuat untuk mendukung pemahaman dan analisis lebih lanjut (Dito & Pujiastuti, 2021). Kajian literatur biasanya memuat *state of art* yang merujuk pada ringkasan dan analisis terkini mengenai perkembangan suatu bidang ilmu. Selain itu, *state of art* mencakup konsep, teori, metode, dan temuan terbaru yang dapat dijadikan acuan pada penelitian dengan bidang yang sama.

Penelitian dalam jurnal-jurnal yang dianalisis berfokus pada gudang bahan baku dan Material jadi seperti yang dilakukan Gozali et al. (2020); Adisurya et al. (2021); Laila Fitri et al. (2023); M. N. Pratama et al. (2023); Muharni et al. (2020). Selain itu, terdapat penelitian yang meneliti gudang khusus, seperti gudang sampel, baja, dan lain-lain yang dikaji oleh Arif & Andesta (2024); M. M. Pratama & Dahda (2024); Rahmawaty (2024). Sementara itu, beberapa penelitian lainnya berfokus pada gudang dengan sistem otomatis, seperti gudang yang menggunakan algoritma dinamis dan SBS/RS, yang diteliti oleh Eder (2020) dan McInerney & Yadavalli (2022).

Dari segi metode, mayoritas penelitian menggunakan metode *class-based storage*, akan tetapi terdapat beberapa penelitian yang membandingkan antara metode *class-based storage* dengan *dedicated storage* seperti yang dilakukan Arif & Andesta (2024) dan M. M. Pratama & Dahda (2024). Selain itu, terdapat juga beberapa penelitian yang menggunakan simulasi dengan bantuan *software* seperti promodel dan *flexsim* seperti yang dilakukan Adisurya et al. (2021); Laila Fitri et al. (2023); dan M. N. Pratama et al. (2023) serta dengan bantuan algoritma sebagaimana dilakukan oleh Muharni et al. (2020); Zhou et al. (2022); Eder (2020); dan McInerney & Yadavalli (2022). Sementara itu, pendekatan berbasis *Systemtic Literature Review* (SLR) digunakan oleh Iftitah et al. (2023).

Dari segi temuan utama, hampir semua penelitian membahas terkait efisiensi tata letak dan pengurangan jarak tempuh. Selain itu, terdapat beberapa penelitian yang membahas perbandingan antara metode *class-based storage* dengan metode *dedicated storage* seperti penelitian oleh Arif & Andesta (2024); M. M. Pratama & Dahda (2024). Terdapat penelitian

yang dilakukan oleh Iftitah et al. (2023); Zhou et al. (2022) yang memberikan wawasan mengenai perkembangan dan *trend* penelitian dalam optimasi gudang menggunakan *class-based storage*.

Dari 15 referensi jurnal tersebut, kemudian dilakukan pengelompokan berdasarkan objek, metode dan hasil temuannya yang disajikan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Pengelompokan Referensi

	<i>Opportunity</i>	<i>Reference</i>
Objek	Gudang Material Baku dan Material Jadi	Gozali et al. (2020); Adisurya et al. (2021); Adisurya et al. (2021); Laila Fitri et al. (2023); M. N. Pratama et al. (2023); Muharni et al. (2020)
	Gudang Dengan Sistem Otomatis	Eder (2020); McInerney & Yadavalli (2022)
	Gudang Khusus (Sampel, Baja, dll)	Arif & Andesta (2024); M. M. Pratama & Dahda (2024); Rahmawaty (2024)
Metode	<i>Class-based Storage</i>	Semua Penelitian
	<i>Class-based Storage dan Dedicated Storage</i>	Arif & Andesta (2024); M. M. Pratama & Dahda (2024)
	<i>Class-based Storage</i> dan alat bantu seperti algoritma dan simulasi	Adisurya et al. (2021); Laila Fitri et al. (2023); M. N. Pratama et al. (2023); Muharni et al. (2020); Zhou et al. (2022); Eder (2020); McInerney & Yadavalli (2022)
Temuan Utama	Efisiensi Tata Letak dan Jarak Tempuh	Gozali et al. (2020); Ariyanti & Paramaputra (2023); Adisurya et al. (2021); Muhammad et al. (2023); (Weerasinghe et al. 2023); Eder (2020); McInerney & Yadavalli (2022); Laila Fitri et al. (2023); Desiawan et al. (2024); M. N. Pratama et al. (2023); Rahmawaty (2024); Muharni et al. (2020)

Perbandingan *Class-* Arif & Andesta (2024); M. M. Pratama &
based Storage vs Dahda (2024)
Dedicated Storage
Literatur dan Model Ifitah et al. (2023); Zhou et al. (2022)
Analitik

Tabel 2.2 menyajikan ringkasan referensi jurnal yang berupa judul, penulis, objek, metode, hasil penelitian, dan kelebihan penelitian.

Tabel 2.2 Kajian Literatur

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Suggestion of Raw Material Warehouse Layout Improvement Using Class-Based Storage Method (case study of PT. XYZ)</i>	Gozali et al. (2020)	Gudang raw material industri periklanan dan signage	<i>Class-based storage</i>	Dengan perbaikan tata letak dapat mengurangi kebutuhan ruang sebesar 23.98% menjadi 16.12% serta jarak pergerakan bahan baku menurun dari 755,211 m menjadi 522,587 m.	Terdapat perbandingan untuk menentukan solusi terbaik antara <i>layout</i> usulan 1 dan <i>layout</i> usulan 2 terkait persentase penurunan kebutuhan ruang dan jarak pergerakan bahan baku.
<i>Optimizing Sample Warehouse Layout At PT BIJ: Comparative Study Of Dedicated And Class-Based Storage</i>	Arif & Andesta (2024)	Gudang sample industri layanan laboratorium	<i>Class-based storage, Dedicated Storage</i>	Jarak tempuh awal adalah 262,98 meter, sedangkan jarak tempuh dengan usulan metode <i>dedicated</i> adalah 163,19 meter dan jarak tempuh dengan metode <i>class based storage</i> 149,95 meter, sehingga perbedaan persentase sebesar 42,89%.	Terdapat perbandingan usulan <i>layout</i> dengan metode <i>dedicated storage</i> dan <i>class based storage</i> terkait total jarak perpindahan.

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Designing Steel Warehouse Layouts: A Comparative Study of Dedicated Storage and Class-Based Storage Methods at PT. BSB</i>	M. M. Pratama & Dahda (2024)	Gudang raw material manufaktur fabrikasi baja	<i>Class-based Storage, Dedicated Storage</i>	Jarak yang ditempuh dengan menggunakan metode <i>dedicated storage</i> sebesar 7790.85 m dan waktu penanganan material 15581.7 menit, sedangkan jarak yang ditempuh dengan metode <i>class-based storage</i> sebesar 8382.05 m dan waktu penanganan material 16764.1 menit	Terdapat perbandingan usulan dengan metode <i>dedicated storage</i> dan <i>class-based storage</i> .
<i>Reduce Overtime of Distribution Centre by Re-Layout and Employee Shift Scheduling Use Class Based Storage and Integer Linear Programming</i>	Ariyanti & Paramaputra (2023)	Gudang pada pusat distribusi minimarket	<i>Class-based storage</i>	Setelah menerapkan metode <i>class-based storage</i> dengan teknik klasifikasi ABC berdasarkan persentase <i>throughput</i> dapat diketahui bahwa terjadi penurunan jarak tempuh sebesar 17%.	
<i>The layout of Raw Material Warehouse in PT. Boga Dimsum</i>	Adisurya et al. (2021)	Gudang raw material pada industri	<i>Class-based storage</i>	Dapat diketahui bahwa tata letak gudang yang baru dapat meningkatkan efisiensi jarak perpindahan bahan baku	Terdapat alat pembantu yaitu dengan simulasi promodel yang dapat

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Indonesia Using Class-Based Storage Method and Promodel Simulation</i>		<i>food and baverage</i>		sebesar 35.29% atau 1230.96 m lebih pendek dari jarak awal. Biaya penanganan material berkurang 33.87% atau \$243.37 lebih murah daripada biaya penanganan material awal. Sementara itu, simulasi promodel memvalidasi dan memverifikasi bahwa tata letak alternatif baru dapat mengurangi waktu perpindahan hingga 14% atau 38658 detik lebih cepat dari waktu awal.	digunakan untuk membandingkan alternatif terbaik.
<i>Warehouse Layout Design with Class-Based Storage Approach to Minimize Material Transfer Distance</i>	Muhammad et al. (2023)	Gudang <i>finish good</i> pada industri tekstil	<i>Class-based storage</i>	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan tata letak gudang usulan, jarak perpindahan material dapat diminimalkan sehingga lebih optimal.	
<i>Stochastic Models of Routing Strategies</i>	Zhou et al. (2022)	Gudang tulang ikan	<i>Class-based storage</i>	Hasil simulasi menunjukkan bahwa strategi pengembalian lebih unggul	Terdapat hasil simulasi dan verifikasi yang dapat

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Under the Class-Based Storage Policy in Fishbone Layout Warehouses</i>				dalam mengurangi jarak berjalan dibandingkan strategi bentuk-S, terutama jika parameter tata letak dan pola pengambilan Material dioptimalkan.	memberikan hasil yang dapat dipercaya dalam pengambilan Keputusan.
<i>Optimal Class-Based Storage System With Diagonal Movements</i>	Weerasinghe et al. (2023)	Gudang pada industri <i>e-commerce</i>	<i>Class-based Storage</i>	Ditemukan bahwa sistem berbasis dua kelas (<i>two class-based</i>) bisa mempercepat waktu pengambilan hingga 10%-50% dibandingkan penyimpanan acak, tergantung pada konfigurasi sistem.	
<i>Analytical Model to Estimate the Performance of Shuttle-Based Storage and Retrieval Systems With Class-Based Storage Policy</i>	Eder (2020)	Gudang	<i>Class-based Storage</i>	<i>Class-based storage</i> dapat meningkatkan <i>throughput</i> sistem SBS/RS hingga dua kali lipat dibandingkan dengan sistem tanpa kebijakan tersebut .	Kemampuannya untuk memaksimalkan <i>throughput</i> sistem melalui pengelolaan penempatan Material berbasis kelas.

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Storage Zone Functions Optimization in Warehouses: A Systematic Review of Class-Based Storage</i>	Iftitah et al. (2023)	Gudang	<i>Class-based storage</i>	Hasil tinjauan menunjukkan berbagai tujuan penelitian, temuan penting, dampak terhadap optimasi gudang, dan kesenjangan dalam penelitian sebelumnya. Dengan menyajikan ulasan terbaru yang komprehensif, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teori dan memberikan nilai ilmiah pada bidang manajemen gudang.	Menyajikan tinjauan pustaka sistematis terhadap artikel dari tahun 2004-2023 yang diperoleh dari empat basis data jurnal penelitian ini berkontribusi pada (<i>ScienceDirect, Emerald, tnfonline, dan Researchgate</i>) menggunakan metode SLR (<i>Systematic Literature Review</i>).
<i>Increasing Warehouse Throughput Through the Development of a Dynamic Class-Based Storage Assignment Alogarithm</i>	McInerney & Yadavalli (2022)	Gudang pada pedagang grosir pertanian	<i>Class-based storage</i>	Waktu pengambilan pesanan akan berkurang rata-rata 3 jam 20 menit per hari, sehingga dapat meningkatkan <i>throughput</i> dan profitabilitas gudang.	Menggunakan algoritma yang dapat menyimpan produk dengan kategori <i>fast moving</i> dekat dengan area pengiriman dan menggunakan model validasi di <i>flexsim</i> yang

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
					dapat memberikan solusi yang valid.
<i>Simulation Model Design Improvement of Raw Material Warehouse Layout With Class-Based Storage Method: A Case Study</i>	Laila Fitri et al. (2023)	Gudang raw material pada industri kertas karton	<i>Class-based storage</i>	Skenario pertama yaitu perbaikan tata letak dengan metode <i>class-based storage</i> diperoleh hasil perpindahan sebesar 85.17 menit, sementara itu skenario kedua yaitu perbaikan tata letak dengan penambahan 1 unit <i>forklift</i> diperoleh waktu perpindahan sebesar 43.19 menit. Usulan terbaik yaitu usulan kedua dengan presentase pengurangan sebesar 52.6%.	Terdapat uji verifikasi dan validasi yang dapat memberikan hasil yang lebih akurat.
<i>Design of a Raw Material Warehouse Layout Utilizing The Class-Based Storage Method For the Textile and Textile Products Industry</i>	Desiawan et al. (2024)	Gudang pada industri tekstil	<i>Class-based storage</i>	Terdapat rancangan usulan denah gudang bahan baku yang meliputi ukuran area penyimpanan sebesar 148.32, jarak totak perpindahan seluruh bahan baku sebesar 1727.65 m, dan total biaya <i>material handling</i> sebesar Rp 600,289.	Terdapat perhitungan terkait dengan biaya yang digunakan pada <i>material handling</i> .

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Raw Material Warehouse Design Using Class-Based Storage Method with ProModel and FlexSim Simulation at Automotive Assembling Company</i>	M. N. Pratama et al. (2023)	Gudang pada industri kotak cargo dan <i>flatbeds</i>	<i>Class-based storage</i>	Validasi dengan promodel menunjukkan waktu pemindahan bahan baku lebih cepat 6,33 menit atau meningkat sebanyak 16% dari tata letak awal. Validasi dengan <i>flexsim</i> menunjukkan total output meningkat 202 unit atau 11,60%. Hasil tata letak usulan ketiga menunjukkan total jarak pemindahan bahan baku sebesar 39698,39 m atau efisiensi meningkat sebesar 38,34% dan total biaya <i>material handling</i> lebih efisien sebesar Rp 63.052.221 atau biaya menurun sebesar 29,08%.	Terdapat perhitungan terkait dengan biaya yang digunakan pada <i>material handling</i> serta terdapat uji validasi dengan bantuan 2 <i>software</i> yang dapat memberikan hasil yang lebih akurat.
<i>Design of Storage Layout for Protector Material (Fast Moving) With Class Based Storage Method at Raw Material Warehouse</i>	Rahmawaty (2024)	Gudang pada 3PL <i>Company</i>	<i>Class-based Storage, Randomized Storage</i>	Dapat mengurangi jarak total pemindahan, mengefisienkan jarak pemindahan, dan mengefisienkan <i>material handling cost</i> sebesar 56%. Pada metode GR (<i>Good Receiving</i>)	Terdapat perbandingan usulan dengan metode <i>randomized storage</i> dan <i>class based storage</i> .

Judul	Penulis	Objek	Metode	Hasil Penelitian	Kelebihan Penelitian
<i>Jepara PT DSV Solutions Indonesia (Semarang Branch)</i>				yang diubah, dapat menaikan balok pada rak level 3 sebesar 1.5 m.	
Perancangan Tata Letak Gudang Material Menggunakan Kebijakan <i>Class-Based Storage</i> dan <i>Particle Swarm Optimization</i> Di PTXYZ	Muharni et al. (2020)	Gudang <i>finish goods</i> pada manufaktur konstruksi	<i>Class-based Storage</i>	Ongkos <i>material handling</i> yang diperoleh dari tata letak awal dengan tata letak usulan 1 mengalami penurunan sebesar 1,59% dan pada tata letak awal dengan tata letak usulan 2 mengalami penurunan sebesar 7,89%.	Terdapat perbandingan antara <i>layout</i> awal, <i>layout</i> usulan 1, dan <i>layout</i> usulan 2 yang dapat digunakan untuk mencari solusi terbaik.
Efisiensi Tata Letak Gudang Penyimpanan Material Menggunakan Metode <i>Class Based Storage</i>	Nicky Amanda (2025)	Gudang <i>raw material</i> pada industri pengecoran logam	<i>Class-based Storage</i>	Material dikelompokkan menjadi kelas <i>A/fast moving</i> , kelas <i>B/slow moving</i> , dan kelas <i>C/non-moving</i> . Jarak pergerakan material berkurang dari 6.748,79 m menjadi 5.925,36 m. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi sebesar 12%.	Terdapat pengelompokan material berdasarkan kelasnya serta <i>layout</i> usulan yang dapat digunakan untuk mencari solusi terbaik.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Tata Letak Fasilitas

Tata letak merupakan suatu rancangan fasilitas yang membentuk sebuah konsep dan dapat mewujudkan sistem produksi material atau jasa (Rizani & Adistra, 2022). Selain itu, tata letak merupakan tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas yang bertujuan untuk menunjang kelancaran proses produksi (Ruhyat & Hilman, 2023).

Menurut penelitian Sholekhah et al. (2022) perancangan tata letak fasilitas berperan penting sebagai berikut:

1. Suatu perencanaan aliran material yang efisien merupakan prasyarat untuk mendapatkan produksi yang ekonomis.
2. Pola aliran material yang merupakan dasar bagi perencanaan fasilitas fisik yang efektif.
3. Perpindahan material merubah pola aliran statis menjadi suatu kenyataan yang dinamis, menunjukkan cara bagaimana suatu material dipindahkan.
4. Susunan fasilitas yang efektif disekitar pola aliran material dapat menghasilkan pelaksanaan yang efisien dapat meminimumkan biaya produksi.
5. Biaya produksi minimum dapat memberikan keuntungan maksimum.

Pada penelitian Purba et al. (2023) tata letak dibagi menjadi beberapa jenis seperti berikut ini:

1. Tata Letak Garis

Tata letak garis atau biasa disebut dengan tata letak produk adalah tata letak yang pengaturan letak mesin atau fasilitas produksinya berdasarkan urutan proses produksi. Berikut merupakan sifat-sifat dari tata letak garis atau tata letak produk:

1. Produk yang diproduksi dan arus material yang dikerjakan setiap hari selalu sama.
2. Dapat menghasilkan produk secara massal, dengan tipe produk yang relatif kecil, dan standar jangka waktu yang relatif lama.
3. Mesin ditempatkan tanpa memandang jenis dan tipenya atau diatur “*mechine after mechine*” dengan urutan proses operasinya.

2. Tata Letak Fungsional

Tata letak fungsional atau biasa disebut dengan tata letak proses merupakan tata letak yang berdasarkan fungsi kerja setiap mesin atau fasilitas produksi yang ada. Mesin atau fasilitas

dengan kegunaan yang sama akan dikelompokkan atau diletakkan pada tempat yang sama. Berikut merupakan sifat-sifat tata letak fungsional atau tata letak proses:

1. Jenis material yang dibuat beragam, selalu berubah-ubah, dan jumlah yang diproduksi setiap jenis relatif sedikit.
2. Sifat mesin yang digunakan yaitu serba guna yang artinya dapat digunakan untuk memproduksi beberapa macam jenis produk.
3. *Routing* atau penentuan urutan proses pembuatan material dapat berubah-ubah.
4. Keahlian tenaga kerja yang mengerjakan bersifat fleksibel.

3. Tata Letak Kelompok

Tata letak kelompok adalah suatu pengaturan tata letak berdasarkan kelompok material yang dikerjakan. Berikut merupakan sifat-sifat tata letak kelompok:

1. Produk yang dihasilkan dikelompokkan dalam beberapa macam kelompok berdasarkan urutan prosesnya.
2. Mesin yang digunakan bersifat fleksibel yang artinya dapat disesuaikan dengan ukuran produk yang diproduksi.
3. Keahlian tenaga kerja bersifat fleksibel, menyesuaikan dengan macam dan ukuran pekerjaan yang dibuat.

4. Tata Letak Tetap

Tata letak tetap merupakan tata letak yang pengaturan fasilitas produksinya bersifat tetap atau tidak berpindah-pindah. Berikut merupakan sifat-sifat tata letak tetap:

1. Produk yang dikerjakan biasanya berat atau tidak mungkin dipindah-pindah.
2. Volume pekerjaan biasanya besar dimana setiap kegiatan biasanya memerlukan urutan dan hubungan kerja yang kompleks.
3. Biasanya berupa proyek dengan target waktu selesai telah ditentukan.
4. Komponen produk tidak mungkin dikerjakan di lokasi biasanya dikerjakan pada sebuah pabrik atau tempat lain.

2.2.2 Gudang atau *Warehouse*

Gudang merupakan bangunan yang digunakan untuk menyimpan material, dimana yang disimpan dapat berupa bahan baku, material setengah jadi, material jadi atau suku cadang.

Gudang juga dapat diartikan sebagai fasilitas yang berfungsi untuk menyimpan material yang akan digunakan dalam produksi atau penjualan Qowim et al. (2020). Menurut Pitoy et al. (2020), dalam memfasilitasi proses dan aktivitas pengelolaan material, gudang mempunyai beberapa fungsi seperti berikut:

1. Penerimaan (*Receiving*), adalah proses untuk menerima material pesanan, dengan menjamin kuantitas material yang dikirim oleh pihak supplier, serta mendistribusikan material tersebut ke rantai produksi.
2. Persediaan, adalah kegiatan untuk menjamin agar permintaan dapat dipenuhi sesuai dengan tujuan perusahaan yakni memenuhi kepuasan pelanggan.
3. Penyisihan (*Put Away*), adalah untuk menempatkan material-material dalam lokasi penyimpanan.
4. Penyimpanan (*Storage*), adalah suatu bentuk fisik dari material-material yang disimpan sebelum ada permintaan.

Menurut penelitian Hidayat et al. (2023), gudang memiliki keberagaman jenis yang dapat menunjang proses bisnis. Berikut merupakan jenis-jenis gudang yang terdapat pada proses logistik:

1. Gudang Bahan Baku

Gudang bahan baku atau gudang bahan mentah merupakan gudang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan sebelum digunakan untuk proses produksi.

2. Gudang Material Setengah Jadi

Gudang material setengah jadi merupakan gudang yang digunakan sebagai tempat penyimpanan material setengah jadi. Material setengah jadi merupakan material yang telah diproses mungkin belum selesai atau memerlukan proses lanjutan.

3. Gudang Material Jadi

Gudang material jadi merupakan gudang yang digunakan untuk menyimpan material jadi atau produk dari akhir proses produksi, biasanya produk/ material yang siap untuk didistribusikan.

4. Gudang Terminal (Pusat)

Gudang terminal digunakan untuk mengumpulkan beberapa jenis material dari masing-masing sumber atau pemasok. Selanjutnya, digabungkan untuk dikirimkan ke tempat tujuan tertentu.

5. Pusat Distribusi

Gudang digunakan untuk mengumpulkan beberapa jenis material/produk dari sumber tunggal (hasil satu perusahaan manufaktur) untuk selanjutnya dikirimkan ke beberapa tempat tujuan (pelanggan).

6. *Break-Bulk Operation*

Break-Bulk Operation digunakan untuk menerima material atau produk dalam jumlah atau volume besar, kemudian dipecah-pecah atau dibagi-bagi dalam jumlah atau volume yang lebih kecil dan selanjutnya didistribusikan ke beberapa tujuan.

7. *Cross-Docking*

Gudang yang berbentuk *cross-docking* sering disebut dengan gudang *in transitmixing*. Gudang ini digunakan untuk menerima atau mengumpulkan beberapa jenis material dari beberapa pemasok dan kemudian dibagi-bagi dan digabungkan atau dikombinasikan sesuai dengan jumlah, ragam material dari permintaan masing-masing pelanggan.

8. Pergudangan Publik

Gudang sektor publik akan menyimpan persediaan untuk fasilitas pemerintah daerah seperti sekolah dan kantor. Semua operasi gudang tersebut dapat dimiliki, disewakan, atau dioperasikan oleh perusahaan pihak ketiga.

2.2.3 Metode Penyimpanan Material

Berdasarkan penelitian Kemklyano et al. (2021), terdapat empat metode untuk mengatur tata letak penyimpanan material, antara lain:

- a. *Dedicated Storage Metode*, ini disebut juga *fixed slot storage* yang melibatkan penugasan lokasi penyimpanan atau alamat penyimpanan yang khusus untuk setiap material yang disimpan, artinya tiap-tiap material yang disimpan ada pada tempat yang sudah ditentukan. Dalam metode ini, jumlah lokasi penyimpanan untuk suatu material harus mencukupi kebutuhan penyimpanan maksimum material tersebut.
- b. *Randomized Storage Metode*, ini disebut juga *floating slot storage* yang memungkinkan lokasi penyimpanan untuk material tertentu dapat berubah dari waktu ke waktu dan penyimpanan dilakukan pada slot yang kosong pada jarak yang terdekat dengan prinsip penyimpanan *First In First Out* (FIFO). Proses penyimpanan mengasumsikan tiap slot yang kosong adalah sama dan dapat dipilih untuk melakukan penyimpanan, serta tiap produk adalah sama dan dapat dipilih untuk dilakukan proses pengambilan.

- c. *Class-Based Storage Metode*, ini merupakan kompromi antara *dedicated storage* dan *randomized storage*. Metode ini membagi produk menjadi tiga, empat, atau lima kelas berdasarkan *throughput* (T) dan *storage ratios* (S). Produk dibagi menjadi beberapa kelas berdasarkan kecepatan atau seringnya perpindahan material tersebut dilakukan. Proses *dedicated storage* dilakukan untuk menentukan kelas-kelas yang diperlukan, sedangkan *randomized storage* dilakukan saat proses penyimpanan material didalam kelas-kelas tersebut.
- d. *Shared Storage Metode*, adalah penyimpanan material yang sama dalam satu slot walaupun hanya satu material menempati slot yang sudah terisi terlebih dahulu oleh Material jenis lain. Kebutuhan ruang dengan metode ini berkisar kebutuhan ruang antara *randomized storage* dan *dedicated storage* tergantung jumlah informasi level persediaan masing-masing material yang tersedia dalam kurun waktu tertentu. Metode *shared storage* cocok digunakan untuk penyimpanan material yang berbeda.

2.2.4 Metode Class-Based Storage

Metode *Class based storage* digunakan untuk menyimpan material menurut popularitas, yaitu material yang bersifat *fast moving* disimpan didekat pintu masuk dan keluar agar meminimalisir jarak *material handling* pada *warehouse* Ariyanto et al. (2023). *Class Based Storage* merupakan kebijakan penyimpanan yang membagi menjadi tiga kelas A, B, dan C berdasarkan pada hukum Pareto dengan memperhatikan level aktivitas penyimpanan (*storage*) dan pengambilan retrieval (S/R) dalam gudang, yaitu 80% aktivitas S/R diberikan pada 20% dari item, 15% pada 30% dari item dan 5% aktivitas S/R diberikan pada 50% dari item. Klasifikasi Material dilakukan menjadi tiga kelas A, B, C yang tergantung dari tingkat S/R yang dihasilkannya Yevita Nursyanti et al. (2024).

Istilah "penyimpanan berbasis kelas" mengacu pada metode manajemen inventaris yang melibatkan pembuatan banyak kategori untuk item berdasarkan karakteristik bersama. Ide utama penyimpanan berbasis kelas dengan membagi material menjadi beberapa kelas. Peletakan berbasis kelas dapat dibagi menjadi 2 kategori besar, yaitu (Afkar & Rochmoeljati, 2025):

- a. *Dedicated Purpose* adalah menempatkan suatu area dengan tujuan–tujuan khusus sehingga rencana tata ruang tidak berubah-ubah.

- b. Klasifikasi ABC adalah metode yang berguna bagi manajemen untuk mengidentifikasi jenis material yang paling signifikan dan memerlukan prioritas tertinggi dalam pengelolaan stok dengan cara menempatkan suatu area dengan mengklasifikasikan material-material berdasarkan nilai persediaan dan tingkat investasi produk tersebut.

2.2.5 Analisis FSN

Analisis FSN (*Fast, Slow, Non-Moving*) bertujuan untuk mengoptimalkan proses operasi gudang dengan mempertimbangkan kuantitas, tingkat konsumsi, dan frekuensi penjualan produk (Mohammad H. Haikal, 2024).

2.2.6 Material Handling

Material Handling merupakan sebuah proses mengenal material yang melibatkan pengaturan jumlah, jenis, dan kondisi bahan pada waktu dan tempat yang tepat serta menggunakan biaya yang efisien. Menurut *American Material Handling Society*, *material handling* mencakup berbagai aspek seperti penanganan, pemindahan, pengepakan, penyimpanan, dan pengendalian material (Putri et al., 2024). Peralatan *material handling* merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan beban berat ke arah vertical, horizontal, atau kombinasi perpindahan dari satu departemen ke departemen lain. Peralatan *material handling* hanya mendistribusikan material dalam jarak tertentu, misalnya memindahkan material dari titik I/O ke blok penyimpanan material (Maya et al., 2023).

Dalam *material handling* terdapat penentuan jarak perpindahan bahan yang dipengaruhi oleh frekuensi perpindahan antar fasilitas serta jarak yang memisahkan fasilitas-fasilitas tersebut. Ukuran fasilitas dan metode pengukuran jarak yang dipilih akan menentukan besarnya jarak. Terdapat beberapa metode pengukuran jarak menurut (Nadila Safira Isnaeni, 2021) seperti berikut:

1. *Euclidean*, yaitu mengukur secara garis lurus jarak antara pusat antar fasilitas. Untuk menentukan jarak menggunakan *Euclidean* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$d_{ij} = [(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2]^{1/2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

x_i = koordinat x pada pusat fasilitas i

x_j = koordinat x pada pusat fasilitas j

y_i = koordinat y pada pusat fasilitas i

y_j = koordinat y pada pusat fasilitas j

d_{ij} = jarak antara pusat fasilitas i dan j

2. *Rectilinear*, atau biasa dikenal dengan jarak Manhattan merupakan jarak yang diukur mengikuti jalur tegak lurus. Untuk menentukan jarak menggunakan *rectilinear* dapat menggunakan persamaan berikut:

$$d_{ij} = |x_i + x_j| + |y_i + y_j| \quad (2.2)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah material-material yang terdapat di gudang PT. Sinar Semesta Klaten. Data yang diamati adalah data keluar masuk (*input/output*) material pada gudang dan data-data spesifik mengenai tata letak aktual gudang seperti luas area gudang, kondisi gudang saat ini, penempatan material, dan karakteristik dari masing-masing rak penyimpanan material.

3.2 Jenis Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang diambil secara langsung di lapangan yaitu data kondisi susunan tata letak gudang termasuk luas area keseluruhan, luas area tiap bagian, dan susunan penyimpanan material. Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan adalah data yang didapat dari data historis perusahaan seperti data keluar masuk (I/O) material pada gudang.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data terdapat tiga metode yang digunakan, seperti:

1. Wawancara

Metode pengambilan data dengan cara wawancara dilakukan untuk mendapatkan informasi sedetail mungkin dari pihak operator yang bekerja di area gudang penyimpanan material. Data yang dikumpulkan seperti luas area gudang, luas rak penyimpanan, dan data-data yang terkait pada gudang.

2. Observasi

Pengambilan data dengan cara observasi dilakukan dengan mengamati dan menganalisis secara langsung aktivitas yang ada dalam sistem pergudangan perusahaan yang berkaitan dengan permasalahan yang ada.

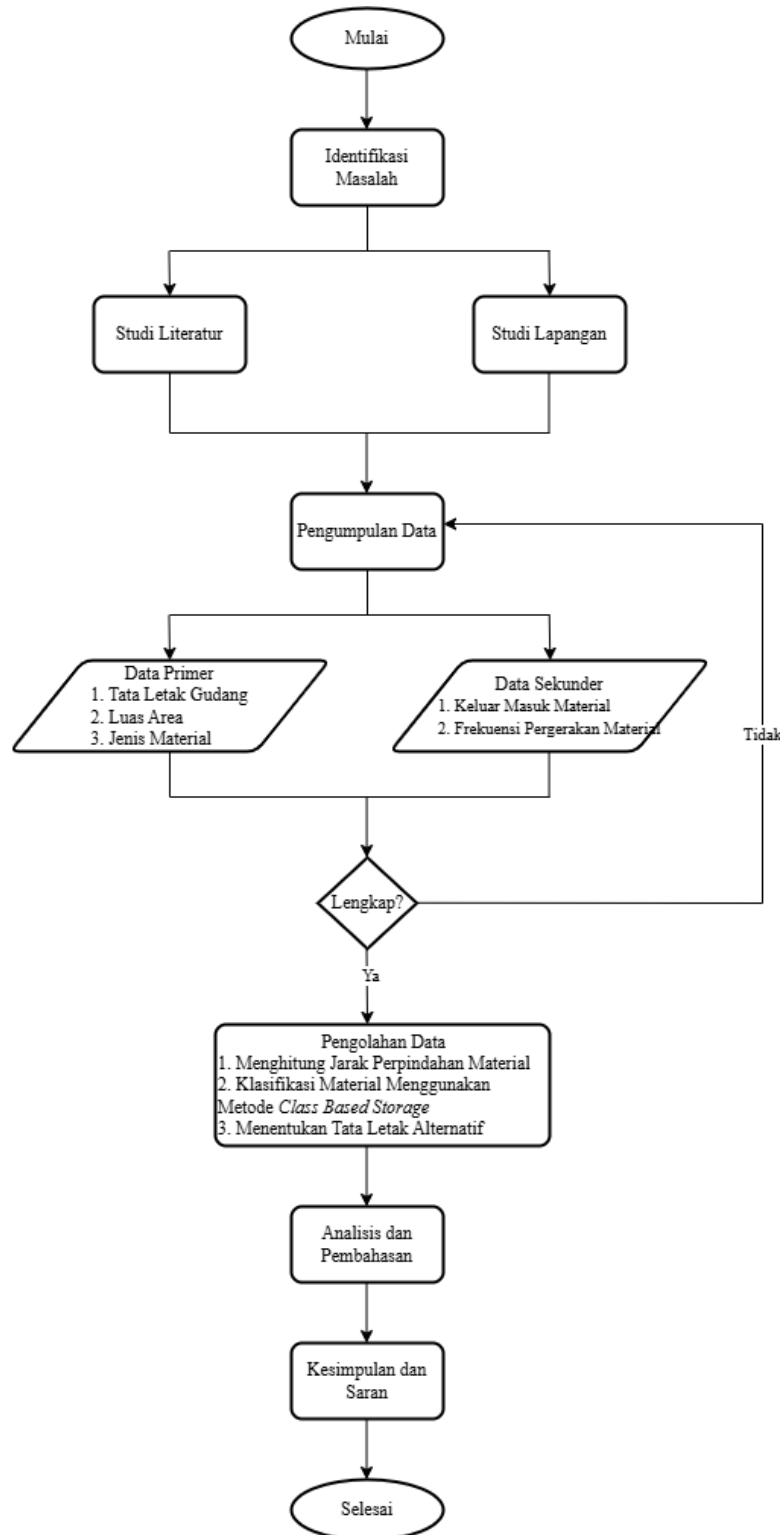
3. Studi Pustaka

Studi pustaka atau studi literatur digunakan untuk menunjang data-data tersebut dan memperkuat proses pengambilan data agar menghasilkan penelitian yang baik dan valid. Studi pustaka dilakukan dengan literatur pada penelitian dan jurnal-jurnal terdahulu yang berkaitan tujuannya untuk memberikan masukan jika ada kekurangan pada penelitian ini.

3.4 Alur Penelitian

Alur penelitian ini berisi langkah-langkah penelitian yang diuraikan dalam bentuk *flowchart*.

Alur penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Berikut merupakan penjelasan dari langkah-langkah penelitian pada Gambar 3.1

1. Identifikasi Masalah

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mengidentifikasi permasalahan yang terdapat di perusahaan. Identifikasi masalah bertujuan untuk mengetahui informasi terkait apa saja yang terjadi di perusahaan.

2. Studi Literatur dan Studi Lapangan

Tahap selanjutnya yaitu melakukan studi literatur dengan mencari teori dari jurnal atau artikel penelitian sebelumnya yang berhubungan dan dapat mendukung penelitian ini serta dapat membantu memudahkan peneliti dalam menentukan proses yang akan dilakukan selama penelitian ini berlangsung. Kemudian, studi lapangan dilakukan untuk mengetahui keadaan sebenarnya yang ada di perusahaan sehingga diperoleh gambaran umum terkait sistem pergudangan di perusahaan tersebut.

3. Pengumpulan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan pengumpulan data dengan cara observasi langsung ataupun wawancara. Data yang akan dikumpulkan berupa data primer yang diperoleh melalui observasi langsung dan wawancara seperti tata letak gudang, luas area penyimpanan, dan jenis material. Selain itu, terdapat juga data sekunder yang diperoleh berdasarkan data historis seperti data keluar masuk material dan frekuensi pergerakan material.

4. Pengolahan Data

Pada tahap ini peneliti melakukan pengolahan data dengan menggunakan metode *class-based storage*. Langkah-langkah pengolahan data menggunakan metode *class-based storage* yaitu:

- Menentukan *list item* material yang akan digunakan
- Menghitung rata-rata pemasukan material dan pengeluaran material
- Menghitung jarak pergerakan material
- Menghitung frekuensi perpindahan material
- Mengurutkan hasil frekuensi perpindahan dari yang terbesar hingga terkecil
- Menghitung kumulatif perpindahan

- Menghitung persentase kumulatif perpindahan
- Mengelompokkan item ke kelas A, B, dan C

5. Analisis dan Pembahasan

Pada tahap ini peneliti menganalisa data-data yang telah diolah menggunakan metode *class-based storage* tujuannya untuk melihat perbedaan dan dapat diketahui perbaikan apa yang terjadi setelah diusulkan desain tata letak yang baru.

6. Kesimpulan dan Saran

Tahap akhir dalam penelitian ini yaitu memberikan kesimpulan dari hasil analisis dan pengolahan data yang telah dilakukan untuk menjawab rumusan masalah yang ada dan memberikan saran-saran baik untuk pihak perusahaan dan peneliti dikemudian hari yang akan meneliti dengan topik yang sama.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Profil Perusahaan

PT. Sinar Semesta adalah perusahaan yang bergerak di bidang industri pengecoran logam yang berdiri pada tahun 2002 di Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Dalam pelaksanaan produksi industri cor logam, PT. Sinar Semesta didukung oleh tenaga ahli yang professional dan berpengalaman di bidang pengecoran logam, didukung juga dengan peralatan dan perlengkapan kerja yang modern untuk mengimbangi permintaan produk yang semakin berkembang maka perusahaan terus melakukan inovasi dan mengembangkan produk dengan mesin berteknologi modern yang memiliki kecepatan produksi dan tingkat presisi lebih tinggi sehingga dapat memenuhi harapan pelanggan.

PT. Sinar Semesta adalah perusahaan yang bergerak di bidang pengecoran (*foundry*) dan permesinan, dengan kapasitas dapur pengecoran mencapai 1.500 ton/tahun. Perusahaan ini memproduksi berbagai komponen unggulan, seperti komponen untuk sarana dan prasarana kereta api, serta komponen untuk industri agro, termasuk pabrik gula dan pabrik kelapa sawit. Selain itu, PT. Sinar Semesta juga memproduksi komponen untuk industri semen, pertambangan, alat berat, minyak dan gas, galangan kapal, serta pelabuhan. Dengan pengalaman dan teknologi yang dimilikinya, perusahaan ini terus berinovasi untuk memenuhi kebutuhan berbagai sektor industri di dalam maupun luar negeri, berkomitmen memberikan produk berkualitas tinggi dan layanan terbaik kepada pelanggan.

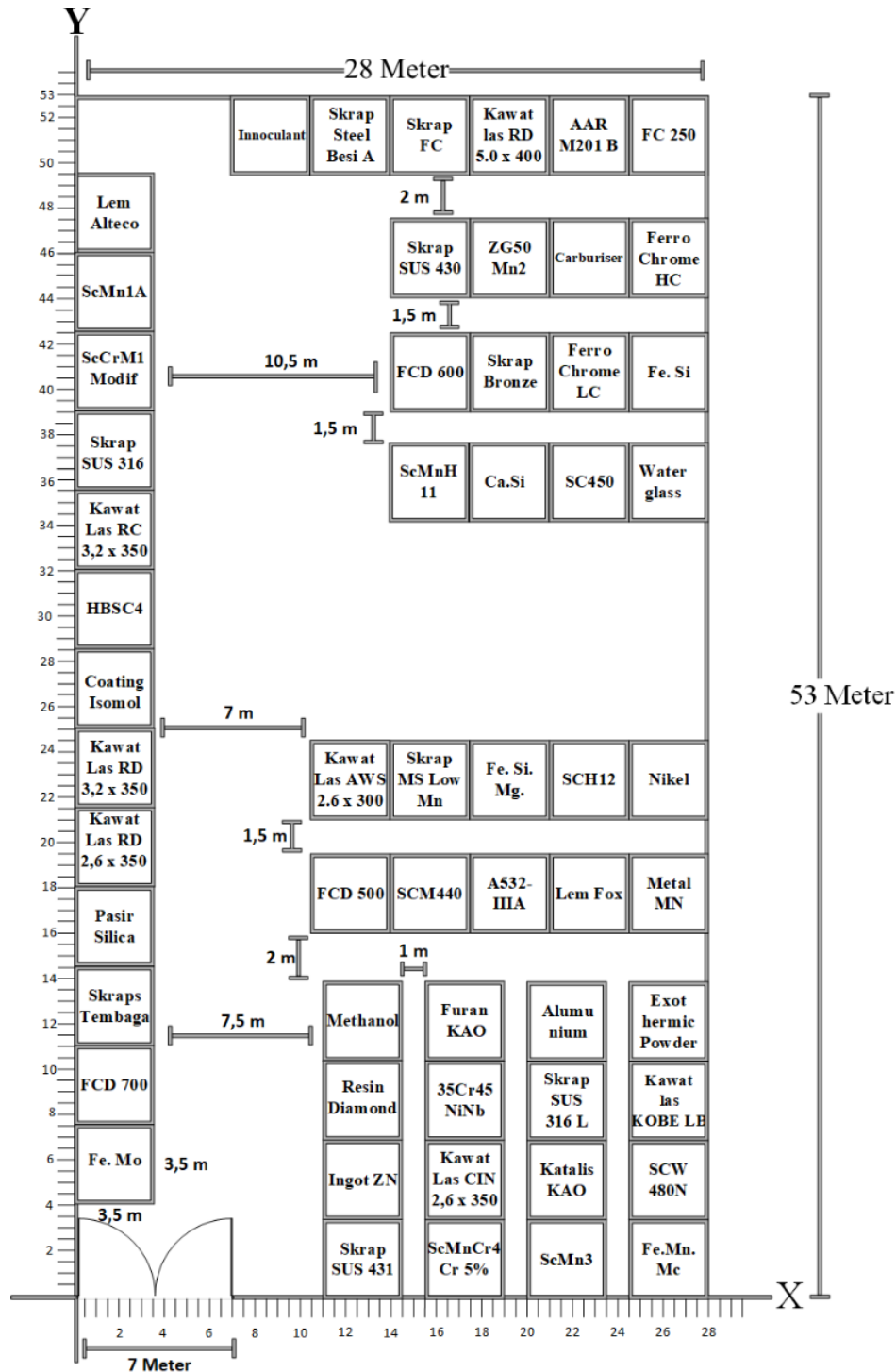
PT. Sinar Semesta adalah perusahaan yang terletak di Jl. Raya Solo-Yogya KM. 26 Klepu, Ceper, Klaten, Jawa Tengah. Pada tanggal 12 November 2002 PT. Sinar Semesta berdiri secara legal melalui:

1. Akta Pendirian, Notaris Triniken Tiyas Tirlin, SH. No. 16 Tanggal 12 November 2002 yang disahkan langsung oleh Menteri Kehakiman dan Hak Asasi Manusia Tanggal 13 Februari.
2. Akta Perubahan I, Notaris Susanrto, SH. No. 32 Tanggal 15 Desember 2003 yang disahkan oleh Menteri Kehakiman dan Hak Asasi Manusia Tanggal 16 Juni 2004.
3. Akta Perubahan II, Budi Yojanti Ningrum, SH. No. 01 dan Tanggal 17 September 2005 yang disahkan oleh Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia Tanggal 16 Januari 2006.

4. Akta Perubahan III, Budi Yojanti Ningrum, SH. No. 02 dan Tanggal 02 Desember 2008 yang disahkan oleh Mentri Hukum dan Hak Asasi Manusia Tanggal 30 Desember 2008.

4.1.2 Layout Gudang Awalan

Kondisi gudang yang ada di perusahaan memiliki luas total 1.484 m^2 dengan panjang 53 m dan lebar 28 m. Jumlah pallet yang ada di gudang yaitu sebanyak 57 pallet yang berukuran $3,5 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$. Kondisi gudang digambarkan dalam bentuk *layout* yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Layout Gudang Awalan

4.1.3 Data Keluar dan Masuk Material

Dalam mengklasifikasikan kelas untuk material yang terdapat di gudang serta untuk menentukan tata letak material maka diperlukan data keluar masuk material. Pada penelitian ini, data keluar masuk material diambil dari Bulan Oktober 2024 sampai dengan Desember 2024 dalam satuan kg.

Tabel 4.1 Data Keluar dan Masuk Material Bulan Oktober 2024

No	Part Name	Kode	In	Out
1	Skrup Steel/ Besi A	BB-00001	1.497,0	1.242,0
2	Skarp Ms. Low Mn	BB-00002	0	1.325,0
3	Aluminium	BB-00005	0	291,0
4	Fe. Si	BB-00006	200,0	138,4
5	Fe. Si. Mg.	BB-00007	200,0	209,0
6	Inoculant	BB-00009	70,0	134,7
7	FC 250	BB-00010	1.772,5	1.238,0
8	FCD 500	BB-00011	150,0	655,0
9	SC 450	BB-00012	1.296,0	1.008,0
10	Skarp FC	BB-00014	1.328,0	1.311,0
11	Scraps Tembaga	BB-00015	288,0	116,0
12	Mn. Steel/ ScMnH11	BB-00016	112,0	168,0
13	Ca. Si	BB-00017	203,0	200,7
14	Fe. Mn. Mc	BB-00018	301,0	117,2
15	Fe. Mo	BB-00019	203,0	189,0
16	Exothermic Powder	BB-00020	205,0	199,3
17	Carburiser CPC	BB-00021	300,0	192,0
18	Ferro Chrome Lc	BB-00022	201,0	154,0
19	Nikel	BB-00023	198,0	186,0
20	Skrup SUS 430	BB-00024	823,0	263,0
21	Ferro Chrome Hc	BB-00025	187,0	200,0
22	FCD 700	BB-00053	140,0	182,0
23	35Cr45NiNb	BB-00054	300,0	192,9
24	Pasir Silica	BB-00055	1.439,0	1.762,0
25	Waterglass	BB-00056	1.320,8	1.211,0
26	Methanol	BB-00057	400,0	363,0
27	Resin Diamond	BB-00058	207,0	176,0
28	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	BB-00066	357,0	180,0
29	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	BB-00067	1.421,0	1.292,0
30	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	BB-00068	885,0	680,0
31	Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	BB-00070	0	75,0

No	Part Name	Kode	In	Out
32	Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	BB-00071	316,0	200,0
33	ScMn1A	BB-00077	8,8	1.399,0
34	Skrap Sus 316 L	BB-00080	327,0	440,0
35	Skrap Sus 316	BB-00081	1.000,0	556,0
36	SCW 480N	BB-00084	0	0,0
37	A532-IIIA	BB-00085	251,0	397,0
38	FCD 600	BB-00104	391,0	150,0
39	ScCrM1 Modif	BB-00105	247,0	495,0
40	SCM440	BB-00107	677,0	605,0
41	SCH 12	BB-00108	110,0	1.026,0
42	SUS 431	BB-00118	196,0	231,0
43	Furan KAO STEP S-654T	BB-00119	240,0	215,1
44	Katalis KAO STPE QX-125	BB-00120	100,0	82,2
45	ScMn3	BB-00121	0	0,0
46	Lem Fox	BB-00122	372,0	294,0
47	Lem Alteco	BB-00123	300,0	274,0
48	ScMnCr4 Cr 5%	BB-00142	264,0	350,0
49	Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	BB-00145	973,0	0,0
50	Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	BB-00160	250,0	284,0
51	AAR M201 B	BB-00165	149,0	295,0
52	ZG50Mn2	BB-00166	207,0	374,5
53	Coating Isomol 185	BB-00181	300,0	265,0
54	Scraps Bronze	BB-00184	301,0	371,0
55	Metal Mn	BB-00185	299,3	387,0
56	Ingot Zn	BB-00186	390,8	33,9
57	HBSC4	BB-00187	89,7	220,5

Tabel 4.2 Data Keluar dan Masuk Material Bulan November 2024

No	Part Name	Kode	In	Out
1	Skrap Steel/ Besi A	BB-00001	1.450,0	1.737,0
2	Skarp Ms. Low Mn	BB-00002	139,0	1.200,0
3	Aluminium	BB-00005	458,0	96,3
4	Fe. Si	BB-00006	500,0	164,4
5	Fe. Si. Mg.	BB-00007	459,0	100,0
6	Inoculant	BB-00009	232,0	189,0
7	FC 250	BB-00010	1.379,0	792,0
8	FCD 500	BB-00011	693,0	906,0
9	SC 450	BB-00012	1.392,0	1.292,0
10	Skarp FC	BB-00014	0	1.148,0
11	Scraps Tembaga	BB-00015	199,9	266,0

No	Part Name	Kode	In	Out
12	Mn. Steel/ ScMnH11	BB-00016	198,0	200,0
13	Ca. Si	BB-00017	242,0	163,4
14	Fe. Mn. Mc	BB-00018	286,0	131,6
15	Fe. Mo	BB-00019	104,0	174,0
16	Exothermic Powder	BB-00020	350,0	185,9
17	Carburiser CPC	BB-00021	0	101,5
18	Ferro Chrome Lc	BB-00022	242,0	173,0
19	Nikel	BB-00023	176,5	193,0
20	Skrap SUS 430	BB-00024	337,0	710,0
21	Ferro Chrome Hc	BB-00025	200,0	194,0
22	FCD 700	BB-00053	209,0	194,0
23	35Cr45NiNb	BB-00054	276,0	154,7
24	Pasir Silica	BB-00055	1.543,6	1.329,0
25	Waterglass	BB-00056	900,5	1.362,0
26	Methanol	BB-00057	0	379,0
27	Resin Diamond	BB-00058	187,4	192,0
28	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	BB-00066	218,0	225,0
29	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	BB-00067	989,9	1.385,0
30	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	BB-00068	1.475,0	1.205,0
31	Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	BB-00070	0	390,0
32	Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	BB-00071	137,0	100,0
33	ScMn1A	BB-00077	1.287,0	1.145,0
34	Skrap Sus 316 L	BB-00080	411,0	521,0
35	Skrap Sus 316	BB-00081	585,0	68,0
36	SCW 480N	BB-00084	1.093,0	333,0
37	A532-IIIA	BB-00085	243,0	0,0
38	FCD 600	BB-00104	392,0	298,0
39	ScCrM1 Modif	BB-00105	459,0	0,0
40	SCM440	BB-00107	197,0	406,0
41	SCH 12	BB-00108	741,0	451,0
42	SUS 431	BB-00118	387,0	238,0
43	Furan KAO STEP S-654T	BB-00119	240,0	234,5
44	Katalis KAO STPE QX-125	BB-00120	300,0	249,0
45	ScMn3	BB-00121	302,0	308,0
46	Lem Fox	BB-00122	495,0	385,0
47	Lem Alteco	BB-00123	487,4	143,0
48	ScMnCr4 Cr 5%	BB-00142	304,0	166,0
49	Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	BB-00145	0	0,0

No	Part Name	Kode	In	Out
50	Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	BB-00160	351,0	272,7
51	AAR M201 B	BB-00165	237,0	90,0
52	ZG50Mn2	BB-00166	300,7	204,0
53	Coating Isomol 185	BB-00181	90,0	315,0
54	Scraps Bronze	BB-00184	0	0,0
55	Metal Mn	BB-00185	200,0	118,3
56	Ingot Zn	BB-00186	281,0	192,0
57	HBSC4	BB-00187	272,0	278,0

Tabel 4.3 Data Keluar dan Masuk Material Bulan Desember 2024

No	Part Name	Kode	In	Out
1	Skrap Steel/ Besi A	BB-00001	1.459,0	1.550,0
2	Skarp Ms. Low Mn	BB-00002	853,0	1.006,0
3	Aluminium	BB-00005	783,0	113,7
4	Fe. Si	BB-00006	300,0	165,8
5	Fe. Si. Mg.	BB-00007	0	287,0
6	Inoculant	BB-00009	211,0	100,0
7	FC 250	BB-00010	369,0	202,0
8	FCD 500	BB-00011	1.453,0	1.390,0
9	SC 450	BB-00012	1.467,0	1.117,0
10	Skarp FC	BB-00014	0	258,0
11	Scraps Tembaga	BB-00015	300,0	198,6
12	Mn. Steel/ ScMnH11	BB-00016	237,0	211,0
13	Ca. Si	BB-00017	288,0	100,9
14	Fe. Mn. Mc	BB-00018	231,0	277,1
15	Fe. Mo	BB-00019	186,0	201,0
16	Exothermic Powder	BB-00020	199,0	231,0
17	Carburiser CPC	BB-00021	300,0	210,7
18	Ferro Chrome Lc	BB-00022	259,0	159,0
19	Nikel	BB-00023	187,0	172,0
20	Skrap SUS 430	BB-00024	31,0	66,0
21	Ferro Chrome Hc	BB-00025	237,8	152,0
22	FCD 700	BB-00053	287,0	117,0
23	35Cr45NiNb	BB-00054	26,0	204,5
24	Pasir Silica	BB-00055	1.449,8	1.498,0
25	Waterglass	BB-00056	1.198,0	1.381,0
26	Methanol	BB-00057	400,0	400,0
27	Resin Diamond	BB-00058	231,2	203,0
28	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	BB-00066	119,0	310,0

No	Part Name	Kode	In	Out
29	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	BB-00067	1.286,2	1.327,0
30	Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	BB-00068	1.329,0	1.000,8
31	Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	BB-00070	1.119,0	1.392,0
32	Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	BB-00071	283,0	250,0
33	ScMn1A	BB-00077	0	143,0
34	Skrup Sus 316 L	BB-00080	304,0	50,0
35	Skrup Sus 316	BB-00081	610,0	0,0
36	SCW 480N	BB-00084	1.276,0	1.228,0
37	A532-IIIA	BB-00085	121,0	185,0
38	FCD 600	BB-00104	0	104,0
39	ScCrM1 Modif	BB-00105	0	483,0
40	SCM440	BB-00107	9,0	27,0
41	SCH 12	BB-00108	303,0	30,0
42	SUS 431	BB-00118	21,0	151,0
43	Furan KAO STEP S-654T	BB-00119	240,0	163,0
44	Katalis KAO STPE QX-125	BB-00120	200,0	299,7
45	ScMn3	BB-00121	321,0	321,0
46	Lem Fox	BB-00122	48,0	37,0
47	Lem Altec	BB-00123	200,0	116,0
48	ScMnCr4 Cr 5%	BB-00142	100,0	220,0
49	Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	BB-00145	0	1.080,0
50	Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	BB-00160	300,0	200,0
51	AAR M201 B	BB-00165	241,0	302,0
52	ZG50Mn2	BB-00166	0	177,0
53	Coating Isomol 185	BB-00181	300,0	90,0
54	Scraps Bronze	BB-00184	221,1	842,1
55	Metal Mn	BB-00185	0	103,0
56	Ingot Zn	BB-00186	0	339,6
57	HBSC4	BB-00187	298,0	10,2

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Menghitung Rata-Rata Data Keluar dan Masuk Material

Tabel 4.4 menunjukkan perhitungan rata-rata yang dilakukan untuk mengetahui jumlah rata-rata material yang keluar dan masuk selama periode Oktober hingga Desember 2024. Kemudian, total frekuensi diperoleh dari penjumlahan rata-rata material masuk dan keluar.

Tabel 4.4 Data Rata-Rata Keluar dan Masuk Material

Nama Material	Rata-Rata Material Masuk	Rata-Rata Material Keluar	Total Frekuensi
Pasir Silica	1.477	1.530	3.007
Skrap Steel/ Besi A	1.469	1.510	2.978
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	1.232	1.335	2.567
SC 450	1.385	1.139	2.524
Waterglass	1.140	1.318	2.458
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	1.230	962	2.192
FC 250	1.174	744	1.918
FCD 500	765	984	1.749
Skarpm Ms. Low Mn	331	1.177	1.508
Skarpm FC	443	906	1.348
ScMn1A	432	896	1.328
SCW 480N	790	520	1.310
Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	373	619	992
Skrap Sus 316	732	208	940
SCH 12	385	502	887
Skrap SUS 430	397	346	743
Skrap Sus 316 L	347	337	684
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	324	360	684
Methanol	267	381	647
SCM440	294	346	640
Aluminium	414	167	581
Scraps Bronze	174	404	578
ScCrM1 Modif	235	326	561
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	300	252	553
Lem Fox	305	239	544
Lem Altec	329	178	507
Fe. Si	333	156	490
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	231	238	470
ScMnCr4 Cr 5%	223	245	468
Exothermic Powder	251	205	457
Scraps Tembaga	263	194	456
Coating Isomol 185	230	223	453
Fe. Mn. Mc	273	175	448
FCD 600	261	184	445
Furan KAO STEP S-654T	240	204	444

Nama Material	Rata-Rata Material Masuk	Rata-Rata Material Keluar	Total Frekuensi
AAR M201 B	209	229	438
Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	245	183	429
ZG50Mn2	169	252	421
Fe. Si. Mg.	220	199	418
ScMn3	208	210	417
Ingot Zn	224	189	412
Katalis KAO STPE QX-125	200	210	410
SUS 431	201	207	408
Ca. Si	244	155	399
A532-IIIA	205	194	399
Resin Diamond	209	190	399
Ferro Chrome Lc	234	162	396
Ferro Chrome Hc	208	182	390
HBSC4	220	170	389
35Cr45NiNb	201	184	385
FCD 700	212	164	376
Mn. Steel/ ScMnH11	182	193	375
Nikel	187	184	371
Metal Mn	166	203	369
Carburiser CPC	200	168	368
Fe. Mo	164	188	352
Inoculant	171	141	312
Total			47.194

4.2.2 Menghitung Jarak Material Terhadap Pintu In/Out

Tabel 4.5 menunjukkan perhitungan dalam menentukan jarak total masing-masing material terhadap pintu *in/out* yang dihitung menggunakan metode *rectilinear distance*. *Rectilinear distance* dapat dihitung dengan persamaan 2.2 seperti berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| = |3,5 - 12,25| + |0 - 51,25| = 60$$

Tabel 4.5 Jarak Total Material Terhadap Pintu

Nama Material	Xi	Xj	Yi	Yj	Jarak (m)
Skrup Steel/ Besi A	3,5	12,25	0	51,25	60,0
Skrup Ms. Low Mn	3,5	15,75	0	22,75	35,0
Aluminium	3,5	21,75	0	12,25	30,5
Fe. Si	3,5	26,15	0	40,75	63,5
Fe. Si. Mg.	3,5	19,25	0	22,75	38,5
Inoculant	3,5	8,75	0	51,25	56,5

Nama Material	Xi	Xj	Yi	Yj	Jarak (m)
FC 250	3,5	26,25	0	51,25	74,0
FCD 500	3,5	12,25	0	17,75	26,5
SC 450	3,5	20,75	0	35,75	55,0
Skarp FC	3,5	15,75	0	51,25	63,0
Scraps Tembaga	3,5	1,75	0	12,75	14,5
Mn. Steel/ ScMnH11	3,5	15,75	0	35,75	48,0
Ca. Si	3,5	19,25	0	35,75	51,5
Fe. Mn. Mc	3,5	26,25	0	1,75	24,5
Fe. Mo	3,5	1,75	0	5,75	7,5
Exothermic Powder	3,5	26,25	0	12,25	35,0
Carburiser CPC	3,5	22,75	0	45,75	65,0
Ferro Chrome Lc	3,5	22,75	0	40,75	60,0
Nikel	3,5	26,25	0	22,75	45,5
Skrap SUS 430	3,5	15,75	0	45,75	58,0
Ferro Chrome Hc	3,5	26,25	0	45,75	68,5
FCD 700	3,5	1,75	0	9,25	11,0
35Cr45NiNb	3,5	15,5	0	8,75	20,75
Pasir Silica	3,5	1,75	0	16,25	18,0
Waterglass	3,5	26,25	0	35,75	58,5
Methanol	3,5	12,75	0	12,25	21,5
Resin Diamond	3,5	12,75	0	8,75	18,0
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	3,5	1,75	0	19,75	21,5
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	3,5	1,75	0	23,25	25,0
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	3,5	19,25	0	51,25	67,0
Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	3,5	12,25	0	22,75	31,5
Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	3,5	1,75	0	33,75	35,5
ScMn1A	3,5	1,75	0	44,25	46,0
Skrap Sus 316 L	3,5	21,75	0	8,75	27,0
Skrap Sus 316	3,5	1,75	0	37,25	39,0
SCW 480N	3,5	26,25	0	5,25	28,0
A532-IIIA	3,5	19,25	0	17,75	33,5
FCD 600	3,5	15,75	0	40,75	53,0
ScCrM1 Modif	3,5	1,75	0	40,75	42,5
SCM440	3,5	15,75	0	17,75	30,0
SCH 12	3,5	22,75	0	22,75	42,0
SUS 431	3,5	12,75	0	1,75	11,0
Furan KAO STEP S-654T	3,5	15,5	0	12,25	24,25
Katalis KAO STPE QX-125	3,5	21,75	0	5,25	23,5

Nama Material	Xi	Xj	Yi	Yj	Jarak (m)
ScMn3	3,5	21,75	0	1,75	20,0
Lem Fox	3,5	22,75	0	17,75	37,0
Lem Altec	3,5	1,75	0	47,75	49,5
ScMnCr4 Cr 5%	3,5	15,5	0	1,75	13,75
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	3,5	26,25	0	8,75	31,5
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	3,5	15,5	0	5,25	17,25
AAR M201 B	3,5	22,75	0	51,25	70,5
ZG50Mn2	3,5	19,25	0	45,75	61,5
Coating Isomol 185	3,5	1,75	0	26,75	28,5
Scraps Bronze	3,5	19,25	0	40,75	56,5
Metal Mn	3,5	26,25	0	17,75	40,5
Ingot Zn	3,5	12,75	0	5,25	14,5
HBSC4	3,5	1,75	0	30,25	32,0

4.2.3 Menghitung *Throughput*

Tabel 4.6 berisi perhitungan *throughput* yang bertujuan untuk mengetahui jumlah aktivitas pergerakan material. *Throughput* dihitung berdasarkan jumlah rata-rata material masuk, jumlah rata-rata material keluar, dan jumlah sekali pengangkutan.

Tabel 4.6 Jumlah *Throughput*

Nama Barang	Rata-rata Material Masuk	Jumlah Sekali Pengangkutan	Rata-rata Material Keluar	Jumlah Sekali Pengangkutan	<i>Throughput</i>
Skrup Steel/ Besi A	1.469	1.000	1.510	1.000	2,98
Skrup Ms. Low Mn	331	1.000	1.177	1.000	1,51
Aluminium	414	150	167	150	3,87
Fe. Si	333	150	156	150	3,26
Fe. Si. Mg.	220	150	199	150	2,79
Inoculant	171	150	141	150	2,08
FC 250	1.174	1.000	744	1.000	1,92
FCD 500	765	150	984	1.000	6,09
SC 450	1.385	1.000	1.139	1.000	2,52
Skrup FC	443	1.000	906	1.000	1,35
Scraps Tembaga	263	150	194	150	3,04
Mn. Steel/ ScMnH11	182	150	193	150	2,50
Ca. Si	244	150	155	150	2,66
Fe. Mn. Mc	273	150	175	150	2,99
Fe. Mo	164	150	188	150	2,35
Exothermic Powder	251	150	205	150	3,04
Carburiser CPC	200	150	168	150	2,45

Nama Barang	Rata-rata Material Masuk	Jumlah Sekali Pengangkutan	Rata-rata Material Keluar	Jumlah Sekali Pengangkutan	Throughput
Ferro Chrome Lc	234	150	162	150	2,64
Nikel	187	150	184	150	2,47
Skrap SUS 430	397	150	346	150	4,96
Ferro Chrome Hc	208	150	182	150	2,60
FCD 700	212	150	164	150	2,51
35Cr45NiNb	201	150	184	150	2,56
Pasir Silica	1.477	1.000	1.530	1.000	3,01
Waterglass	1.140	1.000	1.318	1.000	2,46
Methanol	267	150	381	150	4,32
Resin Diamond	209	150	190	150	2,66
Kawat Las Nikko					
Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	231	150	238	150	3,13
Kawat Las Nikko					
Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	1.232	1.000	1.335	1.000	2,57
Kawat Las Nikko					
Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	1.230	1.000	962	1.000	2,19
Kawat Las AWS					
A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	373	150	619	150	6,61
Kawat Las Nikko					
Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	245	150	183	150	2,86
ScMn1A	432	150	896	1.000	3,78
Skrap Sus 316 L	347	150	337	150	4,56
Skrap Sus 316	732	150	208	150	6,26
SCW 480N	790	1.000	520	1.000	1,31
A532-IIIA	205	150	194	150	2,66
FCD 600	261	150	184	150	2,97
ScCrM1 Modif	235	150	326	150	3,74
SCM440	294	150	346	150	4,27
SCH 12	385	150	502	150	5,91
SUS 431	201	150	207	150	2,72
Furan KAO STEP S- 654T	240	150	204	150	2,96
Katalis KAO STPE QX-125	200	150	210	150	2,74
ScMn3	208	150	210	150	2,78
Lem Fox	305	150	239	150	3,62
Lem Alteco	329	150	178	150	3,38

Nama Barang	Rata-rata Material Masuk	Jumlah Sekali Pengangkutan	Rata-rata Material Keluar	Jumlah Sekali Pengangkutan	Throughput
ScMnCr4 Cr 5%	223	150	245	150	3,12
Kawat Las Kobe LB- 52U 4 mm	324	150	360	150	4,56
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	300	150	252	150	3,68
AAR M201 B	209	150	229	150	2,92
ZG50Mn2	169	150	252	150	2,81
Coating Isomol 185	230	150	223	150	3,02
Scraps Bronze	174	150	404	150	3,86
Metal Mn	166	150	203	150	2,46
Ingot Zn	224	150	189	150	2,75
HBSC4	220	150	170	150	2,60

4.2.4 Menghitung Total Jarak Pegerakan Material

Tabel 4.7 merupakan perhitungan jarak total pergerakan material berdasarkan banyaknya jumlah aktivitas/*throughput* setiap material.

Tabel 4.7 Total Jarak Pergerakan Material

Nama Barang	Jarak (m)	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
Skrap Steel/ Besi A	60,00	2,98	178,70
Skarp Ms. Low Mn	35,00	1,51	52,77
Aluminium	30,50	3,87	118,07
Fe. Si	63,50	3,26	207,24
Fe. Si. Mg.	38,50	2,79	107,37
Inoculant	56,50	2,08	117,61
FC 250	74,00	1,92	141,90
FCD 500	26,50	6,09	161,28
SC 450	55,00	2,52	138,82
Skarp FC	63,00	1,35	84,95
Scraps Tembaga	14,50	3,04	44,10
Mn. Steel/ ScMnH11	48,00	2,50	120,11
Ca. Si	51,50	2,66	137,10
Fe. Mn. Mc	24,50	2,99	73,17
Fe. Mo	7,50	2,35	17,62
Exothermic Powder	35,00	3,04	106,57
Carburiser CPC	65,00	2,45	159,50
Ferro Chrome Lc	60,00	2,64	158,40
Nikel	45,50	2,47	112,49

Nama Barang	Jarak (m)	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
Skrap SUS 430	58,00	4,96	287,42
Ferro Chrome Hc	68,50	2,60	178,22
FCD 700	11,00	2,51	27,60
35Cr45NiNb	20,75	2,56	53,22
Pasir Silica	18,00	3,01	54,13
Waterglass	58,50	2,46	143,78
Methanol	21,50	4,32	92,78
Resin Diamond	18,00	2,66	47,86
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	21,50	3,13	67,32
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	25,00	2,57	64,18
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	67,00	2,19	146,84
Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	31,50	6,61	208,32
Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	35,50	2,86	101,45
ScMn1A	46,00	3,78	173,66
Skrap Sus 316 L	27,00	4,56	123,18
Skrap Sus 316	39,00	6,26	244,31
SCW 480N	28,00	1,31	36,68
A532-IIIA	33,50	2,66	89,11
FCD 600	53,00	2,97	157,23
ScCrM1 Modif	42,50	3,74	159,04
SCM440	30,00	4,27	128,07
SCH 12	42,00	5,91	248,36
SUS 431	11,00	2,72	29,92
Furan KAO STEP S-654T	24,25	2,96	71,81
Katalis KAO STPE QX-125	23,50	2,74	64,28
ScMn3	20,00	2,78	55,64
Lem Fox	37,00	3,62	134,10
Lem Alteco	49,50	3,38	167,24
ScMnCr4 Cr 5%	13,75	3,12	42,90
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	31,50	4,56	143,71
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	17,25	3,68	63,55
AAR M201 B	70,50	2,92	205,86
ZG50Mn2	61,50	2,81	172,64
Coating Isomol 185	28,50	3,02	86,13
Scraps Bronze	56,50	3,86	217,86
Metal Mn	40,50	2,46	99,68
Ingot Zn	14,50	2,75	39,87

Nama Barang	Jarak (m)	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
HBSC4	32,00	2,60	83,09
Total			6.748,79

4.2.5 Menghitung Lebar Gang

Perhitungan lebar gang dihitung berdasarkan dimensi *material handling* yang digunakan. *Material handling* yang digunakan dalam pengambilan material yaitu *trolley* dengan dimensi 0,9 m x 0,6 m x 8,5 m. Perhitungan lebar gang dihitung dengan persamaan 4.1.

$$\text{Diagonal Trolley} = \sqrt{(\text{Panjang})^2 + (\text{Lebar})^2} \quad (4.1)$$

$$\text{Diagonal Trolley} = \sqrt{(\text{Panjang})^2 + (\text{Lebar})^2} = \sqrt{(0,9)^2 + (0,6)^2} = 1,08$$

4.2.6 Menentukan Klasifikasi Kelas Material

Tabel 4.8 menunjukkan penentuan klasifikasi kelas berdasarkan pada total frekuensi yang diperoleh dari penjumlahan rata-rata material masuk dan keluar. Klasifikasi kelas dibagi menjadi kelas A, B, dan C berdasarkan presentase frekuensi pergerakan material.

Tabel 4.8 Klasifikasi Kelas Material

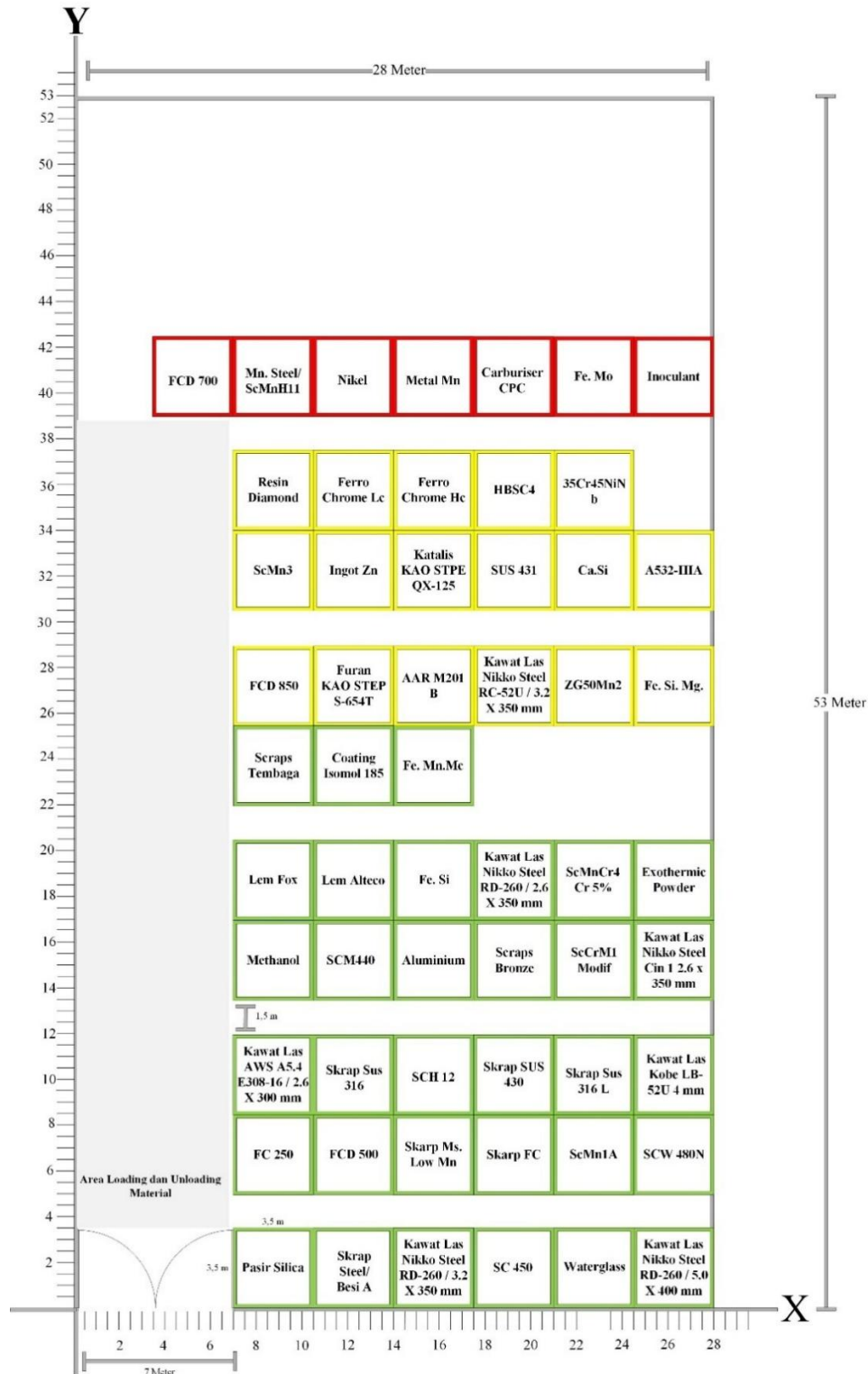
Nama Barang	Rata-Rata Barang Masuk	Rata-Rata Barang Keluar	Total Frekuensi	Persentase Frekuensi	Kumulatif Frekuensi	Kelas
Pasir Silica	1.477	1.530	3.007	6,37%	6,37%	A
Skrap Steel/ Besi A	1.469	1.510	2.978	6,31%	12,68%	
Kawat Las Nikko Steel RD- 260 / 3.2 X 350 mm	1.232	1.335	2.567	5,44%	18,12%	
SC 450	1.385	1.139	2.524	5,35%	23,47%	
Waterglass	1.140	1.318	2.458	5,21%	28,68%	
Kawat Las Nikko Steel RD- 260 / 5.0 X 400 mm	1.230	962	2.192	4,64%	33,32%	
FC 250	1.174	744	1.918	4,06%	37,38%	
FCD 500	765	984	1.749	3,71%	41,09%	
Skarp Ms. Low Mn	331	1.177	1.508	3,19%	44,28%	
Skarp FC	443	906	1.348	2,86%	47,14%	
ScMn1A	432	896	1.328	2,81%	49,95%	
SCW 480N	790	520	1.310	2,78%	52,73%	
Kawat Las AWS A5.4 E308- 16 / 2.6 X 300 mm	373	619	992	2,10%	54,83%	
Skrap Sus 316	732	208	940	1,99%	56,82%	
SCH 12	385	502	887	1,88%	58,70%	
Skrap SUS 430	397	346	743	1,58%	60,28%	
Skrap Sus 316 L	347	337	684	1,45%	61,73%	

Nama Barang	Rata-Rata Barang Masuk	Rata-Rata Barang Keluar	Total Frekuensi	Persentase Frekuensi	Kumulatif Frekuensi	Kelas
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	324	360	684	1,45%	63,18%	B
Methanol	267	381	647	1,37%	64,55%	
SCM440	294	346	640	1,36%	65,91%	
Aluminium	414	167	581	1,23%	67,14%	
Scraps Bronze	174	404	578	1,23%	68,36%	
ScCrM1 Modif	235	326	561	1,19%	69,55%	
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	300	252	553	1,17%	70,72%	
Lem Fox	305	239	544	1,15%	71,87%	
Lem Alteco	329	178	507	1,07%	72,95%	
Fe. Si	333	156	490	1,04%	73,99%	
Kawat Las Nikko Steel RD- 260 / 2.6 X 350 mm	231	238	470	1,00%	74,98%	
ScMnCr4 Cr 5%	223	245	468	0,99%	75,97%	
Exothermic Powder	251	205	457	0,97%	76,94%	
Scraps Tembaga	263	194	456	0,97%	77,91%	
Coating Isomol 185	230	223	453	0,96%	78,87%	
Fe. Mn. Mc	273	175	448	0,95%	79,82%	
FCD 600	261	184	445	0,94%	80,76%	
Furan KAO STEP S-654T	240	204	444	0,94%	81,70%	
AAR M201 B	209	229	438	0,93%	82,63%	
Kawat Las Nikko Steel RC- 52U / 3.2 X 350 mm	245	183	429	0,91%	83,54%	
ZG50Mn2	169	252	421	0,89%	84,43%	
Fe. Si. Mg.	220	199	418	0,89%	85,32%	

Nama Barang	Rata-Rata Barang Masuk	Rata-Rata Barang Keluar	Total Frekuensi	Persentase Frekuensi	Kumulatif Frekuensi	Kelas
ScMn3	208	210	417	0,88%	86,20%	
Ingot Zn	224	189	412	0,87%	87,07%	
Katalis KAO STPE QX-125	200	210	410	0,87%	87,94%	
SUS 431	201	207	408	0,86%	88,81%	
Ca. Si	244	155	399	0,85%	89,65%	
A532-IIIA	205	194	399	0,85%	90,50%	
Resin Diamond	209	190	399	0,85%	91,34%	
Ferro Chrome Lc	234	162	396	0,84%	92,18%	
Ferro Chrome Hc	208	182	390	0,83%	93,01%	
HBSC4	220	170	389	0,83%	93,84%	
35Cr45NiNb	201	184	385	0,82%	94,65%	
FCD 700	212	164	376	0,80%	95,45%	
Mn. Steel/ ScMnH11	182	193	375	0,80%	96,24%	
Nikel	187	184	371	0,79%	97,03%	
Metal Mn	166	203	369	0,78%	97,81%	C
Carburiser CPC	200	168	368	0,78%	98,59%	
Fe. Mo	164	188	352	0,75%	99,34%	
Inoculant	171	141	312	0,66%	100,00%	
Total			47.194	100%		

4.2.7 Membuat *Layout* Usulan

Gambar 4.2 merupakan *layout* usulan gudang material yang dikelompokkan menjadi tiga kelas yaitu kelas A, B, dan C berdasarkan metode *class-based storage*.



Gambar 4.2 *Layout* Usulan

4.2.8 Menghitung Jarak Material Terhadap Pintu In/Out pada Layout Usulan

Tabel 4.9 menunjukkan perhitungan dalam menentukan jarak total masing-masing material terhadap pintu in/out pada layout usulan yang dihitung menggunakan metode *rectilinear distance*. *Rectilinear distance* dapat dihitung dengan persamaan 2.2 seperti berikut:

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| = |3,5 - 8,75| + |0 - 1,75| = 7,00$$

Tabel 4.9 Jarak Total Terhadap Pintu In/Out Layout Usulan

Nama Barang	Xi	Xj	Yi	Yj	Jarak (m)
Pasir Silica	3,5	8,75	0	1,75	7,00
Skrap Steel/ Besi A	3,5	12,25	0	1,75	10,50
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	3,5	15,75	0	1,75	14,00
SC 450	3,5	19,25	0	1,75	17,50
Waterglass	3,5	22,75	0	1,75	21,00
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	3,5	26,25	0	1,75	24,50
FC 250	3,5	8,75	0	6,75	12,00
FCD 500	3,5	12,25	0	6,75	15,50
Skarp Ms. Low Mn	3,5	15,75	0	6,75	19,00
Skarp FC	3,5	19,25	0	6,75	22,50
ScMn1A	3,5	22,75	0	6,75	26,00
SCW 480N	3,5	26,25	0	6,75	29,50
Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	3,5	8,75	0	10,25	15,50
Skrap Sus 316	3,5	12,25	0	10,25	19,00
SCH 12	3,5	15,75	0	10,25	22,50
Skrap SUS 430	3,5	19,25	0	10,25	26,00
Skrap Sus 316 L	3,5	22,75	0	10,25	29,50
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	3,5	26,25	0	10,25	33,00
Methanol	3,5	8,75	0	15,25	20,50
SCM440	3,5	12,25	0	15,25	24,00
Aluminium	3,5	15,75	0	15,25	27,50
Scraps Bronze	3,5	19,25	0	15,25	31,00
ScCrM1 Modif	3,5	22,75	0	15,25	34,50
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	3,5	26,25	0	15,25	38,00
Lem Fox	3,5	8,75	0	18,75	24,00
Lem Altec	3,5	12,25	0	18,75	27,50
Fe. Si	3,5	15,75	0	18,75	31,00
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	3,5	19,25	0	18,75	34,50
ScMnCr4 Cr 5%	3,5	22,75	0	18,75	38,00
Exothermic Powder	3,5	26,25	0	18,75	41,50

Nama Barang	Xi	Xj	Yi	Yj	Jarak (m)
Scraps Tembaga	3,5	8,75	0	23,75	29,00
Coating Isomol 185	3,5	12,25	0	23,75	32,50
Fe. Mn. Mc	3,5	15,75	0	23,75	36,00
FCD 600	3,5	8,75	0	27,25	32,50
Furan KAO STEP S-654T	3,5	12,25	0	27,25	36,00
AAR M201 B	3,5	15,75	0	27,25	39,50
Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	3,5	19,25	0	27,25	43,00
ZG50Mn2	3,5	22,75	0	27,25	46,50
Fe. Si. Mg.	3,5	26,25	0	27,25	50,00
ScMn3	3,5	8,75	0	32,25	37,50
Ingot Zn	3,5	12,25	0	32,25	41,00
Katalis KAO STPE QX-125	3,5	15,75	0	32,25	44,50
SUS 431	3,5	19,25	0	32,25	48,00
Ca. Si	3,5	22,75	0	32,25	51,50
A532-IIIA	3,5	26,25	0	32,25	55,00
Resin Diamond	3,5	8,75	0	35,75	41,00
Ferro Chrome Lc	3,5	12,25	0	35,75	44,50
Ferro Chrome Hc	3,5	15,75	0	35,75	48,00
HBSC4	3,5	19,25	0	35,75	51,50
35Cr45NiNb	3,5	22,75	0	35,75	55,00
FCD 700	3,5	4,75	0	40,75	42,00
Mn. Steel/ ScMnH11	3,5	8,75	0	40,75	46,00
Nikel	3,5	12,25	0	40,75	49,50
Metal Mn	3,5	15,75	0	40,75	53,00
Carburiser CPC	3,5	19,25	0	40,75	56,50
Fe. Mo	3,5	22,75	0	40,75	60,00
Inoculant	3,5	26,25	0	40,75	63,50

4.2.9 Menghitung Total Pergerakan Material *Layout* Usulan

Tabel 4.10 merupakan perhitungan jarak total pergerakan material berdasarkan banyaknya jumlah aktivitas/*throughput* setiap material pada *layout* usulan.

Tabel 4.10 Total Pergerakan Material *Layout* Usulan

Nama Barang	Jarak	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
Pasir Silica	7,00	3,01	21,07
Skrup Steel/ Besi A	10,50	2,98	31,29
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 3.2 X 350 mm	14,00	2,57	35,98
SC 450	17,50	2,52	44,10
Waterglass	21,00	2,46	51,66

Nama Barang	Jarak	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 5.0 X 400 mm	24,50	2,19	53,66
FC 250	12,00	1,92	23,01
FCD 500	15,50	6,09	94,33
Skarp Ms. Low Mn	19,00	1,51	28,69
Skarp FC	22,50	1,35	30,34
ScMn1A	26,00	3,78	98,28
SCW 480N	29,50	1,31	38,65
Kawat Las AWS A5.4 E308-16 / 2.6 X 300 mm	15,50	6,61	102,46
Skrup Sus 316	19,00	6,26	118,94
SCH 12	22,50	5,91	132,98
Skrup SUS 430	26,00	4,96	128,96
Skrup Sus 316 L	29,50	4,56	134,52
Kawat Las Kobe LB-52U 4 mm	33,00	4,56	150,48
Methanol	20,50	4,32	88,56
SCM440	24,00	4,27	102,48
Aluminium	27,50	3,87	106,43
Scraps Bronze	31,00	3,86	119,66
ScCrM1 Modif	34,50	3,74	129,03
Kawat Las Nikko Steel Cin 1 2.6 x 350 mm	38,00	3,68	139,84
Lem Fox	24,00	3,62	86,88
Lem Alteco	27,50	3,38	92,95
Fe. Si	31,00	3,26	101,06
Kawat Las Nikko Steel RD-260 / 2.6 X 350 mm	34,50	3,13	108,02
ScMnCr4 Cr 5%	38,00	3,12	118,56
Exothermic Powder	41,50	3,04	126,16
Scraps Tembaga	29,00	3,04	88,16
Coating Isomol 185	32,50	3,02	98,15
Fe. Mn. Mc	36,00	2,99	107,64
FCD 600	32,50	2,97	96,53
Furan KAO STEP S-654T	36,00	2,96	106,56
AAR M201 B	39,50	2,92	115,34
Kawat Las Nikko Steel RC-52U / 3.2 X 350 mm	43,00	2,86	122,98
ZG50Mn2	46,50	2,81	130,67
Fe. Si. Mg.	50,00	2,79	139,50
ScMn3	37,50	2,78	104,25
Ingot Zn	41,00	2,75	112,75
Katalis KAO STPE QX-125	44,50	2,74	121,93

Nama Barang	Jarak	Throughput/Jumlah Aktivitas	Total
SUS 431	48,00	2,72	130,56
Ca. Si	51,50	2,99	153,99
A532-IIIA	55,00	2,66	146,30
Resin Diamond	41,00	2,66	109,06
Ferro Chrome Lc	44,50	2,65	117,93
Ferro Chrome Hc	48,00	2,60	124,80
HBSC4	51,50	2,60	133,90
35Cr45NiNb	55,00	2,56	140,80
FCD 700	42,00	2,51	105,42
Mn. Steel/ ScMnH11	46,00	2,50	115,00
Nikel	49,50	2,47	122,27
Metal Mn	53,00	2,46	130,38
Carburiser CPC	56,50	2,45	138,43
Fe. Mo	60,00	2,35	141,00
Inoculant	63,50	2,08	132,08
Total			5.925,36

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kondisi *Layout* Awalan

Layout awalan pada gambar 4.1 yang digunakan sebagai objek dari penelitian ini. Pada *layout* awalan dapat diketahui bahwa terdapat 57 jenis material dalam gudang dan masing-masing material ditempatkan dalam pallet yang berukuran 3,5 m x 3,5 m. Luas keseluruhan gudang yaitu 1.484 m^2 dengan panjang sebesar 53 m dan lebar 28 m. Lebar untuk masing-masing gang pada *layout* awalan masih bervariasi dimana terdapat gang yang berukuran 2 m, 1,5 m, dan 1 m. Selain itu, jarak antara pallet dan area pintu juga masih bervariasi.

Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa sistem penyimpanan pada gudang dalam penempatan material masih acak dan tidak sistematis. Terdapat material yang jarang terpakai seperti FCD 700 diletakan didepan pintu *in/out* dan material yang sering terpakai seperti Pasir Silica dan Skrap Steel/ Besi A diletakan jauh dari pintu *in/out*. Akibatnya jarak pergerakan material menjadi lebih tinggi sehingga dapat membuat proses operasi dalam gudang kurang efisien. Hal ini juga menyebabkan para pekerja dan operator gudang kesulitan dalam mencari material yang dibutuhkan karena kondisi gudang yang tidak tertata rapi. Oleh karena itu, perlu adanya dilakukan perbaikan *layout* gudang untuk menyelesaikan masalah tersebut dengan metode *class-based storage*.

5.2 Analisis Data Keluar dan Masuk Material

Data keluar dan masuk material merupakan komponen utama dalam penelitian ini. Data keluar dan masuk material yang digunakan yaitu data pada Bulan Oktober 2024 – Desember 2024. Tabel 4.1 berisi data keluar dan masuk material pada Bulan Oktober 2024, Tabel 4.2 berisi data keluar dan masuk material pada Bulan November 2024, dan Tabel 4.3 berisi data keluar dan masuk material pada Bulan Desember 2024. Kemudian, pada Tabel 4.4 dilakukan perhitungan rata-rata keluar dan masuk material selama tiga bulan dari Bulan Oktober 2024 hingga Desember 2024. Pada Tabel 4.4 juga terdapat total frekuensi, dimana total frekuensi tersebut diperoleh dengan cara menjumlahkan rata-rata material masuk dan rata-rata material keluar. Berdasarkan penjumlahan tersebut, dapat diketahui bahwa material dengan total frekuensi tertinggi yaitu Pasir Silica sebesar 3.007 dan frekuensi terendah yaitu Inoculant sebesar 312.

5.3 Analisis Jarak Terhadap Pintu *In/Out*, *Throughput*, dan Pergerakan Material

Tabel 4.5 menunjukkan hasil perhitungan untuk menentukan jumlah jarak pada setiap material ke pintu *in/out*. Dalam perhitungan ini menggunakan metode *rectilinear distance* yang rumusnya dituliskan pada persamaan 2.2. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *rectilinear distance* diperoleh bahwa material FC 250 merupakan material dengan jarak terjauh terhadap pintu *in/out* sebesar 74 meter. Sementara itu, Fe.Mo merupakan material dengan jarak terdekat terhadap pintu *in/out* sebesar 7.5 meter.

Setelah menghitung jumlah jarak setiap material terhadap pintu *in/out*, kemudian dilakukan perhitungan *throughput* pada Tabel 4.6 yang bertujuan untuk mengetahui banyaknya jumlah aktivitas pergerakan material. *Throughput* dihitung dengan cara jumlah rata-rata material masuk dibagi dengan banyaknya jumlah sekali pengangkutan kemudian dijumlahkan dengan rata-rata material keluar dibagi dengan jumlah sekali pengangkutan. Kemudian, jarak total pergerakan pada Tabel 4.7 dihitung dengan cara mengalikan *throughput* dengan jarak total material terhadap pintu *in/out* yang sudah dicari sebelumnya menggunakan metode *rectilinear distance*. Hasil dari jarak total pergerakan material yaitu sebesar 6.748,79 meter. Berdasarkan hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa jarak total pergerakan material sangat tinggi sehingga diperlukan pengurangan jarak total pergerakan.

5.4 Analisis Klasifikasi Kelas Material

Tabel 4.8 merupakan penentuan klasifikasi kelas berdasarkan total frekuensi dimana terdapat tiga kelas yaitu kelas A, B, dan C. Material dalam kategori kelas A dapat disebut sebagai material *fast moving* atau material yang memiliki pergerakan yang tinggi atau cepat. Kelas B dapat disebut sebagai material *slow moving* atau material yang memiliki pergerakan yang rendah atau lambat. Kelas C dapat disebut sebagai material *non-moving* atau material yang tidak mengalami pergerakan.

Dalam melakukan pengklasifikasian kelas hal pertama yang dilakukan yaitu mencari total frekuensi dengan cara menambahkan jumlah rata-rata material masuk dan keluar. Setelah itu, menjumlahkan seluruh total frekuensi pada setiap material dan dilanjutkan menghitung presentase frekuensi. Presentase frekuensi dihitung dengan cara membagi total frekuensi setiap material dengan jumlah seluruh total frekuensi material. Frekuensi kumulatif diperoleh dari penjumlahan bertahap dari nilai terkecil ke nilai terbesar.

Kelas A atau *fast moving* terdiri dari material dengan jumlah frekuensi kumulatif sebesar 0,0 – 80,00%, kelas B atau *slow moving* terdiri dari material dengan jumlah frekuensi kumulatif sebesar 80,01% - 95,00%, dan kelas C atau *non-moving* terdiri dari material dengan jumlah frekuensi kumulatif sebesar 95,01% - 100%. Berikut merupakan rekapitulasi hasil pengelompokan klasifikasi kelas material:

Tabel 5.1 Rekapitulasi Klasifikasi Material

Frekuensi Kumulatif	Kelas	Jumlah
6,37% - 79,82%	A / <i>fast moving</i>	33
80,76% - 94,65%	B / <i>slow moving</i>	17
95,45% - 100%	C / <i>non-moving</i>	7

Berdasarkan tabel 5.1 kelas A/*fast moving* memiliki jumlah sebanyak 33 material, kelas B/*slow moving* memiliki jumlah sebanyak 17 material, dan kelas C/*non-moving* memiliki jumlah sebanyak 7 material.

5.5 Analisis *Layout* Usulan

Gambar 4.2 merupakan *layout* usulan yang telah dibuat berdasarkan metode *class-based storage*. Luas gudang pada *layout* usulan tidak mengalami perubahan yaitu sebesar 1.484 m^2 dengan panjang sebesar 53 m dan lebar 28 m. Dimensi pallet yang digunakan juga sama yaitu 3,5 m x 3,5 m. Pada *layout* usulan dengan metode *class-based storage* terdapat beberapa perubahan pada lebar gang yang digunakan. Dimana pada *layout* awalan lebar gang masih bervariasi, tetapi pada *layout* usulan dengan metode *class-based storage* lebar gang yang digunakan sama yaitu 1,5 m. Acuan yang digunakan untuk menentukan lebar gang yaitu berdasarkan *material handling* yang digunakan yaitu *trolley* yang berdimensi 0,9 m x 0,6 m x 8,5 m.

Penempatan material pada *layout* usulan disusun berdasarkan klasifikasi kelasnya. Kelas A/*fast moving* dengan jumlah 33 material dan ditandai dengan warna hijau ditempatkan dekat dengan pintu *in/out*. Kelas B/*slow moving* dengan jumlah 17 material dan ditandai dengan warna kuning ditempatkan ditengah-tengah setelah Kelas A. Terakhir yaitu Kelas C/*non-moving* dengan jumlah 7 material dan ditandai dengan warna merah ditempatkan di paling akhir setelah Kelas A dan Kelas B, serta jauh dari pintu *in/out*.

Selain itu, lebar jalan pada *layout* usulan sebesar 7 m dan ditandai dengan warna abu-abu. Dimana area itu juga dapat digunakan sebagai area *loading* atau area yang digunakan untuk memuat barang dan area *unloading* atau area yang digunakan untuk membongkar barang. Area tersebut juga digunakan untuk lintasan *material handling* yang berupa *overhead crane*.

5.6 Analisis Jarak Terhadap Pintu *In/Out*, *Throughput*, dan Pergerakan Material Pada *Layout* Usulan

Tabel 4.9 menunjukkan perhitungan jarak total material terhadap pintu *in/out* pada *layout* usulan. Perhitungan jarak total material terhadap pintu *in/out* menggunakan metode *rectilinear distance* yang ada pada persamaan 2.2. Berdasarkan hasil perhitungan pada *layout* usulan dapat diketahui bahwa Pasir Silica memiliki jarak paling dekat dengan pintu *in/out* sebesar 7 m. Sementara itu, Inoculant memiliki jarak yang paling jauh dengan pintu *in/out* sebesar 63,5 m. Perhitungan total jarak pergerakan pada *layout* usulan berdasarkan pada jumlah *throughput* dikali dengan jarak total material terhadap pintu *in/out* pada *layout* usulan yang sudah dicari sebelumnya menggunakan metode *rectilinear distance*. Total jarak pergerakan material pada *layout* usulan berkurang menjadi 5.925,36 m.

5.7 Analisis Perbandingan *Layout* Awalan dan *Layout* Usulan

Kondisi *layout* awalan dan *layout* usulan telah diperhitungkan dari segi jarak pergerakan material. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan terdapat perbedaan antara *layout* awalan dan *layout* usulan yang dituliskan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Perbandingan Jarak *Layout* Awalan dan *Layout* Usulan

	<i>Layout</i> Awalan	<i>Layout</i> Usulan
Total Jarak Pergerakan	6.748,79 m	5.925,36 m
Persentase Pengurangan Jarak Pergerakan		12%

Berdasarkan tabel 5.2, total jarak pergerakan material pada *layout* awalan sebesar 6.748,79 meter kemudian dengan adanya perbaikan pada *layout* usulan total jarak pergerakan material menjadi 5.925,36 meter. Sehingga, dengan melakukan perbaikan ulang tata letak menggunakan metode *class-based storage* dapat mengurangi jarak pergerakan dan meningkatkan efisiensi sebesar 12%.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PT. Sinar Semesta, dapat disimpulkan bahwa PT. Sinar Semesta mengalami permasalahan pada sistem operasi pada pergudangannya. Hal ini dapat dilihat pada *layout* awalan gudang yang dimana penataan material masih acak dan tidak beraturan, serta tidak adanya pengelompokan material. Akibatnya jarak pergerakan material menjadi tinggi dan membuat para pekerja atau operator gudang kesulitan dalam mengambil material. Dengan menggunakan metode *class-based storage* yang mengelompokkan material kedalam tiga kelas yaitu kelas A, B, dan C dapat meningkatkan efisiensi gudang. Hasil dari penggunaan metode *class-based storage*, pengelompokan material terdiri dari kelas A yang merupakan kelompok material kategori *fast moving* yang ditandai dengan warna hijau berjumlah sebanyak 33 material dan diletakan didekat pintu *in/out*. Kelas B yang merupakan kelompok material kategori *slow moving* yang ditandai dengan warna kuning berjumlah 17 material dan diletakan ditengan setelah kelas A. Kelas C yang merupakan kelompok material kategori *non-moving* yang ditandai warna merah berjumlah 7 material dan diletakan jauh dari pintu *in/out*.

Berdasarkan *layout* usulan yang dibuat menggunakan metode *class-based storage* dapat mengurangi total jarak pergerakan material yang sebelumnya sebesar 6.748,79 meter menjadi 5.925,36 meter. Oleh karena itu, dengan melakukan perancangan ulang tata letak menggunakan metode *class-based storage* dapat meningkatkan efisiensi sebesar 12%. Metode *class-based storage* terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi gudang dan dapat dijadikan solusi strategis dalam perbaikan tata letak gudang.

6.2 Saran

Saran dan rekomendasi yang dapat diberikan untuk mengatasi kekurangan pada penelitian ini yaitu:

1. Untuk Perusahaan

PT. Sinar Semesta diharapkan dapat menerapkan solusi perbaikan yang berupa *layout* usulan berdasarkan metode *class-based storage* yang mengelompokkan material

berdasarkan kelasnya sehingga penempatan material menjadi lebih rapi. Selain itu, juga dapat mengurangi jarak pergerakan material dan meningkatkan efisiensi pada gudang.

2. Untuk Penelitian Selanjutnya

Pada penelitian ini masih terdapat beberapa kelemahan seperti permasalahan yang masih bersifat subjektif karena belum menyajikan data kuantitatif yang mendukung penelitian ini serta belum memperhatikan pola pengambilan material secara sistematis, sehingga hal ini belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi aktual di lapangan. Selain itu, pada penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan dalam pengambilan data yang perlu diperhatikan. Seperti belum menambahkan variabel tambahan lain yang berpotensi mempengaruhi hasil analisis dan potensi efisiensi belum tergambarkan secara menyeluruh dalam penelitian ini. Pada *layout* usulan penempatan material masih belum mempertimbangkan karakteristik masing-masing material sehingga dampak dari penempatan material belum diketahui serta juga masih belum mempertimbangkan terkait dengan penempatan APD (Alat Pelindung Diri).

Sehingga pada penelitian selanjutnya, diharapkan untuk menyajikan data yang dapat mendukung permasalahan serta lebih memperhatikan terkait dengan pola pengambilan material. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat menambah variabel tambahan seperti waktu *handling*, ongkos *handling*, penambahan pallet, dan penambahan jumlah tenaga kerja. Pada pembuatan *layout* usulan dapat mempertimbangkan karakteristik material dan dampaknya serta penambahan APD (Alat Pelindung Diri). Sehingga dapat memberikan hasil penelitian yang lebih sistematis, rinci, dan akurat. Selain itu, hasil efisiensi juga dapat digambarkan secara menyeluruh dan aktual.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisurya, E., Gozali, L., Sukania, I. W., Daywin, F. J., & Doaly, C. O. (2021). The Layout of Raw Material Warehouse in PT. Boga Dimsum Indonesia Using Class-Based Storage Method and Promodel Simulation. *Proceedings of the 11th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 7-11
- Afkar, M. H., & Rochmoeljati, R. (2025). Usulan Perencanaan Tata Letak Gudang Bahan Penolong Menggunakan Metode Class Based Storage di PT. XXX. *Jurnal Serambi Engineering*, 1: Vol. 10.
- Ariyanti, F. D., & Paramaputra, B. E. (2023). Reduce Overtime of Distribution Centre by Re-Layout and Employee Shift Scheduling Use Class Based Storage and Integer Linear Programming. *ICOBAR*, Vol. 426. 6.
- Ariyanto, D., Widhiyanto, C., P., S. A., & Suseno. (2023). Perbaikan Tata Letak Penyimpanan dengan Metode Class Based Storage, Blocplan, dan Dedicated Storage pada RSPAU Hardjolukito. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Inovasi*, Vol. 1, No. 2. 16-25.
- Awwali, F., & Widjajati, E. P. (2024). Analysis of the Redesign of the Rice Storage Warehouse Layout Using the Shared Storage Method at PT. XYZ. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, No. 3.
- Desiawan, V. A., Octavia, L. N., Sulistiyo, E., Firmansyah, F., & Apsari, R. F. (2024). Design of a Raw Material Warehouse Layout Utilizing The Class-Based Storage Method For the Textile and Textile Products Industry. *Journal of Mechanical Electrical and Industrial Engineering*, Vol. 6, No. 1.
- Dito, S. B., & Pujiastuti, H. (2021). Dampak Revolusi Industri 4.0 Pada Sektor Pendidikan: Kajian Literatur Mengenai Digital Learning Pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Sains dan Edukasi Sains*, Vol. 4, No. 2. 59-65.
- Eder, M. (2020). Analytical Model to Estimate the Performance of Shuttle-Based Storage and Retrieval Systems With Class-Based Storage Policy. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Volume 107, pages 2091–2106.
- Fitri, A. A., Moengin, P., & Puspitasari, F. (2023). Simulation Model Design and Improvement of Raw Material Warehouse Layout With Class-Based Storage Method: A Case Study. *International Journal of Advanced Engineering and Management Research*, Vol. 8, No. 01.
- Gozali, L., Marie, I. A., Natalia, Kustandi, G. M., & Adisurya, E. (2020). Suggestion of Raw Material Warehouse Layout Improvement Using Class-Based Storage Method (case study of PT. XYZ). *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 1007.
- Hidayat, M. R., Prasetyo, R. Y., Dillah, A. R., & Sahara, S. (2023). Mengelola Adminitrasi Pergudangan Di Dalam Pelabuhan Tanjung Priok. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9 (15). 430-438.
- Iftitah, N., Qurtubi, Q., & Sugarindra, M. (2023). Storage Zone Functions Optimization in Warehouses: A Systematic Review of Class-Based Storage. *Journal of Optimization in Industrial Engineering*, Vol. 16 (2). 147-155.
- Istiani Dadi Febrianty, T. P. (2021). Usulan Tata Letak Penempatan Finished Goods Dengan Kebijakan Class Based Storage Berdasarkan Analisis ABC di PT. XYZ. *Dinamika Rekayasa*, Vol. 15 (2).
- Kemklyano, J., Harimurti, C., & Purnaya, I. N. (2021). Pengaruh Penerapan Metode Class Based Storage Terhadap Peningkatan Utilitas Gudang di PT Mata Panah Indonesia. *Jurnal Manajemen Logistik*, Vol.1 (1). 1-10.

- Maya, D., Sukarno, I., & Liperda, R. I. (2022). Improvement of Medicine and Medical Device Storage Layout in The Pharmacy Warehouse Using The Craft Method (Case Study:The Nganjuk Regency Health Facility). *Proceedings of the International Conference on Sustainable Engineering, Infrastructure and Development*.
- McInerney, S., & Yadavalli, V. (2022). Increasing Warehouse Throughput Through The Development of a Dynamic Class-Based Storage Assignment Algorithm. *South African Journal of Industrial Engineering*, Vol. 33 (2). 157-167.
- Mohammad H. Haikal, N. R. (2024). Perencanaan Tata Letak Gudang Menggunakan Metode Class Based Storage di PT. XYZ. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, Vol.3, No.5, 1371-1386.
- Muhammad, K., Wicaksana, B. P., & Sibarani, A. A. (2023). Warehouse Layout Design with Class-Based Storage Approach to Minimize Material Transfer Distance. *The 3rd International Conference on Engineering, Technology and Innovative Researches*, Vol. 2482 (1).
- Muharni, Y., M, A. S., & Noviansyah, Y. (2020). Perancangan Tata Letak Gudang Barang Jadi Menggunakan Kebijakan Class-Based Storage dan Particle Swarm Optimization Di PT.XYZ. *Jurnal Teknik Industri*, Vol 10, No. 3. 200-209. ISSN: 2622-5131.
- Nadila Safira Isnaeni, N. S. (2021). Penerapan Metode Class Based Storage Untuk Perbaikan Tata Letak Gudang Barang Jadi (Studi Kasus Gudang Barang Jadi K PT Hartono Istana Teknologi). *Industrial Engineering Online Journal*, Vol.10, No.3.
- Nursyanti, Y., Marlina, N., & Widyasari, R. (2024). Usulan Tata Letak Penyimpanan Barang Jadi pada Industri Manufaktur Menggunakan Metode Class Based Storage. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, Vol. 3, No. 1. 27 -39.
- Pitoy, H. W., Jan, A. B., & Sumarauw, J. S. (2020). Analisis Manajemen Pergudangan Pada Gudang Paris Superstore Kotamobagu. *Jurnal EMBA*, Vol. 8, No. 3. 252 -260. ISSN 2303-1174 .
- Pratama, M. M., & Dahda, S. S. (2024). Designing Steel Warehouse Layouts: A Comparative Study of Dedicated Storage and Class-Based Storage Methods at PT. BSB. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, No. 3. 02403017-01-02403017-010.
- 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 Simulation at Automotive Assembling Company. *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 7-10.
- Purba, S., Sihombing, S., & Parhusip, P. T. (2023). Analisis Tata Letak Fasilitas Produksi Pada Pabrik Tahu Anugrah Cipta Nusantara di Kecamatan Medan Selayang Medan. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, Vol. 23 (1). 45-64.
- Putri, S. P., Ranzani, C. D., Sihombing, A. M., Fauzi, Y., & Wulandari, F. W. (2024). Penentuan Ongkos Material Handling di PT XYZ Menggunakan Metode Computerized Relative Allocation Of Facilities Technique (CRAFT). *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, Vol. 4, No. 2. 457-468.
- Qowim, M., Mahbubah, N. A., & Fathoni, M. Z. (2020). Penerapan 5S Pada Divisi Gudang (Studi Kasus PT. Sumber Urip Sejati). *Jurnal Sistem dan Teknik Industri*, Vol. 1 (1). 49-60.
- Rahmawaty, C., & Mashudi. (2024). Design of Storage Layout for Protector Material (Fast Moving) With Class-Based Storage Method at Raw Material Warehouse Jepara PT DSV Solutions Indonesia (Semarang Branch). *International Journal of Artificial Intelligence for Digital Marketing*.

- Rizani, N. C., & Adistra, F. D. (2022). Analisa Tata Letak Fasilitas Pabrik Menggunakan Metode Activity Relationship Chart (ARC) di PT. XYZ. *PRESISI*, Vol. 24, No. 2. 26-32.
- Ruhyat, & Hilman, M. (2023). Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode ARC Guna Memaksimalkan Produktivitas Pekerja di Pabrik Tahu KCA Rancah. *Jurnal Industrial Galuh*, 5 (1). 29–36.
- Sholeha, L. N., Rahardian, A. R., Permatasari, D. A., Huda, D. Q., Qoiron, R., & Yuliawati, E. (2022). Perancangan Tata Letak Fasilitas Menggunakan Metode Blocplan "Studi Kasus Toko Oleh-Oleh Surabaya Honest". *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, Vol. 2, No. 2. 249-262.
- Weerasinghe, K., Sgarbossa, F., & Fede, G. (2023). Optimal Class-Based Storage System with Diagonal Movements. *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems*, 346-359.
- Widy Setyawan, F. R. (2020). Efektivitas Tata Letak Gudang Baru untuk Menekan Tingkat Kerusakan Produk Menggunakan Metode Class Based Storage. *Jurnal Media Teknik & Sistem Industri*, Vol. 4. (2). 100-106.
- Wildan, A. M., & Deny, A. (2024). Optimizing Sample Warehouse Layout At PT BIJ: Comparative Study Of Dedicated And Class-Based Storage. *Advance Sustainable Science, Engineering and Technology*, Vol. 6, No.2.
- Yevita Nursyanti, N. M. (2024). Usulan Tata Letak Penyimpanan Barang Jadi pada Industri Manufaktur Menggunakan Metode Class Based Storage. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, Vol. 3, No. 1. 27 -39.
- Zhou, L., Zhao, J., Liu, H., Wang, F., Yang, J., & Wang, S. (2022). Stochastic Models of Routing Strategies Under The Class-Based Storage Policy in Fishbone Layout Warehouses. *Scientific Reports*, 12, 12876.

LAMPIRAN

A.1 Data Wawancara

No. _____
Date _____

Wawancara

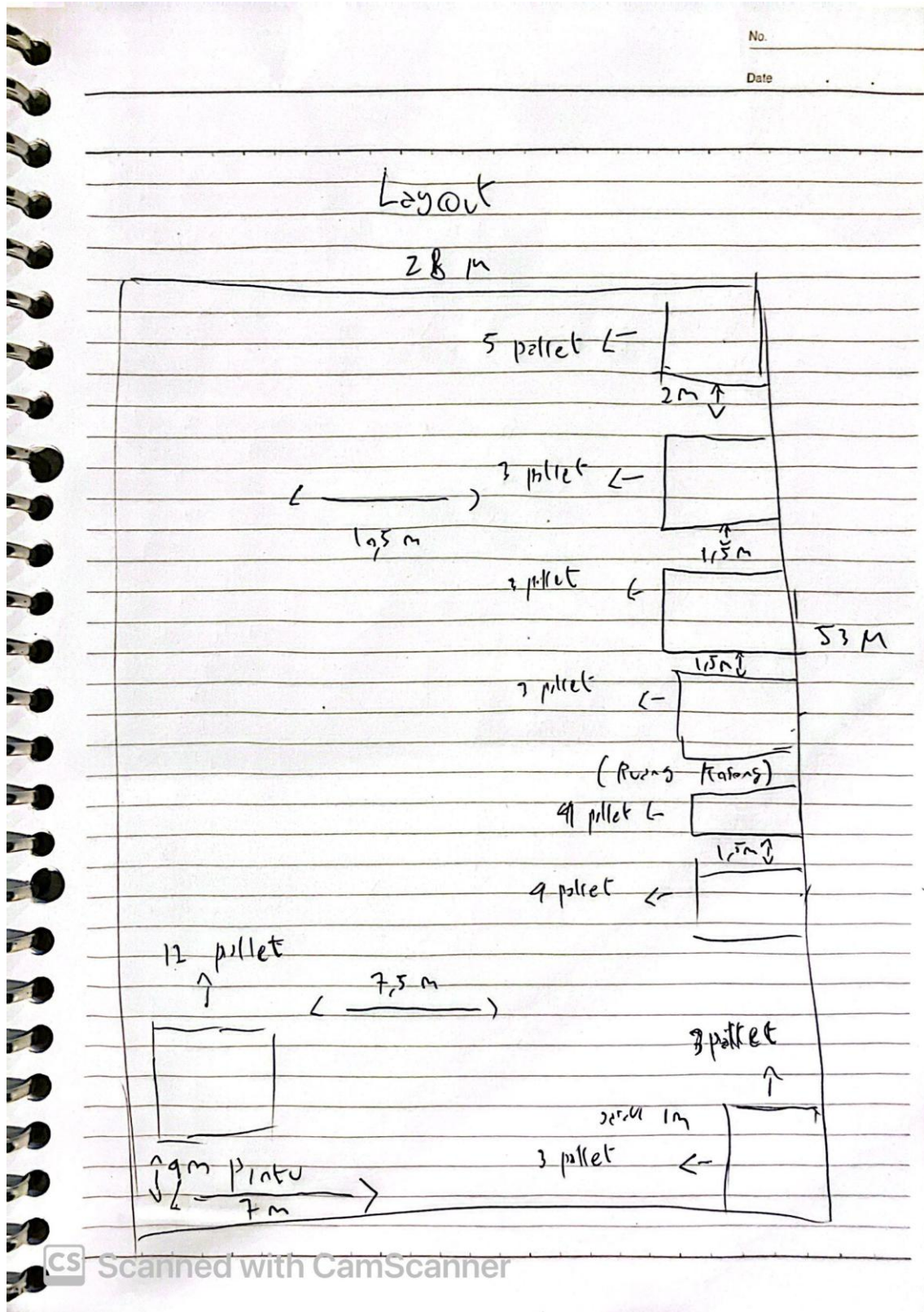
Wawancara dengan bapak Muhammad Fadli Sofyan.

1. Luas gudang PT. Sinar Smerda memiliki dimensi total sebesar 53×28 meter sehingga luas totalnya sebesar 1.484 meter. Terdapat 57 Palet dengan dimensi total sebesar $3,5 \times 3,5$ meter dan terdapat lebar yang berbeda.
2. Untuk pengambilan barang menggunakan trolley dan crane dengan dimensi trolley sebesar $0,9 \times 0,6$ meter atau 90×60 cm.
Untuk daya tampung pengambilan barang menggunakan crane sebesar 1 ton sedangkan trolley 150 kg. Untuk daya tampung palet maksimal 1500 kg.
3. Untuk pengangkutan barang menggunakan crane antara lain:

1. Scrap steel	7. Water glass
2. Scrap Ms. low Mn	8. Kawat las Nikko ukuran $3,2 \times 350$
3. FC 250	9. Kawat las Nikko ukuran $5,0 \times 400$
4. SC 450	10. 500 SCW 480 N.
5. Scrap FC	
6. Pasir silika	

Sisa dari 10 barang ini menggunakan trolley sebagai alat pengangkut

Scanned with CamScanner



A.2 Pelaksanaan Penelitian



